

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROECOLÓGICA Y DESARROLLO RURAL.



“GERMINACIÓN DE PINO (*Pinus radiata* D. Don) A PARTIR DE SEMILLA BOTÁNICA UTILIZANDO SUSTRATOS: ASERRÍN, TURBA Y CASCARILLA DE ARROZ EN SAN JERÓNIMO CUSCO”

Tesis presentada para optar al título profesional de Ingeniero Agroecólogo Rural, presentado por:

Bach. Mirtha PIZARRO MELENDEZ

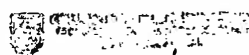
ASESOR:

Ing. Mario Humberto TAIPE CANCHO

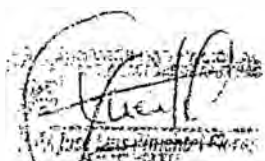
Abancay, Septiembre del 2015
PERÚ

“GERMINACIÓN DE PINO (*Pinus radiata* D. Don) A PARTIR DE SEMILLA BOTÁNICA UTILIZANDO SUSTRATOS: ASERRÍN, TURBA Y CASCARILLA DE ARROZ EN SAN JERÓNIMO - CUSCO”

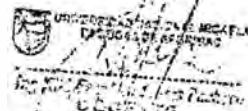
“GERMINACIÓN DE PINO (*Pinus radiata* D. Don) A PARTIR DE SEMILLA BOTÁNICA UTILIZANDO SUSTRATOS: ASERRÍN, TURBA Y CASCARILLA DE ARROZ EN SAN JERÓNIMO - CUSCO”



Msc. Cirilo Mario Ccaira Mamani
Presidente Jurado Evaluador



PhD. José Luis Pimentel Flores
Primer Miembro Jurado Evaluador



Ing. Niki Franklin Flores Pacheco
Segundo Miembro Jurado Evaluador



Ing. Mario Humberto Taipe Cancho
Ing. Mario Humberto Taipe Cancho
Asesor de Tesis



DEDICATORIA

Dedico esta tesis a ti papá Edgar Timoteo Pizarro Choque, porque hiciste realidad mi existencia, por todo el amor con que me rodeaste, por tu sabiduría y porque te siento cada día más cerca de mí. Esta tesis es para ti Papá y te la mando al cielo.

A Juana Eliana Meléndez Trujillo, pilar fundamental en mi vida, tu inteligencia y tu lucha incansable han hecho en mí, mi mayor ejemplo a seguir. Ella representa gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio. Te amo Mamá.

Mis hermanos Edgar Mauro Pizarro Meléndez y Elvis Pizarro Meléndez. Mis grandes inspiraciones. La fortaleza de mi familia. Siempre se quedan cortas las palabras cuando me refiero a ustedes. Siempre serán mi modelo a seguir Los amo con todo mi corazón.

A Sulmaliz Pizarro Meléndez y Eliana Pizarro Meléndez, mis hermanas, confidentes y sobre todo mis amigas. No sé qué hubiera sido mi vida si no tendría hermanas tan maravillosas como ustedes. Las amo mucho.

Leonardo Edgar, sobrino aunque todavía no puedas leer, un día lo harás y cuando eso suceda quiero que sepas que tú eres la motivación de todos mis sueños y ¡fuieste tú! que con entusiasmo empujabas la carretilla para poder avanzar en la instalación del vivero. Te doy gracias por existir. Te amo.

Mirtha Pizarro Meléndez

AGRADECIMIENTO

Después de poco más de un año de trabajo ha llegado el momento de escribir esta tesis, con su escritura el mejor momento para agradecer a todas las personas que de una manera directa o indirecta han hecho posible la realización de esta investigación del que me siento muy orgullosa.

Gracias, de corazón, a mi tutor, asesor y amigo Ing. Mario Humberto Taipe Cancho gracias por su paciencia, dedicación, motivación, buen criterio y aliento en todo momento. Ha hecho fácil lo difícil. Ha sido un privilegio poder contar con su guía y ayuda.

Gracias a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac por su acogida, su enseñanza en lo que ahora es mi vida profesional.

Gracias a la Universidad San Antonio Abad del Cusco por sus instalaciones y la buena disponibilidad de sus instrumentos.

A todos los catedráticos de la Facultad de Ingeniería, de la Escuela Profesional de Agroecología y Desarrollo Rural, mi alma mater, mil gracias porque forman parte de lo que soy ahora. Especialmente a Ing. Anderson Núñez Fernández, Ing. Julio Cesar Rondan Retamoso, Ing. Pascual Oros Quispe, Qco. Francisco Aguilar Condori, Blg. Iskra Rado Céspedes y todos los que colaboraron en mi formación académica.

