

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto de cuatro tipos de sustratos y tres envases en la obtención de
plantones de pino (*Pinus tecunumanii*) en vivero, anexo Marapata –**

Paucartambo – Pasco 2017

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Agrónomo

Autores: Bach. Erick Levis BLANCO MIRANDA

Bach. Lina Rocío CENTENO ALANIA

Asesor: Dra. Edith L. ZEVALLOS ARIAS

Cerro de Pasco – Perú – 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**Efecto de cuatro tipos de sustratos y tres envases en la obtención de
plantones de pino (*Pinus tecunumanii*) en vivero, anexo Marapata –
Paucartambo – Pasco – 2017**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

**Msc. Carlos Adolfo DE LA CRUZ MERA
PRESIDENTE**

**Ing. Gina Elsi Asunción CASTRO BERMUDEZ
MIEMBRO**

**Mg. Moisés TONGO PIZARRO
MIEMBRO**

DEDICATORIA

A Dios quién supo guiarnos por el buen camino, brindándonos la fuerza para seguir adelante y no desistir con los problemas que se presentaban, enseñándonos a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

Para nuestros padres por su gran apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por apoyarnos con los recursos necesarios para estudiar, de ellos bien todo lo que somos como persona, los valores, los principios, el carácter, empeño, la perseverancia, el coraje para conseguir nuestros objetivos.

RECONOCIMIENTO

Agradezco a nuestro querido Dios por la capacidad y habilidad que nos ha dado para realizar este trabajo, a nuestros padres quienes me brindaron su apoyo y motivación para cumplir una de mis metas más anheladas, y hermanos y hermanas.

A los miembros del jurado Mg. Carlos A. DE LA CRUZ MERA, ING. Gina E. CASTRO BERMUDEZ y ING. Moisés, TONGO PIZARRO, quienes con su conocimiento aportaron a la investigación.

Una especial mención, a la asesora Dra. Edith Luz, Zevallos Arias y al profesor y coasesor Ing. Dante Alex, Becerra Pozo, por toda la ayuda y motivación que me supieron dar a pesar de las adversidades para poder terminar la tesis.

A nuestra universidad que, durante nuestro periodo de formación, nos mostró la realidad de nuestro entorno y la ciencia como medio de transformación y desarrollo, pues, antes de esta etapa, era incierto creer posible el cambio, mejora y transformación del Agro en nuestra población, nuestra región y nuestro país.

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en el distrito de Paucartambo, en el Anexo de Marapata centro poblado de Auquimarca, con el objetivo de evaluar la calidad de plantón con 4 sustratos y 03 envases en la especie forestal de pino (*P. tecunumanii*).

Se utilizó el vivero adaptado al diseño experimental y dando las condiciones según las características del experimento. Los datos obtenidos se analizaron mediante el Excel de acuerdo con el Diseño factorial 4A 3B en Bloques Completos al Azar, con 12 tratamientos y 4 Bloques o repeticiones constituyendo 48 unidades experimentales, y se realizaron las evaluaciones siguientes: porcentaje de germinación, grosor de tallo principal, altura de planta. Los resultados obtenidos mostraron que la calidad del plantón de pino está influenciada tanto por sustrato y el tipo de envase empleado.

Palabras clave: Especie forestal pino, rendimiento, calidad, sustrato, envases.

ABSTRACT

The research work was carried out in the district of Paucartambo, in the Annex of Marapata town center of Auquimarca, with the objective of evaluating the quality of seedling with 4 substrates and 03 containers in the pine forest species (*P. tecunumanii*).

The nursery adapted to the experimental design and giving the conditions according to the characteristics of the experiment was used. The data obtained were analyzed using Excel according to the 4A 3B Factorial Design in Random Complete Blocks, with 12 treatments and 4 Blocks or repetitions constituting 48 experimental units, and the following evaluations were carried out: germination percentage, main stem thickness, plant height. The results obtained showed that the quality of the pine seedling is influenced by both the substrate and the type of packaging used.

Keywords: Pine forest species, yield, quality, substrate, packaging.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el principal problema de los viveros forestales, son las bajas cifras de rendimiento, productividad y calidad de plantas, debido a la no aplicación de tecnologías adecuadas para la producción de plántones. A corto plazo, el propósito de cualquier lote de plantas producidas en vivero y destinadas para plantaciones, es superar satisfactoriamente la fase de establecimiento. La combinación y proporción de los materiales del sustrato debe ser cuidadosamente estudiada, según los requerimientos de cada especie, pues el volumen limitado de los contenedores exige óptimas propiedades físicas y químicas.

En cuanto a los medios de crecimiento utilizados en los viveros de Selva Central, existe gran heterogeneidad de estos medios utilizados en la producción de plántones forestales, presentando frecuentemente propiedades inadecuadas, principalmente el pH y la porosidad, lo que puede causar serios inconvenientes. Los viveros forestales tratan de producir plantas de la mayor calidad de la forma más eficiente posible desde un punto de vista económico. La calidad morfológica de una planta hace referencia a un conjunto de caracteres, de naturaleza cuantitativa como cualitativa, sobre la forma y estructura de la planta o alguna de sus partes. En esta situación de mejorar la productividad de los viveros forestales y asegurar el éxito de las plantaciones nace esta investigación, de evaluar cuan efectivos son los sustratos y envases en la producción de plántones de *P. tecunumanii* de buena calidad (Landis *et al.* 1990, Gerding *et al.* 1996, Lavado 2000).

ÍNDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.	Identificación y determinación del problema	1
1.2.	Delimitación de la investigación	3
1.3.	Formulación del problema.....	4
	1.3.1. Problema general	4
	1.3.2. Problemas específicos.....	4
1.4.	Formulación de objetivos	4
	1.4.1. Objetivo general	4
	1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5.	Justificación de la investigación	5
1.6.	Limitaciones de la investigación	6

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1.	Antecedentes de estudio.	7
------	-------------------------------	---

2.2.	Bases teóricas – científicas	13
2.3.	Definición de términos básicos	30
2.4.	Formulación de hipótesis.....	31
	2.4.1. Hipótesis general	31
	2.4.2. Hipótesis específicas.....	31
2.5.	Identificación de variables.....	31
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores.....	32

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de investigación	34
3.2.	Métodos de investigación	34
3.3.	Diseño de la investigación.....	35
3.4.	Población y muestra	36
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	36
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	37
3.7.	Tratamiento estadístico.....	37
3.8.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	38
3.9.	Orientación ética.....	39

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Descripción del trabajo de campo	40
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	45
4.3.	Prueba de hipótesis	58

4.4. Discusión de resultados59

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de tratamientos utilizados en el experimento.....	38
Tabla 2. Programación de riegos en vivero.	42
Tabla 3. Programación de fertilización en vivero.....	43
Tabla 4. Registros de monitoreo y evaluación en el proceso de producción.....	44
Tabla 5. Análisis de variancia del porcentaje de emergencia.....	45
Tabla 6. Prueba de Tukey del porcentaje de emergencia.	46
Tabla 7. Análisis de variancia de la altura de planta a los 30 días.	48
Tabla 8. Prueba de Tukey del factor sustratos para la altura de planta a los 30 días. ...	48
Tabla 9. Prueba de Tukey del factor envases para la altura de plantas a los 30 días. ...	49
Tabla 10. Análisis de variancia del grosor del tallo a los 30 días.....	51
Tabla 11. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de la interacción de Sustrato x Envase del grosor del tallo a los 30 días.....	52
Tabla 12. Análisis de varianza de la calidad de plantones – altura de plantón.	53
Tabla 13. Prueba de Tukey de la calidad de plantones – altura de plantón.....	54
Tabla 14. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 240 días.....	56
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad del grosor de los tallos de los plantones de pino a los 240 días.....	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Porcentaje de emergencia.	47
Figura 2. Altura de planta a los 30 días en el factor de sustratos.	49
Figura 3. Altura de planta a los 30 días en el factor de envases.....	50
Figura 4. Grosor del tallo a los 30 días.....	52
Figura 5. Calidad de plantones – altura de plantón.	55
Figura 6. Grosor del tallo de los plantones de pino a los 240 días.....	58

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Se ha podido constatar que el principal problema en la producción de plántones de calidad a nivel de vivero de pino (*Pinus tecunumani*) es el uso de sustrato y envases adecuados, la presente investigación trata de conseguir el sustrato y el envase idóneo en la producción de plántones.

En la actualidad la gran mayoría de los viveros presentan dificultades en la identificación de los sustratos en la producción de diversas especies de plantas entre ellas el *Pinus tecunumanii* la misma que presenta altas tasas de adaptabilidad y crecimiento en diferentes condiciones agroclimáticas, pero preferentemente a zonas tropicales o ceja de selva.

Mediciones efectuadas a los ocho años de edad en *Pinus tecunumanii* que no ha sido mejorado genéticamente tienen un crecimiento promedio en Venezuela y Brasil de 14m³/ha/año, mientras que en Sudáfrica es de 15m³/ha/año y en

Colombia es de 25m³/ha/año; en las áreas subtropicales en el sur de Brasil el *Pinus tecunumanii* producen aproximadamente un 15 % más en volumen que el *Pinus taeda* que ha sido mejorado genéticamente; asimismo el *P. tecunumanii* no presenta resistencia al frío llegando a sufrir daños severos por las fuertes heladas; su madera presenta un color amarillento con escaso contenido de extractos en las diferentes estaciones del año; asimismo presenta propiedades aceptables para la transformación en pulpa, papel y productos de madera maciza (**Dvorak, et al. 2001**)

Vega (1986), menciona, Hay aproximadamente 10.000 hectáreas de *P. tecunumanii* en las zonas tropicales y subtropicales; la cuantía anual de plantación probablemente es inferior a 2.000 ha., su importancia puede ampliarse mucho si se desarrolla el interés por utilizarlo para hibridación; asimismo la influencia que tienen los sustratos en la etapa de germinación de las semillas de las especies forestales tiene una especial atención en los viveristas, puesto que se busca encontrar el sustrato ideal para cada una de las especies.

Según **Aparicio Rentería (1999)**, un sustrato adecuado es el que garantice altos porcentajes de producción de plantas, al mismo tiempo pueda tener menor pérdida por factores adversos durante el periodo de la germinación. En diferentes países no se cuenta con información suficiente y detallada sobre la utilización de mezclas de sustratos en especies forestales; por lo que muchas veces los viveristas han tenido que conformarse con el sustrato que se encuentra disponible en su área de trabajo las mismas que son utilizadas para todas las especies independientemente del tiempo que estas permanecen en los viveros (**Fernández, 1986**).

Sánchez Leiva (2013), menciona que existen diversas prácticas efectuadas en los viveros hacen que las plantas de pino no puedan tener un crecimiento y desarrollo adecuado, hecho que limita las expectativas y necesidades de los viveristas, reforestadores y agricultores.

Niembro y Fierros (1990), Por otra parte, mencionan que la germinación de las semillas se encuentra fuertemente influida por las características físico-químicas del sustrato empleado, ya que puede favorecer o entorpecer la germinación. Además del sustrato es necesario de la interacción de los factores externos como son la temperatura, la humedad y la aireación (**Abraham de Noir y Ruiz de Riberi 1995**).

En función de la descripción realizada y de la preocupación creciente por el desconocimiento de los agricultores que se dedican a la producción de plántones en los viveros, se hace necesario conocer la utilidad de los sustratos con las que se cuenta teniendo en consideración su procedencia ya sea orgánica (compost, humus, tierra orgánica entre otros) o importados para la obtención de plántones con características ideales para la instalación en los campos.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación geográfica

Esta investigación se llevó a cabo en el anexo de Marapata, comprensión del Centro Poblado de Auquimarca, Distrito de Paucartambo, Provincia y Región Pasco.

1.2.2. Delimitación temporal

La citada investigación se llevó a cabo desde el mes de marzo del 2017 hasta el mes de octubre del 2017.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de cuatro tipos de sustratos y tres envases en la obtención de plántones de pino (*Pinus Tecunumanii*), en vivero en el Anexo de Marapata - Paucartambo, Pasco- 2017?

1.3.2. Problemas específicos

¿Cuál es la respuesta de crecimiento y desarrollo de los plántones de pino (*Pinus tecunumanii*) en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo- Pasco 2017?

¿Cuáles son las características cuantitativas en la obtención de plántones de pino (*Pinus tecunumanii*) en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo, Pasco- 2017?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto de 4 tipos de sustratos y tres envases en la obtención de plántones de pino (*Pinus tecunumanii*), en vivero en el Anexo de Marapata - Paucartambo, Pasco- 2017

1.4.2. Objetivos específicos

Evaluar parámetros de crecimiento y desarrollo de los plántones de pino (*Pinus tecunumanii*) en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo-Pasco 2017.

Evaluar características cuantitativas en la obtención de plántones de pino (*Pinus tecunumanii*) en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo, Pasco- 2017.

1.5. Justificación de la investigación

Desde el punto de vista científico la presente investigación busca en forma integral solucionar problemas del sector agrícola y forestal teniendo en consideración la tecnología actual en cuanto a la producción de plántones de Pino como son el uso de sustratos, envases y/o contenedores, conjuntamente con los conocimientos pragmáticos o tradicionales de los agricultores – viveristas, así como del uso de sus tecnologías ya que son una fuente del saber la cual debemos incentivar, validarlos y sistematizarlos de forma científica; todo ello nos permitirá mantener en equilibrio el sistema natural del suelo, medio ambiente, reduciendo la presencia de patógenos (insectos, hongos entre otros) en los sistemas agroforestales del anexo de Marapata.

Desde la parte social la investigación busca el bienestar individual y familiar de los agricultores – viveristas del anexo, en consecuencia, se tendrá mayor participación social y comunitaria, revalorando los conocimientos y valores propios de la comunidad mediante capacitaciones y la participación en eventos agropecuarios en el distrito de Paucartambo y Región Pasco.

