



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

**EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN
SEXUAL DE *Pinus radiata* D. Don y *Pinus patula* Schiede & Deppe EN
CONDICIONES DE VIVERO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO FORESTAL

AUTOR: ANGEL EDUARDO JIMÉNEZ LÓPEZ

DIRECTOR: ING. MIGUEL ÁNGEL GUALLPA CALVA MSc.

Riobamba – Ecuador

2022

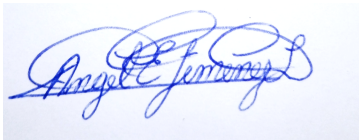
©2022, Ángel Eduardo Jiménez López

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Ángel Eduardo Jiménez López, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba. 18 de febrero de 2022

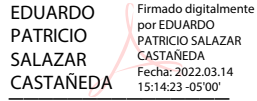




Ángel Eduardo Jiménez López

0605017649

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN SEXUAL DE *Pinus radiata* D. Don y *Pinus patula* Schiede & Deppe EN CONDICIONES DE VIVERO**, realizado por el señor: **ÁNGEL EDUARDO JIMÉNEZ LÓPEZ**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, El mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda MsC. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL	 EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA Firmado digitalmente por EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA Fecha: 2022.03.14 15:14:23 -05'00'	2022-02-18
Ing. Miguel Ángel Guallpa Calva MsC. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR	 Firmado electrónicamente por: MIGUEL ANGEL GUALLPA CALVA	2022-02-18
Ing. Vilma Fernanda Noboa Silva MsC. MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE INTEGRACION CURRICULAR	 Firmado electrónicamente por: VILMA FERNANDA NOBOA SILVA	2022-02-18

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza, fe y esperanza todos días, por permitirme respirar y continuar este largo camino que se llama vida. Con mucho amor y cariño a mi padre Ángel Eduardo Jiménez por ese apoyo brindado todos los días, por ser esa fortaleza familiar para seguir adelante, por dejar todo su aliento en su trabajo para que nada falte a sus hijos. A mi madre Rosa Elvira López, por ser el cerebro de la familia por apoyarnos incondicionalmente, por creer en mí hasta el final, y por ser ese motor que hace que se mueva mi corazón todos los días, por ese empuje y firmeza en todo momento, por no permitir que me sintiera solo y por hacerme entender que la familia es lo más importante. A mi Hermana Tania Jiménez por ser ese apoyo moral que todo hombre necesita, por ese aliento y por poner las esperanzas en mí. A mi hermano Brayan Fernando Jiménez por convertirse en mi amigo y gran confidente de lo bueno y malo, por ese apoyo incondicional que un hermano puede brindar.

Eduardo

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser tan bueno conmigo por regalarme una familia y por ser fiel y por guardarme de todas las cosas malas de la vida.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, principalmente a la Escuela de Ingeniería Forestal por contribuir en mi formación estudiantil.

A los Ingenieros Miguel Gualpa como director de tesis y Vilma Noboa como miembro del trabajo de titulación, por su profesionalismo y apoyo incondicional, por la paciencia y enseñanzas que llevaré toda la vida.

Agradezco a mis amigos Brian, Belén, Doris y compañeros por brindarme esa amistad incondicional y verdadera.

Al Ingeniero Hugo Rodríguez por su tiempo y colaboración para que este sueño se haga realidad.

Eduardo

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. MARCO TÉORICO REFERENCIAL	4
1.1. Descripción de las Especies	4
1.1.1. <i>Pinus radiata</i> D. Don	4
1.1.1.1. Origen	4
1.1.1.2. Taxonomía.....	4
1.1.2. Descripción botánica	5
1.1.2.1. Forma.....	5
1.1.2.2. Copa.....	5
1.1.2.3. Hojas / flores.....	5
1.1.2.4. Frutos.....	5
1.1.2.5. Usos.....	5
1.1.2.6. Manejo	6
1.1.2.7. Condiciones ambientales	6
1.1.2.8. Germinación de la semilla	6
1.1.3. <i>Pinus patula</i> Schiede & Deppe	6
1.1.3.1. Origen	6
1.1.3.2. Taxonomía.....	7
1.1.4. Descripción botánica	7
1.1.4.1. Forma.....	7
1.1.4.2. Copa.....	7
1.1.4.3. Hojas / flores.....	7
1.1.4.4. Frutos.....	8
1.1.4.5. Usos.....	8

1.1.4.6.	<i>Manejo</i>	8
1.1.4.7.	<i>Condiciones Ambientales</i>	8
1.1.4.8.	<i>Germinación de la Semilla</i>	9
1.2.	<i>Vivero</i>	9
1.2.1.	<i>Tipos de Vivero</i>	9
1.2.1.1.	<i>Viveros Permanentes</i>	10
1.2.1.2.	<i>Viveros Temporales</i>	10
1.3.	<i>Sustratos</i>	10
1.3.1.	<i>Propiedades del Sustrato</i>	11
1.3.2.	<i>Propiedades Físicas del Sustrato</i>	11
1.3.2.1.	<i>Granulometría</i>	12
1.3.2.2.	<i>Porosidad</i>	12
1.3.2.3.	<i>Capacidad de retención de agua</i>	12
1.3.2.4.	<i>Porosidad del aire</i>	12
1.3.2.5.	<i>Densidad</i>	12
1.3.2.6.	<i>Estructura</i>	13
1.3.3.	<i>Propiedades Químicas</i>	13
1.3.3.1.	<i>PH</i>	13
1.3.3.2.	<i>Velocidad de Descomposición</i>	13
1.3.3.3.	<i>Capacidad para el intercambio catiónico</i>	14
1.3.3.4.	<i>Salinidad</i>	14
1.3.3.5.	<i>Fertilidad</i>	14
1.3.3.6.	<i>Relación Carbono/Nitrógeno</i>	14
1.3.4.	<i>Tipos de Sustratos</i>	14
1.3.4.1.	<i>Turba</i>	14
1.3.4.2.	<i>Corteza de Pino</i>	15
1.3.4.3.	<i>Arena</i>	15
1.3.4.4.	<i>Humus</i>	15
1.3.5.	<i>Preparación del sustrato</i>	15
1.3.5.1.	<i>Obtención, transporte y acumulación de tierra, arena y materia orgánica</i>	16
1.3.5.2.	<i>Tamizado</i>	16
1.3.5.3.	<i>Llenado de Bolsas</i>	16
1.3.6.	<i>Tratamientos Pre culturales</i>	16
1.3.6.1.	<i>Obtención de la semilla</i>	16

1.3.6.2.	<i>Tratamiento Pre germinativo</i>	17
1.3.6.3.	<i>Desinfección del sustrato</i>	17
1.3.6.4.	<i>Siembra</i>	17
1.3.6.5.	<i>Época de Siembra</i>	18
1.3.6.6.	<i>Germinación</i>	18
1.3.7.	<i>Prácticas Culturales</i>	19
1.3.7.1.	<i>Riego</i>	19
1.3.7.2.	<i>Deshierbe</i>	19
1.3.7.3.	<i>La Remoción</i>	19
1.3.7.4.	<i>Abonadura y Fertilización</i>	20

CAPITULO II

2.	MARCO METODOLÓGICO	21
2.1.	Caracterización del lugar	21
2.1.1.	<i>Localización</i>	21
2.1.2.	<i>Ubicación Geográfica</i>	21
2.1.3.	<i>Condiciones Climáticas</i>	21
2.1.4.	<i>Zona de Vida</i>	21
2.1.5.	<i>Materiales</i>	22
2.1.5.1.	<i>Materiales de campo</i>	22
2.1.5.2.	<i>Materiales y equipos de oficina</i>	22
2.2.	Metodología	22
2.2.1.	<i>Diseño Experimental</i>	22
2.2.2.	<i>Factores de Estudio</i>	22
2.2.3.	<i>Combinación de factores para esta investigación</i>	23
2.2.4.	<i>Tratamientos de estudio</i>	23
2.2.4.1.	<i>Especificaciones del campo experimental</i>	24
2.2.5.	<i>Análisis de Varianza</i>	24
2.2.6.	<i>Análisis estadístico</i>	25
2.2.7.	<i>Proceso de producción de Pinus radiata y Pinus patula</i>	25
2.2.7.1.	<i>Determinación del área y construcción de umbráculo</i>	25
2.2.7.2.	<i>Obtención de Sustratos</i>	25
2.2.7.3.	<i>Preparación y mezcla de Sustratos</i>	26

2.2.7.4.	<i>Enfundado</i>	27
2.2.7.6.	<i>Tratamiento pre germinativo</i>	28
2.2.7.7.	<i>Siembra</i>	28
2.2.7.8.	<i>Riego</i>	29
2.2.7.9.	<i>Deshierbas</i>	29
2.2.7.10.	<i>Protección</i>	30
2.2.7.11.	<i>Control fitosanitario</i>	30
2.2.8.	<i>Toma de Datos de germinación de las semillas y crecimiento inicial</i>	31
2.2.8.1.	<i>Emergencia de las semillas</i>	31
2.2.8.2.	<i>Altura de plántulas</i>	31
2.2.8.3.	<i>Diámetro del cuello</i>	32

CAPITULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
3.1	Determinación el porcentaje de germinación de las especies forestales	33
3.1.1.	<i>Análisis del porcentaje de germinación a los 30 días posterior a la siembra</i>	33
3.1.2.	<i>Análisis del porcentaje de germinación a los 45 días posterior a la siembra</i>	34
3.1.3.	<i>Análisis del porcentaje de germinación a los 60 días posterior a la siembra</i>	35
3.2.	Evaluar el efecto de los sustratos en el crecimiento inicial de las especies	36
3.2.1.	<i>Análisis de altura de planta a los 45 días posterior a la siembra</i>	36
3.2.2.	<i>Análisis de la DAC a los 45 días posterior a la siembra</i>	37
3.2.3.	<i>Análisis de la altura a los 60 días posterior a la siembra</i>	38
3.2.4.	<i>Análisis del DAC a los 60 días posterior a la siembra</i>	38
3.2.5.	<i>Análisis de la altura a los 90 días posterior a la siembra</i>	39
3.2.6.	<i>Análisis del DAC a los 90 días después de la siembra</i>	41

CONCLUSIONES	44
---------------------------	-----------

RECOMENDACIONES	45
------------------------------	-----------

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Detalle de porcentajes para la mezcla y sustratos a utilizar en la investigación.....	23
Tabla 2-2:	Combinación de factores para DBCA con estructura Bifactorial.....	23
Tabla 3-2:	Distribución de los tratamientos en el campo.....	24
Tabla 4-2:	Esquema del ADEVA para la investigación.....	24
Tabla 1-3:	Porcentaje de germinación los 30 días después de la siembra.....	33
Tabla 2-3:	Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de germinación a los 30 días.	34
Tabla 3-3:	Porcentaje de germinación a los 30 días posteriores a la siembra.	34
Tabla 4-3:	Porcentaje de germinación a los 45 días después de la siembra.....	34
Tabla 5-3:	Porcentaje de germinación, 45 días posteriores a la siembra.	35
Tabla 6-3:	Porcentaje de germinación a 60 días después de la siembra.	35
Tabla 7-3:	Porcentaje de germinación a 60 días posteriores a la siembra.....	36
Tabla 8-3:	Análisis de varianza para la altura a 45 días posteriores a la siembra.	36
Tabla 9-3:	Análisis de varianza del DAC a 45 días posteriores a la siembra.	37
Tabla 10-3:	DAC a los 45 días posteriores a la siembra.	37
Tabla 11-3:	Altura de las plántulas a los 60 días después de la siembra.....	38
Tabla 12-3:	Análisis de varianza del DAC a los 60 días posteriores a la siembra.	38
Tabla 13-3:	DAC a los 60 días posteriores a la siembra.	39
Tabla 14-3:	Análisis de varianza para la altura a los 90 días posteriores a la siembra.	39
Tabla 15-3:	Sustrato a los 90 días posteriores a la siembra.	40
Tabla 16-3:	Prueba de Tukey al 5% para el factor especies a los 45 días.....	40
Tabla 17-3:	Tukey al 5% para la interacción entre sustrato y especie a los 90 días.	40
Tabla 18-3:	DAC de las plántulas a los 90 días después de la siembra.	41
Tabla 19-3:	Prueba de Tukey al 5% para la especie a los 90 días.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Determinación del área de estudio y construcción del umbráculo.....	25
Figura 2-2:	Obtención de suelos y compra de sustratos.....	26
Figura 3-2:	Preparación y combinación porcentual de los sustratos.....	26
Figura 4-2:	Proceso de enfundado.	27
Figura 5-2:	Desinfección y mezcla del sustrato antes de la siembra.	27
Figura 6-2:	Semillas después de 24 horas de refrigeración.	28
Figura 7-2:	Colocación de la semilla	28
Figura 8-2:	Riego con una bomba de aspersión.....	29
Figura 9-2:	Deshierbe después de la germinación	29
Figura 10-2:	Protección con plástico para evitar las bajas temperaturas.	30
Figura 11-2:	Segunda desinfección del sustrato para evitar hongos.....	30
Figura 12-2:	Emergencia de las semillas.	31
Figura 13-2:	Medición de la altura de las plántulas.....	32
Figura 14-2:	Medición del diámetro a la altura del cuello (DAC).....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** MAPA DE UBICACIÓN DEL LUGAR DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN.
- ANEXO B:** RECOLECCIÓN DE SUELO DE BOSQUE
- ANEXO C:** RECOLECCIÓN DE LA TIERRA NEGRA.
- ANEXO D:** MEDICIÓN DE LOS SUSTRATOS ANTES DE PROCEDER CON LA MEZCLA.
- ANEXO E:** MEZCLA DE SUSTRATOS Y DESINFECCIÓN DE ESTOS.
- ANEXO F:** VOLTEOS Y MEDICIÓN PARA LOS PRÓXIMOS SUSTRATOS.
- ANEXO G:** MEZCLA DE LA CASCARILLA CON LA TIERRA NEGRA.
- ANEXO H:** TURBA PREPARADA PARA LA COMBINACIÓN CON LA TIERRA NEGRA.
- ANEXO I:** COLOCACIÓN DEL PRIMER Y SEGUNDO SUSTRATO EN SUS RESPECTIVAS BOLSAS.
- ANEXO J:** DESINFECCIÓN DE SUSTRATOS ANTES DE LA DISTRIBUCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.
- ANEXO K:** PROCESO DE LLENADO DE LAS 200 BOLSAS PARA CADA SUSTRATO.
- ANEXO L:** SORTEO PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.
- ANEXO M:** COLOCACIÓN DE LAS BOLSAS SEGÚN EL DISEÑO EXPERIMENTAL.
- ANEXO N:** COLOCACIÓN DE LAS ETIQUETAS PARA LA IDENTIFICACIÓN.
- ANEXO O:** SEMILLAS DESPUÉS DE 12 HORAS DE REFRIGERACIÓN.
- ANEXO P:** SIEMBRA DIRECTA A LA BOLSA CON UNA PROFUNDIDAD ADECUADA.
- ANEXO Q:** CUBIERTA DE PLÁSTICO PARA EVITAR LAS NOCHES FRÍAS.
- ANEXO R:** PRIMERAS PLANTAS AL GERMINAR 30 DÍAS POSTERIOR A LA SIEMBRA.
- ANEXO S:** PLÁNTULAS A LOS 45 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.
- ANEXO T:** DESHIERBE A MANO PARA EVITAR MALTRATAR A LAS PLANTAS.
- ANEXO U:** PLANTAS LISTAS PARA LA PRIMERA MEDICIÓN.
- ANEXO V:** PRIMERA MEDICIÓN DE LA ALTURA Y DAC.
- ANEXO W:** PLANTA DE PINUS RADIATA A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.
- ANEXO X:** MEDICIÓN DE LA ALTURA UTILIZANDO UNA CINTA MÉTRICA.
- ANEXO Y:** MEDICIÓN DEL DAC A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.
- ANEXO Z:** MEDICIÓN DEL DAC A LOS 90 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA
- ANEXO AA:** MEDICIÓN DE LA ALTURA A LOS 90 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.
- ANEXO BB:** COMPARACIÓN DE MEDIAS SEGUN LOS SUSTRATOS A LOS 30 DIAS

- ANEXO CC:** COMPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA ESPECIE A LOS 30 DIAS.
- ANEXO DD:** COMPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN EL SUSTRATO A LOS 30 DIAS.
- ANEXO EE:** COMPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN EL SUSTRATO A LOS 60 DIAS.
- ANEXO FF:** DAC SEGÚN LA ESPECIE A LOS 45 DIAS.
- ANEXO GG:** DAC A LOS 60 SEGÚN LA ESPECIE A LOS 45 DIAS.
- ANEXO HH:** ALTURA A LOS 90 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA.
- ANEXO II:** COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA ESPECIE A LOS 90 DIAS.
- ANEXO JJ:** INTERACCIÓN DE LOS FACTORES SUSTRATOS Y ESPECIES A LOS 90 DIAS.
- ANEXO KK:** COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA ESPECIE A 90 DIAS.
- ANEXO LL:** DETALLE DE LOS DATOS OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 30,45, Y 60 DIAS POSTERIOR A LA SIEMBRA
- ANEXO MM:** DATOS PROMEDIOS DE LAS MEDICIONES DE LA ALTURA Y DEL DAC A LOS 45, 60, Y 90 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.