Gracias Eliana Pizarro Meléndez, hermana sin tu colaboración este trabajo de investigación hubiera sido mucho más largo, complicado y menos rico y entretenido. Gracias por tu mente prodigiosa, tu buen criterio, tu capacidad de esfuerzo y tu simpatía.

vi

Gracias a todos mis amigos a los que he robado horas de compañía. Nombrar a todos sería muy extenso y podría cometer olvidos injustos, por ello. Mil gracias por todos los momentos que hemos pasado juntos y porque han estado conmigo siempre aunque solo para molestar pero son excelentes.

Gracias mi gran amigo Dick Coll Cayturo por tu sincera y desinteresada amistad, te agradezco el tiempo dedicado.

Gracias a las personas que, de una manera u otra, han sido claves en mi vida profesional.

Muchísimas Gracias.

INDICE

	Pag.
Caratula.....	i
Título.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	v
Índice.....	Vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de Gráficos.....	Xviii
Índice de Imágenes.....	Xix
Resumen.....	xx
Abstract.....	Xxii
Introducción.....	xxiv
Capítulo I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	26
1.1. Planteamiento del Problema de Investigación.....	27
1.1.1. Definición y formulación del problema.....	27
1.1.2. Formulación del problema.....	28
1.1.2.1. Problema general.....	28
1.1.2.2. Problema específico.....	28
1.2. Justificación e importancia de la investigación.....	29
1.3. Objetivos.....	30
1.3.1. Objetivo General.....	30
1.3.2. Objetivos específicos.....	30
Capítulo II: MARCO TEÓRICO.....	31

2.1. Antecedentes de la investigación.....	32
2.2. Descripción de la familia Pinaceae.....	34
2.3. Descripción del género Pinus.....	34
2.4. Descripción de la especie <i>Pinus radiata</i>	35
2.5. Origen.....	35
2.6. Distribución geográfica.....	35
2.7. Taxonomía.....	36
2.8. Descripción botánica.....	36
2.8.1. Árbol.....	36
2.8.2. Corteza.....	38
2.8.3. Ramas y ramillas.....	39
2.8.4. Vainas.....	39
2.8.5. Hojas.....	39
2.8.6. Yemas.....	40
2.8.7. Inflorescencias.....	40
2.8.7.1. Inflorescencia masculina.....	40
2.8.7.2. Inflorescencia femenina.....	41
2.8.8. Fruto.....	42
2.8.9. Conos.....	43
2.9. Polinización	43
2.10. Semillas.....	47
2.10.1. Latencia de las Semillas.....	49
2.11. Germinación	50

2.11.1. Proceso de Germinación.....	52
2.11.2. Requisitos para que ocurra la Germinación.....	54
2.11.2.1. Adsorción del Agua.....	54
2.11.2.2. Efectos de la Temperatura.....	58
2.11.2.3. Presencia de Oxígeno.....	59
2.11.2.4. Luz.....	60
2.12. Viabilidad.....	60
2.13. Quiescencia.....	61
2.14. Dormición de la semilla.....	61
2.15. Calidad de la Semilla.....	62
2.16. Certificación.....	62
2.17. Propagación	63
2.17.1. Formas de propagación	63
2.17.2. Factores que influyen en la propagación.....	64
2.18. Propagación por semilla en Vivero.....	65
2.18.1. Tipos de Semillero.....	65
2.18.2. Preparación de Sustrato.....	65
2.18.3. Preparación de Semilla.....	66
2.18.4. Siembra.....	66
2.18.5. Manejo de Semilleros.....	67
2.18.6. Sistema de Cultivos en Vivero.....	68
2.18.7. Riego.....	68
2.18.8. Fertilización	69

x

2.18.9. Crecimiento de la Planta.....	70
2.19. Fases de Crecimiento Inicial.....	70
2.19.1. Germinación.....	70
2.19.2. Hojas.....	71
2.19.3. Crecimiento.....	71
2.20. Requerimientos ecológicos.....	71
2.20.1. Clima.....	71
2.20.2. Temperatura.....	72
2.20.3. Suelo.....	72
2.21. Plagas y Enfermedades.....	72
2.21.1. Plagas.....	72
2.21.1.1. Oruga Cortadora.....	72
2.21.2. Enfermedades.....	73
2.22. Importancia económica.....	73
2.23. Sustrato.....	75
2.23.1. Características de los sustratos.....	76
2.23.2. Propiedades Fisicoquímicas de los sustratos.....	77
2.23.2.1. Propiedades Físicas.....	77
2.23.2.2. Propiedades Químicas.....	79
2.24. Cascarilla de arroz.....	81
2.25. Turba.....	81
2.26. Aserrín.....	82
2.27. Parámetros de Germinación.....	83