Desde el punto de vista económico, podemos decir que existen especies agrícolas dependientes de asociación con otras especies tal es el caso del café (*Coffea arábica*, *Coffea canephora*), que requiere de una especie que brinde sombra y reduzca la exposición directa a los rayos solares, a fin de alcanzar óptimos volúmenes de producción, El Pino (*Pinus tecunimani*), al ser una especie precoz y no ser alelopático para otras especies permite que, en un periodo corto de instalación se logre aprovechar también con este fin y no solo forestal; de esta manera el productor cafetalero, aprovecha sus áreas de producción con doble propósito ya que a partir del tercer año tendrá cosechas de café y al cabo de 8 años cuando el café ya no sea productivo, obtendrá madera de pino, no así con las especies típicas utilizadas para este fin.

1.6. Limitaciones de la investigación

Se considera aspectos importantes en cuanto a las limitaciones de la investigación, así como:

Hemos considerado algunos aspectos importantes como limitaciones durante la conducción de la investigación tales como: a) la falta de datos disponibles, confiables y de estudios previos en el anexo de Marapata y distrito de Paucartambo, las cuales nos hubiera permitido una mejor discusión y referenciación de los resultados obtenidos. b) no hubo la disponibilidad en el distrito de los sustratos y envases que se utilizaron. c) también se presentaron factores externos como el transporte de los materiales, insumos y del personal.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

Juan De Dios Alcántara (2015), en su tesis “Efecto de sustratos comerciales en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schtdl. y *Pinus tecunumanii* F. Schwerdtf. ex Eguiluz & J. P. Perry en condiciones de vivero – San Ramón – Chanchamayo” investigación llevada a cabo en el Distrito de San Ramón a 870 m.s.n.m., con registros de 22° y 24 °C de temperatura, durante los meses de Agosto a Diciembre del año 2014; la misma que tuvo como objetivo evaluar los efectos de tres sustratos comerciales como son el Sunshine PreMix #8, MecPlant 1C y MecPlant 3C y las mezclas entre sí, durante la germinación, el crecimiento inicial y la calidad de plantas de Pino de las especies *Pinus oocarpa* Schiede y *Pinus tecunumanii* F. Schwerdtf; conducidos en un diseño de bloques completamente al azar, con siete tratamientos y dos bloques en condiciones de vivero; siendo las variables evaluadas el porcentaje de germinación y sobrevivencia, la altura, el diámetro, el índice de

calidad de Dickson, el índice de: robustez, lignificación, biomasa de la parte aérea y parte radical. Los resultados obtenidos muestran que el tratamiento T5 (Sunshine PreMix #8 x MecPlant 3C) presenta el mayor porcentaje de germinación con un 95.72 % y 98.13 % para las especies de *Pinus oocarpa* y *Pinus tecunumanii* respectivamente, asimismo para la altura, diámetro y calidad de planta el tratamiento T5 es la que presenta mejores resultados en ambas especies de pino.

Collazos (2000), menciona que consiste en dejar la rama más vigorosa y erguida para formar una planta con un tallo principal eliminando los brotes o chupones (generalmente no muy productivos), que se producen en la base del tallo principal hasta los 20 a 40 cm de altura (dependiendo del ecotipo), con esta poda se da a la planta una arquitectura que permite distribuir mejor la luz y el aire (durante la etapa de crecimiento y desarrollo), esto con el fin de disminuir la humedad relativa y la presencia de enfermedades dentro del cultivo.

Huacuja (2009), En su evaluación de sustratos para la producción de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) bajo invernadero, en Zamora, Mich., tuvo como objetivo, generar información básica acerca de la producción de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) en invernadero, así como la de encontrar un sustrato comercial con el cuál fuera posible obtener, plántulas con las características deseadas por el productor al momento de su trasplante. Se probaron los sustratos Sunshine #3, Sunshine #5, Fafard, Germinaza, Promix y tres diferentes mezclas de la Germinaza con Sunshine 3, Fafard y Promix respectivamente. Las variables evaluadas de las plántulas fueron: germinación, altura, planta útil, diámetro de tallo, peso raíz,

peso follaje y peso tallo. Dicha investigación concluyó, en que el mejor tratamiento fue el sustrato Sunshine #3; como sustrato confiable para la reproducción de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot), en condiciones de invernadero, dado que este obtuvo mejor germinación de semilla, mayor altura de plántulas de tomate de cáscara, mostró mejor peso del follaje, el tratamiento que respondió con el mejor diámetro de tallo, fue la mezcla Sunshine #3 – Germinaza y fue uno de los tratamientos (sustrato) con mayor número de plantas útiles. Además, este documento registra que el Sustrato Sunshine está integrada por una combinación uniforme de musgo, *Sphagnum Canadiense* y vermiculita cuidadosamente seleccionada, la primera se formula utilizando musgos seleccionados y liofilizados que contienen una excelente fibra y una adecuada estructura, lo que permite una óptima retención del agua aplicada y una buena aireación, lo que conlleva a la obtención de plantas sanas y vigorosas.

Rodríguez-García et al (2010), desarrollaron un experimento en condiciones de invernadero con cubierta de plástico, con el objetivo de estimar la respuesta del compost de agave como sustrato para la germinación y la producción de plántulas de tomate, frente a la turba canadiense; para cumplir con el objetivo propuesto se emplearon cuatro sustratos: dos compost generados del bagazo de agave y dos turbas; uno de los compost fue elaborado en la Universidad de Guadalajara mientras que el otro era proveniente de la empresa Tequila Cuervo; las turbas utilizadas fueron el Sunshine Mix 3, (el cual presenta una alta estabilidad estructural y capacidad de contener agua y aire, con un pH 3.5 a 4.5, además tiene una composición homogénea) y el Berger BM2 (que está compuesto de esfagno, perlita y vermiculita fina, también posee una carga de fertilizante inicial y humectante); las observaciones registradas durante el experimento

fueron: emergencia de las plántulas (del cuarto día al dieciseisavo día), altura de plántula, volumen de la raíz, peso fresco de las plántulas, peso seco de plántula; los resultados obtenidos indican que se obtuvieron un buen desarrollo de las plántulas de tomate, así como una buena producción de materia seca empleando el compost de agave elaborado en la Universidad de Guadalajara, el cual supera a los resultados obtenidos con la turba Sunshine Mix 3; estos resultados permiten considerar al compost de agave como un posible sustituto de la turba importada.

Posadas (1999), menciona que, el valor hortícola de la turba resultante de *Sphagnum* reside en las propiedades especiales de las células constituidas por tabiques finos muy lignificados, que definen grandes cavidades que les permiten absorber y transportar grandes cantidades de agua, que cuando se sustrae mantiene la estructura de la célula llenándose de aire. Esta capacidad de absorber agua y reemplazarla después por aire pudo ser la causa por la que se produjo un mayor volumen de raíces.

Quevedo (2011, como se citó en Carhuamaca Chávez, 2015), comenta que, la evaluación de diferentes tipos de soportes para la producción de semillero de *Pinus Elliottii* Engelm, en la UFSM - Universidad Federal de Santa María – Brasil; se utilizaron diferentes sustratos como corteza de *Pinus* sp., PlantMax, MecPlant, Vermiculita, Humus proveniente de vermicompostaje de estiércol de ganado, compost orgánico de estiércol de ovino con aserrín y una mezcla a base de humus y de compuestos orgánicos. Los parámetros analizados fueron altura, diámetro del tallo y masa seca de la raíz. El sustrato más adecuado para la producción de plantas de semillero de *Pinus elliottii* fue uno que consta de 90% MecPlant y 10% compuesto orgánico (T19), que fue uno de los mejores

tratamientos en todos los parámetros evaluados, 13 incluyendo el mejor promedio de diámetro de cuello de la planta, este parámetro, es el más adecuados para la supervivencia de las plántulas para el campo.

Ferreira et al (2010, como se citó en Carhuamaca Chávez, 2015), menciona que la investigación de germinación y el desarrollo inicial de *Physalis* sp. sobre sustratos y fotoperíodos diferentes. El objetivo del estudio fue evaluar la germinación y el desarrollo inicial de *Physalis* sp. en diferentes sustratos y fotoperíodos. Los tratamientos fueron: T1 = Arena, T2 = Sustrato Orgánico Comercial MecPlant, T3 = vermiculita y T4 = mixto (50 % sustrato orgánico comercial MecPlant y 50 % vermiculita), todos fueron esterilizados en autoclave a 120°C durante 15 minutos, 50 semillas por tratamiento, cada tratamiento con cinco repeticiones de 10 semillas. Las bandejas se distribuyeron en dos fotoperíodos: 9 horas de luz (simulando las condiciones de días cortos) y 16 horas de luz (días largos), que queda en una cámara de crecimiento a $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Se evaluaron el número de semillas germinadas al día, durante 28 días. A los 45 días de la siembra se realizó una puntuación final, que evaluó la altura de los brotes y el número de hojas por planta. El fotoperíodo 9 horas fue la luz más eficiente para la germinación de esta especie en todo tipo de soportes, excepto para el tratamiento 2 (sustrato orgánico comercial Mecplant) que se obtuvo la misma germinación independientemente del fotoperíodo. Tratamiento 4 (50% sustrato orgánico comercial Mecplant 50% + vermiculita) proporcionó una mejor germinación tanto en fotoperíodo con 100% y 94% de germinación 9 y 16 horas de luz, respectivamente. Independientemente del fotoperíodo, se observaron las plantas superiores en el tratamiento 2 (MecPlant sustrato orgánico comercial), fotoperíodo de 16 horas luz promovió mayor número de hojas, con 4,15 hojas por

planta. La luz del fotoperiodo 9 horas favoreció la germinación y el desarrollo inicial de los cultivos. El uso de vermiculita o su mezcla con sustrato orgánico comercial MecPlant mejora la germinación de *Physalis* sp., el sustrato orgánico MecPlant promovió un mayor desarrollo de la planta.

Bremenkamp (2010), comenta que; en la investigación, influencia de sustratos en emergencia de plántulas de *Vasconcellea Monoica* bajo condiciones de invernadero. Dos sustratos comerciales Mecplant y Hortimix. fueron probados. El experimento fue con un diseño completamente al azar con 20 repeticiones. A los 60 días después de la siembra, se evaluaron: altura, peso fresco y seco de raíces y brotes, 14 además de la velocidad de aparición y el porcentaje de emergencia. El documento registra que los sustratos Mecplant y Hortimix presentaron un comportamiento similar con relación con la longitud de la raíz, longitud de brotes, peso fresco de raíz, disparar peso fresco, peso seco de raíz y peso seco de los brotes. El porcentaje de germinación fue más alta para el sustrato Mecplant en comparación con Hortimix. El índice de velocidad es mayor para sustrato de emergencia de Hortimix en comparación con Mecplant.

Álvarez (2011), en su investigación: Germinación de semillas y desarrollo inicial de plántulas de melones en diferentes sustratos y niveles de sombra, en la Universidad Federal de Espiritu Santo - Centro de Ciencias Agrarias, el objetivo fue, evaluar el efecto de dos niveles de sombreado y sustratos en la germinación y el desarrollo de plántulas de melón. Los parámetros evaluados fueron: altura de la plántula (ALT) , longitud de la raíz (CR), peso fresco de (MFPA) y raíz (MFSR) , masa seca de rodaje (SDM) y raíz (MSSR), porcentaje de germinación (G%) y el índice de la tasa de emergencia (IVE).

Dando como conclusión que las semillas de melón germinan a pleno sol y 50% de sombra. Los sustratos MecPlant y Vivatto se pueden utilizar para la producción de plántulas de melón. El sustrato Vivatto en ausencia de sombreado mostró los mejores resultados para % BF, IVE, ALT, CR, MFPA y MFSR. El desarrollo inicial de plántula de melón se ve favorecido en condiciones de ausencia de captura de radiación.

2.2. Bases teóricas – científicas

2.2.1. Pino (*Pinus tecunumanii*)

A. Distribución

Stevens (2001), comenta que esta especie en su área de distribución natural prefiere los suelos ácidos, arenosos, aquellos que son derivados de las rocas basálticas o andesitas, y con precipitaciones anuales de 1,400 mm, en promedio, bajo estas condiciones forman pequeños pinares, puros o mezclados con *P. oocarpa* ssp. *oocarpa*; mientras que a mayores altitudes se mezclan con *P. maximinoi* y bosques macrofilos; cuando están a altitudes bajas hasta los 700 m.s.n.m., se le puede encontrar junto a la especie *P. caribaea* var. *hondurensis*.

Dvorak et al., 2001 y Hodge y Dvorak (1999), de acuerdo con la información bibliográfica, plantaciones de *P. tecunumanii* establecidas con semillas no mejoradas genéticamente, crecen un promedio de 14m³/ha/año en Venezuela y Brasil, 15m³/ha/año en Sudáfrica y 25m³/ha/año en Colombia con mediciones realizadas a los 8 años de edad.

Distribución en Perú

Quispe Santos (2015), menciona que en el Perú en el año de 1979, se suscribió un convenio con la GTZ (Cooperación Técnica de la República Federal de Alemania), para la ejecución del proyecto denominado “Desarrollo forestal y agroforestal en la Selva Central”, la misma que tuvo como finalidad generar nuevas técnicas durante la selección de especies, cosecha y manipulación de semillas, asimismo en la producción de plantas, instalación y manejo de plantaciones; durante los años de 1980 a 1993 se ejecutó uno de los trabajos más importantes como fue la introducción de especies forestales exóticas (pinos y eucaliptos), los resultados obtenidos fueron la base para el trabajo de innovación tecnológica en plantaciones forestales realizado por FONDEBOSQUE durante el 2004 en la Selva Central de nuestro país; también debemos mencionar que el *Pinus tecunumanii*, resultó una de las mejores especies en cuanto a prendimiento, crecimiento, productividad y calidad.

B. Taxonomía

Según Limache (1985) citados por Tut, (2014), se clasifica en:

Reino	:	Plantae
División	:	Pinophyta
Clase	:	Pinopsida
Orden	:	Pinales
Familia	:	Pinaceae
Género	:	Pinus
Sub género	:	Pinus
Especie	:	<i>P. tecunumanii</i>

F.SCHWERDTF. EX EGUILUZ & J.P.PERRY

Sinonimia : *Pinus patula* var. *Tecunumanii*

C. Descripción botánica

Ospina et al. (2011), menciona que es un árbol con un porte entre mediano a grande, y pudiendo alcanzar alturas de 40 m., con un diámetro de 120 cm., en ejemplares longevos; asimismo presenta un tronco recto, siendo cilíndrico al comienzo y de forma cónica en casi toda su longitud; en los arboles jóvenes su corteza es liza y rojiza en un principio, luego cambia a marrón, áspera y se desprende en escamas; presenta una distribución desigual de sus ramas, pero son verticiladas por lo general, las ramas pequeñas son rojizas y escamosas, mientras que los rebrotes son verde pálido hasta pardo rojizos; esta especie presenta un buen sistema radical, siendo pivotante y profundo.