RESUMEN

Esta investigación consistió en la evaluación de cuatro sustratos en la propagación sexual de *Pinus radiata* y *Pinus patula* en condiciones de vivero. El ensayo se estableció al aplicar un DBCA con estructura bifactorial de 8 tratamientos y 4 bloques. Para ello se utilizaron 4 sustratos S1) tierra negra 50% cascarilla 25% arena 25%, S2) Tierra negra 75% Turba 25%, S3) Tierra negra 50% Cascarilla 25% Suelo de bosque 25% S4) tierra negra 50% Humus 25% suelo de bosque 25%. Mediante las fases de recolección de semilla, adquisición y preparación de sustratos, diseño del umbráculo, llenado de bolsas, desinfección de sustratos, distribución de las unidades experimentales, siembra de las semillas, deshierba, riego, conteo de plántulas geminadas, medición de altura y DAC. Con el propósito de determinar el mejor sustrato se evaluaron las variables: Porcentaje de emergencia, altura y el diámetro a la altura del cuello (DAC). El análisis de varianza y la comparación de medias con la prueba de Tukey a un nivel de significancia de 5%, se determinó diferencias significativas entre los sustratos utilizados. De acuerdo con los resultados para el porcentaje de emergencia el mejor sustrato fue el S2, con el valor más alto a los 60 días posteriores a la siembra, con el 81,5%, en *P. patula*, seguido de *P. radiata* con el 80%, No así el S4, en el cual se obtuvo una baja tasa de germinación a los 60 días con un 30% de emergencia en *P. radiata*, y 33% de *P. patula*, debido a la compactación que experimento el sustrato en mención. Para aumentar el porcentaje de emergencia se recomienda realizar nuevos estudios utilizando el S2, semilla certificada y condiciones técnicas óptimas para la propagación de las dos especies en estudio.

Palabras clave: <VIVERO>, <*Pinus radiata*>, <*Pinus patula*>, <PROPAGACIÓN SEXUAL>, <DIAMETRO A LA ALTURA DEL CUELLO (DAC)>, <PORCENTAJE DE GERMINACIÓN>, <UMBRACULO>.



Firmado electrónicamente por:
**CRISTHIAN
FERNANDO
CASTILLO RUIZ**



0435-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This research consisted on the evaluation of four substrates in the sexual propagation of *Pinus radiata* and *Pinus patula* under nursery conditions. The trial was established by applying a DBCA with a bifactorial structure of 8 treatments and 4 blocks. Four substrates were used S1) black soil 50% husk 25% sand 25%, S2) black soil 75% peat 25%, S3) black soil 50% husk 25% forest soil 25% S4) black soil 50% humus 25% forest soil 25%. Through the phases of seed collection, acquisition and preparation of substrates, design of the shade house, filling of bags, disinfection of substrates, distribution of experimental units, sowing of seeds, weeding, irrigation, counting of twinned seedlings, measurement of height and DAC. In order to determine the best substrate, the following variables were evaluated: Percentage of emergence, height and diameter at collar height (DAC). The analysis of variance and the comparison of means with Tukey's test at a significance level of 5% determined significant differences between the substrates used. According to the results for the percentage of emergence, the best substrate was S2, with the highest value at 60 days after planting, with 81.5%, in *P. patula*, followed by *P. radiata* with 80%, but not S4, in which a low germination rate was obtained at 60 days with 30% of emergence in *P. radiata* and 33% in *P. patula*, due to the compaction experienced by the substrate in question. In order to increase the percentage of emergence, it is recommended to carry out new studies using S2, certified seed and optimal technical conditions for the propagation of the two species under study.

Key words: <NURSERY>, <*Pinus radiata*>, <*Pinus patula*>, <SEXUAL PROPAGATION>, <DIAMETER AT NECK HEIGHT (DAC)>, <GERMINATION PERCENTAGE>, <EMERGENCE PERCENTAGE>, <EMERGENCE RATE>.



Firmado electrónicamente por:
**ELSA AMALIA
BASANTES
ARIAS**

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la demanda de plantas es cada vez mayor, ya que no solo las empresas afines a la industria forestal tienen la responsabilidad y capacidad de ejecutar proyectos de forestación y reforestación, los gobiernos autónomos descentralizados locales, provinciales y nacional están en la capacidad de ejecutar unidades de producción como viveros forestales, ya sea para el aprovechamiento sustentable o para la conservación del Ambiente, esto hace que se requiera mayor investigación en el manejo de sustratos para la producción de plantas. La creciente demanda de productos forestales y la disminución de bosque nativo remanente en la región interandina hacen necesaria la investigación para la implementación de fuentes semilleras de especies valiosas y adaptables a las condiciones de suelo y clima (Vizcaíno y Pupiales, 2008, p. 9).

El pino es una especie exótica muy difundida y apreciada en la región interandina, debido a su alta adaptabilidad, rápido crecimiento y muy buena rentabilidad, ya que actualmente su madera es utilizada para la carpintería en general y para la elaboración de tableros MDF. Después del eucalipto es la especie más plantada en la sierra, se lo puede utilizar en sistemas silvopastoriles, cortinas rompevientos, cercas vivas, o en plantaciones puras (Ecuador Forestal, 2008, p. 1).

ANTECEDENTES

Las plantaciones forestales son un componente esencial del que disponen los ingenieros forestales, en sus permanentes esfuerzos por elevar la productividad de las plantaciones sin aumentar la presión sobre los bosques naturales y el de ofrecer servicios eco sistémicos, se ve la necesidad de optar por la producción de plántulas mejoradas en vivero, estas plántulas son mucho mejor que las que se regeneren en el campo de manera natural ya que su germinación y desarrollo están siendo controladas todo el tiempo. Aplicando un tratamiento pre germinativo se logra promover la germinación de la mayor parte de las semillas. Además, con la evaluación de diferentes sustratos se logra ampliar la información disponible, generando nuevas opciones de producción de plántulas mejor adaptadas.

El tratamiento pre germinativo es un proceso que favorece la permeabilidad de la cubierta de la semilla a la entrada de agua y oxígeno esto es necesario para garantizar una mejor germinación de la semilla, obteniendo buenos rendimientos en la producción de plántulas y elevando la calidad de los productos del vivero.

PROBLEMA

En Ecuador, es necesario que existan estudios complementarios de sustratos adecuados que permitan homogenizar el porcentaje de germinación en vivero para la producción de *Pinus radiata* y *Pinus patula* con el propósito de satisfacer la demanda de plántulas de calidad a ser utilizadas en proyectos de forestación y reforestación.

JUSTIFICACIÓN

En Ecuador, son necesarios estudios complementarios de sustratos adecuados para las especies *Pinus patula* y *Pinus radiata*, varias especies forestales tienen la capacidad de mantener sus semillas en latencia, lo que hace que su germinación natural sea difícil, con la aplicación de sustratos y un adecuado tratamiento pre-germinativo facilita la germinación de las semillas. Además, el análisis de los sustratos es de gran beneficio industrial, ya que las especies antes mencionadas son de alto aprovechamiento forestal, es necesario realizar esta investigación cuyos resultados permitirán a los expertos en viveros y técnicos forestales manejar de mejor manera la producción a gran escala de tan exitosa especie, así logrando cumplir con programas forestales y programas de conservación, ya que son especies muy importantes a nivel nacional.

OBJETIVOS

General

- Evaluar cuatro sustratos en la propagación sexual de *Pinus radiata* D. Don y *Pinus patula* Schiede & Deppe en condiciones de vivero.

Específicos

- Determinar el porcentaje de germinación de las especies forestales *Pinus radiata* y *Pinus patula*.
- Evaluar el efecto de los sustratos en el crecimiento inicial de las especies en estudio.

HIPÓTESIS

Hipótesis nula

- Ninguno de los sustratos tiene un efecto positivo en la propagación sexual de *Pinus radiata* y *Pinus patula*

Hipótesis Alternante

- Al menos uno de los sustratos tiene un efecto positivo en la propagación sexual de *Pinus radiata* y *Pinus patula*.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Descripción de las Especies

1.1.1. *Pinus radiata* D. Don

1.1.1.1. Origen

Pinus radiata es una especie originaria de California. Prospera en la mayoría de los suelos, pero prefiere franco arenoso muy profundo, con buen drenaje cuando es posible y PH neutro, requiere mucho fósforo, boro, zinc. Prefiere los climas templados o cálidos, ya que no puede tolerar inviernos muy fríos, pero incluso tolera temperaturas que llegan hasta los -12 ° C, por lo que prefiere los climas templados o cálidos. La precipitación óptima es de entre 800 y 1700 mm por año, pero las sequías de verano pueden durar hasta varios meses (Vinueza, 2013, p. 3).

1.1.1.2. Taxonomía

Según Don (1982, p. 1), el Pino radiata tiene la siguiente clasificación botánica.

Reino: Plantae

División: Pinophyta

Subdivisión: Gymnospermae

Clase: Pinopsida

Orden: Pinales

Familia: Pinaceae

Género: Pinus

Nombre Vulgar: Pino radiata

1.1.2. Descripción botánica

1.1.2.1. Forma

El árbol mide de 15 a 50 m de altura, rara vez de 60 m, con DN de 30 a 90 cm. Los fenotipos varían ampliamente, desde individuos sanos con tallos rectos, copas tupidas, redondeadas e irregulares, hasta poblaciones de madera partida, curva, nudosa y otros defectos. Las poblaciones registraron un aumento anual promedio de 15 m³ / ha por año (Aguilera, 2001, p. 1).

1.1.2.2. Copa

Según Vinueza (2013, p. 3), presenta una copa cónica, corteza papirácea, escamosa y de color rojizo en la parte superior del tallo y en las ramas.

1.1.2.3. Hojas / flores

Hojas en grupos de 3 y, a veces, 4, raramente 5 en algunos márgenes lanceolados, en forma de aguja, lisos, ligeramente caídos, de color verde pálido, ligeramente dentados. Flores en racimos, flores femeninas muy vistosas, de color amarillo cremoso o naranja (Vinueza, 2013, p. 3).

1.1.2.4. Frutos

Según Aguilera (2001, p. 1), en E.U.A la apertura de los conos puede ocurrir de agosto a octubre y la dispersión de semillas de octubre a noviembre. Los conos son serosos y estables, con mayor rendimiento de semillas en individuos de 15 a 20 años de edad.

1.1.2.5. Usos

Pinus radiata es un ejemplar cuya madera tiene propiedades mecánicas a la par del resto de las coníferas y por ello es muy valorada en carpintería y mobiliario, construcción de madera, embalajes y pulpa mecánica. Una de sus características destacables es su uniformidad. *Pinus radiata* proporciona muy buena calidad para muebles y es pobre en la producción de pulpa de celulosa química (Gutiérrez, 2014, p. 18)

1.1.2.6. Manejo

El manejo debe estar orientado a la producción de materias primas de alta calidad y enfocarse en cultivar algunos árboles de buen tamaño, forma y con el menor número de defectos posible; No se cumplen los estándares para plantaciones de *Pinus radiata* de edad media a superior (Ferrere et al., 2015, p. 1).

1.1.2.7. Condiciones ambientales

Para que el árbol de *Pinus radiata* crezca bien, necesita una precipitación anual de 600 a 1500 mm, una temperatura media anual de 11 a 18 ° C y puede tolerar heladas ligeras. En Ecuador, corresponde al hábitat de bosques secos de tierras bajas, es decir, con un clima moderadamente húmedo (Viera, 2013, p. 5).

1.1.2.8. Germinación de la semilla

Esta es una especie con una tasa de germinación muy alta superior al 70%, la capacidad de germinar es hipogea (cotiledones sobre el suelo), por lo que las semillas no deben estar demasiado llenas de sustrato, siempre tener condiciones favorables para el crecimiento de semillas. La germinación es uno de los aspectos más importantes, ya que la germinación activa es un indicador de una población de plantas de alto vigor (Viera, 2013, p. 6).

1.1.3. *Pinus patula* Schiede & Deppe

1.1.3.1. Origen

Es una planta forestal muy importante, se encuentra en México, en algunos países de Centroamérica y el Caribe y en algunos países de América Latina como Argentina, Brasil, Ecuador, Colombia y Venezuela. La altitud a la que se adaptan mejor es a 1650 metros sobre el nivel del mar, y su crecimiento desciende por debajo de los 1000 metros sobre el nivel del mar. Crece mejor en suelos ácidos. La temperatura óptima para su crecimiento es entre 10 y 40°C, siendo la más recomendada 30°C, por lo que la baja temperatura es un factor limitante para su crecimiento en la Cordillera de los Andes (Blanco, 2020, p. 2).

1.1.3.2. Taxonomía

Según, (Schiede y Deppe, 1997, p. 1) el *Pinus patula* tiene la siguiente clasificación botánica.

Reino: Plantae

División: Spermatophyta

Subdivisión: Pinophyta

Clase: Pinopsida

Orden: Coniferas

Familia: Pinaceae

Género: Pinus

Nombre Vulgar: Pino patula

1.1.4. Descripción botánica

1.1.4.1. Forma

Regularmente esta especie miden entre 20 y 30 m, en algunas ocasiones pueden llegar a medir 40 m de alto. Poseen un tallo principal cilíndrico que rara vez puede producir dos o más tallos, y miden alrededor de 1.2 m de diámetro. Del mismo modo, los tallos presentan dominancia apical a una edad de 30 años. Las brácteas laterales, más o menos horizontales, algunas veces tienden a estar arqueadas (Blanco, 2020, p. 2).

1.1.4.2. Copa

Según Vinueza (2013, p. 2), Copa cónica y corteza papirácea, normalmente escamosa y de color rojizo en la parte alta del tallo y en las ramas.

1.1.4.3. Hojas / flores

La subsección oocarpae, a la que pertenece esta especie de pino, está caracterizada por especies que poseen de a tres hojas por fascículo, pero a veces cambian entre dos y cinco. La hipodermis consiste en células de diferentes formas. También poseen poros resiníferos, intermedios, rara vez internos o septados. Las acículas suelen durar de dos a cuatro años, en fascículos de tres o cuatro, rara vez de

dos a 5. Estas acículas miden de 15 a 30 cm, y, pero generalmente suelen medir 20 cm. Su color es amarillento o verde oscuro. Los márgenes de las hojas son aserrados con presencia de estomas en todos lados (Blanco, 2020, p. 2).

1.1.4.4. Frutos

Según Blanco (2020, p. 2), los conos o piña son cónicos, y puede tener una variedad de formas, desde subesféricas hasta ovaladas o cilíndricas, uniformemente simétricas y ligeramente oblicuas. Es igual que en *Pinus patula* y otras especies nativas de California y México como *Pinus insignis*, *Pinus tuberculata* y *Pinus muricata*. Hay una ligera irregularidad entre las escamas en las superficies interior y exterior. Los conos suelen variar en color de gris a marrón claro, sepia o marrón oscuro y translúcido. Las escamas tienen espinas convexas y se abren de manera desigual para dejar caer semillas. El número estimado de partículas varía de 35 a 80 por cono.