xi

2.27.1. Potencial Germinativo.....	83
2.27.2. Índice de Germinación.....	83
2.27.3. Velocidad de Germinación.....	84
Capítulo III: HIPOTESIS	85
3.1. Hipótesis.....	86
3.1.1. Hipótesis General.....	86
3.1.2. Hipótesis Específicas.....	86
3.2. Variables.....	86
3.2.1. Variables Independientes.....	86
3.2.2. Variables Dependientes.....	87
Capítulo IV: DISEÑO METODOLÓGICO	88
4.1 Descripción de la Zona de estudio.....	89
4.2 Ubicación del Ámbito de Estudio.....	89
4.3. Historia del Campo Experimental.....	90
4.4. Vías de Acceso.....	91
4.5. Características climáticas.....	92
4.6. Descripción de Materiales.....	92
4.7. Disposición del Campo Experimental.....	93
4.7.1. Características de Campo.....	94
4.7.1.1. Dimensiones del Campo Experimental.....	94
4.7.1.2. Superficie del Área de Estudio.....	95
4.7.1.3. Diagrama de los Tratamientos	95
4.8. Metodología.....	96

4.8.1. Tipo y nivel de Estudio.....	96
4.8.2. Diseño de Estudio.....	97
4.8.3. Población y Muestra.....	98
4.8.4. Conducción del Experimento.....	99
4.8.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	103
4.8.5.2. Validez y confiabilidad de los instrumentos..	104
4.8.5.1. Método de Análisis de Datos.....	105
4.9. Parámetros de Evaluación.....	106
4.9.1. Porcentaje de Germinación de la Semilla.....	106
4.9.2. Índice de Germinación	107
4.9.3. Velocidad de Germinación	108
4.10. Trabajo en Gabinete.....	108
Capítulo V: RESULTADOS	109
5.1. Cumplimiento de Supuestos del Diseño Experimental.....	110
5.2. Caracterización de las variables.....	111
5.2.1. Niveles de Sustrato.....	112
5.2.1.1. Turba.....	112
5.2.1.2. Aserrín.....	113
5.2.1.3. Cascarilla de Arroz.....	114
5.2.2. Parámetros de Evaluación de <u>Pino <i>Pinus radiata</i></u> D Don	115
5.2.2.1. Porcentaje de Germinación.....	115
5.2.2.2. Índice de Germinación.....	120
5.2.2.3. Velocidad de Germinación.....	125

xiii

5.3. Contratación de los Objetivos.....	130
5.3.1. Objetivo General.....	130
5.3.2. Objetivo Especifico.....	134
5.4. Contratación de hipótesis.....	142
5.4.1. Hipótesis General.....	142
5.4.2. Hipótesis Especifico.....	144
Capítulo VI: DISCUSIONES DE RESULTADOS.....	150
6.1. Discusiones de Resultado.....	151
Capítulo VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	153
7.1. Conclusiones.....	154
7.2. Recomendaciones.....	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Composición química de las semillas de pino (<i>Pinus radiata</i> D. Don).....	48
Tabla N° 02: Historia del campo experimental en los últimos años.....	90
Tabla N° 03: Materiales y Equipos utilizados en el Experimento.....	92
Tabla N° 04: Aleatorización de las Unidades Experimentales según Bloques y Tratamientos.....	95
Tabla N° 05: Unidades experimentales.....	98
Tabla N° 06: Arreglo de los datos en un diseño en Bloques.....	105
Tabla N° 07: Supuestos de Homogeneidad de Varianza.	110
Tabla N° 08: Supuestos de Normalidad de Datos.....	111
Tabla N° 09: Resultados de Análisis Físicoquímico en laboratorio de Turba.....	112
Tabla N° 10: Resultados de Análisis Físicoquímico del Aserrín	113
Tabla N° 11: Resultados de Análisis físicoquímico de la Cascarilla de Arroz.....	114
Tabla N° 12: Porcentaje de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don según tratamiento.....	115
Tabla N° 13: Medias Marginales estimadas de la Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don según bloques.....	116
Tabla N° 14: Análisis de Varianza del Porcentaje de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	117