Hojas: Escobar (1967); Wormald (1975); Parent (1989), nombrado por Ospina et al. (2011), menciona que las hojas del pino son: Aciculadas, normalmente agrupadas en fascículos de 3 ó 4 agujas, raramente presentan 2 ó 5, persistentes en el árbol por 2 a 4 años, de 20 cm por lo general, aunque alcanzan longitudes entre 15 y 30 cm, son flexibles y péndulas de color verde - azulado, brillantes, con los bordes finamente aserrados y dos haces fibrovasculares; la coloración de las vainas de las acículas es ceniza y con una longitud de 1.5 cm, mientras que las yemas terminales son amarillentas, largas y erguidas.

Flores: Wormald (1975) nombrado por Ospina et al. (2011). menciona que las flores son estróbilos unisexuales que se encuentran en el mismo árbol, las inflorescencias femeninas principalmente son laterales, pedunculadas, solitarias o agrupadas en pequeños racimos hasta de ocho escamas que presentan espinas deciduas pequeñas, son de color púrpura.

Escobar (1967); Wormald (1975); Parent, (1989) nombrado **por Ospina et al. (2011)**, determina que las inflorescencias masculinas son amentos, ubicados en la parte terminal de las ramas, de color verde cuando jóvenes y amarillos al madurar, de hasta 1,0 cm de diámetro, agrupadas alrededor del nuevo brote y aparecen con las nuevas hojas.

Frutos: Wormald (1975) nombrado por Ospina et al. (2011), menciona que los frutos son conos duros de forma ovoide a cónico, además de ser puntiagudos y asimétricos son curvados en el extremo y persistentes en el árbol, tienen una longitud entre 4,0 a 12,0 cm y un diámetro de 2,5 a 5,0 cm, encontrándose dispuestos en pedúnculos cortos agrupados de tres a siete frecuentemente; presentan conos solitarios ubicados generalmente sobre las ramas gruesas o sobre el tronco; las escamas que se encuentran recubriendo los frutos son redondeados con espinas deciduas gruesas de 2.0 cm de longitud y un ancho de 1.0 cm, las mismas que se abren en forma periódica.

Semillas: Escobar (1967); Wormald (1975); Parent (1989) nombrado **por Ospina et al. (2011)**, menciona que las semillas son pequeñas, casi triangulares, de color marrón a negruzcas, de 3,0 a 5,0 mm de longitud, el ala que las recubre tiene 2,0 cm de largo y 1,0 cm de ancho, con líneas negruzcas engrosadas al final.

La madera: Ospina et al. (2011), menciona que tiene una densidad básica de 0.43 g/cm³, mientras que la densidad anhidra mediana es de 0.48 g/cm³; su madera es blanda, cuando está recién cortada presenta un olor agradable a resina, su coloración es ligeramente amarillento; tiene una durabilidad natural baja por ser susceptible al ataque de insectos xilófagos así como de hongos

descomponedores de madera; el secado es relativamente bueno ya sea al aire libre aunque presenta ligeras torceduras o en forma artificial permitiendo su uso como madera en los aserraderos; se puede preservar fácilmente por los métodos de baño caliente – frío, inmersión y vacío presión, pudiendo ser usada en la construcción como tablilla para los pisos o también como postes para telefonía o energía eléctrica.

D. Características Ecológicas

Dvorak (1992), menciona que el *Pinus tecunumanii* posee un rango altitudinal amplio que va desde los 440 hasta los 2800 m.s.n.m., su distribución está determinada por la geología con frecuencia en los suelos moderadamente fértiles y profundos con pH de 4.8 a 7 (ligeramente ácidos a neutros) y de buen drenaje; asimismo con precipitaciones entre 790 a 2200 mm, pudiendo crecer en áreas lluviosas durante todo el año o en aquellos lugares donde se tienen estaciones secas hasta de seis meses, también deben presentar temperaturas que oscilan de 14 a 25 °C.

E. Manejo Agronómico

a) Propagación

Ospina et al. (2011), mencionan que se deben realizar los germinadores elevados con la finalidad de evitar problemas fitosanitarios producidos por los hongos y la humedad del suelo; asimismo resulta provechoso acondicionarles una cubierta plástica.

Sustrato; es recomendable utilizar un sustrato que esté compuesto por tres partes de arena y una parte de suelo, las mismas no deben presentar

fragmentos o partículas de roca, es decir tienen que estar cernido lo que va a permitir que quede suelto y homogéneo garantizando un buen drenaje, para facilitar la germinación de las semillas; para la desinfección de los sustratos actualmente se viene utilizando el hongo *Trichoderma* spp., en sus diferentes presentaciones comerciales, como una alternativa al uso de los fungicidas; pero en el caso de presentarse problemas de volcamiento o mal de tallito, será necesario desinfectar el sustrato con un fungicida que sea de amplio espectro (**Ospina et al. 2011**)

La semilla se coloca superficial y preferiblemente en hileras, para facilitar el crecimiento y posterior repique; luego, utilizando un cernidor o cedazo, se tapa con una capa fina de 0,5 cm del sustrato, para tal fin puede utilizarse como material la carbonilla empleada en el germinador, teniendo precaución con piedras y terrones. Se debe evitar la exposición directa al sol y la lluvia (**Ospina et al. 2011**)

b) **Tratamientos Pre-germinativos**

Ospina et al. (2011), menciona que la Inmersión en agua. Humedecer la semilla, previo a la siembra, rompe la dormancia externa y homogeneiza la germinación. La semilla se sumerge en agua ligeramente caliente a 30°C, durante 24 horas. Este proceso acelera la capacidad de germinación, con porcentajes de germinación del 64% al 80%, a los 14 días. Además, este tratamiento permite separar la semilla vana o vacía, debido a que ésta flota y puede retirarse manualmente.

Inmersión en peróxido de hidrógeno. Las semillas deben sumergirse en una solución de peróxido de hidrógeno al 1,5%, para 1 kg de semilla se

pueden utilizar 80 L de peróxido al 1,5%. Cuando la semilla ha sido almacenada por mucho tiempo, es necesario sumergirla en esta solución durante 4 días. Con este tratamiento pre-germinativo se acelera la capacidad de germinación, con porcentajes de germinación de 38% al 74%, en el día 14, y del 80% en el día 16.

Estratificación. Cuando se ha almacenado la semilla, ésta se puede colocar en turba o arena humedecida a una temperatura de 2 a 3°C, durante 40 días, con lo cual se logra mejorar la capacidad de germinación.

F. Sustratos

Burés, (s.f.) menciona que un sustrato es cualquier medio que se utilice para cultivar plantas en contenedores, entendiendo por contenedor cualquier recipiente que tenga una altura limitada y que su base se halle a presión atmosférica.

a. Tipo de sustratos

Suelo

Tut Si (2014), define al suelo como el principal medio donde crecen las plantas y su uso en los viveros es muy frecuente debido a la disponibilidad y en ocasiones no presenta costo alguno, pero no siempre cumplen con las condiciones óptimas para ser utilizados en los viveros.

González (2002), menciona que el suelo común presenta problemas como: La degradación del suelo superficial por el llenado de bolsa, es hospedero de plagas y enfermedades de la raíz, no presenta homogeneidad en su textura, pobre compactación que perjudica al momento de hacer el

trasplante al campo definitivo, la calidad de la parte física y química no es constante.

FAO (2002), menciona con respecto a los suelos naturales que están disponibles abundantemente en regiones mediterráneas, pero por lo general no cumplen con las condiciones para ser utilizadas en cultivos protegidos (vivero); siendo necesario tratar a cada suelo de manera específica para poder satisfacer las altas exigencias de estos cultivos; el cual se puede alcanzar fácilmente en terrenos que presenten de 50 a 60 % de arena, de 10 a 15 % de arcilla, de 12 a 20 % de limo y de 6 a 8 % de materia orgánica.

Alvarado y Solano (2002), menciona que los suelos de textura franco y los francos arenosos, son buenos cuando se utilizan como componentes en la preparación de mezclas o sustratos; ya que los suelos francos presentan características físicas deseables tanto de las arcillas como de las arenas, evitando de esta manera los problemas por baja retención de humedad, la baja fertilidad, así como la adherencia, la compactación, el drenaje y el movimiento del aire; es por ello que se prefieren a estas dos clases texturales (franco y franco arenoso) que a los suelos franco limosos o arcillosos.

Según **Tut Si (2014)**, el suelo a ser utilizado como sustrato requiere de una preparación y manejo especial teniendo en consideración que:

- ✓ Se debe enriquecer con materia orgánica el cual permitirá mejorar su textura y demás características relacionadas.

- ✓ Regular las condiciones de nutrición, de alcalinidad y salinidad.
- ✓ Regular las condiciones biológicas, para poder reducir y/o limitar la presencia de plagas y enfermedades presentes en el suelo

b. Arena de río

Landis et al, (1990), menciona que la arena es uno de los materiales más utilizados debido a su fácil obtención, disponibilidad y económico. Las recomendaciones sobre su tamaño son considerablemente variables.

INFOAGRO (2002), menciona que su granulometría más adecuada oscila entre 0,5 y 2 mm de diámetro; la capacidad de retención del agua es media, es decir 20 % del peso y más del 35 % del volumen; la capacidad de aireación de las arenas se reduce a medida que pasa el tiempo producto de la compactación, presentan un pH que varía de 4 a 8, existen ciertos tipos de arena que requieren lavarse previamente; con frecuencia se mezcla con la turba para poder ser utilizados como sustratos de enraizamiento y también para el cultivo en los contenedores.

Tut Si (2014), menciona que la porosidad de los medios de cultivo (contenedores) se reduce por la presencia de la arena, debido a que su porosidad está alrededor del 40 % del volumen aparente, el diámetro de las partículas debe estar entre 0.5 a 2 mm, no poseen capacidad amortiguadora, tampoco nutrientes, su capacidad de intercambio catiónico (CIC) es de 5 a 10 meq/l, y se los utiliza mezclados con materiales orgánicos.

c. Lombricompuesto

Vita (2009) citado en de León (2006) nombrado por Tut (2014), menciona que el compostaje consiste en la descomposición física y química de materiales que liberan nutrientes disponibles para las plantas. Agentes microorganismos tales como hongos y bacterias digieren los materiales durante el proceso de descomposición. Cualquier material orgánico se puede compostar, una mezcla de material puede ser mejor. En el caso del lombricompostado es un producto natural obtenido a través de la acción digestiva de la Lombriz Roja Californiana sobre sustancias orgánicas de animales, previamente seleccionados y acondicionados.

Valenzuela (2001), Sugiere que el lombricompostado se utiliza como fertilizante orgánico, enmienda orgánica y sustratos para plantas. Para su utilización como sustrato, no es recomendable como único componente de la formulación debido a la menor capacidad de retención de agua y espacio poroso total, se sugiere la mezcla con otros materiales para mejorar estos parámetros físicos (Ej; turba, perlita, entre otros).

d. Gallinaza

Tut Si (2014), sugiere, que se usa el estiércol animal como abono orgánico con la finalidad de acondicionar el suelo mejorando su contenido de humus y estructura, estimulando la vida micro y mesobiológica del suelo. Al mismo tiempo se fertiliza el suelo con micro y macro nutrientes. En el caso de estiércol de aves se observa una liberación inmediata de nutrientes y en seguida una liberación paulatina del resto de los nutrientes durante 1 a 2 años. El contenido de nutrientes en el estiércol

varía dependiendo de la clase de animal, su dieta y el método de almacenamiento y aplicación.

d.1. Características

Pastor Sáez (1999), comenta que el conocimiento de las propiedades de los sustratos como medios de crecimiento es importante para la toma de decisiones, pero no es suficiente para determinar un sustrato ideal. Aunque en realidad, el sustrato ideal quizá no exista, únicamente se puede conocer el sustrato adecuado porque va a depender de muchos factores: tipo de planta, fase del proceso productivo en el que se interviene (semillado, estaquillado, crecimiento, etc), condiciones climatológicas, y el manejo del sustrato.

Tut Si (2014) , comenta Aunque no se puede determinar un sustrato ideal, debido a que cada especie tiene sus propios requerimiento, en el cuadro 2 se mencionan algunas características ideales presentadas por la FAO, entre las cuales se mencionan: Elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, elevada aireación, baja densidad aparente, elevada porosidad, baja salinidad, elevada capacidad tampón, baja velocidad de descomposición, estabilidad estructural, reproductividad y disponibilidad, bajo costo, fácil manejo (mezclado, desinfección, etc.).

d.2. Propiedades

Quiroz et al, (2009), comentan que la propiedad de los sustratos se divide básicamente en tres categorías: Químicas, físicas y biológicas; las propiedades físicas de los sustratos permiten un desarrollo normal de las

plantas facilitando la penetración de la raíz, el movimiento del agua y la disponibilidad del oxígeno.

Pastor Sáez (1999), menciona que la propiedad física tiene una característica importante, debido a que una vez colocada el sustrato en el contenedor, dicha propiedad resulta prácticamente imposible modificarla.

Landis et al, (1990), comenta que la propiedad física de un sustrato incluye: la porosidad, la capacidad de retención de agua, la textura, la densidad aparente, estabilidad estructural; una buena porosidad permitirá que las raíces de las plántulas puedan tener oxígeno suficiente es decir por encima del 12 % ya que por debajo de ello el crecimiento de las raíces nuevas pueden llegar a obstruirse.

Terés (2001), menciona que 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 & Beunza (1997), menciona que, si la disponibilidad de agua es baja, la planta encuentra dificultades para su adecuada nutrición hídrica afectando su desarrollo.