1.1.4.5. Usos

La madera cilíndrica se utiliza de forma continua, para la construcción, de mobiliario y prefabricados; para celulosa y papel, encofrados, cajones, muebles. Actualmente, los usos potenciales son tablas, hojas inferiores, palillos; ya que la madera laminada densa se puede utilizar como mangos de herramientas, objetos torneados, vigas, madera contrachapada y triplex (Meneses, 2011, pp. 29-30).

1.1.4.6. Manejo

La ordenación de la densidad forestal es fundamental en el manejo forestal. Después de la calidad del sitio, este se considera el segundo factor más importante que determina la productividad de un bosque. El aclareo crea importantes condiciones favorables para el manejo de los rodales por parte del administrador forestal. El aclareo es el trabajo directo del rodal que libera espacio de cultivo al eliminar algunos árboles y colocar a los individuos restantes en una posición competitiva, reasignando el potencial de crecimiento del rodal (García et al., 2013, p. 2).

1.1.4.7. Condiciones Ambientales

Es una planta originaria del México subtropical, necesita regularmente una precipitación anual de 600 a 2500 mm, puede crecer en rodales puros o en combinación con otras especies como *Pinus*

teocote. En Colombia, esta especie ha sido introducida desde Sudáfrica y México. Es la gimnosperma más utilizada en los trópicos y subtrópicos. Actualmente se encuentra en Centro y Sudamérica (Argentina, Brasil, Venezuela, Colombia y Ecuador) (Ospina et al., 2011, p. 4).

1.1.4.8. Germinación de la Semilla

Mojar las semillas antes de sembrar interrumpirá la latencia externa y normalizará la germinación. Las semillas se remojaron en agua ligeramente tibia a 30°C durante 24 h. Este proceso acelera la germinación, con tasas de germinación que van del 64% al 80%, después de 14 días. Además, el proceso permite la separación de semillas huecas o vanas, esto se debe a que flota y se puede quitar a mano (Ospina et al., 2011, p. 19).

1.2. Vivero

Es un área de tierra para la producción y reproducción de árboles forestales, frutales ornamentales y plantas medicinales utilizadas en forestación y agrosilvicultura. La producción agrícola es el arte de salvar vidas y asegurarnos de tener plántulas de alta calidad apropiadas para la comunidad, ayudando a formar granjas sostenibles y sistemas agroforestales, cambiando el entorno natural y nutriendo la fuente de ingresos económicos de la comunidad (Bonilla et al., 2014, p. 5).

Para elegir una buena ubicación del vivero debemos seguir las siguientes recomendaciones.

- Contar con suficiente cantidad de agua de calidad durante la mayor parte del año, esta no debe estar contaminada.
- El área del vivero debe estar protegida con cercas vivas, arboles, o linderos para minimizar el daño causado por heladas, animales, vientos, y personas que puedan ingresar al área sin autorización previa.
- Debe tener guardianía para evitar robos.
- Debe adoptarse un enfoque de calidad para evitar maltrato de las plántulas.

1.2.1. Tipos de Vivero

De acuerdo con el tiempo que deben estar las plantas en los viveros, pueden ser permanentes o temporales.

1.2.1.1. Viveros Permanentes

Son permanentes porque se instalan por tiempo indefinido y por lo tanto requieren de infraestructura básica como invernaderos, viveros, sistemas de riego, bodegas, áreas de servicio para trabajadores, estacionamientos, etc., equipos, maquinaria, plan de producción y manejo. Algunas de estas incubadoras son bastante grandes y requieren un alto nivel de ingeniería y costos iniciales más altos para operar y mantener (Reyes, 2015, pp. 19-20).

1.2.1.2. Viveros Temporales

Los viveros son temporales o públicos y, a menudo, se instalan por un período corto cerca de los sitios de siembra. Son incubadoras de apoyo y adaptables que gestionan la producción de pequeñas cantidades de materiales. Son de construcción simple, tienen bajos costos de instalación y mantenimiento relativamente bajo, y a menudo se instalan con materiales muy cerca del sitio. A menudo, estos satisfacen las necesidades de un proyecto específico, con una fecha límite específica para su finalización. Está en un área de difícil acceso, pero está muy cerca del área de cultivo. Su principal producción son las plantas forestales (Reyes, 2015, p. 19-20).

1.3. Sustratos

El sustrato es un factor principal y necesariamente el más importante para la germinación de todas las semillas forestales, si se desea realizar una reproducción asexual, este suelo debe estar muy bien desinfectado para evitar la contaminación de las plántulas.

Según Rodríguez (2010, p. 13), el medio debe nutrir la planta y provocar una infección por hongos, que no es necesaria en el régimen de vacunación previsto. En el sistema de plantación pretendido, el sustrato debe ser un material inerte desprovisto de nutrientes, con buenas características de temperatura y humedad.

La base para el manto o cama debe ser lo más suelta posible, la más utilizada es una combinación de tierra negra y 20-30% de arena para mejorar la textura, dándole una estructura suelta que ayuda a una maceta. Las plántulas a menudo se trasplantan y profundizan activamente las raíces, lo que permite que el agua ingrese rápidamente y previene el desarrollo de enfermedades que afectan el crecimiento y la producción (Ludueña, 2012, p. 4).

Los elementos más utilizados son: suelo agrícola, suelo negro, arena y materia orgánica descompuesta, pueden obtener una mezcla porosa, que favorece una buena impermeabilización. Lo que recomiendan los expertos es utilizar una mezcla similar a las siguientes proporciones, (relación 3: 3: 3: 1); es decir, 30% de tierras de cultivo, 30% de suelo negro, 30% de arena de río, 10% de materia orgánica descompuesta (Bonilla et al., 2014, p. 5)

1.3.1. Propiedades del Sustrato

Atributos a considerar al usar los elementos para obtener el sustrato adecuado (Moncada, 2018, pp. 19-20).

- Granulometría: tamaño medio y distribución del tamaño de partículas. Cuanto más grandes sean las partículas, mayor será el contenido de aire en el suelo y menor contenido de agua para determinada succión. Relación óptima aire/agua: 3/1.
- Porosidad: Mayor a 85 %
- Capacidad de agua disponible: 24 - 40 %.
- Densidad aparente: Menor a 0.4 gr/cm³.
- Relación C/N y grado de estabilidad de la materia orgánica.
- Capacidad de intercambio de cationes (CIC): 6-15 meq/100gr (24-60 meq/litro).
- pH con efecto importante en la disponibilidad de nutrientes.
- Cantidad y disponibilidad de nutrientes.
- Concentración de sales en la solución acuosa.
- La salinidad dependerá del tipo de sustrato y del agua de riego. A menor volumen del recipiente, más riesgoso es la acumulación de sales a niveles de toxicidad.
- Conductividad eléctrica: menor a 0.65 mmhos/cm.
- Bajo costo.
- Libre de enfermedades, plagas y malezas.

1.3.2. Propiedades Físicas del Sustrato

Las propiedades físicas se define como la porosidad total, capacidad de aireación, capacidad de retención de agua, densidad aparente y densidad real (Cruz, et al., 2012, p. 21).

1.3.2.1. Granulometría

Además de la densidad aparente, el comportamiento en agua cambia debido a la porosidad externa, que aumenta el tamaño de poro a medida que aumenta el tamaño de partícula, por lo que el tamaño de partícula o fibra determina el comportamiento del sustrato. De la naturaleza y del tamaño de partículas del sustrato depende principalmente sus propiedades físicas, como la distribución de aire, agua y la disponibilidad para las raíces (Moncada, 2018, p. 20).

1.3.2.2. Porosidad

Las raíces necesitan oxígeno para respirar. La cantidad de aire necesaria para el suelo depende en gran medida de la porosidad total. La porosidad total es el porcentaje del volumen total del suelo que no está ocupado por materia sólida y se compone de aire y agua. Es importante recordar que algunos componentes del suelo, como la perlita, tienen los poros cerrados. Por lo tanto, incluso cuando el sustrato está completamente saturado, hay bolsas de aire que quedan atrapadas en la composición y las raíces no pueden usarlo (Chen, 2021, p. 1).

1.3.2.3. Capacidad de retención de agua

Es la diferencia entre el volumen de agua retenido por el suelo después de ser llenado y dejado escurrir, con una tensión de matriz de 10 cm, y el volumen de agua retenido cuando se inhala a 50 cm de c. a. El valor óptimo está entre el 20% y el 30% del volumen (Moncada, 2018, p. 20).

1.3.2.4. Porosidad del aire

La aireación es el porcentaje de aire en un volumen constante de medio después de que el medio se satura con agua y se drena el agua libre. Cuanto mayor sea la aireación, más oxígeno pueden absorber las raíces (Chen, 2021, p. 1).

1.3.2.5. Densidad

La densidad del sustrato se refiere a la densidad de los sólidos que lo componen y se llama densidad real, o la densidad se calcula tomando en cuenta el área total ocupada por los componentes sólidos además de los huecos espaciales y se llama porosidad aparente.

La densidad real tiene un interés relativo. Su valor depende de la materia de que se trate y generalmente suele variar entre 2.5-3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su factibilidad para el transporte y manejo. Los valores de densidad aparente se prefieren bajos (0.7-01) y que garanticen una consistencia adecuada de la estructura (InfoAgro, 2017, p. 2).

1.3.2.6. Estructura

Puede ser granular o fibroso como la mayoría de los sustratos minerales. El primer tipo no tiene una forma fija, se adapta fácilmente a la forma del recipiente, mientras que el segundo tipo depende de las propiedades de las fibras. Cuando se unen con ciertos selladores, conservan su forma sólida y no se ajustan a la forma del recipiente, pero son muy sensibles a los cambios de volumen y densidad cuando hay una transición del estado húmedo al estado húmedo (InfoAgro, 2017, p. 2).

1.3.3. Propiedades Químicas

La reacción química del medio de cultivo se define como la transferencia de sustancias a través de las raíces entre el medio y la solución nutritiva. Esta transferencia se produce entre el sustrato y la solución de nutrientes y puede deberse a reacciones de diferente naturaleza (InfoAgro, 2017, p. 2).

1.3.3.1. PH

Los sustratos en muchos de los cultivos requieren un PH que debieran mantenerse en un rango de 5.5 – 6.5 dependiendo de la disponibilidad de nutrientes. Esta es una propiedad muy importante, y podemos aplicar los nutrimentos pero si no está en un PH adecuado la raíces de las plantas no los absorberán eficazmente y se perderán los nutrientes (Díaz, 2010, p. 4).

1.3.3.2. Velocidad de Descomposición

La tasa de degradación está en función de las condiciones ambientales en las que se encuentran la población microbiana y el sustrato. Esta puede causar defectos de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disponibilidad de elementos biodegradables como (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas) determina la aceleración con la cual se realizara la descomposición (InfoAgro, 2017, p. 2).

1.3.3.3. Capacidad para el intercambio catiónico

Los sustratos orgánicos tienen la capacidad de adsorber cationes metálicos y dependen del pH: cuanto mayor es el pH, mayor es la capacidad de intercambio catiónico. Para una turba rubia, la capacidad de intercambio catiónico se eleva desde 50 hasta 100 meq/100 g cuando el pH se incrementa desde 3.5 hasta 5.5 (Moncada, 2018, pp. 22-24).

1.3.3.4. Salinidad

La salinidad de la solución del suelo debe ser muy baja y se basa en una referencia que su conductividad sea menor de 2 mmohs/cm (Reyes, 2015, p. 30).

1.3.3.5. Fertilidad

Según Reyes (2015, p. 30), los sustratos deben ser inocuo para poder manejar el desarrollo de las plántulas y plantas.

1.3.3.6. Relación Carbono/Nitrógeno

Tradicionalmente se ha utilizado como indicador del origen, madurez y estabilidad de la materia orgánica. El daño que se produce en las plantas que crecen sobre materia orgánica inmadura se debe en parte a la fijación de nitrógeno y la reducción de la disponibilidad de oxígeno en la biosfera. Esta condición es causada por la actividad bacteriana. La actividad microbiana descompone las fuentes orgánicas y utiliza Nitrógeno para la síntesis de proteínas celulares (Moncada, 2018, pp. 22-24).

1.3.4. Tipos de Sustratos

1.3.4.1. Turba

La turba resulta de la degradación de las plantas de los pantanos. Se dice que es estéril debido al proceso de fabricación a alta temperatura, pero en realidad causa problemas fitosanitarios debido a las moscas de los hongos. Es liviano y aguanta de 10 a 20 veces su peso en agua. El compost debe usarse correctamente porque contiene pocos minerales (Prieto et al., 2009, p. 13).

1.3.4.2. Corteza de Pino

Es muy estable y su porosidad permite la aireación del sustrato. Debe triturarse en trozos muy pequeños (1-2 cm) y luego mezclarse con turba en diferentes cantidades. El aserrín se utiliza siempre que no provenga de madera tratada con productos tóxicos para las plantas. En los sustratos que utilizaron estos residuos, se deben utilizar dosis adicionales de fertilizantes nitrogenados, ya que estos residuos forestales carecen de nitrógeno (Moncada, 2018, p. 26).

1.3.4.3. Arena

La arena consiste en pequeños granos de roca, de 0.05 a 2 mm de diámetro, dependiendo de la composición mineral de la roca madre. La arena de cuarzo se usa a menudo en la cría. Se recomienda esterilización o tratamiento térmico antes de su uso para esterilización. Prácticamente no contiene nutrientes minerales y no tiene capacidad de almacenamiento (amortiguación) ni de intercambio catiónico. A menudo se usa con algo de materia orgánica (Moncada, 2018, p. 26).

1.3.4.4. Humus

Compuesto por restos de plantas, animales y hogares, la materia lombriz se acumula y forma compost y, a medida que se agregan lombrices para digerir la materia orgánica, el producto final resultante se llama compost. Excelente acondicionador de suelos. Ciertas propiedades del humus de lombriz modifican las propiedades físico - químicas y microbiológicas del suelo (Moncada, 2018, p. 26).

1.3.5. Preparación del sustrato

Según Reyes (2015, p. 23), el factor más importante a la hora de fijar una base es que sea ligera, hidratante e inofensiva. Todos los ingredientes utilizados deben mezclarse y esterilizarse completamente antes de su uso.

Según Ludueña (2012, p. 3), para una excelente preparación del sustrato existen tres pasos básicos que el técnico encargado del vivero debe tener muy en cuenta.

1.3.5.1. Obtención, transporte y acumulación de tierra, arena y materia orgánica

Consiste en la acumulación de tierra, arena, cascarilla y materia orgánica necesaria para el llenado de las fundas.

1.3.5.2. Tamizado

Consiste en colar la tierra en una zaranda 4 x 4 con el objetivo de eliminar rocas, escombros, raíces, malezas y mejorar la germinación y el crecimiento radicular de las plantas.

1.3.5.3. Llenado de Bolsas

Aunque este proceso es fácil, largo, caro y laborioso, se recomienda utilizar tubos de plástico del mismo diámetro que la bolsa. el tubo se inserta en la parte inferior de la carcasa y el otro extremo sobresale en el sustrato previamente preparado, hasta que el tubo esté completamente llena la funda; posterior, se van ubicando las fundas en los bancales dejándolas rectas y ordenadas en número de 10 a lo ancho del bancal. Con un m³ de sustrato se logran llenar aproximadamente 500 fundas de 6 pulgadas x 9 pulgadas.

1.3.6. Tratamientos Pre culturales

1.3.6.1. Obtención de la semilla

Las semillas que vamos a utilizar deben provenir de individuos buenos, fuertes y fructíferos, preferiblemente con tallos rectos, sin ramitas que impidan que el tallo crezca bien. Esto es para asegurar que las plantas obtenidas de estas semillas hereden la mayoría de las características de sus padres. El árbol madre se selecciona según el destino de la finca, producto de madera o celulosa. (Vizcaíno y Pupiales, 2008, p. 9).

En el vivero, las semillas se secan para reducir la humedad que pueden retener y terminan madurando, facilitando la apertura de los conos. Uno de los métodos de secado más utilizados es al aire libre, cuando pasa una corriente de aire seco a través de ellos, o también se pueden secar en el horno. Las semillas se pueden recolectar manualmente golpeando los conos o mecánicamente con una máquina. Después de que se liberan los gránulos, el segundo paso es endulzar; Esto se puede hacer

manualmente, preferiblemente cuando el grano está húmedo, o por medios mecánicos, cuando el grano está seco. Una correcta limpieza se realiza por métodos mecánicos, para quitar las impurezas y semillas que estén dañadas o huecas se colocan en tamices vibratorios, con diferentes tamaños de malla, y son expuestas a corrientes de aire; otra opción es colocar las semillas en agua y dejarlas flotar, las que estén buenas se hundirán (Vizcaíno y Pupiales, 2008, p. 9)

1.3.6.2. Tratamiento Pre germinativo

En cuanto a la germinación de las semillas en coníferas se lo puede realizar utilizando varios métodos o tratamientos pre-germinativos, uno de los más populares y que se lo va a realizar en este estudio es la inmersión de la semilla en agua al ambiente durante 12 horas.

Según Ludueña (2012, p. 4), un tratamiento ampliamente utilizado para interrumpir la latencia de las semillas en especies forestales, especialmente las coníferas, puede superarse mediante el uso de diferentes etapas de germinación en frío. (estratificación en frío) generalmente 2° y 4°C.

1.3.6.3. Desinfección del sustrato

El suelo y los medios se pueden desinfectar aplicando diferentes técnicas, eligiendo un método de esterilización único que tenga en cuenta las condiciones de cada sistema de cultivo. Dependiendo de su actividad, los diferentes tratamientos de esterilización suelen tener actividad bactericida o son biodegradables y tienen una actividad bactericida muy baja (Aguirre, 2013, p. 8).

Según Aguirre (2013, p. 8), la desinfección química del suelo se caracteriza por la alta eficiencia de insecticidas, fungicidas y herbicidas. La toxicidad de los productos para el tratamiento del suelo es un factor que recomienda limitar su uso.

1.3.6.4. Siembra

La siembra se realiza según el tamaño y la calidad de la semilla. Si estás cultivando una planta con semillas híbridas, debes sembrarlas directamente con regularidad, sin olvidar algunos aspectos muy importantes para el éxito, como: colocarlas a una profundidad no superior al doble de su tamaño. Cuando la siembra se la va a realizar en camas es recomendable que la cama tenga las siguientes dimensiones, 3m de largo, 1,20m de ancho, y 0,15m de altura o también se puede sembrar de forma

directa colocando una semilla en cada una de las bolsas o tubetes con el sustrato apropiado, este relleno se lo puede realizar de forma manual y mecánica (Reyes, 2015, p. 24).

Según Rodríguez (2010, p. 13), para que la siembra sea correcta se debe seguir los siguientes pasos:

- 1) Se debe llenar las bolsas o tubetes todas las cavidades con sustrato.
- 2) Dar golpes ligeros las fundas o tubetes para obtener una buena compactación y así evitar que es el sustrato se riegue.
- 3) Llenar bien los espacios superiores hasta los bordes para que quede una superficie uniforme.
- 4) Retirar el exceso de sustrato y dejar al ras del contenedor o de la bolsa para mejorar la siembra y la penetración del agua obteniendo una buena humedad.

1.3.6.5. Época de Siembra

La recolección y selección de semillas no certificadas es un aspecto para considerar al seleccionar semillas nativas. En la actualidad existen bancos de semillas con una gran cantidad de especies para su posterior comercialización. Sin embargo, si queremos reproducir especies con semillas rebeldes, debemos colocarlas en el momento de la producción, ya que no suelen tolerar el almacenamiento por más de 6 meses (Reyes, 2015, p. 25).

1.3.6.6. Germinación

La germinación incluye todos los procesos que comienzan con la absorción de agua por parte de la semilla en reposo y terminan con el alargamiento del eje embrionario. El signo visible al final de la germinación suele ser la aparición del centro embrionario a través de las cubiertas externas, aunque en el sector manufacturero se acepta que la señal de germinación generalmente se considera una imagen de semillas vivas emergiendo del sustrato (Varela y Arana, 2010, p. 3).

Según (El semillero, 2010, p. 2) Para obtener una correcta germinación de las semillas es indispensable tener en consideración estos tres requisitos: a) Que la semilla este ubicada en un ambiente con condiciones de humedad, sustrato, disponibilidad de oxígeno y temperatura sean adecuadas, b) El segundo requisito es que embrión esté vivo y tenga la capacidad de germinar y c) Que las semillas puedan superar las condiciones que impiden la germinación, lo cual se puede superar regularmente con los tratamientos pre - germinativos.

1.3.7. Prácticas Culturales

1.3.7.1. Riego

Con respecto al riego, es necesario prestar especial atención a la fuente de agua disponible que se desinfecta para evitar enfermedades de las plantas, el mantenimiento debe realizarse con mucho cuidado, la estructura y el diseño deben mantenerse de acuerdo con el plan, y esto debe hacerse por personas capacitadas y experimentadas.

Para un buen Riego (Bonilla et al., 2014, p. 5), recomienda los siguientes pasos.

- 1) La frecuencia y cantidad de agua varían según la especie, pero esta actividad se realiza mejor por la mañana.
- 2) La mejor opción de riego para semilleros, se recomienda usar una regadera, con esto se logra controlar la humedad adecuada para la germinación de las semillas.
- 3) El riego en las platabandas de crecimiento y o adaptación debe ser preferentemente por gravedad (Inundación).

1.3.7.2. Deshierbe

Según Bonilla et al., (2014, p. 5), las malezas compiten por agua y nutrientes con las plántulas, por lo que es necesario el deshierbe, para esto se debe regar la cama de 1 a 2 horas antes de esta actividad.

Una forma muy económica de controlar las malas hierbas es utilizar materia orgánica en descomposición y colocarla sobre un sustrato. Este método reduce significativamente el uso de productos químicos y es respetuoso con el medio ambiente. El control químico se realiza mediante herbicidas selectivos post-emergentes, que son los más económicos. Antes de usar el herbicida, pruebe el pH del agua de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Esto asegura un uso eficaz (Reyes, 2015, p. 28-29).

1.3.7.3. La Remoción

Esto se hace con plántulas de producción en la bolsa, que deben ser removidas para clasificarlas por tamaño y salud, aprovechando para efectuar la poda de raíces y así contribuir a la lignificación de las plántulas (Bonilla et al., 2014, p. 5).

1.3.7.4. Abonadura y Fertilización

Esto generalmente se hace después de que aparecen signos de deficiencia nutricional en las plántulas, como defoliación o coloración amarillenta de las hojas. Use fertilizantes orgánicos y / o fertilizantes, como el uso de bioles (Bonilla et al., 2014, p. 5).

La fertilización química no debe alterar el valor de la reacción del suelo o del sustrato, para lo que se recomienda utilizar: en suelos ácidos, nitrato cálcico, amonitro, escorias Thomas, sulfato potásico y nitrato potásico; y en suelos básicos, sulfato amónico, superfosfatos y cloruro potásico. El control muy práctico del estado fisiológico del vivero con respecto a la fertilización del suelo y los requerimientos de fertilizantes minerales se realiza mediante análisis foliar de nutrientes, para comparación con análisis de nutrientes y con tablas estándar por especies (Reyes, 2015, pp. 28-29).

CAPITULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Caracterización del lugar

2.1.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el barrio La Cruz ubicado al ingreso de la parroquia San Andrés, a pocas cuadras del colegio San Andrés vía a Guano, junto a la Panamericana Norte vía a Quito, perteneciente a la provincia de Chimborazo, se localiza a 8km de la ciudad de Riobamba.

2.1.2. Ubicación Geográfica

- Lugar: San Andrés Barrio La Cruz
- Sistema de coordenadas: WGS84
- Latitud: 756235.67
- Longitud: 9823518.80
- Altitud: 2971 msnm

2.1.3. Condiciones Climáticas

Según INAMHI (2021, p. 5), la parroquia cuenta con las siguientes condiciones climáticas:

Temperatura promedio: 18°C

Precipitación: 560,1mm

Altitud: 2971 msnm

2.1.4. Zona de Vida

De acuerdo con el MAE (2013, p. 45) la clasificación de la zona de vida del lugar donde se realizó la investigación es: estepa espinosa montano bajo.

2.1.5. Materiales

2.1.5.1. Materiales de campo

Fundas de Vivero 4 x 6 cm., botas, pala, Calibrador pie de rey, zaranda, azadón, baldes, carretilla, guantes, mangueras, vitavax (Carboxin + Captan), regadera, bomba de aspersión, sustratos (arena, tierra negra, turba, suelo de bosque, humus, cascarilla), lonas, azadón.

2.1.5.2. Materiales y equipos de oficina

Computadora, impresora (Epson), hojas de papel bond, libreta, lápiz, borrador, carpeta.

2.2. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en la presente investigación, se aplicará el siguiente proceso metodológico.

2.2.1. Diseño Experimental

Para la presente investigación se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar con estructura bifactorial de 8 tratamientos y 4 bloques, en la cual se ubicaron 25 submuestras por repetición dando un total de 400 plántulas por especie.

2.2.2. Factores de Estudio

Los factores por evaluar son:

Factor S = Sustratos

Arena, tierra negra, suelo de bosque, humus, turba, las combinaciones porcentuales se detalla en la tabla 1-2.

Tabla 1-2: Detalle de porcentajes para la mezcla y sustratos a utilizar en la investigación.

S1	Sustrato 1	Tierra Negra (50%)	Cascarilla (25%)	Arena (25%)
S2	Sustrato 2	Tierra Negra (75%)	Turba (25%)	
S3	Sustrato 3	Tierra Negra (50%)	Cascarilla (25%)	Suelo de Bosque (25%)
S4	Sustrato 4	Tierra Negra (50%)	Humus (25%)	Suelo de Bosque (25%)

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

Factor E = Especie

- E1 = *Pinus radiata*
- E2 = *Pinus patula*

2.2.3. *Combinación de factores para esta investigación*

Realizando la combinación de factores para esta investigación se logró ubicar 8 tratamientos, en cada tratamiento se ubica 25 unidades experimentales como se observa en la tabla 2-2.

Tabla 2-2: Combinación de factores para DBCA con estructura Bifactorial.

Sustratos	Especies	N° de Semillas	Tratamientos
S1	E1	25	T1 = S1E1
	E2	25	T2 = S1E2
S2	E1	25	T3 = S2E1
	E2	25	T4 = S2E2
S3	E1	25	T5 = S3E1
	E2	25	T6 = S3E2
S4	E1	25	T7 = S4E1
	E2	25	T8 = S4E2

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.4. *Tratamientos de estudio*

Las unidades experimentales en estudio son un total de 32, su distribución aleatoria se aprecia en la tabla 3-2.

Factor A: 4

Factor B: 2

r: 4

UE = (a*b*r)

UE = (2*4*4)

UE = 32

Tabla 3-2: Distribución de los tratamientos en el campo.

R4	R3	R2	R1
S2E2	S1E1	S3E1	S3E2
S4E1	S4E2	S3E2	S1E2
S1E1	S2E1	S1E1	S2E2
S4E2	S3E1	S4E2	S4E1
S3E1	S1E2	S1E2	S4E2
S3E2	S3E2	S2E1	S1E1
S2E1	S2E2	S2E2	S2E1
S1E2	S4E1	S4E1	S3E1

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.4.1. Especificaciones del campo experimental

Número de tratamientos: 8 con 4 repeticiones

Número de unidades experimentales: 32

Número de semillas por unidad experimental: 25

Número de plántulas evaluadas por unidad experimental: 25

2.2.5. Análisis de Varianza

Tabla 4-2: Esquema del ADEVA para la investigación.

Fuente de variación	GL
Repeticiones	3
Sustratos	4
Especies Forestales	2
Int. S x E	3
Error	21
Total	31

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.6. *Análisis estadístico*

Para el análisis estadístico se utilizó el software Insfostat, este ayudó a determinar cuál es el mejor tratamiento en el desarrollo de las plántulas de cada especie. Para el análisis de los datos se utilizó ANOVA, y para la separación de medias se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia.

2.2.7. *Proceso de producción de Pinus radiata y Pinus patula*

2.2.7.1. *Determinación del área y construcción de umbráculo*

El estudio se realizó en un vivero temporal con de un área 26 m². Para ejecutar el proyecto se seleccionó un sitio fijo, se colocó postes temporales además tablas como separadores en el suelo, como se observa en la (Figura 1-2).



Figura 1-2. Determinación del área de estudio.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.2. *Obtención de Sustratos*

La arena se extrajo a orillas de un río en el sector la josefina, la tierra negra se consiguió en el sector de Urbina, la turba y el humus se compró en un centro agropecuario, el suelo de bosque se obtuvo en el sector la josefina en donde anteriormente existía un bosque de pino (Figura 2-2).



Figura 2-2. Obtención de suelos y compra de sustratos.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.3. Preparación y mezcla de Sustratos

Para realizar una mezcla correcta de sustratos, se tomó un balde de 0,0233m³, se colocó 8 baldes para completar el 100% del sustrato a utilizar, la tierra negra y la arena de río se tamizó en una zaranda pequeña para eliminar piedras y terrones que dificulten el enfundado. Con el 100% de sustrato se realizaron dos volteos para obtener una mezcla homogénea, con ello se logró llenar 200 fundas de 6cm x 4cm.

- Para el primer sustrato, se colocó 2 baldes de cascarilla, 2 baldes de arena y 4 baldes de tierra negra.
- Para el segundo sustrato, se colocó 6 baldes de tierra negra, y 2 baldes de turba.
- Para el tercer sustrato, se colocó 4 baldes de tierra negra, 2 baldes de cascarilla y 2 baldes de suelo de bosque.
- Para el cuarto sustrato, se colocó 4 baldes de tierra negra, 2 baldes de humus, 2 baldes de suelo de bosque. (Figura 3-2).



Figura 3-2. Preparación y combinación de los sustratos.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.4. *Enfundado*

Para el enfundado se utilizó fundas resistentes de 4cm de ancho por 6cm de largo las cuales se rellenan hasta el borde y se realiza una ligera presión para que queden bien estables. Siguiendo las recomendaciones de los expertos se llena 200 fundas de un sustrato y se avanzó con el siguiente sustrato hasta completar el diseño experimental (Figura 4-2).



Figura 4-2. Proceso de enfundado.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.5. *Desinfección de sustratos*

Una vez que todas las fundas estén llenas, se procedió a la desinfección, siguiendo las recomendaciones que indica el producto VITAVAX (Carboxin + Captan), se utilizó 5g/litro de agua, se elaboró dos bombas con capacidad de 20 litros, se rocío en todas las fundas llenas de sustrato (Figura 5-2).



Figura 5-2. Desinfección del sustrato.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.6. Tratamiento pre germinativo

Se aplicaron las siguientes recomendaciones, dejar las semillas en el congelador a una temperatura aproximada de 2°C a 4°C, por el periodo de 24 horas, luego de este tiempo se colocó en agua al ambiente para romper la dormancia por un periodo de 2 horas antes de proceder a la siembra (Figura 6-2).



Figura 6-2. Semillas después de 24 horas de refrigeración.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.7. Siembra

Para la siembra se recomienda regar agua antes de realizar los agujeros, con la ayuda de un palillo se realizó un orificio no tan profundo donde se colocó una semilla por cada funda, al momento de la siembra se tomó en cuenta ubicar la especie en su respectiva funda (Figura 7-2).



Figura 7-2. Colocación de la semilla

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.8. Riego

Para un riego uniforme y diario se utilizó dos bombas de aspersión de 20 litros, este riego se realizó todos los días por la tarde, evitando el calor del día (Figura 8-2).



Figura 8-2. Riego con una bomba de aspersión.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.9. Deshierbas

Después del repique de las plántulas se procedió a retirar las malezas a mano y con mucho cuidado para no dañar las plántulas germinadas, antes del deshierbe se remojó las unidades experimentales para una fácil remoción, este procedimiento se realizó en todo el ensayo (Figura 9-2).



Figura 9-2. Deshierbe después de la germinación

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.10. Protección

Para una mejor y rápida germinación se procedió a colocar un plástico que cubra la mayor parte del ensayo, se cubrió por las noches para evitar las bajas temperaturas que se da en sector en época de invierno, y en el día se retiró el plástico para evitar la presencia de hongos (Figura 10-2).