INFOAGRO (2002), menciona que la densidad real tiene un interés relativo, su valor varía según la materia de que se trate y suele oscilar entre 2,5-3 para la mayoría de los sustratos de origen mineral; mientras que la densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su

facilidad de transporte y manejo, los valores se prefieren bajos (0,7-0,1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura.

Quiroz et al, (2009), menciona que las **propiedades químicas** son importantes porque influyen en la disponibilidad de nutrientes, humedad u otros compuestos para la plántula.

Ansorena (1994), concluye que 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.

Según **Quiroz et al (2009)**, las características químicas que se destacan en los sustratos son: el pH, la relación C/N, la capacidad tampón, la capacidad de intercambio catiónico siendo una de las características más importantes que se encuentra relacionado con la fertilidad natural de los sustratos por tener la capacidad para adsorber los iones que se encuentran cargados positivamente (cationes); asimismo la fertilidad va depender de la cantidad de nutrientes presentes en el sustrato, los nutrientes requeridos en mayor cantidad por las plántulas son el nitrógeno, fósforo y potasio.

Landis et al (1990), mencionan que una de las propiedades a considerar para un sustrato es el pH, debido a su importancia en la disponibilidad de nutrientes para las plantas; el rango de pH en la cual debe estar comprendido los sustratos para la producción de plántulas a nivel de vivero o en contenedores es de 5.5 a 6.5.

Valenzuela & Gallardo (2005), determina que cuando el sustrato es muy ácido ($\text{pH} < 5,0$) o alcalino ($\text{pH} > 7,5$) 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.

Terés (2001), menciona que la **propiedad biológica** se refiere a las propiedades dadas por los materiales orgánicos usados, las mismas que proporcionan una estabilidad biológica debido a que presentan componentes que actúan como estimuladores o inhibidores del crecimiento de las plantas.

Según **Tut Si (2014)**, la velocidad de descomposición de los materiales orgánicos usados como sustratos es una de las características biológicas a tener en cuenta, puesto que la descomposición depende de la población microbiana presente en el sustrato ya que estos son los responsables de este proceso.

G. Tipos de envase para la propagación de plantones

a. Contenedores que se usan una sola vez

Luna et al (2012), mencionan que existen diferentes tipos de contenedores individuales en la producción de plantas forestales, entre ellos se tiene aquellos que se usan una sola vez, y los que se limpian y se utilizan nuevamente; dentro de los que se utilizan una sola vez se tiene a las bolsas de polietileno, los RootMaker® y Treepots®, estos son de materiales plásticos; pero también podemos encontrar aquellos que son de turba moldeada con paredes sólidas las cuales son más ecológicas.

- **Bolsas de polietileno;** son bolsas de color negro, con mayor uso en los viveros de todo el mundo por su facilidad en el transporte, almacenaje y su menor costo; pero presentan el inconveniente de producir plantones con sistemas radiculares poco formados las cuales se entrelazan al contorno o en el fondo de las bolsas, llegando a ser un problema grave cuando no son trasplantados oportunamente; frente a este problema se ha desarrollado bolsas de polietileno que están recubiertas con cobre las cuales permiten producir plantones con sistemas radiculares más fibrosos y mejor distribuidos dentro de las bolsas (**Luna et al, 2012**).
- **Macetas redondas;** son de plástico negro o de lata, de mayor uso en la producción de plantas ornamentales y de plantas nativas a nivel de vivero, estas últimas destinadas para el paisajismo; existen en el mercado de diferentes tamaños, marcas y algunos son reciclables, ocupan un menor espacio en el almacenamiento ya que pueden ser apilados, presentan una mayor duración pudiendo reutilizarse por varios años, además tienen la facilidad de poder ser movilizados cuando están mojados; uno de los inconvenientes que se tiene en estos envases es la deformación de las raíces de los plantones, pero también se tienen modelos que están revestidos con cobre y que han incorporado costillas internas para evitar el entrecruzamiento de las raíces (**Luna et al, 2012**).

b. Contenedores que se usan varias veces

Dentro de estos tipos de contenedores tenemos:

- **Celdas individuales sostenidas por un portacontenedores;** dentro de este grupo se tiene a los tubetes las cuales están insertadas en un armazón o estructura rígida que los sostiene, la ventaja que presentan es que pueden ser intercambiadas después de la germinación cuando se observen celdas vacías con otras celdas que presenten plantas permitiendo el uso eficiente de los espacios existentes en el vivero, otra ventaja que se tiene es la posibilidad de poder espaciarse cuando se tienen plantas de hojas grandes ello también permite promover una buena circulación de aire el cual permite reducir las enfermedades foliares que se presentan en las diferentes estaciones del año; asimismo las celdas pueden ser utilizadas varias veces; existen varios modelos en el mercado diferenciándose por su forma, su volumen, material de fabricación y sistema de soporte entre ellos el Ray Leach Containers®, los Deepots®, y los Zipset Plant Bands®; los contenedores Spencer – Lemaire Rootrainers® con forma de libro cuyas paredes son flexibles el cual brinda la posibilidad de abrirse para poder examinar el sustrato y el sistema radicular son modelos especiales (**Luna et al, 2012**).
- **Bandejas / Bloques de muchas cavidades o celdas;** estos tipos de contenedores consisten en estructuras rígidas por lo general rectangulares con un número variable de cavidades fijas los cuales no permiten intercambiarse; se usan generalmente para producir plantas nativas como exóticas (**Luna et al, 2012**).

- **Bloques de poliestireno expandido o telgopor;** a nivel de los viveros forestales en el oeste de los Estados Unidos los bloques Styroblock® son el tipo de contenedor más utilizado encontrándose en una gran variedad en cuanto a tamaño de cavidades, así como de espaciamientos, pero sin variar las dimensiones externas del contenedor, son utilizados para producir algunas especies de pastos nativos, arbustos leñosos y árboles; se caracterizan por ser livianos y durables y se pueden reutilizar durante 3 a 5 años; la desventaja que presenta es de que las plantas no pueden ser separadas ni reordenadas quedando cavidades vacías reduciendo su eficiencia con respecto al uso del espacio, asimismo las especies que presentan raíces vigorosas pueden penetrar las paredes internas de los contenedores que son reutilizados dificultando la extracción de los plántones; los contenedores fabricados a base del material telgopor presentan buena aislación protegiendo las raíces del daño por frío, mientras que el color blanco refleja la luz solar manteniendo al sustrato fresco (Luna et al, 2012).
- **Bloques plásticos de paredes duras;** este tipo de contenedores se encuentran disponibles con una variedad de tamaño de cavidades, formas y dimensiones externas, con una vida útil superior a los 10 años entre ellos tenemos a los Ropak® Multi-Pots de color blanco que se encuentran disponibles con secciones cuadradas y redondas, se utilizan para producir especies herbáceas y leñosas en viveros mecanizados debido a su durabilidad; en el mercado

también se encuentran los modelos IPL® Rigi-Pots® generalmente de color negro con diferentes tamaños y formas de las cavidades al igual que las bandejas Hiko® (Luna et al, 2012).

- **Bandejas de mini contenedores;** este tipo de contenedores se utilizan para producir plantas pequeñas o “mini-plugs” y que posteriormente son trasplantados en contenedores más grandes, resultan útiles para aquellas especies que tienen semillas muy pequeñas las que dificultan su siembra; la ventaja que presentan estas bandejas es por el uso más eficiente del espacio y la mano de obra; la producción en este tipo de bandejas necesita ser regado varias veces al día debido a que se secan rápidamente para ello es necesario implementar un sistema de riego automatizado (Luna et al, 2012).

2.3. Definición de términos básicos

- ✓ **Pino:** *Pinus* es un género de plantas vasculares (generalmente árboles y raramente arbustos), comúnmente llamadas **pinos**, pertenecientes al grupo de las coníferas y, dentro de este, a la familia de las pináceas, que presentan una ramificación frecuentemente verticilada y más o menos regular
- ✓ **Plantones:** *s. m. BOTÁNICA* Árbol nuevo que debe ser trasplantado.
- ✓ **Sustratos:** Medio en el que se desarrollan una planta o un animal fijo.
- ✓ **Envases:** es un producto que puede estar fabricado en una gran cantidad de materiales y que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías en cualquier fase de su proceso productivo, de distribución o de venta.
- ✓ **Efecto:** Lo que se deriva de una causa

- ✓ **Evaluación:** Análisis de material genético del cultivo en estudio
- ✓ **Rendimiento:** Producto que se desea conseguir bajo ciertos parámetros cuantitativos y/o cualitativos
- ✓ **Vivero:** Lugar destinado para la propagación sexual y asexual de plantas

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

Los 4 tipos de sustratos y tres envases presentan diferencias significativas en la obtención de plántones de pino (*Pinus tecunumanii*), en vivero en el Anexo de Marapata - Paucartambo, Pasco- 2017

2.4.2. Hipótesis específicas

Los 04 sustratos y tres envases presentan diferencia significativa en el crecimiento y desarrollo de plántones de pino (*Pinus tecunumanii*) en vivero en el Anexo de Marapata- Paucartambo-Pasco- 2017

Los plántones de pino (*Pinus tecunumanii*) presentan diferencias significativas en las características cuantitativas en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo - Pasco- 2017

2.5. Identificación de variables

Los factores o variables en estudio, son los siguientes:

Variables independientes:

A. Tipos de sustratos:

<u>Sustrato</u>	<u>Clave</u>
a) Compost	B ₁

- b) Humus de lombriz B₂
- c) Sustrato importado B₃
- d) Sustrato micorrizado B₄

B. Envases:

<u>Envases</u>	<u>Clave</u>
a. Bandejas	S ₁
b. Embolsado	S ₂
c. Embolsado	S ₃

Variable dependiente; plantones de pino y se evaluó los parámetros siguientes:

- Emergencia.
- Crecimiento inicial.
- Calidad de planta.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL			INSTRUMENTOS
		DIMENSIÓN O FACTOR A MEDIR	INDICADOR	VALORES ESCALARES	
V.I. * Tipos de sustratos	Lugar que sirve de asiento a una planta o un animal fijo.	Aporte al desarrollo de la planta.	➤ Porcentaje de plantas prosperas para instalación	➤ %.	➤ Analítico
V.I. * Envases	Recipiente o vaso en que se conservan y transportan ciertos géneros.	Aporte al desarrollo de la planta.	➤ Porcentaje de plantas prosperas para instalación.	➤ %.	➤ Analítico
V.D. ** Emergencia	Acción o efecto de emerger.	Número de plantas emergidas.	➤ Porcentaje de plantas emergidas.	➤ %.	➤ Analítico.

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL			INSTRUMENTOS
		DIMENSIÓN O FACTOR A MEDIR	INDICADOR	VALORES ESCALARES	
V.D. ** Crecimiento inicial.	Acción y efecto de crecer en su primera etapa de desarrollo.	Desarrollo de la planta.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Grosor del tallo. ➤ Altura de planta 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En cm. ➤ En cm. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vernier. ➤ Vernier.
V.D. ** Calidad de planta.	Capacidad de los individuos para adaptarse y desarrollarse en condiciones climáticas y edáficas del lugar donde se establecen, según las características genéticas del germoplasma y técnicas usadas en su reproducción (Mancilla Bravo, 2021).	Evaluación de crecimiento y desarrollo de la planta	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Grosor del tallo. ➤ Altura de planta. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En cm. ➤ En cm. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Vernier. ➤ Vernier.

* V.I. = Variable Independiente.

** V.D = Variable Dependiente

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación es cuantitativa y corresponde al tipo experimental, según el paradigma, el tratamiento de los datos usados y el grado de manipulación de las variables

3.2. Métodos de investigación

El método utilizado en la presente investigación es el experimental; debido a la comparación entre sí de doce tratamientos (factorial 4A x 3B), conducidos en condiciones de vivero.

El croquis dentro del vivero (campo experimental) durante la conducción del presente experimento fue el siguiente:

CROQUIS Y DISPOSICIÓN EXPERIMENTAL														
(Experimento Factorial 4A x 3B en DBCA)														
TRATAMIENTOS														
BLOQUE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
I	B1S1	B1S2	B1S3	B2S1	B2S2	B2S3	B3S1	B3S2	B3S3	B4S1	B4S2	B4S3		
II	B4S1	B4S2	B4S3	B3S1	B3S2	B3S3	B2S1	B2S2	B2S3	B1S1	B1S2	B1S3		
III	B1S1	B1S2	B1S3	B2S1	B2S2	B2S3	B3S1	B3S2	B3S3	B4S1	B4S2	B4S3		
IV	B4S1	B4S2	B4S3	B3S1	B3S2	B3S3	B2S1	B2S2	B2S3	B1S1	B1S2	B1S3		
FACTOR B			FACTOR S											
B1	COMPOST			S1	BANDEJAS									
B2	HUMUS DE LOMBRIZ			S2	EMBOLSADO 4X7									
B3	SUSTRATO IMPORTADO			S3	EMBOLSADO 5X7									
B4	SUSTRATO MICORRIZADO													

3.3. Diseño de la investigación.

a) Diseño experimental

La presente investigación es un experimento factorial (de dos factores) que fueron conducido en un DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE AL AZAR (DBCA).

b) Modelo matemático

Considerando que todos los factores en estudio fueron tomados al azar y que se encuentran cruzados a la media, el modelo estadístico lineal aditivo, en donde se ajustan el análisis de varianza es:

$$Y_{(ijk)} = U + B_i + S_j + (BS)_{ij} + Y_k + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, 4 \text{ sustratos}$$

$$j = 1, 2, 3 \text{ envases}$$

$$k = 1, 2, 3, 4 \text{ bloques}$$

Dónde:

$Y_{m(ij)}$ = Valor de la observación del experimento factorial en el *i-ésimo* sustrato, *j-ésimo* envase.

U = Efecto común a todas las observaciones.

B_i = Efecto del *i-ésimo* sustrato

S_j = Efecto del *j-ésimo* envase

BS_{ij} = Efecto de la interacción del *i-ésimo* sustrato, con el *j-ésimo* envase.

Y_k = Efecto aleatorio del *k-ésimo* bloque.

E_{ijk} = Efecto del error experimental del *i-ésimo* sustrato, *j-ésimo* envase en el *k-ésimo* bloque

3.4. Población y muestra

Población:

La población consta con 12 tratamientos y en cada tratamiento se encuentra 100 plantas en 4 bloques haciendo un total de 4800 plantas.