Figura 10-2. Protección con plástico para evitar las bajas temperaturas.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.7.11. Control fitosanitario

Para evitar la muerte de las plántulas por causa de hongos, se realizó un control preventivo posterior cuando las plántulas presentaron de 1 a 2 cm de altura. Se realizó esta labor utilizando vitavax (Carboxin + Captan), 5g/litro de agua, como lo recomienda el fabricante del producto (Figura 11-2).



Figura 11-2. Segunda desinfección del sustrato para evitar hongos.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.8. Toma de Datos de germinación de las semillas y crecimiento inicial

2.2.8.1. Emergencia de las semillas

Los datos de germinación de la semilla se registraron el 15 de junio de 2021, 30 días después de la siembra, aquí se visualiza los primeros brotes de *P. radiata* y *P. patula*, luego se evaluó a los 45 y 60 días después de la siembra ya que no existió uniformidad al momento de la emergencia de las semillas (Figura 12-2).



Figura 12-2. Emergencia de las semillas.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

Para la determinación del porcentaje de germinación se utilizó la siguiente fórmula de cálculo.

$$\% \text{ de germinación} = (\# \text{ de semillas} / \text{total de semillas por bloque}) * 100$$

Se registró cual fue la especie que se adaptó mejor al sustrato y se desarrolló mejor.

2.2.8.2. Altura de plántulas

Para obtener la altura de las plántulas se utilizó una cinta métrica, la medición se realizó a los 45 días después de la siembra, fue el momento en el que se observó la germinación en la mayor parte de las unidades experimentales, la segunda toma de datos de la altura se la realizó a los, 60 días después de la siembra, y la tercera toma de datos se la realizó, a los 90 días después de la siembra (Figura 13-2).



Figura 13-2. Medición de la altura de las plántulas.

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

2.2.8.3. *Diámetro del cuello*

El diámetro a la Altura del cuello (DAC), se realizó con un calibrador pie de rey, la medición se hizo a los 45, 60 y 90 días posteriores a la siembra, teniendo mucho cuidado de no romper la plántula al momento de la medición. (Figura 14-2)



Figura 14-2. Medición del diámetro a la altura del cuello (DAC).

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

CAPITULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Determinación el porcentaje de germinación de las especies forestales

3.1.1. Análisis del porcentaje de germinación a los 30 días posterior a la siembra

Según el análisis de varianza, para la variable porcentaje de germinación de las semillas de *P. radiata* y *P. patula*, a los 30 días posteriores a la siembra, los resultados mostraron que existen diferencias significativas para los factores sustratos y especies, mientras que en la interacción entre los factores no presenta diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 69,70% y la media de 17,5% (Tabla 1-3).

Tabla 1-3: Porcentaje de germinación los 30 días después de la siembra.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig
Repeticiones	140	3	46,67	0,31	0,8153	ns
Sustratos	1572	3	524	3,52	0,0328	*
Especies	882	1	882	5,93	0,0239	*
Sustratos*Especies	418	3	139,33	0,94	0,4406	ns
Error	3124	21	148,76			
Total	6136	31				

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

** : Diferencias altamente significativas;

* : Diferencias significativas;

ns: Diferencias no significativas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el porcentaje de germinación de las semillas de *P. radiata* y *P. patula* a los 30 días después de la siembra, se estableció que los sustratos presentan dos rangos (A - B), el sustrato 2 (tierra negra 75% + turba 25%) alcanzó el rango A con la media más alta del 23%, mientras que el sustrato 4 (tierra negra 50% + humus 25% + Suelo de bosque 25%) se ubicó en el rango B con la media de 5,5% (Tabla 2-3).

Tabla 2-3: Prueba de Tukey al 5% para el porcentaje de germinación a los 30 días.

Sustratos	Medias	Grupos	
2	23	A	
1	21,5	A	B
3	20	A	B
4	5,5		B

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el porcentaje de germinación de las semillas de *P. radiata* y *P. patula* a los 30 días después de la siembra, se estableció que el factor especies presentan dos rangos (A - B), la especie 1 (*P. radiata*) alcanzó el rango A, con la media más alta del 22,75%, mientras que la especie 2 (*P. patula*) se ubicó en el rango B, con la media de 12,25% (Tabla 3-3).

Tabla 3-3: Porcentaje de germinación a los 30 días posteriores a la siembra.

Especies	Medias	Grupos
1	22,75	A
2	12,25	B

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

3.1.2. Análisis del porcentaje de germinación a los 45 días posterior a la siembra

Según el análisis de varianza de la tabla 4-3 para la variable porcentaje de germinación de las semillas de *P. radiata* y *P. patula*, a los 45 días posterior a la siembra, los resultados mostraron que existen diferencias altamente significativas en el factor sustratos, mientras que en el factor especie y la interacción entre sustratos y especies no presenta diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 27,15% y una media de 56,88%.

Tabla 4-3: Porcentaje de germinación a los 45 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Repeticiones	853,5	3	284,5	1,19	0,3364	ns
Sustratos	7209,5	3	2403,17	10,08	0,0003	* *
Especies	544,5	1	544,5	2,28	0,1456	ns
Sustratos*Especies	649,5	3	216,5	0,91	0,4539	ns
Error	5006,5	21	238,4			
Total	14263,5	31				

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

** : Diferencias altamente significativas;

* : Diferencias significativas;

ns : Diferencias no significativas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el porcentaje de germinación de las semillas de *P. radiata* y *P. patula* a los 45 días después de la siembra, se estableció que los sustratos presentan dos rangos de significancia (A-B), el sustrato 2 alcanzó el rango A con la media más alta del 72%, mientras que el sustrato 4 se ubicó en el rango B con la media de 32% (Tabla 5-3).

Tabla 5-3: Porcentaje de germinación, 45 días posteriores a la siembra.

Sustratos	Medias	Grupos
2	72	A
3	63,5	A
1	60	A
4	32	B

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

3.1.3. Análisis del porcentaje de germinación a los 60 días posterior a la siembra

Según el análisis de varianza para la variable porcentaje de germinación de las semillas de *P. radiata* y *P. patula*, a los 60 días posterior a la siembra, los resultados mostraron que existen diferencias altamente significativas en el factor sustratos, mientras que, para el factor especies y la interacción de los factores no presenta diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 22,30% y la media fue de 60,88% (Tabla 6-3).

Tabla 6-3: Porcentaje de germinación a 60 días después de la siembra.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig
Repeticiones	373,5	3	124,5	0,68	0,5767	ns
Sustratos	11593,5	3	3864,5	20,97	<0,0001	**
Especies	24,5	1	24,5	0,13	0,7191	ns
Sustratos*Especies	321,5	3	107,17	0,58	0,6337	ns
Error	3870,5	21	184,31			
Total	16183,5	31				

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

** : Diferencias altamente significativas;

*: Diferencias significativas;
 ns: Diferencias no significativas.

Mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para el porcentaje de germinación de las semillas de *P. radiata* y *P. patula* a los 60 días después de la siembra, se estableció que el factor sustratos presenta dos rangos de significancia (A-B), el sustrato 2 alcanzó el rango A con la media más alta del 81,5%, mientras que el sustrato 4 se ubicó en el rango B con la media de 30% (Tabla 7-3).

Tabla 7-3: Porcentaje de germinación a 60 días posteriores a la siembra.

Sustratos	Medias	Grupos
2	81,5	A
3	69	A
1	63	A
4	30	B

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

3.2. Evaluar el efecto de los sustratos en el crecimiento inicial de las especies

3.2.1. Análisis de altura de planta a los 45 días posterior a la siembra

La variable altura de las plántulas de *P. radiata* y *P. patula*, a los 45 días posterior a la siembra, los resultados mostraron que no existen diferencias significativas en los factores sustratos, especies y para la interacción, el coeficiente de variación fue de 11,18% y una media de 1,33 cm (Tabla 8-3).

Tabla 8-3: Análisis de varianza para la altura a 45 días posteriores a la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Repetición	0,36	3	0,12	5,47	0,0061	ns
Sustratos	0,17	3	0,06	2,61	0,0787	ns
Especies	5,30E-04	1	5,30E-04	0,02	0,8775	ns
Sustratos*Especies	0,01	3	4,60E-03	0,21	0,8871	ns
Error	0,46	21	0,02			
Total	1	31				

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

** : Diferencias altamente significativas;
 * : Diferencias significativas;
 ns: Diferencias no significativas.

3.2.2. Análisis de la DAC a los 45 días posterior a la siembra

La variable DAC de las plántulas de *P. radiata* y *P. patula*, a los 45 días posterior a la siembra, los resultados mostraron que para la variable DAC existe diferencias altamente significativas en el factor especies, mientras que en el factor sustratos y la interacción no presentan diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 6,66% con una media de 1,05mm (Tabla 9-3).

Tabla 9-3: Análisis de varianza del DAC a 45 días posteriores a la siembra.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig
Repetición	0,06	3	0,02	6,68	0,0024	ns
Sustratos	0,01	3	4,90E-03	1,59	0,2227	ns
Especies	0,17	1	0,17	54,23	<0,0001	**
Sustratos*Especies	0,02	3	1,00E-02	2,4	0,0965	ns
Error	0,06	21	3,10E-03			
Total	0,33	31				

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

** : Diferencias altamente significativas;

* : Diferencias significativas;

ns: Diferencias no significativas.

Según la prueba de Tukey al 5% de significancia para el DAC a los 45 días después de la siembra de las dos especies en estudio, se estableció dos rangos de significancia (A-B), la especie 1 (*P. radiata*) alcanzó el rango más alto, (A) con una media de 1,13 mm mientras que la especie 2 (*P. patula*) se ubicó en el rango (B) con una media de 0,97 mm (Tabla 10-3).

Tabla 10-3: DAC a los 45 días posteriores a la siembra.

Especies	Medias	Grupos
1	1,13	A
2	0,97	B

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

3.2.3. Análisis de la altura a los 60 días posterior a la siembra

La variable altura tomada a los 60 días después de la siembra, los resultados mostraron que para los factores especies, sustratos e interacción no presentan diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 13,49 % con una media de 1,32 cm (Tabla 11-3).

Tabla 11-3: Altura de las plántulas a los 60 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Repetición	0,28	3	0,09	2,96	0,0559	ns
Sustratos	0,14	3	0,05	1,43	0,2621	ns
Especies	0,06	1	0,06	1,81	0,1927	ns
Sustratos*Especies	0,03	3	0,01	0,34	0,7974	ns
Error	0,67	21	0,03			
Total	1,18	31				

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

** : Diferencias altamente significativas;

* : Diferencias significativas;

ns: Diferencias no significativas.

3.2.4. Análisis del DAC a los 60 días posterior a la siembra

La variable DAC tomada a los 60 días después de la siembra, los resultados mostraron que para el factor especies existe diferencias altamente significativas mientras que para los factores sustratos, y la interacción no presenta diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 11,40% y la media de 1,08mm (Tabla 12-3).

Tabla 12-3: Análisis de varianza del DAC a los 60 días posteriores a la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Repetición	0,11	3	0,04	3,52	0,0328	ns
Sustratos	0,07	3	0,02	2,16	0,123	ns
Especies	0,15	1	0,15	14,28	0,0011	**
Sustratos*Especies	0,06	3	0,02	1,8	0,1781	ns
Error	0,22	21	0,01			
Total	0,6	31				

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

** : Diferencias altamente significativas;

* : Diferencias significativas;

ns : Diferencias no significativas.

Según la prueba de Tukey al 5% de significancia para el DAC a los 60 días después de la siembra de las especies de *P. radiata* y *P. patula*, se estableció que el factor especies presenta dos rangos de significancia (A-B), la especie 1 (*P. radiata*) alcanzó el rango más alto con una media de 1,16mm mientras que la especie 2 (*P. patula*) se ubicó en el rango B con una media de 1,01mm (Tabla 13-3).

Tabla 13-3: DAC a los 60 días posteriores a la siembra.

Especie	Medias	Grupos
1	1,16	A
2	1,01	B

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

3.2.5. Análisis de la altura a los 90 días posterior a la siembra

La variable altura tomada a los 90 días después de la siembra, los resultados mostraron que para los factores sustratos, especies, y la interacción presentaron diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación fue de 9,24 % con una media de 1,71 cm (Tabla 14-3).

Tabla 14-3: Análisis de varianza para la altura a los 90 días posteriores a la siembra.

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor	Sig
Repetición	0,64	3	0,21	8,56	0,0007	ns
Sustratos	1,15	3	0,38	15,02	<0,0001	**
Especies	0,23	1	0,23	9,38	0,0059	**
Sustratos*Especies	0,39	3	0,13	5,21	0,0076	**
Error	0,53	21	0,03			
Total	2,94	31				

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

** : Diferencias altamente significativas;

* : Diferencias significativas;

ns : Diferencias no significativas.

Según la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura a los 90 días después de la siembra de las especies de *P. radiata* y *P. patula*, se estableció que el sustrato presenta dos rangos de

significancia (A-B), el sustrato 2 alcanzo el rango A, el más alto con una media de 2,01 cm, mientras que el sustrato 4 el rango B con una media de 1,48 cm. (Tabla 15-3).

Tabla 15-3: Sustrato a los 90 días posteriores a la siembra.

Sustratos	Medias	Grupo
2	2,01	A
3	1,71	B
1	1,65	B
4	1,49	B

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

Según la prueba de Tukey al 5% de significancia para la altura a los 90 días después de la siembra de las especies de *P. radiata* y *P. patula*, se estableció que el factor especies presenta dos rangos de significancia (A-B), la especie 1 (*P. radiata*) alcanzo el rango A, el más alto con una media de 1,79 cm, mientras que la especie 2 (*P. patula*) el rango B con una media de 1,62 cm (Tabla 16-3).

Tabla 16-3: Prueba de Tukey al 5% para el factor especies a los 45 días.

Especies	Medias	Grupos
1	1,78	A
2	1,63	B

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

Según la prueba de al 5% de significancia para la altura a los 90 días después de la siembra de las especies de *P. radiata* y *P. patula*, se estableció que la interacción entre los factores sustratos y especies presentan tres rangos de significancia (A-B-C), el sustrato 2 y la especie 1 (*P. radiata*) alcanzaron el rango A, el más alto con una media de 2,23 cm, mientras que el sustrato 4 y la especie 1 (*P. radiata*) se ubicaron en el rango C con una media de 1,41 cm. (Tabla 17-3).

Tabla 17-3: Tukey al 5% para la interacción entre sustrato y especie a los 90 días.

Sustratos	Especies	Medias	Grupos
2	1	2,23	A
3	1	1,80	A B
2	2	1,79	B C
1	1	1,69	B C
1	2	1,6	B C
4	2	1,56	B C

3	2	1,56	B	C
4	1	1,42		C

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

3.2.6. Análisis del DAC a los 90 días después de la siembra

El análisis DAC tomada a los 90 días después de la siembra, los resultados mostraron que para el factor especies existe diferencias altamente significativas, mientras que para los factores sustratos y para la interacción no presenta diferencias significativas. El coeficiente de variación fue de 9,01% y la media de 1,17mm (Tabla 18-3).

Tabla 18-3: DAC de las plántulas a los 90 días después de la siembra.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	Sig
Repetición	0,06	3	0,02	1,71	0,1962	ns
Sustratos	0,02	3	0,01	0,71	0,5549	ns
Especies	0,41	1	0,41	36,65	<0,0001	**
Sustratos*Especies	0,06	3	0,02	1,78	0,1821	ns
Error	0,23	21	0,01			
Total	0,78	31				

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

** : Diferencias altamente significativas;

* : Diferencias significativas;

ns : Diferencias no significativas.

Según la prueba de Tukey al 5% de significancia para el DAC a los 90 días después de la siembra de las especies de *P. radiata* y *P. patula*, se estableció que el factor especies presenta dos rangos de significancia (A-B), la especie 1 (*P. radiata*) alcanzó el rango más alto con una media de 1,29mm mientras que la especie 2 (*P. patula*) se ubicó en el rango B con una media de 1,06mm (Tabla 19-3).

Tabla 19-3: Prueba de Tukey al 5% para la especie a los 90 días.

Especies	Medias	Grupos
1	1,29	A
2	1,06	B

Realizado por: Jiménez López, Ángel, 2021.

Discusión

La germinación a los 30 primeros días muestra que se encontraron diferencias significativas para los sustratos y las especies, el sustrato 2 (Tierra negra 75 % + turba 25 %) presentó a los 30 días una media del 23 % de germinación en la especie *P. radiata*, mientras que el sustrato 4 (tierra negra 50 %, + suelo de bosque 25 %, + humus 25 %), alcanzó una media de 5,5 % de germinación en la misma especie. Según (Viera, 2013, p. 28), en su investigación realizada a 2900 msnm y a una temperatura promedio de 12 °C, estableció las unidades experimentales a ras de suelo y en camas altas, con ello la germinación de semillas de pino por una parte oscilo entre los 21, mientras que se demora en germinar cuando se trabaja en camas altas de 40 centímetros, la germinación generalmente ocurre a partir del día 25, esto se debe a que en las camas la temperatura es 2 °C menor que a ras de suelo.

A los 45 días es donde el sustrato 2 (tierra negra 75 % + turba 25 %) presentó una media del 72 % de germinación en la especie *P. radiata*, este valor es menor al obtenido por (Choque, 2015, pp. 45-46), el mismo que a los 26 días posteriores a la siembra obtuvo un 79 % de germinación en la especie *P. radiata* en un vivero temporal ubicado a 3862 msnm, utilizando como sustrato (tierra del lugar + Turba + abono de ovino), y sumergiendo la semilla en agua caliente a 20 °C, estos resultados demuestran que utilizando un tratamiento pre - germinativo con agua caliente se puede acelerar el proceso de germinación hasta en 19 días más rápido.

A los 60 días el sustrato 2 (tierra negra 75 % + turba 25 %) alcanzó una media de 81,5 % de germinación en *P. patula*, estos resultados son menores a los obtenidos por (Ludueña, 2012, p. 47), el mismo que al utilizar semillas certificadas y aplicando 100 ppm de ácido giberélico AG3 como tratamiento pre – germinativo, a los 60 días obtuvo un porcentaje de prendimiento del 93,45 %, en sustrato compuesto por (tierra negra + pomina + turba en una relación de 3:1:1), esto se debe a que la turba como medio de crecimiento presenta condiciones nutricionales, físicas y químicas óptimas y favorables en densidad, temperatura, porosidad y retención de agua para las plántulas. Este tipo de sustrato facilita el crecimiento de las raíces y resulta fácil combinarlos con otros sustratos.

La altura de las plántulas a los 90 días después de la siembra para la variable sustratos, existen diferencias altamente significativas, siendo el sustrato 2 (tierra negra 75% y turba al 25%), el que destacó en la investigación, alcanzando una media del 2,1 cm de altura en la especie *P. radiata*, estos resultados son 3,53 veces menores a los obtenidos por (Espinoza, 2014, pp. 49 - 50), en su investigación no encontró diferencias significativas para el factor sustrato, mientras que el tratamiento pre –

germinativo dejando las semillas en agua ambiente por 48 horas, *P. radiata* alcanzó una altura de 7,43 cm en 90 días posteriores a la siembra. En estudios realizados por (Choque, 2015, pp. 50 - 51), a los 120 días encontró diferencias significativas en el factor sustrato (Tierra del Lugar + turba + abono de ovino) alcanzando una altura de 13 cm, utilizando agua caliente a 20 °C como tratamiento pre – germinativo. Esta diferencia en crecimiento de las plántulas puede atribuirse al tipo de tratamiento empleado previo a la siembra y a la presencia de la materia orgánica en los sustratos ya que actúa como un granulador en las partículas mineras y su presencia es indispensable para obtener una buena producción de plantas, más las condiciones climáticas del sitio y las actividades de manejo llevadas durante el ensayo.

El diámetro a la altura del cuello (DAC) a los 90 días posteriores a la siembra mostró que la especie *P. radiata* junto con sustrato 2 (tierra negra 75 % + turba 25 %) alcanzó una media de 1,29 mm estos resultados son similares a los encontrados por (Choque, 2015, p. 55), el mismo que al utilizar (Tierra del Lugar + turba + abono de ovino) y con los pretratamientos germinativos aplicados a temperaturas de 60, 40, 20 °C alcanzó un DAC de 1,4 mm a los 120 días posteriores a la siembra

CONCLUSIONES

Al culminar con la investigación y luego de analizar e interpretar los resultados se detalla que:

Para el porcentaje de emergencia el mejor sustrato fue la combinación de Tierra negra 75% y Turba 25%, cuya tendencia a los 30, 45 y 60 días posteriores a la siembra, fue superior alcanzando el rango más alto a los 60 días con el 81,5% en *P. patula*, debido a la turba que brinda aireación, temperatura, capacidad de retención de agua, y porosidad, factores que inciden en el proceso de emergencia de las plántulas de forma conjunta con la calidad de semillas de la especie en estudio. No así el sustrato 4 compuesto por Tierra negra 50%, humus 25%, suelo de bosque 25%, en el cual se obtuvo una baja tasa de germinación a los 60 días con un 30% de emergencia en *P. radiata*, debido a la compactación que experimentó el sustrato en mención.

El crecimiento inicial de las plantas de *P. radiata* y *P. patula*, a los 45 y 60 días mostraron un comportamiento similar. En cambio, a los 90 días posteriores a la siembra, individuos de la especie *P. radiata* propagada utilizando el sustrato 2 (tierra negra 75% + turba 25%), obtuvo su valor más alto con un valor promedio de 2,23 cm, en contraste con la menor altura de 1,41 cm reportada al utilizar el sustrato 4 (tierra negra 50% + humus 25% + suelo de bosque 25%), resultaron crecimientos muy bajos en altura de plántulas en relación a otros estudios al trabajar con las dos especies en estudio lo cual obedece a condiciones técnicas del área de producción y diferente concentración de los componentes utilizados para conformar los sustratos en similares investigaciones.

El diámetro a la Altura del Cuello (DAC), en las tres evaluaciones posteriores a la siembra, se destaca la especie *P. radiata* por el mayor desarrollo en grosor del tallo, al presentar una media de 1,29mm a los 90 días, mientras que *P. patula* en segundo lugar a los 90 días alcanzó una media de 1,06mm esto se debe a que las especies aun siendo de la misma familia presentan diferencia en su crecimiento inicial al utilizar el sustrato dos, a pesar de ello este crecimiento es inferior al compararlo con trabajos similares debió a la infraestructura utilizada en el estudio.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar nuevos estudios utilizando el sustrato 2 (tierra negra 50% + turba 25 %) donde se puede añadir otros componentes como acículas de pino, aserrín corteza o algunas otras materias orgánicas que eleven la temperatura del sustrato y eviten la compactación de este, logrando una rápida emergencia, además es un recurso de nutrientes para la plántula en su etapa de desarrollo. Además, se puede probar otros tratamientos pre-germinativos y realizar la investigación en instalaciones modernas.

Realizar esta investigación con una infraestructura diferente de acuerdo con las condiciones del sitio, que permita tener un mayor control de factores como la temperatura, humedad relativa, precipitación, calidad de agua para el riego, con ello se brinda condiciones más adecuadas para el proceso de emergencia y crecimiento inicial de las plántulas en estudio.

Ejecutar un monitoreo continuo a partir del inicio del proceso germinación con la finalidad de disminuir el vuelco de las plántulas debido al damping off, mediante la aplicación de un manejo técnico, tomando en cuenta de la frecuencia de riegos que permitan el control de la humedad de sustratos y el empleo practicas seguras durante la aplicación de fungicidas.

GLOSARIO

Zona de Vida: Las zonas de vida son un tipo de clasificación de ecosistemas que pertenecen a un sistema de categorización de los diferentes biomas terrestres. Los biomas son ecosistemas de la Tierra que ocupan grandes extensiones y que tienen sistemas vegetales comunes (Rodríguez, 2019, p. 1).

Plántulas: Se denomina plántula a la planta en sus primeros estadios de desarrollo, desde que germina hasta que se desarrollan las primeras hojas verdaderas (Peralta et al., 2019, p. 5).

Tratamiento pre - germinativo: Los tratamientos pre - germinativos, son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello (Varela et al., 2011, p. 5).

Umbráculo: El umbráculo es un espacio definido en el que vamos a cultivar, el cual protegeremos mediante una cubierta que impide el paso del sol, pero no del aire (Rey, 2020, p. 2).

Deshierbas: El deshierbe consiste en retirar plantas no deseadas, conocidas como mala hierba, del huerto. Estas plantas son retiradas porque pueden ocasionar desventajas a la producción del huerto porque compiten con las hortalizas por nutrientes, sol y agua y a menudo atraen plagas y enfermedades (Rivera, 2015, p. 20).

Diámetro a la Altura del Cuello: El diámetro a la altura de cuello es un indicador de la capacidad de transporte de agua hacia la parte aérea, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa de tolerar altas temperaturas de la planta. Esta variable se expresa generalmente en milímetros (mm) (Raulí, 2006, p. 43).

Sustratos: Un sustrato es todo aquel material sólido o soporte físico diferente al suelo, que puede ser natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, introducido en un recipiente, tierra o un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite y facilita el anclaje del sistema radicular de las plantas, su desempeño y soporte (Luque, 2020 p. 2).

Pomina: Su origen es volcánico. Posee muy buena retención de humedad, se obtiene en distintas granulometrías, posee además buena estabilidad física y durabilidad, desde el punto de vista

biológico es completamente estéril siempre y cuando no estén combinadas con otros materiales (López, 2019, p. 4).

Turba: Turba es un nombre genérico que se aplica a diversos materiales que proceden de la descomposición de vegetales, dependiendo de su naturaleza del origen botánico y de las condiciones climáticas predominantes durante su formación, las que a su vez nos indican el estado de descomposición de dichos materiales (Sánchez, 2021, p. 1).

Humus: El humus es el producto resultante de la transformación de la materia orgánica, proveniente de la descomposición de restos de animales o plantas que se depositan sobre el suelo, por la acción natural de los microorganismos (Muro, 2020, p. 1).

Fertilización: Los valores presentados son estimados y las cifras reales dependen tanto de la especie animal como de su alimentación, entre otros factores (Varela et al., 2011, p. 5).

BIBLIOGRAFIA

AGUILERA, M. *Pinus radiata D.Don. SIRE*, 2001, (Mexico) pp. 1. [Consultado el: 9 de marzo 2021]. Disponible en: [http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/982Pinus radiata.pdf](http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/982Pinus%20radiata.pdf).

AGUIRRE BUENAÑO, Norma Maritza. Métodos de desinfección de sustrato para el control de damping-off en semillero de teca (*Tectona grandis* Linn F.), bajo invernadero en la empresa seragroforest, provincia santo domingo de los tsáchilas. (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) ESPOCH, Recursos Naturales, Ingeniería Forestal, (Ecuador). 2013. pp. 8 - 9 [Consulta: 2021-06-10]. Disponible en: [http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2992/1/33T0120 .pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2992/1/33T0120.pdf).

BLANCO, Lorena., *Pinus patula*: características, hábitat, taxonomía, usos, plagas. *Lifeder*. Venezuela; Lifeder, 5 de junio 2019, vol. 1, pp. 2-5 [Consulta: 5 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.lifeder.com/pinus-patula/>.

BONILLA, Carlos; et al. *Guía Técnica manejo de viveros forestales*. [blog]., [Consulta: 8 de agosto de 2021]. Disponible en: <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2017/10/Manejo-de-Viveros-Forestales.pdf>.

CHEN LÓPEZ, Jose. Cómo la estructura del sustrato afecta la porosidad del aire. *PROMIX* [blog]. 2021 [Consulta: 7 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/como-la-estructura-del-sustrato-afecta-la-porosidad-del-aire/>.

CHOQUE TICONA, Agustín. La germinación del pino (*Pinus radiata*) en relación de diferentes sustratos y pre - tratamientos germinativos en el departamento de la paz. [En línea]. (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad de SAn Andrés, La Paz, Bolivia. 2015. pp. 48 - 55. [Consulta: 2022-01-20]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5732/T-2081.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CRUZ CRESPO, E; et al. SUSTRATOS EN LA HORTICULTURA. *Bio-Ciencia*, n° 3380 (2012), (México). pp 2 - 5 [Consulta: 18 de abril de 2021]. Disponible en: [http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/719/1/Sustratos en la horticultura.pdf](http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/719/1/Sustratos%20en%20la%20horticultura.pdf).

DÍAZ SERRANO, F., *Propiedades Químicas de los Sustratos*. *DICIVA* [blog]. 2010. [Consulta: 17 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.cm.colpos.mx/montecillo/images/SUSTRATOS/04.pdf>.

DON, D., *Transactions of the Linnean Society of London* [blog], 1982. [Consulta: 6 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.tropicos.org/name/24900210>.

ECUADOR FORESTAL, *Ecuador Forestal*. [blog]. 2008. [Consulta: 12 de abril de 2021]. Disponible en: <http://www.ecuadorforestal.org/download/contenido/pino.pdf>.

ESPINOZA ARGOLLO, R.; “Efectos de dos tratamietos pregerminativos y tres niveles diferentes de sustratos en la germinacion de pino (*Pinus radiata* D. Don)” [en línea], (Trabajo de Titulación), (Ingenieriria) Universidad mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia. 2014. pp. 45 – 50. [Consulta: 20 de enero del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/5280/T-1940.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

EL SEMILLERO. *Producción de Semilla*. [blog]. 2010. [Consultado el: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: http://elsemillero.net/nuevo/semillas/la_semilla2.html.

FERRERE, P; et al. “Crecimiento del *Pinus radiata* sometido a diferentes tratamientos de raleo y poda en el sudeste de la provincia de Buenos Aires, Argentina”. Scielo, [en línea], 2015, (Argentina), 36(3) pp. 1-6 [Consulta: 20 de julio de 2021]. ISSN 0717-9200. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-92002015000300009.

GARCÍA, W; et al. “Auto-aclareo y guías de densidad para *Pinus patula* mediante el enfoque de regresión de frontera estocástica”. *Agrociencia* [en línea], 2013, (México) 47(1), pp 2 – 3. [Consulta: 12 de abril de 2021]. ISSN 2521-9766. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952013000100007.

GUTIÉRREZ, N., “Evaluación del efecto del tipo sustrato y dosis de ácido naftaleno acético (ana) en el enraizamiento de estacas *Pinus radiata* D.” [en línea]. (Trabajo de Titulación), (Ingeniería), Universidad Nacional de Cajamarca, Jaén, Perú. 2014. pp. 5 – 10. [Consulta: 2021-08-9]. Disponible en: https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/398/T_F04_G983_2014.pdf?se.

INFOAGRO. *Las Propiedades de los sustratos de cultivo*. *Infoagro* [blog]. 2017. [Consultado el: 10 de julio de 2021]. Disponible en: <https://mexico.infoagro.com/las-propiedades-de-los-sustratos-de-cultivo/>.

LÓPEZ, E.G., “Evaluación de dos sustratos para la producción de tres cultivares de tomate cherry (*lycopersicum esculentum mill*) var. cerasiforme (dunal) en invernadero”. [en línea]. (Trabajo de Titulación), (Ingeniería), ESPOCH, Riobamba, Ecuador. 2019. pp. 4 – 6. [Consulta: 2022-03-01]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10738/1/13T0880.pdf>

LUDUEÑA, J.C., “Efecto de dos tratamientos pregerminativos en semillas de aliso (*Alnus acuminata*) y pino (*Pinus patula*), cantón Riobamba, provincia de Chimborazo”. [en línea]. (Trabajo de Titulación), (Ingeniería), ESPOCH, Riobamba, Ecuador. 2012. pp. 25 – 30. [Consulta: 2021-05-5]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2215/1/33T0105.pdf>.