Muestra:

Cada unidad experimental está constituida por 50 plantones, distribuidos en un vivero de 3m x 4m, de donde son evaluadas 10 plantones al azar de cada unidad experimental.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

La técnica de recolección de datos para el porcentaje de emergencia, crecimiento inicial y calidad de planta, fue mediante la observación y medición

sistemática luego registradas en forma manual, en formatos y tablas de evaluación previamente diseñados de acuerdo a los parámetros.

3.5.2. Instrumentos

Los instrumentos que fueron usados para la recolección de datos son:

- ✓ Fichas de evaluación.
- ✓ Cuaderno de campo.
- ✓ Vernier.
- ✓ Formatos de tablas estadísticas.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Se efectuó el análisis de varianza con sus respectivas comparaciones de medias y se utilizó la prueba Tukey al 5 % de probabilidad para validar el grado de confiabilidad de cada parámetro evaluado.

3.7. Tratamiento estadístico

Los tratamientos en estudio de la presente investigación son:

Factor A: Sustratos: compost, humus de lombriz, sustrato importado, y sustrato micorrizado.

Factor B: Envases: bandejas, embolsado 4X7 y embolsado 5X7.

En consecuencia, es un experimento factorial de 4A x 3B, siendo igual a 12 tratamientos, las mismas que detallamos en la tabla 1.

Tabla 1. Diseño de tratamientos utilizados en el experimento.

TRATAMIENTOS	FACTORES EN ESTUDIO	
	A	B
	SUSTRATOS	ENVASES
B1S1	Compost	Bandejas
B1S2	Compost	Embolsado 4 X 7
B1S3	Compost	Embolsado 5 X 7
B2S1	Humus de lombriz	Bandejas
B2S2	Humus de lombriz	Embolsado 4 X 7
B2S3	Humus de lombriz	Embolsado 5 X 7
B3S1	Sustrato importado	Bandejas
B3S2	Sustrato importado	Embolsado 4 X 7
B3S3	Sustrato importado	Embolsado 5 X 7
B4S1	Sustrato micorrizado	Bandejas
B4S2	Sustrato micorrizado	Embolsado 4 X 7
B4S3	Sustrato micorrizado	Embolsado 5 X 7

Fuente: Elaboración propia.

3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Para el trabajo de investigación hemos seleccionado y utilizado los instrumentos que corresponden a la estadística inferencial el cual nos va permitir probar las hipótesis según el diseño de bloques completos al azar (DBCA), en trabajos ejecutados en condiciones de vivero; las mismas que son representados en las tablas de análisis de varianza, teniendo como fuentes de variación a: bloques, sustratos, envases, la interacción de sustrato por envases, error experimental; del mismo modo se tiene a los grados de libertad, la suma de

cuadrados, los cuadrados medios, la F calculada, la F tabular para los niveles del 95 % y 99 % y su significación correspondiente.

Del mismo modo se tiene al coeficiente de variación el cual debe superar el 30 %, el mismo que nos permite expresar su validez y confiabilidad de los instrumentos usados en la ejecución del presente trabajo de investigación.

3.9. Orientación ética

El presente trabajo experimental sobre el “Efecto de cuatro tipos de sustratos y tres envases en la obtención de plántones de pino (*Pinus tecunumanii*); está orientado a determinar que sustrato y tipo de envase son los adecuados para la producción de plántones de pino a nivel de vivero en condiciones del anexo de Marapata, esta investigación será de gran utilidad y al mismo tiempo una alternativa tecnológica para los agricultores del anexo que están dedicados a la producción forestal y en especial de plántones de pino puesto que toda la información y resultados registrados en la presente investigación son fidedignos debido a que fueron obtenidos teniendo en consideración los valores éticos del investigador durante el proceso de la investigación.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Descripción del trabajo de campo

El presente trabajo de investigación tuvo la siguiente secuencia:

4.1.1. Fase de pre-campo

a) Obtención de materiales

Se inició con la obtención de materiales para la construcción del vivero como mallas raschel, fierros, alambre galvanizado, poste de madera, materiales de la zonay equipo de riego y fertilización. Se procedió a la obtención de:

Bandejas BP187 y Tubetes T53 de polipropileno.

Bolsa de polietileno de 4x7 y 5x7

Sustratos Comerciales

Semillas Certificadas de *Pinus tecunumanii* Eguiluz y Perry

b) Elaboración de formatos

Se elaboró los formatos de toma de datos en función a las variables a evaluar.

c) Análisis de sustratos

Con el fin de saber las propiedades y componentes de los sustratos comerciales, se procedió a la evaluación de las fichas técnicas de cada sustrato, alcanzados por el productor.

4.1.2. Fase de campo

La fase de campo fue una de las más importantes pues fue en sí, la producción de plántulas de *Pinus tecunumanii*.

a. Preparación del Terreno

La preparación del terreno incluyó: limpieza del lugar, mediante el deshierbe de malezas y/o otras plantas y la desinfección del suelo con óxido de calcio CaO (cal); por último, se procedió a la compactación del suelo, proporcionándole una ligera pendiente, esto para evitar el acumulamiento de agua en cualquier área del vivero.

b. Construcción del Vivero Temporal

Como primer paso, se construyó el vivero con el asesoramiento respectivo y con todos los materiales obtenidos en la fase de Pre – Campo, teniendo en cuenta todas las consideraciones para su construcción.

c. Llenado de Tubetes y Bolsas

Los tubetes fueron llenados con los sustratos comerciales y las mezclas respectivas entre ellos, de acuerdo a los tratamientos establecidos como se menciona en la metodología; los sustratos ya cuentan con una humedad adecuada para facilitar el llenado de los tubetes y bolsas, además se tuvo en cuenta que

cuando el tubete estuvo llenado a la mitad o 3/4 de su capacidad se golpeó la base a fin de que el material descienda hasta el furado y se compacte y no quede muy suelto.

d. Siembra Directa

Se regaron los tubetes llenos media hora antes de la siembra, luego se abrieron hoyuelos del tamaño de la semilla en el centro del tubete, seguidamente se colocó una semilla en cada tubete cubriendo este, con una capa fina del mismo sustrato y finalmente se le dio un riego ligero adicional.

e. Distribución de Bloques y Tratamientos

Una vez terminada la siembra se procedió a la distribución de cada una de las bandejas (bloques, tratamientos y repeticiones), conforme al diseño experimental elegido; colocando al mismo tiempo los letreros de identificación de cada bloque y tratamiento.

f. Riego

El riego fue programado en función al requerimiento hídrico de cada etapa que curso la especie, la programación fue la siguiente:

Tabla 2. Programación de riegos en vivero.

FASES	N° RIEGO / DÍA	PERÍODO
Fase de establecimiento	3 veces por día	Cada 4-5 horas
Fase de crecimiento rápido	2-3 veces por día	Cada 5 horas
Fase de endurecimiento	1 vez por día	---

Esta programación variaba según las precipitaciones que se presentaban en el día según la estación.

Fuente: Elaboración propia.

g. Fertilización

La fertilización se realizó en función a los requerimientos nutricionales de cada etapa que cursa una planta; esta fue planificada de la siguiente manera:

Tabla 3. Programación de fertilización en vivero.

	Establecimiento	Crecimiento rápido	Endurecimiento
Periodicidad	20 días de instalado	Dos veces por mes	Dos veces por mes
28/03/2018	10.23	23.71	67.20

Todas las fertilizaciones se hacían en conjunto con los riegos de acuerdo a su periodicidad.

Fuente: Elaboración propia.

h. Control sanitario

El control fitosanitario fue uno de los aspectos a tener en cuenta durante todo el proceso de producción de las especies estudiadas, así se tuvo atención en tres momentos:

- 1) Al momento de la instalación del vivero se realizó la eliminación de malezas e insectos en el área de importancia.
- 2) Cada semana se procedía a la distribución de Oxido de Calcio (CaO) “cal” por todo el área del vivero de crecimiento y sus alrededores, además de la limpieza de malezas.
- 3) Durante el proceso de producción se pudo notar la presencia de aves que intentaban extraer las semillas de *Pinus tecunumanii* durante la etapa de germinación, sin embargo, esto se pudo controlar mejorando el cerco del vivero y colocando una cobertura de malla rashell, a dos metros de altura.

i. Monitoreo y Evaluación

El monitoreo, análisis y evaluación, se realizó en función a las variables dependientes a evaluar; este fue planificado de la siguiente manera:

Tabla 4. Registros de monitoreo y evaluación en el proceso de producción.

ETAPA	PROCESO	INICIO	FINAL	DURACIÓN O PERÍODOS
Campo	Germinación	03 de marzo del 2018	20 de abril del 2018	25 días (18 días de germinación efectiva)
	Crecimiento inicial	03 de marzo del 2018	06 de octubre del 2018	Cada 15 días – 8 evaluaciones.
Laboratorio	Evaluación de sustratos	10 de marzo del 2018	02 de abril del 2018	15 días hábiles
	Análisis de variables	05 de enero del 2019	13 de enero del 2019	7 días hábiles

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3. Fase de gabinete

a) Sistematización de datos.

Una vez culminada la fase de campo y laboratorio y habiendo obtenido todos los datos requeridos, se procedió a ordenarlos y sistematizarlos para su posterior análisis estadístico, pruebas de significancia y comparación de resultados.

b) Elaboración del Informe Final

La elaboración del informe es el producto final, el cual explica y sustenta el proyecto de investigación.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Los resultados de la presente investigación están detallados en los análisis de varianza de cada parámetro evaluado, y sus interpretaciones mediante la prueba estadística de Tukey, con el cual comparamos los resultados de cada tratamiento dando un mayor énfasis en la calidad de planta.

4.2.1. Porcentaje de emergencia

La presente evaluación se realizó a los 20 días después de ser instalados en las bandejas, la misma que se llevó a cabo mediante la observación visual y el conteo de las semillas emergidas de cada uno de los tratamientos, los datos registrados se encuentran en la tabla B2 de parte de los anexos.

Tabla 5. Análisis de variancia del porcentaje de emergencia.

FV	GL	SC	CM	Fc	F _{0.05}	F _{0.01}	Sign.
Bloque	3	1163.66666667	387.88888889				
Sustrato	3	563.66666667	187.88888889	1.42	2.89	4.44	N.S.
Envase	2	788.66666667	394.33333333	2.98	3.29	5.315	N.S.
Sust. X Env.	6	475.33333333	79.22222222	0.60	2.39	3.4	N.S.
Error Exp.	33	4368.33333333	132.37373737				
TOTAL	47	7359.66666667					

C.V. = 14.77 %

La tabla 5 de análisis de variancia nos muestra que no hay diferencias estadísticas significativas entre los promedios de las fuentes de variación de sustratos, envases y de la interacción de sustratos por envases, con respecto al porcentaje de emergencia.

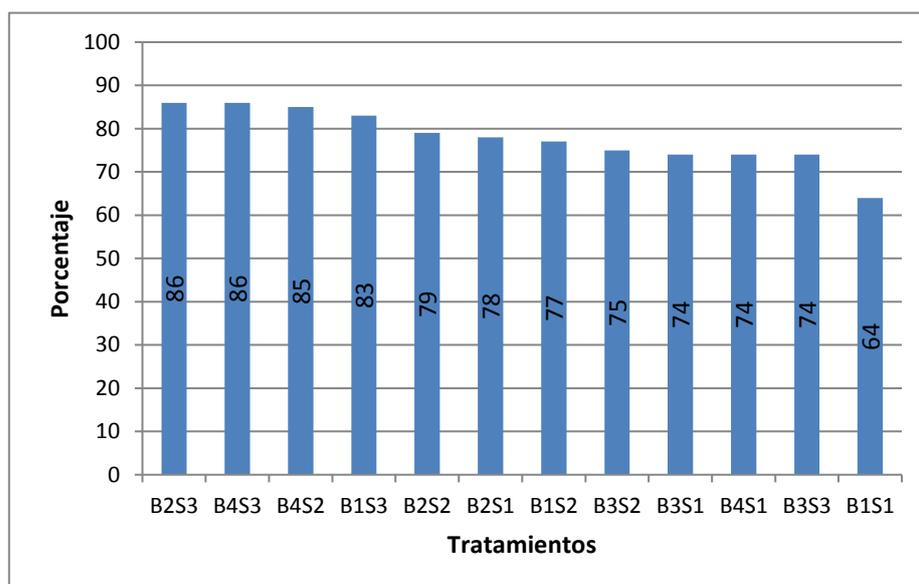
Además, el coeficiente de variación es igual a 14.77 %, el cual se encuentra dentro de los rangos permitidos para experimentos en condiciones de vivero.

Tabla 6. Prueba de Tukey del porcentaje de emergencia.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (%)	Grupo Tukey
1	B2S3	Humus de lombriz + embolsado 5x7	86	A
2	B4S3	Sustrato micorrizado + embolsado 5x7	86	A
3	B4S2	Sustrato micorrizado + embolsado 4x7	85	A
4	B1S3	Compost + embolsado 5x7	83	A
5	B2S2	Humus de lombriz + embolsado 4x7	79	A
6	B2S1	Humus de lombriz + bandejas	78	A
7	B1S2	Compost + embolsado 4x 7	77	A
8	B3S2	Sustrato importado + embolsado 4x7	75	A
9	B3S1	Sustrato importado + bandejas	74	A
10	B4S1	Sustrato importado + embolsado 5x7	74	A
11	B3S3	Sustrato micorrizado + bandejas	74	A
12	B1S1	Compost + bandejas	64	A

La tabla 06 correspondiente a la prueba de Tukey también nos muestra que los doce tratamientos en estudio no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, en consecuencia, todos los promedios se encuentran bajo el grupo Tukey A; destacando numéricamente el tratamiento Humus de lombriz + embolsado 5X7 y el Sustrato micorrizado + embolsado 5x7 con promedios del 86 %; mientras que el tratamiento de Compost + bandejas presentó el promedio más bajo con tan sólo el 64 % de emergencia.

Figura 1. Porcentaje de emergencia.