LUQUE, S. *Qué es el sustrato de cultivo* [Blog]. [Consulta: 01 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.suministrosagricolasluque.com/que-es-el-sustrato-de-cultivo/>

(**MAE**), “Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental”. Subsecretaría de Patrimonio Natural., vol. 44, no. 8, 2013 pp. 45. ISSN 17518113. DOI 10.1088/1751-8113/44/8/085201

MENESES TIRIRA, Olay Stalin. Identificación de usos probables de *Pinus patula* Schlect.et Cham. con base en la determinación de las propiedades físico- mecánicas y de trabajabilidad de la madera en Iltaqi- cotacachi- imbabura. [En línea]. (trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2011. pp. 25-30. [Consulta: 2021-06-18]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/1982/1/03TESIS192.pdf>.

MONCADA HERAS, Jennifer Gabriela. Evaluación de dos sustratos y tres tratamientos pregerminativos en semillas de *Prunus serotina* (CAPULÍ) con seis procedencias en el vivero de la facultad de recursos naturales- Espoch. [en línea]. (trabajo de Titulación). (Ingeniería) ESPOCH, Riobamba, Ecuador. 2018. pp. 15-18. [Consulta: 2021-05-12] Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10371/1/33T0206.pdf>.

MURO, E. *Terminología: Humus*. [Blog]. España. [Consulta: 02 marzo 2022]. Disponible en: <https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/Humus.htm>

NUÑEZ, A. Turba y zeolita como soportes de inoculantes microbianos con acción fertilizante. *ICIDCA* [En línea], 2009, (Cuba) 43(3) pp. 22-27 [Consulta: 10 Noviembre 2021]. ISSN 0138-6204. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120660004.pdf>.

OSPINA, C (ed.). Guías Silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la

producción de madera en la zona andina colombiana. *Cenicafe* [en línea]. 2011. [Consulta: 10 de junio de 2021]. Disponible en: <https://www.cenicafe.org/es/publications/pinus.pdf>.

PERALTA, J; et al. “Identificación de plántulas con claves dicotómicas”. Unavarra [En línea], 2019, (España) pp. 5-6. [Consulta el 02 marzo 2022]. ISSN E – 31006. Disponible en: https://www.unavarra.es/herbario/htm/creditos_BAMH_01.htm

PRIETO, Jose (ed.). Producción de planta del género *Pinus* en vivero en clima templado. 1a ed. Coyoacán-México. 2009. pp. 13 -14. [Consulta: 17 de mayo de 2021]. Disponible en: http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/09_Manuales_técnicos/Lista_de_documentos/Viveros_forestales/Manual_Produccion_de_planta_de_Pinus_en_vivero.pdf.

RAULI, A. *Producción de plantas nativas a raíz cubierta* [Blog]. Santiago, Chile. [Consulta 01 marzo 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Caracterizacion de las Plantas.pdf](file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Caracterizacion_de_las_Plantas.pdf).

REY, Gonzalo. *Qué son los umbráculos, sus características y ventajas* [Blog]. Madrid, España. Sistema DR. 17 diciembre 2020. [Consulta: 02 de marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.sistemasdr.es/invernaderos/que-son-los-umbraculos-sus-caracteristicas-y-ventajas/>

REYES QUIÑONES, Juan. *Manual diseño y organización de viveros. Consejo Nacional de Competitividad* [Blog]. Santo Domingo, Republica Dominicana. Cedef. Septiembre 2015. [Consulta: 20 de marzo de 2021]. Disponible en: <http://www.competitividad.org.do/wp-content/uploads/2016/05/Manual-de-Diseño-y-Organización-de-Viveros.pdf>.

RODRIGUEZ LAGUNA, Rodrigo. “Manual de prácticas de viveros forestales. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo” *Manual de Viveros*. [en línea], 2010, (México). p. 13. [Consulta: 10 de agosto de 2021]. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/icap/LI_IntGenAmb/Rodri_Laguna/2.pdf.

RODRIGUEZ, Daniela. *Zonas de vida de Holdridge* [Blog]. Liferder 2019. [Consulta: 02 marzo de 2022]. Disponible en: <https://www.liferder.com/zonas-vida-holdridge/>

RIVERA, Mariela. *Guía para mantener un huerto orgánico y saludable* [Blog]. La paz, Bolivia; diciembre 2015. [Consulta: 03 marzo 2022]. Disponible en: https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/labores-culturales_web-1.pdf.

SANCHEZ, M. *Qué es la turba y como se utiliza*. [Blog]. España. 2021 [Consulta: 02 marzo 2022].

Disponible en : <https://www.jardineriaon.com/que-es-la-turba-y-para-que-se-utiliza.html>

SUAZO, C. Evaluación de ocho sustratos para la producción de plántulas de *Pinus oocarpa* en tubetes, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras [En línea], (Trabajo de Titulación), (Ingeniería) Universidad Zamorano, Honduras. 2020 pp. 14-16 [Consulta: 2021-11-9]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6780/1/IAD-2020-T035.pdf>

SCHIEDE, C.J. & DEPPE, F., Tropicos. *Tropicos* [Blog], 1997. [Consulta: 15 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://www.tropicos.org/name/24900369>.

VARELA, S. & ARANA, V. “Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos.” *INTA* [en línea]. 2010, (Argentina) 1(3), pp. 4-5. [Consulta: 20 de abril de 2021]. ISSN PATNOR 810292. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminacióndesemillas.pdf>.

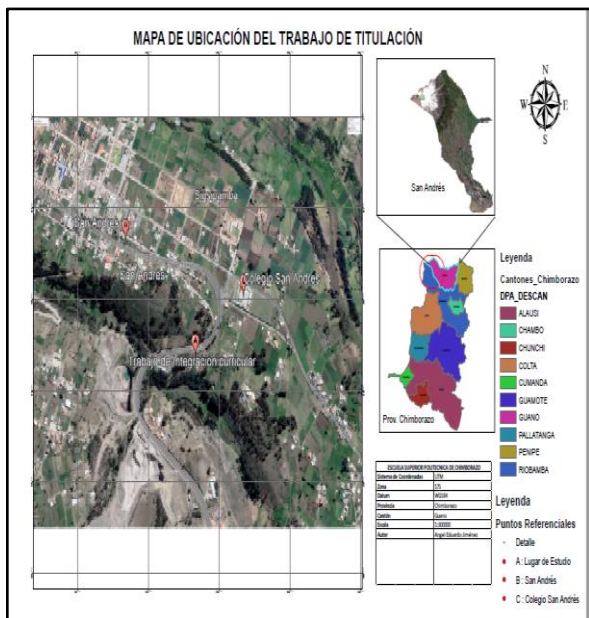
VIERA SINCHIGUANO, Edgar Stalin. Propagacion de plantulas de *Pinus radiata* (D. Don), en camas elevadas y diferentes frecuencias de fertilizacion. [En línea]. (Trabajo de Titulación). (Ingeniería) Universidad Tecnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador. 2013. pp. 4-5. [Consulta: 2021-10-17]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2745/1/T-UTEQ-0333.pdf>.

VINUEZA, M. *Técnica No. 13 Pino (Pinus radiata)*. [Blog]. Ecuador. 2013. [Consultal: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-pino-pinus-radiata/>.

VINUEZA, M. *Ficha Técnica No. 14 Pino (Pinus Patula)*. [Blog]. 2013. [Consulta: 10 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-14-pino-pinus-patula/#:~:text=El Pino pátula%2C es una,resistentes al ataque de dothistroma.>

VIZCAÍNO PANTOJA, Maria, & PUPIALES ALVARADO, Juan. Evaluación del comportamiento de procedencias de *Pinus patula* Schlect. et Cham en dos sitios en las provincias de Imbabura y Pichincha. [En línea]. (Trabajo de Titulación), (Ingeniería) Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador. 2008. pp.1-3 [Consulta: 2021-11-5]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/107/1/03 FOR 150 TESIS.pdf>.

ANEXOS



ANEXO A: MAPA DE UBICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.



ANEXO C: RECOLECCIÓN DE LA TIERRA NEGRA..



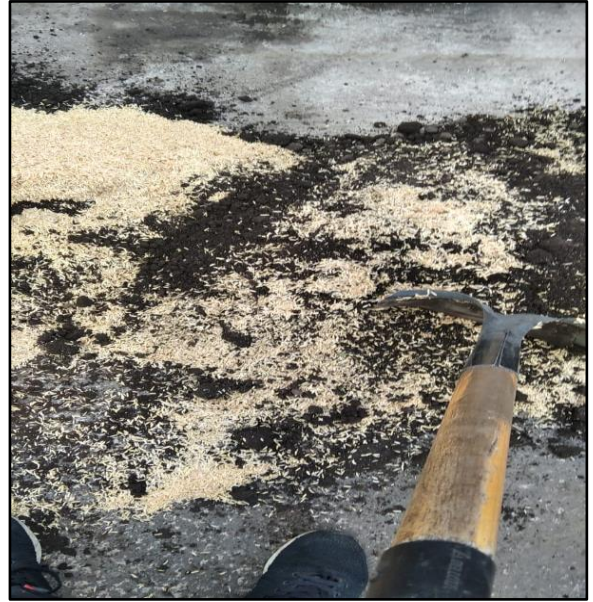
ANEXO B: RECOLECCIÓN DE SUELO DE BOSQUE.



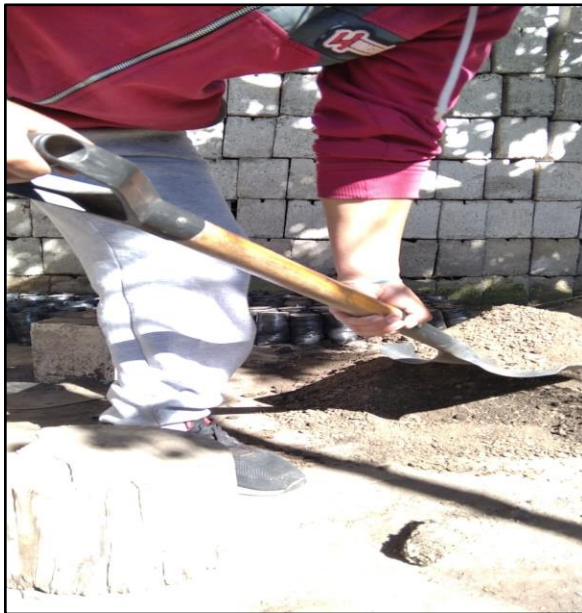
ANEXO D: MEDICIÓN DE LOS SUSTRATOS ANTES DE PROCEDER CON LA MEZCLA.



ANEXO E: MEZCLA DE SUSTRATOS Y
DESINFECCIÓN.



ANEXO G: MEZCLA DE LA CASCARILLA CON LA
TIERRA NEGRA.



ANEXO F: VOLTEOS Y MEDICIÓN PARA LOS
PRÓXIMOS SUSTRATOS.



ANEXO H: TURBA PREPARADA PARA LA
COMBINACIÓN CON LA TIERRA NEGRA.



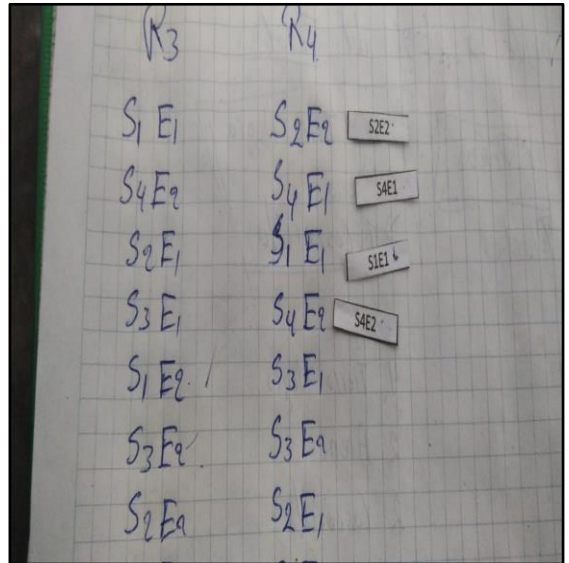
ANEXO I: COLOCACIÓN DEL PRIMER Y SEGUNDO SUSTRATO EN SUS RESPECTIVAS BOLSAS.



ANEXO K: PROCESO DE LLENADO DE LAS 200 BOLSAS PARA CADA SUSTRATO.



ANEXO J: DESINFECCIÓN DE SUSTRATOS.



ANEXO L: SORTEO PARA LA DISTRIBUCIÓN DEL DISEÑO EXPERIMENTAL.



ANEXO N: COLOCACIÓN DE LAS ETIQUETAS PARA LA IDENTIFICACIÓN.



ANEXO O: SEMILLAS DESPUÉS DE 12 HORAS DE REFRIGERACIÓN.



ANEXO M: COLOCACIÓN DE LAS BOLSAS SEGÚN EL DISEÑO EXPERIMENTAL.



ANEXO P: SIEMBRA DIRECTA A LA BOLSA CON UNA PROFUNDIDAD ADECUADA.



ANEXO Q: CUBIERTA DE PLÁSTICO PARA EVITAR LAS NOCHES FRÍAS.



ANEXO S: PLÁNTULAS A LOS 45 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA.



ANEXO R: PRIMERAS PLANTAS AL GERMINAR 30 DÍAS POSTERIOR A LA SIEMBRA.



ANEXO T: DESHIERBE A MANO PARA EVITAR MALTRATAR A LAS PLANTAS.



ANEXO U: PLANTAS LISTAS PARA LA PRIMERA MEDICIÓN.



ANEXO W: PLANTA DE PINUS RADIATA A LOS 60 DÍAS.



ANEXO V: PRIMERA MEDICIÓN DE LA ALTURA Y DAC.



ANEXO X: MEDICIÓN DE LA ALTURA UTILIZANDO UNA CINTA MÉTRICA.



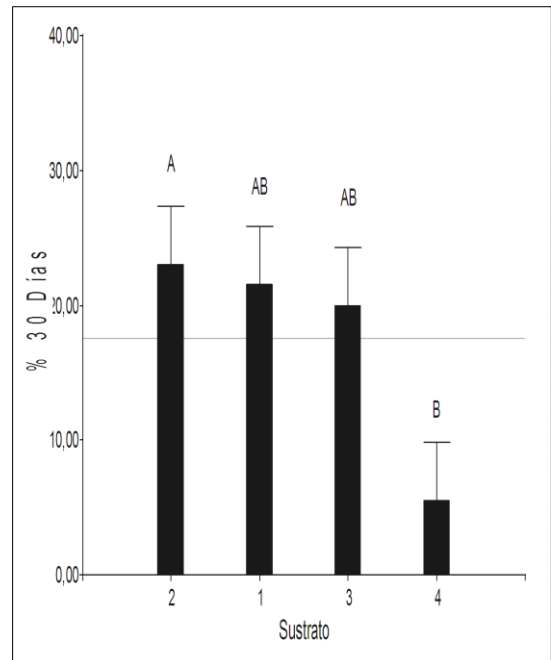
ANEXO Y: MEDICIÓN DEL DAC A LOS 60 DÍAS.



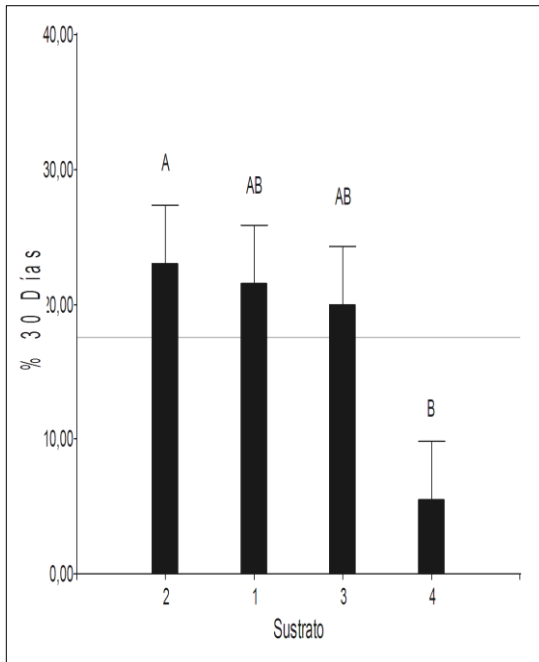
ANEXO AA: MEDICIÓN DE LA ALTURA A LOS 90 DÍAS.



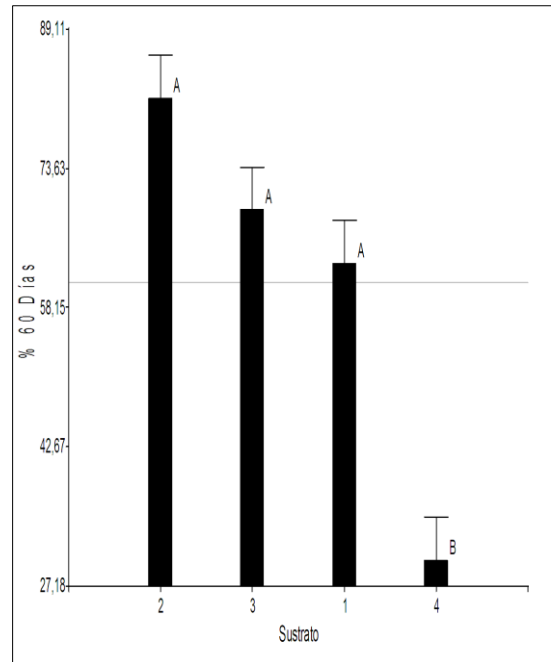
ANEXO Z: MEDICIÓN DEL DAC A LOS 90 DÍAS.



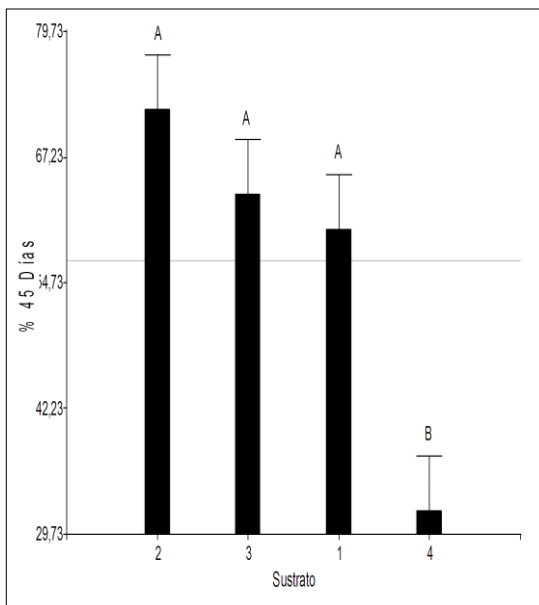
ANEXO BB: COMPARACIÓN DE MEDIAS SEGUN LOS SUSTRATOS A LOS 30 DIAS



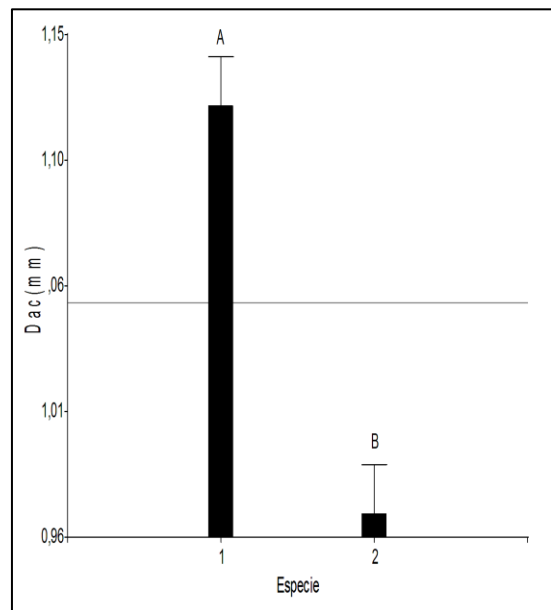
ANEXO CC: COMPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA ESPECIE A LOS 30 DIAS.



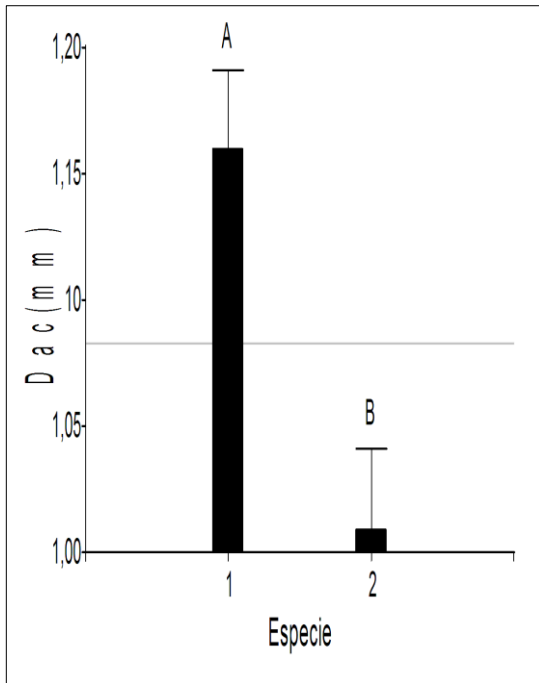
ANEXO EE: COMPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN EL SUSTRATO A LOS 60 DIAS.



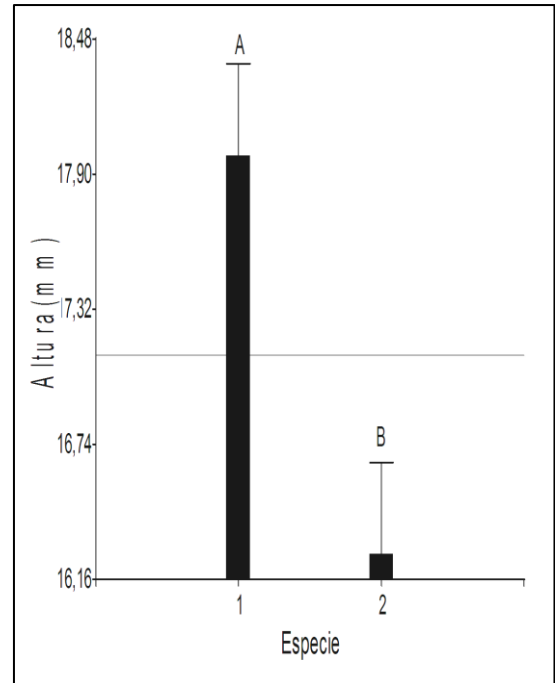
ANEXO DD: COMPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN EL SUSTRATO A LOS 45 DIAS.



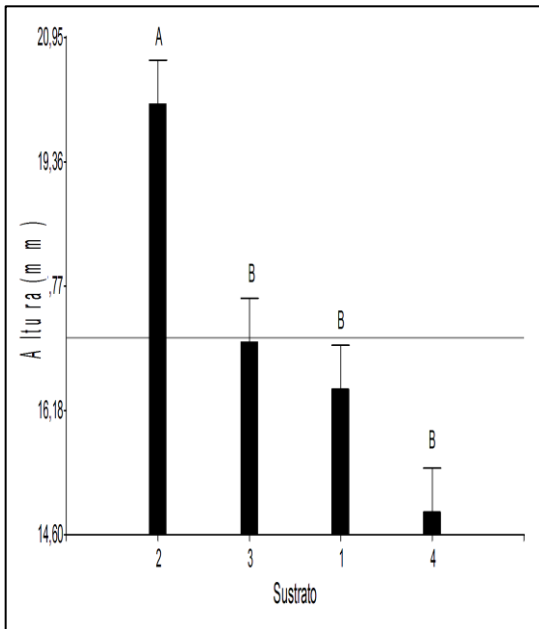
ANEXO FF: DAC SEGÚN LA ESPECIE A LOS 45 DIAS.



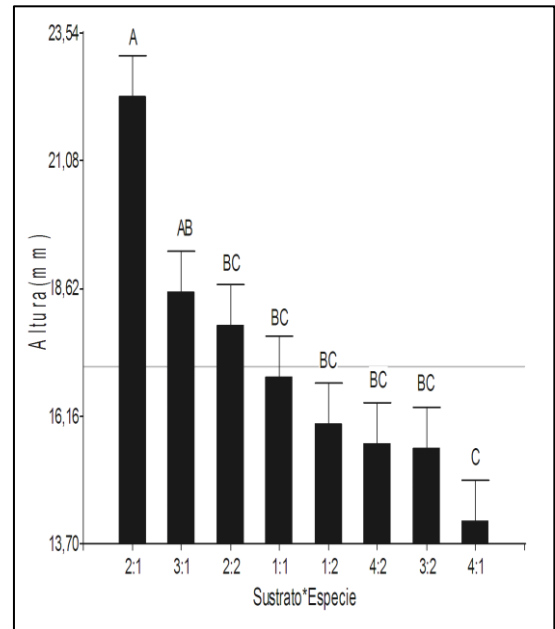
ANEXO GG: DAC A LOS 60 SEGÚN LA ESPECIE A LOS 45 DIAS.



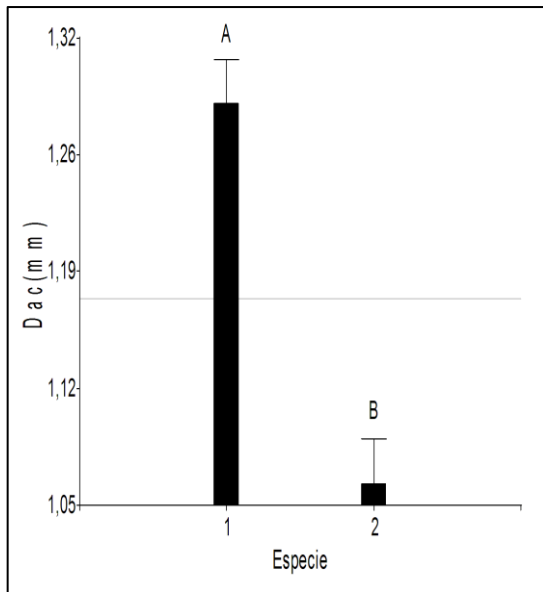
ANEXO II: COMPARACIÓN DE MEDIAS DE LA ESPECIE A LOS 90 DIAS.



ANEXO HH: ALTURA A LOS 90 DIAS POSTERIORES A LA SIEMBRA.



ANEXO JJ: INTERACCIÓN DE LOS FACTORES SUSTRATOS Y ESPECIES A LOS 90 DIAS.



ANEXO KK: COMPARACIÓN DE MEDIAS PARA LA ESPECIE A 90 DIAS.

				30 días después de la siembra	45 días después de la siembra	60 días después de la siembra
Tratamiento	Repeticiones	Sustrato	Especie	Porcentaje 1	Porcentaje 2	Porcentaje 3
T1	1	1	1	20	36	36
T2	1	1	2	28	68	72
T3	1	2	1	12	68	76
T4	1	2	2	8	36	80
T5	1	3	1	16	60	52
T6	1	3	2	44	68	80
T7	1	4	1	8	32	28
T8	1	4	2	8	40	36
T1	2	1	1	32	68	76
T2	2	1	2	12	56	60
T3	2	2	1	24	72	72
T4	2	2	2	28	76	80
T5	2	3	1	40	88	80
T6	2	3	2	0	56	64
T7	2	4	1	4	28	28
T8	2	4	2	8	48	48
T1	3	1	1	44	84	80
T2	3	1	2	4	60	60
T3	3	2	1	48	88	92
T4	3	2	2	16	72	80
T5	3	3	1	32	76	84
T6	3	3	2	4	64	72
T7	3	4	1	4	16	16
T8	3	4	2	4	40	36
T1	4	1	1	28	72	76
T2	4	1	2	4	36	44
T3	4	2	1	32	80	80
T4	4	2	2	16	84	92
T5	4	3	1	16	68	76
T6	4	3	2	8	28	44
T7	4	4	1	4	40	36
T8	4	4	2	4	12	12

ANEXO LL: DETALLE DE LOS DATOS OBTENIDOS DEL PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A LOS 30,45, Y 60 DIAS.

Repetición	Sustrato	Especie	Altura(cm)	DAC (mm)	Evaluación
1	1	1	1,35	1,51	1
1	1	2	1,34	1,06	1
1	2	1	1,11	1,21	1
1	2	2	1,25	1,02	1
1	3	1	1,16	1,15	1
1	3	2	1,50	0,98	1
1	4	1	1,22	1,06	1
1	4	2	1,26	1,02	1
2	1	1	1,37	1,18	1
2	1	2	1,75	0,95	1
2	2	1	1,82	1,13	1
2	2	2	1,69	1,00	1
2	3	1	1,3	1,13	1
2	3	2	1,24	0,95	1
2	4	1	1,25	1,10	1
2	4	2	1,29	0,98	1
3	1	1	1,34	1,08	1
3	1	2	1,27	0,97	1
3	2	1	1,51	1,09	1
3	2	2	1,45	0,89	1
3	3	1	1,38	1,10	1
3	3	2	1,47	0,98	1
3	4	1	1,4	1,00	1
3	4	2	1,15	0,99	1
4	1	1	1,18	1,04	1
4	1	2	1,18	0,94	1
4	2	1	1,23	1,07	1
4	2	2	1,3	0,91	1
4	3	1	1,32	1,12	1
4	3	2	1,25	0,91	1
4	4	1	1,07	1,03	1
4	4	2	1,2	0,97	1
1	1	1	1,5	1,58	2
1	1	2	1,46	1,12	2
1	2	1	1,10	1,35	2
1	2	2	1,2	1,01	2
1	3	1	1,13	1,22	2

1	3	2	1,5	0,93	2
1	4	1	1,21	0,94	2
1	4	2	1,29	1,01	2
2	1	1	1,21	1,26	2
2	1	2	1,64	1,06	2
2	2	1	1,72	1,14	2
2	2	2	1,62	1,01	2
2	3	1	1,26	1,22	2
2	3	2	1,36	1,46	2
2	4	1	1,07	1,03	2
2	4	2	1,38	0,99	2
3	1	1	1,26	1,19	2
3	1	2	1,28	0,97	2
3	2	1	1,5	1,17	2
3	2	2	1,61	0,89	2
3	3	1	1,4	1,16	2
3	3	2	1,45	0,97	2
3	4	1	1,66	1,03	2
3	4	2	1,12	1,00	2
4	1	1	1,13	1,05	2
4	1	2	1,25	0,91	2
4	2	1	1,20	1,06	2
4	2	2	1,3	0,90	2
4	3	1	1,2	1,05	2
4	3	2	1,31	0,93	2
4	4	1	0,96	1,04	2
4	4	2	1,1	0,97	2
1	1	1	1,66	1,63	3
1	1	2	1,54	1,18	3
1	2	1	1,8	1,43	3
1	2	2	1,52	1,09	3
1	3	1	1,64	1,32	3
1	3	2	1,56	1,03	3
1	4	1	1,3	1,22	3
1	4	2	1,5	1,07	3
2	1	1	1,6	1,31	3
2	1	2	1,68	1,09	3
2	2	1	2,54	1,41	3
2	2	2	1,84	1,09	3
2	3	1	2	1,22	3

2	3	2	1,4	0,95	3
2	4	1	1,36	1,1	3
2	4	2	1,56	1	3
3	1	1	2,04	1,26	3
3	1	2	1,64	0,99	3
3	2	1	2,64	1,33	3
3	2	2	1,96	1,02	3
3	3	1	2,08	1,19	3
3	3	2	1,64	1,1	3
3	4	1	1,7	1,2	3
3	4	2	1,72	1,09	3
4	1	1	1,46	1,09	3
4	1	2	1,54	1	3
4	2	1	1,94	1,3	3
4	2	2	1,84	0,96	3
4	3	1	1,7	1,27	3
4	3	2	1,62	1	3
4	4	1	1,3	1,3	3
4	4	2	1,46	1,30	3

ANEXO MM: DATOS PROMEDIOS DE LAS MEDICIONES DE LA ALTURA Y DEL DAC A LOS 45, 60, Y 90 DÍAS.




epoch

**Dirección de Bibliotecas y
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y
DOCUMENTAL**

REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 17 / 03 / 2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)	
Nombres – Apellidos: Ángel Eduardo Jiménez López	
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL	
Facultad: Recursos Naturales	
Carrera: Ingeniería Forestal	
Título a optar: Ingeniero Forestal	
f. responsable:	 Firmado electrónicamente por: CRISTHIAN FERNANDO CASTILLO RUIZ



0435-DBRA-UTP-2022