4.2.2. Crecimiento inicial – altura de planta

Al realizar el análisis de variancia de la presente evaluación encontramos que los promedios del factor sustrato y del factor envase presentan diferencias estadísticas altamente significativas con respecto al crecimiento inicial de las plantas de pino en vivero; mientras que para la interacción de sustrato por envase no se encontraron diferencias estadísticas significativas; asimismo el coeficiente de variación es de 14.11 % el cual se encuentra entre los rangos permitidos.

Los valores registrados durante la observación están en la tabla B3 de los anexos.

Tabla 7. Análisis de variancia de la altura de planta a los 30 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	F_{0.05}	F_{0.01}	Sign.
Bloque	3	3.69601667	1.23200556	8.32			
Sustrato	3	2.51166667	0.83722222	5.65	2.89	4.44	**
Envase	2	2.06911667	1.03455833	6.98	3.29	5.315	**
Sust. X Env.	6	1.68988333	0.28164722	1.90	2.39	3.4	N.S.
Error Exp.	33	4.88858333	0.14813889				
TOTAL	47	14.85526667					

C.V. = 14.11 %

La significación encontrada en los promedios de los sustratos y envases nos indica que estos factores están actuando independientemente con respecto al crecimiento inicial de las plantas de pino en el vivero; por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey para ambos factores teniendo en cuenta los criterios mencionados por **López y González (2014)**.

Tabla 8. Prueba de Tukey del factor sustratos para la altura de planta a los 30 días.

Orden de Mérito	Clave	Sustratos	Media (cm)	Grupo Tukey
1	B3	Sustrato importado	2.9750	A
2	B2	Humus de lombriz	2.9383	A
3	B1	Compost	2.5067	B
4	B4	Sustrato micorrizado	2.4933	B

La tabla de Tukey para el factor de sustratos nos muestra que el sustrato importado y el humus de lombriz no presentan diferencias estadísticas

significativas entre sí; pero frente al compost y al sustrato micorrizado si presentan diferencias significativas es por ello que se encuentran en grupos Tukey distintos (A y B).

Figura 2. Altura de planta a los 30 días en el factor de sustratos.

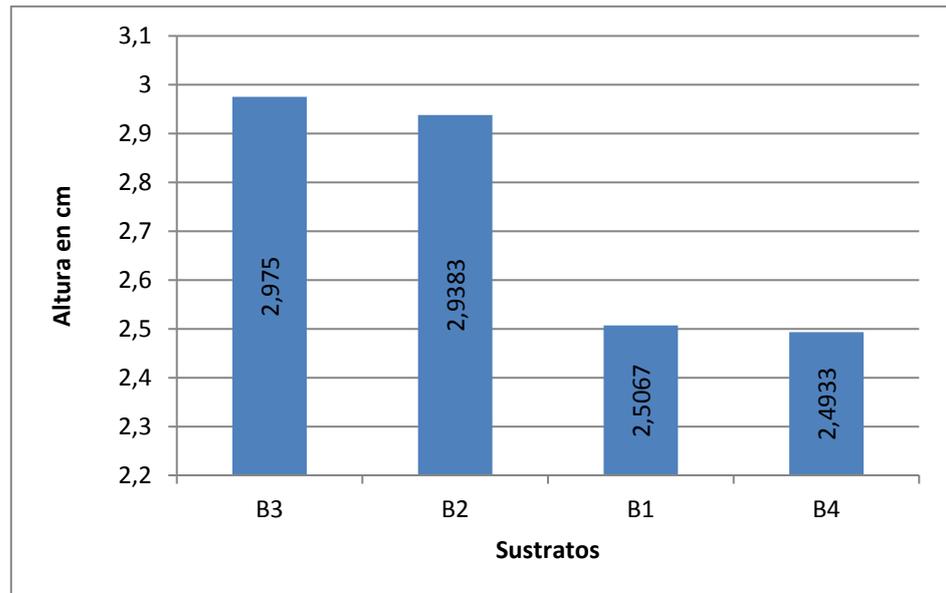


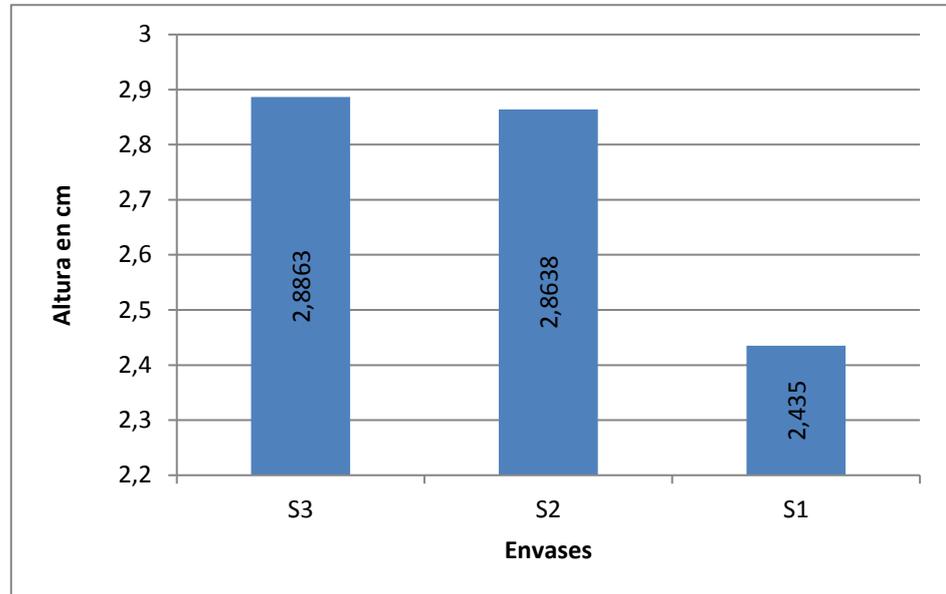
Tabla 9. Prueba de Tukey del factor envases para la altura de plantas a los 30 días.

Orden de Mérito	Clave	Envase	Media (cm)	Grupo Tukey
1	S3	Embolsado 5 X 7	2.8863	A
2	S2	Embolsado 4 X 7	2.8638	A
3	S1	Bandejas	2.4350	B

Del mismo modo la prueba de Tukey para los envases nos muestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre los promedios de Embolsado

5 X 7 y de Embolsado 4 X 7; pero ambos promedios son significativos frente al de bandejas con respecto a la altura de plantas a los 30 días.

Figura 3. Altura de planta a los 30 días en el factor de envases.



4.2.3. Grosor del tallo (30 días)

La prueba de F al 95 y 99 % de probabilidad del análisis de variancia nos muestra que los promedios del factor sustratos, factor envases y de la interacción de ambos factores (Sustrato x Envase) no presentan diferencias estadísticas significativas con respecto al grosor del tallo que fue evaluado a los 30 días.

El coeficiente de variación es de 23.07 % el mismo que se encuentra dentro de los rangos permitidos para experimentos en condiciones similares.

Los datos de la presente evaluación se encuentran en la tabla B4 de los anexos.

Tabla 10. Análisis de variancia del grosor del tallo a los 30 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	F_{0.05}	F_{0.01}	Sign.
Bloque	3	0.00347500	0.00115833	9.16			
Sustrato	3	0.00095833	0.00031944	2.52	2.89	4.44	N.S.
Envase	2	0.00005000	0.00002500	0.20	3.29	5.315	N.S.
Sust. X Env.	6	0.00066667	0.00011111	0.88	2.39	3.4	N.S.
Error Exp.	33	0.00417500	0.00012652				
TOTAL	47	0.00932500					

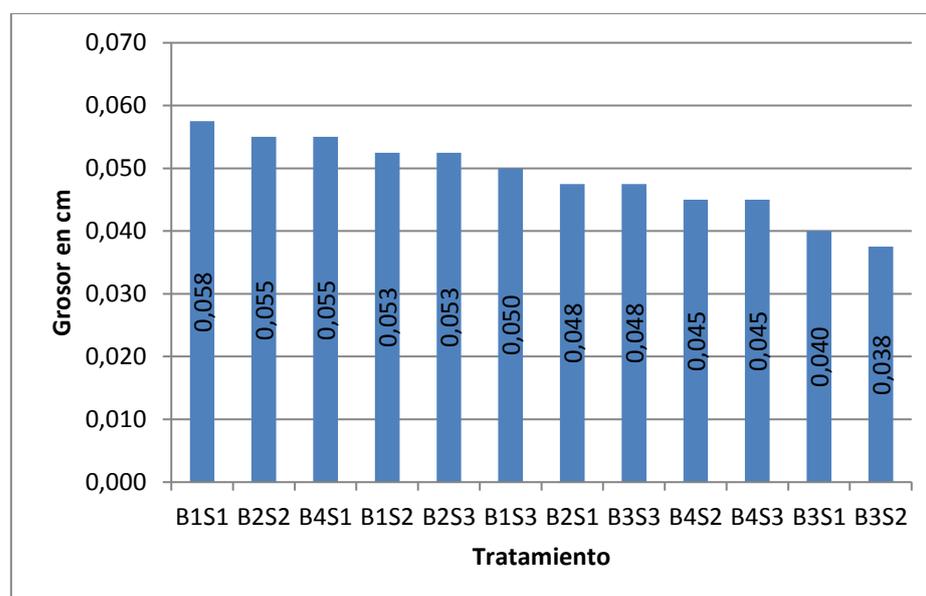
C.V. = 23.07 %

Al realizar la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de la interacción Sustrato x Envase para poder establecer el orden de mérito de los tratamientos en estudio; donde observamos también que los promedios de todos los tratamientos en estudio no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí, es por ello que pertenecen al mismo grupo Tukey A; donde el tratamiento con mayor promedio es el B1S1 (Compost + bandejas) con un promedio de 0.058 cm y el tratamiento con menor promedio es el B3S2 (Sustrato importado + embolsado 4x7) con 0.038 cm; como se muestran en la tabla 11.

Tabla 11. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad de la interacción de Sustrato x Envase del grosor del tallo a los 30 días.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (cm)	Grupo Tukey
1	B1S1	Compost + bandejas	0.058	A
2	B2S2	Humus de lombriz + embolsado 4x7	0.055	A
3	B4S1	Sustrato micorrizado + bandejas	0.055	A
4	B1S2	Compost + embolsado 4x 7	0.053	A
5	B2S3	Humus de lombriz + embolsado 5x7	0.053	A
6	B1S3	Compost + embolsado 5x7	0.050	A
7	B2S1	Humus de lombriz + bandejas	0.048	A
8	B3S3	Sustrato importado + embolsado 5x7	0.048	A
9	B4S2	Sustrato micorrizado + embolsado 4x7	0.045	A
10	B4S3	Sustrato micorrizado + embolsado 5x7	0.045	A
11	B3S1	Sustrato importado + bandejas	0.040	A
12	B3S2	Sustrato importado + embolsado 4x7	0.038	A

Figura 4. Grosor del tallo a los 30 días.



4.2.4. Calidad de plantones – altura de plantón

Al efectuarse el análisis de varianza a los datos registrados de la presente evaluación, encontramos que existen diferencias estadísticas altamente significativas para los promedios de los sustratos, envases y la interacción de los mismos (Sustratos x Envases). Su coeficiente de variación es de 5.65 % el cual se encuentra dentro de los rangos permitidos para experimentos conducidos en condiciones similares a la presente.

Tabla 12. Análisis de varianza de la calidad de plantones – altura de plantón.

FV	GL	SC	CM	Fc	F_{0.05}	F_{0.01}	Sign.
Bloque	3	0.82615625	0.27538542	0.55			
Sustrato	3	12.18375625	4.06125208	8.05	2.89	4.44	**
Envase	2	82.52605417	41.26302708	81.78	3.29	5.315	**
Sust. X Env.	6	55.92106250	9.32017708	18.47	2.39	3.4	**
Error Exp.	33	16.64971875	0.50453693				
TOTAL	47	168.10674792					

C.V. = 5.65 %

La significación encontrada en el análisis de varianza a la interacción de sustrato x envase nos indica que ambos factores actúan en forma conjunta para influenciar sobre la calidad de plantones – altura de plantón, por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey para dicha fuente de variación, muy a pesar de que también se encontró significación para los sustratos y para los envases.

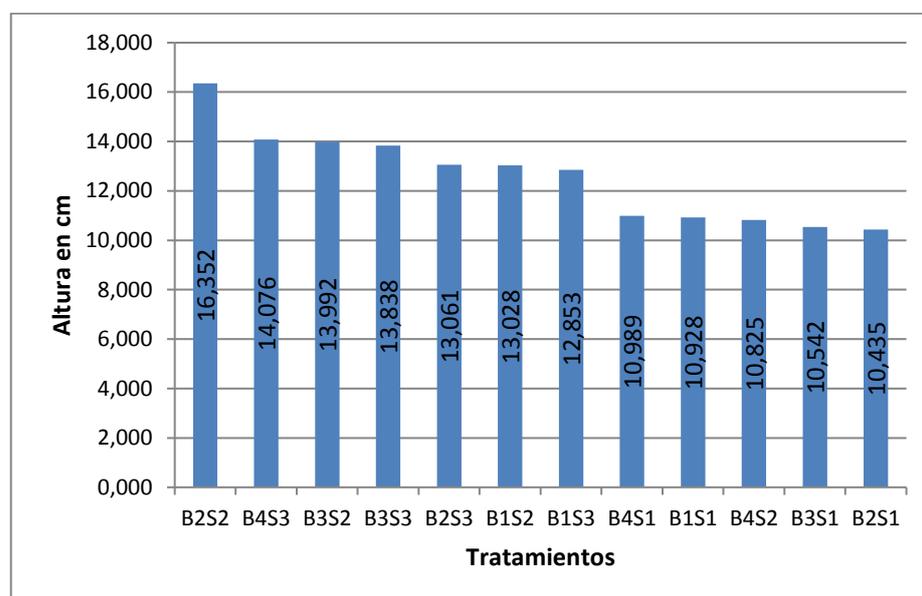
Tabla 13. Prueba de Tukey de la calidad de plantones – altura de plantón.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (cm)	Grupo Tukey
1	B2S2	Humus de lombriz + embolsado 4x7	16.352	A
2	B4S3	Sustrato micorrizado + embolsado 5x7	14.076	B
3	B3S2	Sustrato importado + embolsado 4x7	13.992	B
4	B3S3	Sustrato importado + embolsado 5x7	13.838	B
5	B2S3	Humus de lombriz + embolsado 5x7	13.061	B
6	B1S2	Compost + embolsado 4x 7	13.028	B
7	B1S3	Compost + embolsado 5x7	12.853	B
8	B4S1	Sustrato micorrizado + bandejas	10.989	C
9	B1S1	Compost + bandejas	10.928	C
10	B4S2	Sustrato micorrizado + embolsado 4x7	10.825	C
11	B3S1	Sustrato importado + bandejas	10.542	C
12	B2S1	Humus de lombriz + bandejas	10.435	C

De la tabla 13 de la prueba estadística de Tukey al 5 % de probabilidad con respecto a la calidad de plantones de pino observamos que el tratamiento B2S2 (Humus de lombriz + embolsado 4x7) presenta un promedio superior estadísticamente en comparación con los demás tratamientos con un promedio de 16.352 cm perteneciendo por ende al grupo Tukey A; asimismo los tratamientos B4S3, B3S2, B3S3, B2S3, B1S2 y B1S3 cuyos promedios son de 14.076 cm, 13.992 cm, 13.838 cm, 13.061 cm, 13.028 cm y 12.853 cm respectivamente no presentan diferencias estadísticas entre sí por lo que se encuentran en el grupo Tukey B; del mismo modo los tratamientos B4S1, B1S1, B4S2, B3S1 y B2S1 con promedios de 10.989 cm, 10.928 cm, 10.825 cm, 10.542 cm y 10.435 cm

respectivamente no son estadísticamente significativos entre sí, y están comprendidos en el grupo Tukey C.

Figura 5. Calidad de plantones – altura de plantón.



4.2.5. Grosor del tallo (240 días)

La presente evaluación se realizó a los 240 días después de haber sido sembradas las semillas de pino, la misma que se llevó a cabo con la ayuda de un vernier digital.

La prueba de F al 95 y 99 % de probabilidad del análisis de varianza nos muestra que existen diferencias estadísticas significativas para los promedios de los sustratos y de los envases; mientras que para los promedios de la interacción sustrato x envase se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas. Su coeficiente de variación fue de 12.73 % lo que nos indica la confiabilidad de los datos registrados por encontrarse dentro de los rangos permitidos para este tipo de experimentos.

Tabla 14. Análisis de varianza del grosor del tallo a los 240 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	F_{0.05}	F_{0.01}	Sign.
Bloque	3	0.00940625	0.00313542	3.14			
Sustrato	3	0.01242292	0.00414097	4.15	2.89	4.44	*
Envase	2	0.00965000	0.00482500	4.84	3.29	5.315	*
Sust. X Env.	6	0.03593333	0.00598889	6.00	2.39	3.4	**
Error Exp.	33	0.03291875	0.00099754				
TOTAL	47	0.10033125					

C.V. = 12.73 %

Del presente análisis de varianza también podemos decir que la interacción de los sustratos y envases están influyendo en forma conjunta en el grosor del tallo de los plántones de pino.

Asimismo, utilizando los criterios para efectuar la prueba de Tukey según la significación obtenida en la prueba de F del análisis de varianza según **López y González** (2014); se procedió a realizar dicha prueba estadística a la interacción sustrato x envase, la misma que nos permitirá establecer el orden de mérito de los tratamientos de la presente investigación tal como se muestra en la tabla 15.

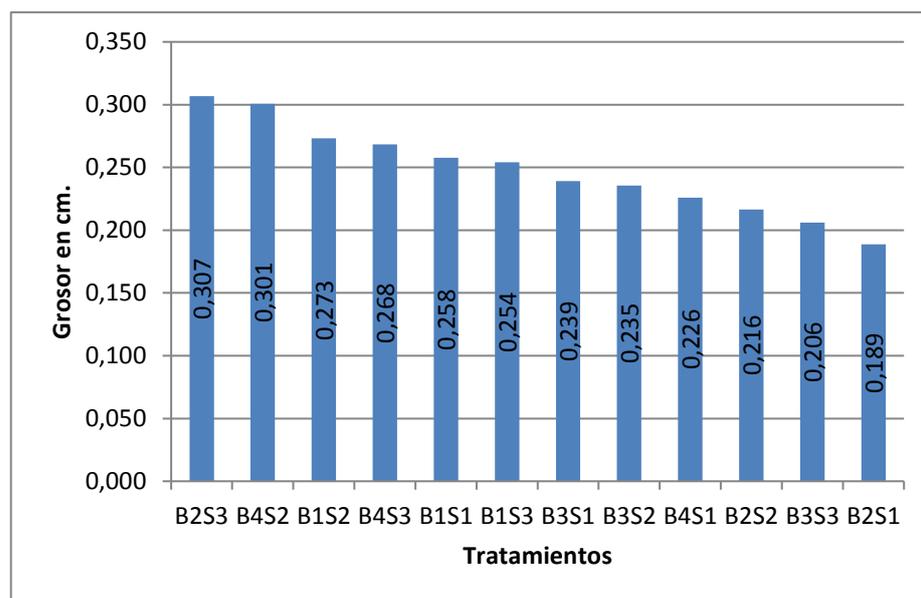
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5 % de probabilidad del grosor de los tallos de los plantones de pino a los 240 días.

Orden de Mérito	Clave	Tratamiento	Media (cm)	Grupo Tukey
1	B2S3	Humus de lombriz + embolsado 5x7	0.307	A
2	B4S2	Sustrato micorrizado + embolsado 4x7	0.301	AB
3	B1S2	Compost + embolsado 4x 7	0.273	BC
4	B4S3	Sustrato micorrizado + embolsado 5x7	0.268	C
5	B1S1	Compost + bandejas	0.258	CD
6	B1S3	Compost + embolsado 5x7	0.254	D
7	B3S1	Sustrato importado + bandejas	0.239	D
8	B3S2	Sustrato importado + embolsado 4x7	0.235	D
9	B4S1	Sustrato micorrizado + bandejas	0.226	D
10	B2S2	Humus de lombriz + embolsado 4x7	0.216	D
11	B3S3	Sustrato importado + embolsado 5x7	0.206	D
12	B2S1	Humus de lombriz + bandejas	0.189	D

La prueba de Tukey nos muestra que los promedios de los doce tratamientos en estudio estuvieron agrupadas en cuatro grupos Tukey (A, B, C y D) siendo el tratamiento Humus de lombriz + embolsado 5x7 quien tiene el mayor promedio (0.307 cm) en cuanto al grosor del tallo de los plantones de pino, el mismo que no presenta diferencias estadísticas significativas con el promedio del tratamiento Sustrato micorrizado + embolsado 4x7 que es de 0.301 cm por lo que pertenecen al grupo Tukey A; el tratamiento Humus de lombriz + bandejas presentó un promedio de 0.189 cm siendo el tratamiento con menor promedio.

También debemos mencionar que los promedios de los tratamientos que se encuentran bajo una misma letra no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí.

Figura 6. Grosor del tallo de los plantones de pino a los 240 días.



4.3. Prueba de hipótesis

Al inicio de la investigación se enunciaron dos hipótesis para cada evaluación a realizarse; donde la primera fue la hipótesis nula el cual mencionaba que todos los promedios de los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí; en tanto que la segunda fue la hipótesis alterna donde se indicaba que al menos uno de los promedios de los tratamientos en estudio es significativo.

Para la evaluación del porcentaje de emergencia se acepta la hipótesis nula debido a que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los promedios de los sustratos, envases y de la interacción de ambos.

Para la evaluación del crecimiento inicial – altura de planta se acepta la hipótesis alterna para los sustratos y envases ya que sus promedios presentan

diferencias significativas; mientras que para la interacción de sustratos x envases se acepta la hipótesis nula ya que sus promedios no presentan diferencias estadísticas significativas.

Para la evaluación de grosor del tallo de los plántones de pino a los 30 días se acepta la hipótesis nula para todas las fuentes de variación; ya que sus promedios no presentan diferencias estadísticas significativas entre sí.

Mientras que para la calidad de plántones – altura del plánton se acepta la hipótesis alterna debido a que existen diferencias estadísticas entre los promedios de todas las fuentes de variación (sustratos, envases y la interacción de ambos).

Finalmente, para el grosor del tallo de los plántones de pino a los 240 días, también se acepta la hipótesis alterna para todas las fuentes de variación, ya que sus promedios presentan diferencias estadísticas significativas entre sí.

4.4. Discusión de resultados

En la presente investigación con respecto al porcentaje de emergencia de las semillas de pino (*Pinus tecunumanii*), estas estuvieron comprendidas entre un 64 y 86 % siendo los tratamientos Humus de lombriz + embolsado 5x7 y el Sustrato micorrizado + embolsado 5x7 con mayores porcentajes de emergencia (86 %), mientras el tratamiento con menor porcentaje es el Compost + bandejas con el 64 % de semillas emergidas.

En cuanto al crecimiento inicial – altura de planta, el sustrato y los envases actúan en forma independientemente sobre este parámetro evaluado, esto debido a que la interacción de ambos factores no es significativa; donde el sustrato importado y el humus de lombriz son los que presentaron mayores promedios

(2.9750 cm y 2.9383 cm respectivamente). Mientras que, para los envases, el Embolsado 5 X 7 y el Embolsado 4 X 7 tienen promedios de 2.8863 cm y 2.8638 cm respectivamente.

Para el grosor del tallo a los 30 días no se encontraron diferencias estadísticas significativas para los sustratos, envases y la interacción de los mismos, los promedios estaban comprendidos entre 0.038 cm (Sustrato importado + embolsado 4x7) y 0.058 cm (Compost + bandejas).

Respecto a la calidad de plántones – altura del plantón el tratamiento que alcanzó la mayor altura es el Humus de lombriz + embolsado 4x7 con un promedio de 16.352 cm y el de menor tamaño es el Humus de lombriz + bandejas con 10.435 cm.

Finalmente, con respecto al grosor del tallo de los plántones de pino a los 240 días el Humus de lombriz + embolsado 5x7 tiene un promedio de 0.307 cm y el Humus de lombriz + bandejas tiene un promedio de 0.189 cm.

Mientras que **Juan De Dios Alcántara. (2015)**, en su tesis desarrollada obtuvo los mejores resultados para las especies de *Pinus oocarpa* y *Pinus tecunumanii* con respecto al diámetro con el tratamiento T5 (Sunshine Premix #8 x MecPlant 3C), cuyos valores fueron de 5.150 mm. y 5.051 mm respectivamente para un periodo de 105 días.

CONCLUSIONES

1. Existe una interacción positiva entre los sustratos y las bandejas en la obtención de plantones de pino (*Pinus tecunumanii*), en vivero en el Anexo de Marapata - Paucartambo, Pasco- 2017, con respecto a la altura de planta y el grosor del tallo.
2. En cuanto a los parámetros de crecimiento y desarrollo de los plantones de pino (*Pinus tecunumanii*), en vivero en el Anexo de Marapata - Paucartambo, Pasco- 2017, usando sustrato y bandejas tuvieron un desarrollo constante y uniforme durante las evaluaciones realizadas.
3. El tratamiento B2S3 (Humus de lombriz y envase 5x7) de acuerdo a los resultados obtenidos ha tenido mayores promedios con respecto al porcentaje de emergencia y calidad de plantón.

RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda el uso de sustrato con humus de lombriz y el sustrato micorrizado con envases o bolsas de 5 x 7 debido a que el porcentaje de emergencia ha sido del 86 %.
- 2) Se recomienda el uso de sustrato de humus de lombriz y envase o bolsas de 4 x 7 el cual han tenido una calidad de plantón en cuanto a la altura de planta de 16.35 cm.
- 3) Se recomienda la instalación de viveros, en temporada de estiaje, a fin de controlar la frecuencia de riego y disminuir la incidencia de problemas fitosanitarias.

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham De Noir, F. y Ruiz De Riberi, M. (1995). Laboratorio de semillas forestales. En: Bosques y Desarrollo. No. 14. Organización Internacional de Maderas Tropicales. pp. 24-28.
- Alvarado, M. A., y Solano, J. A. (2002). Medios o Sustratos en la producción de viveros y plantas. Proyecto VIFINEX-OIRSA, Costa Rica.
- Ansorena, J. (1994). Sustratos: propiedades y caracterización. Madrid, España. Editorial Mundi Prensa.
- Aparicio Rentería, A., Cruz Jiménez, H. y Alba Landa, J. (1999). Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Sch. et Cham., *Pinus montezumae* Lamb. y *Pinus pseudostrobus* Lindl. En condiciones de vivero. Foresta Veracruzana, 1(2), 31-36. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/pdf/497/49710206.pdf>
- Burés S. (s.f.). Manejo de Sustratos. España.
- Carhuamaca Chávez, K. J. (2015). Efecto de sustratos comerciales en la germinación y crecimiento inicial de *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* Híbrido) en condiciones de vivero – San Ramón – Chanchamayo (Tesis pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, Perú. Recuperado a partir de: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3497/Carhuamaca%20Chavez.pdf?sequence=1>

- Dvorak, W. S., Shaw, E A. (1992). Five year results for growth and stem form of *Pinus tecunumanii* in Brazil, Colombia and South Africa. CAMCORE, Bulletin on Tropical Forestry No. 10, 22p.
- Dvorak, W. S., Hodge, G. R. y Romero, J. L. (2001). Resultados de veinte años de investigación sobre el *Pinus tecunumanii* por la Cooperativa de CAMCORE. En C. PaImberg-Lerche, P. Aarup Iversen y Pierre Sigaud (Eds.), Recursos Genéticos Forestales No. 29. FAO, Roma, Italia.
- FAO. (2002). El cultivo protegido en clima mediterráneo. Manual preparado por el grupo de cultivos hortícolas dirección de producción y protección vegetal. Roma. Recuperado a partir de: <https://www.fao.org/3/s8630s/s8630s.pdf>
- Fernández, R.A. (1986). Caracterización del vivero volante forestal localizado en la comunidad de Santiago Tutla, Oaxaca, con fines industriales (Tesis pregrado). UNAM. Cuautitlán Ixcalli, México.
- González, S. D. (2002). Evaluación de la efectividad del musgo de pantano (*sphagnum*) como substrato para producción de pilones de café (*Coffea arabica* L.) en bandeja (tipo IPL 25) en Cobán, Alta Verapaz (Tesis pregrado). Universidad Rafael Landívar.
- Huacuja Inacua, V. H. (2009). Evaluación de sustratos para la producción de plántulas de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot) bajo invernadero en Zamora, Mich. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo – México.
- INFOAGRO. (2002). Tipos de sustratos de cultivos. Disponible en: https://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm
- Juan De Dios Alcántara, C. E. (2015). Efecto de sustratos comerciales en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schtdl. y *Pinus tecunumanii*

F. Schwerdtf. ex Eguluz & JP Perry en condiciones de vivero–San Ramón–Chanchamayo (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente, Perú. Recuperado a partir de: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/3506/Juan%20de%20Dios%20Alcantara.pdf?sequence=1>

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.

López, E. y González, B. (2014). *Diseño y análisis de experimentos. Fundamentos y aplicaciones en agronomía*. Guatemala.

Luna, T., Landis, T. D., & Dumroese, R. K. (2012). Contenedores: aspectos técnicos, biológicos y económicos. In: Contardi, L.; Gonda, H., coord. *Producción de plantas en viveros forestales*. Buenos Aires: Consejo Federal de Inversiones; Comodoro Rivadavia: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco UNPSJB; Comodoro Rivadavia: Centro de Investigacion y Extension Forestal Andino Patagonico, Argentina. p. 79 – 85. Recuperado a partir de https://www.fs.usda.gov/rm/pubs_other/rmrs_2012_luna_t001.pdf

Mancilla Bravo, W. W. (2021). *Enzimas como catalizadores biológicos, indicadores de calidad y desarrollo en las plantas* (Tesis de pregrado). Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Ecuador. Recuperado a partir de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/9275/E-UTB-FACIAG-ING%2520AGROP-000116.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

- Niembro, R. A. y Fierros, G. A. M. (1990). Factores ambientales que controlan la germinación de las semillas de pinos. En: Memoria. Mejoramiento Genético y Plantaciones Forestales. Centro de Genética Forestal, A. C. Chapingo, México. pp.124-144.
- Ospina, C; Hernández, R; Rincón, E; Sánchez, F; Urrego, J; Rodas, C; Ramírez, C; Riaño, N. (2011). Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana: El pino pátula, *Pinus patula* Schiede and Deppe in Schlecht. & Cham Editorial Blanecolor S.A.S. Recuperado a partir de: <https://docplayer.es/11437573-L-pino-patula-pinus-patula-schiede-and-deppe-in-schlecht-cham.html>
- Pastor Sáez, J. N. (1999). Utilización de sustratos en viveros. Terra Latinoamericana. 17(3) 231-235. Recuperado a partir de <https://www.redalyc.org/pdf/573/57317307.pdf>
- Posadas S. F. (1999). Propiedades y características de los sustratos. Turba y fibra de coco. En: Curso superior de especialización sobre cultivos sin suelo 2. Curso Superior de Especialización sobre Cultivos sin Suelo II [celebrado] del 18 al 29 de octubre de 1999, Almería Dirección General de Investigación y Formación Agraria. 590 pp.
- Quiroz I., García, E., González, O., Chung, P. y Soto, H. (2009). Vivero Forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Concepción, Chile.
- Quispe Santos, A. (2015). Semillas de *Pinus tecunumanii* “Pino rojo. Recuperado a partir de: <http://cicadfor.com/wp-content/uploads/2021/02/Pinus-tecunumanii-Eguiluz.pdf>

- Rodríguez-García, L. B., Fernández-Castellanos, F. A., Íñiguez-Covarrubias, G., Rodríguez-Guzmán, E., Rodríguez-Díaz, E. y Arriaga-Ruiz, M. C. (2010). Utilización de bagazo de agave como sustrato para producción de plántulas de tomate. *Scientia – CUCBA*. 12(1-2), 11 – 15. http://www.cucba.udg.mx/sites/default/files/publicaciones1/page_scientia_cucba/scientia_vol12.pdf
- Sánchez Leiva, F. (2013). Influencia de sustratos activos para el crecimiento de pino (*Pinus radiata* Don.) producidos bajo condiciones del vivero forestal en la comunidad de Cuticsa – Santo Tomas de Pata – Angaraes – Huancavelica (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía, Perú
- Stevens, W. D. (2001). Flora de Nicaragua. St. Louis, Missouri: Missouri Botanical Garden Press. Disponible en: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/nicaragua/welcome.shtml>
- Terés, V. (2001). Relaciones aire-agua en sustrato de cultivo como base para el control de riego. Metodología de laboratorio y modelización. Univesidad Politécnica de Madrid. Tesis doctoral
- Terés, V., & Beunza, A. (1997). Caracterización física de los sustratos de cultivos. *Horticultura*, 38-41.
- Tut Si, M. O. (2014). Evaluación de cinco sustratos para la producción en viveros de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii* Rose); Santa Catalina la Tinta, Alta Verapaz (Tesis pregrado). Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Licenciatura en Ingeniería Forestal con Énfasis en

Silvicultura y Manejo de Bosques, Guatemala. Recuperado a partir de <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2014/06/22/Tut-Maynor.pdf>

Valenzuela, O. R. (2001). Propiedades del lombricompuesto como sustrato. En Tratamiento integral de residuos sólidos. Universidad Nacional Entre Rios

Valenzuela, O., & Gallardo, C. (2005). Características de los sustratos utilizados por los viveros forestales. Universidad Entre Rios.

Vega, C. J. A. (1986). Estudio de algunos factores que influyen en la producción de *Pinus montezumae* Lamb. En vivero (Tesis pregrado). Universidad Autónoma Chapingo, Facultad de Ciencias Forestales, México.

ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia de la investigación

Tabla A1. Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TÍTULO: Efecto de cuatro tipos de sustratos y tres envases en la obtención de plantones de pino (<i>Pinus tecunumanii</i>) en vivero, anexo Marapata – Paucartambo – Pasco 2017				
Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicador
¿Cuál es la respuesta de crecimiento y desarrollo de los plantones de pino (<i>Pinus tecunumanii</i>) en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo-Pasco 2017?	Evaluar parámetros de crecimiento y desarrollo de los plantones de pino (<i>Pinus tecunumanii</i>) en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo-Pasco 2017.	Los 04 sustratos y tres envases presentan diferencia significativa en el crecimiento y desarrollo de plantones de pino (<i>Pinus tecunumanii</i>) en vivero en el Anexo de Marapata-Paucartambo-Pasco- 2017	<p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipos de sustratos ➤ Envases <p>Variable Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Emergencia ➤ Crecimiento inicial ➤ Calidad de planta 	<p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Porcentaje de plantas prosperas para instalación <p>Variable Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Porcentaje de plantas emergidas ➤ Grosor del tallo ➤ Altura de planta
¿Cuáles son las características cuantitativas en la obtención de plantones de pino (<i>Pinus tecunumanii</i>) en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo, Pasco- 2017?	Evaluar características cuantitativas en la obtención de plantones de pino (<i>Pinus tecunumanii</i>) en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo, Pasco- 2017.	Los plantones de pino (<i>Pinus tecunumanii</i>) presentan diferencias significativas en las características cuantitativas en vivero en el Anexo de Marapata, distrito de Paucartambo - Pasco- 2017	<p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Tipos de sustratos. ➤ Envases <p>Variable Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Emergencia ➤ Crecimiento inicial ➤ Calidad de planta 	<p>Variable Independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Porcentaje de plantas prosperas para instalación <p>Variable Dependiente</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Porcentaje de plantas emergidas ➤ Grosor del tallo ➤ Altura de planta

Anexo B. Instrumentos de recolección de datos

Tabla B1. Registro de las variables observadas durante el experimento.

"EVALUACIÓN DE PLANTONES DE PINO (<i>Pinus Tecumanii</i>) A NIVEL DE VIVERO CON 04 TIPOS DE SUSTRATO EN 03 SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS EN EL ANEXO DE MARAPATA DISTRITO DE PAUCARTAMBO PROVINCIA Y REGIÓN PASCO 2017"													
INDICADOR:										FECHA:			
FORMATO DE EVALUACIÓN DE TESIS													
BLOQUE I	N° PL.	T1S1	T1S2	T1S3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	T4S1	T4S2	T4S3
	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
BLOQUE II	N° PL.	T4S1	T4S2	T4S3	T3S1	T3S2	T3S3	T2S1	T2S2	T2S3	T1S1	T1S2	T1S3
	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
BLOQUE III	N° PL.	T1S1	T1S2	T1S3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S1	T3S2	T3S3	T4S1	T4S2	T4S3
	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
BLOQUE IV	N° PL.	T4S1	T4S2	T4S3	T3S1	T3S2	T3S3	T2S1	T2S2	T2S3	T1S1	T1S2	T1S3
	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
	6												
	7												
	8												
	9												
	10												
B1S1 = BANDEJA + COMPOST				B2S1 = BOLSA 4X4 + COMPOST				B3S1 = BOLSA 4X5 + COMPOST					
B1S2 = BANDEJA + HUMUS				B2S2 = BOLSA 4X4 + HUMUS				B3S2 = BOLSA 4X5 + HUMUS					
B1S3 = BANDEJA + SUSTRATO IMPORTADO				B2S3 = BOLSA 4X4 + SUSTRATO IMPORTADO				B3S3 = BOLSA 4X5 + SUSTRATO IMPORTADO					
B1S4 = BANDEJA + SUSTRATO MICORRIZADO				B2S4 = BOLSA 4X4 + SUSTRATO MICORRIZADO				B3S4 = BOLSA 4X5 + SUSTRATO MICORRIZADO					
Factor B = Tipos de producción de plantas				Niveles : B1, B2, B3									
Factor S = Sustratos				Niveles : S1, S2, S3, S4									

Tabla B2. Porcentaje de emergencia.

Bloques	B1			B2			B3			B4		
	S1	S2	S3									
I	84	96	80	80	96	92	80	84	80	76	92	76
II	64	80	72	76	92	80	76	72	76	80	88	96
III	72	60	80	80	56	72	68	72	80	68	60	84
IV	36	72	100	76	72	100	72	72	60	72	100	88

Tabla B3. Crecimiento inicial – altura de planta.

Bloques	B1			B2			B3			B4		
	S1	S2	S3									
I	2.5	3	3	2	3.85	3.95	3.1	3.05	3	2	2.6	3.1
II	2.8	2.8	2.15	2.59	3.9	3.8	2.25	4.1	3.55	2.92	2.85	3.05
III	2.5	2	2.38	2.4	2.42	3.1	2.6	3.45	2.6	2.45	2.3	2.25
IV	2.2	2.4	2.35	2.05	2.65	2.55	2.6	2.3	3.1	2	2.15	2.25

Tabla B4. Grosor del tallo a los 30 días.

Bloques	B1			B2			B3			B4		
	S1	S2	S3									
I	0.07	0.06	0.05	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06	0.06	0.07
II	0.05	0.05	0.04	0.03	0.04	0.05	0.03	0.03	0.03	0.06	0.04	0.02
III	0.05	0.03	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06
IV	0.06	0.07	0.06	0.04	0.06	0.06	0.03	0.02	0.04	0.06	0.03	0.03

Tabla B5. Calidad de plantones – altura de plantón.

Bloques	B1			B2			B3			B4		
	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
I	10.843	13.05	12.62	10.02	16.53	13.4	10.25	13.56	13.14	11.4	11.16	13.73
II	11.7	13.34	12.16	10.47	16.81	13.78	10.68	13.99	13.42	10.96	11.51	14.6
III	10.175	12.5	12.06	10.27	17.1	13.25	10.21	15	14.16	11.38	10.59	14.43
IV	10.995	13.23	14.57	10.98	14.98	11.81	11.03	13.42	14.64	10.21	10.05	13.54

Tabla B6. Grosor del tallo a los 240 días.

Bloques	B1			B2			B3			B4		
	S1	S2	S3									
I	0.3063	0.3	0.273	0.284	0.199	0.31	0.243	0.215	0.232	0.227	0.33	0.327
II	0.208	0.29	0.257	0.14	0.215	0.307	0.228	0.205	0.189	0.215	0.302	0.28
III	0.243	0.28	0.237	0.172	0.228	0.314	0.297	0.254	0.203	0.218	0.319	0.218
IV	0.273	0.223	0.249	0.159	0.224	0.296	0.188	0.268	0.2	0.244	0.252	0.249

ANEXO C. Fotografías

Figura C1. Acondicionamiento de sustrato (compost, humus, sustrato micorrizado y sustrato importado).



Figura C2. Preparación de sustrato (compost, humus, sustrato micorrizado y sustrato importado).



Figura C3. 4 tipos de sustrato, (compost, humus, sustrato micorrizado y sustrato importado).



Figura C4. Llenado de sustratos a envases – bandejas (compost, humus, sustrato micorrizado y sustrato importado).



Figura C5. Llenado de sustratos en bandejas – bolsas (compost, humus, sustrato micorrizado y sustrato importado)



Figura C6. Orden de los tratamientos según diseño DBCA, listo para la instalación.



Figura C7. Siembra directa en envases – bandejas y bolsas (compost, humus, sustrato micorrizado y sustrato importado).



Figura C8. Instalación de vivero culminado, experimento Factorial de 4A X 3B en D.B.C.A.



Figura C9. Desarrollo de plantines de Pino a los 60 días (compost, humus, sustrato micorrizado y sustrato importado).



Figura C10. Desarrollo de plantas de pino a los 120 días.



Figura C11. Evaluación y recolección de datos de cada tratamiento (compost, humus, sustrato micorrizado y sustrato importado) y envases.



Figura C12. Visita de supervisión de los jurados Mg. Carlos A. DE LA CRUZ MERA, Ing. Gina E. CASTRO BERMUDEZ, Ing. Moisés. TONGO PIZARRO y Asesores Doc. Edith. ZEVALLOS ARIAS, Ing. Dante, BECERRA POZO, al Anexo de Marapata.