Tabla N° 15: Prueba de Tukey para el Porcentaje de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	118
Tabla N° 16: Índice de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don según tratamiento.....	119
Tabla N° 17: Medias Marginales estimadas del Índice de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don según bloques.....	120
Tabla N° 18: Análisis de Varianza del Índice de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	122
Tabla N° 19: Prueba de Tukey para el Índice de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	123
Tabla N° 20: Velocidad de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don según tratamiento.....	124
Tabla N° 21: Medias Marginales estimadas de la Velocidad de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don según bloques.....	125
Tabla N° 22: Análisis de Varianza de la Velocidad de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	127
Tabla N° 23: Prueba de Tukey para la Velocidad de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	128
Tabla N° 24: Parámetros Germinativos de <i>Pinus radiata</i> D. Don como efecto del uso de sustratos.....	130
Tabla N° 25: Análisis de Varianza de los Parámetros de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	131

xvi

Tabla N° 26: Prueba de Tukey de los Parámetros de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don.....	132
Tabla N° 27: Parámetros germinativos del pino (<i>Pinus radiata</i> D. Don) como efecto del uso del sustrato Turba.....	133
Tabla N° 28: Análisis de Varianza de los Parámetros Germinativos de <i>Pinus radiata</i> D. Don como efecto del uso del sustrato Turba	134
Tabla N° 29: Parámetros germinativos del pino (<i>Pinus radiata</i> D. Don) como efecto del uso del sustrato Aserrín.	136
Tabla N° 30: Análisis de Varianza de los Parámetros Germinativos de <i>Pinus radiata</i> D. Don como efecto del uso del sustrato Aserrín.....	136
Tabla N° 31: Parámetros germinativos del pino (<i>Pinus radiata</i> D. Don) como efecto del uso del sustrato Cascarilla de Arroz.....	138
Tabla N° 32: Análisis de Varianza de los Parámetros Germinativos de <i>Pinus radiata</i> D. Don como efecto del uso del sustrato Cascarilla de Arroz.....	139
Tabla N° 33: ANVA de los Parámetros de Germinación del Pino (<i>Pinus radiata</i> D. Don) para contrastación de Hipótesis General.....	142

xvii

Tabla N° 34: Prueba de T Student para la comprobación de la Hipótesis específica 1.....	144
Tabla N° 35: Prueba de T Student para la comprobación de la Hipótesis específica 2.....	146
Tabla N° 36: Prueba de T Student para la comprobación de la Hipótesis específica 3.....	147

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01: Temperatura máxima y mínima de la Estación K'ayra.....	91
Gráfico N° 02: Precipitación de la Estación K'ayra.....	92
Gráfico N° 03: Promedios de Porcentaje de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don según Tratamiento y bloques.....	117
Gráfico N° 04: Promedios de Índice de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don según Tratamiento y Bloques.....	122
Gráfico N° 03: Promedios de Velocidad de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don según Tratamiento y Bloques.....	127
Gráfico N° 04: Medias Marginales estimadas de los Parámetros de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don como efecto del uso del sustrato Turba.....	136
Gráfico N° 05: Medias Marginales estimadas de los Parámetros de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don como efecto del uso del sustrato Aserrín.....	138
Gráfico N° 06: Medias Marginales estimadas de los Parámetros de Germinación de <i>Pinus radiata</i> D. Don como efecto del uso del sustrato Cascarilla de Arroz.....	141

INDICE DE IMÁGENES

Imagen N° 01: Inflorescencia masculina.....	41
Imagen N° 02: Inflorescencia femenina.....	42
Imagen N° 03: Proceso de polinización.....	47
Imagen N° 04: Formación de la semilla.....	48

xx

RESUMEN

El presente trabajo titulado “Germinación de pino (*Pinus radiata* D. Don) a partir de semilla botánica utilizando sustratos: aserrín, turba y cascarilla de arroz en San Jerónimo - Cusco” en el Centro Agronómico K'ayra se hizo una comparación del comportamiento de tres tratamientos de sustrato en función a las exigencias que tiene la semilla de Pino para incrementar el porcentaje de germinación en un menor tiempo, darle a la Plántula un medio adecuado para su desarrollo óptimo y se encuentre libre de plagas y enfermedades y en consecuencia aumentar la producción de Plantones en Vivero. El diseño experimental utilizado DBCA con 8 repeticiones. Los factores en estudio fueron 3 sustratos: Turba, Aserrín y Cascarilla de Arroz. Se realizó mediante la instalación de túneles de germinación con malla raschell al 90 % de entremallado.

El estudio evaluó la germinación de las semillas botánicas de Pino con el uso de tres sustratos, cascarilla de arroz, aserrín y turba. En el experimento se demostró que los 3 tratamientos de sustrato en estudio, existe diferencia significativa en los parámetros germinativos en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, y es así que los tratamientos con mayor porcentaje de germinación son los sustratos: Aserrín al 96.25 %, Turba al 90 % seguido de Cascarilla de Arroz 87.5 % y por último el testigo 76.66 %.

Además del porcentaje de germinación se evaluó los siguientes parámetros de germinación como el Índice de Germinación teniendo como resultado el sustrato

xxi

Aserrín 8.683 de capacidad germinativa y la Velocidad de Germinación teniendo como resultado el sustrato Aserrín con 1.925 semillas por día.

PALABRAS CLAVE:

Germinación, *Pinus radiata* D. Don, sustrato, aserrín, turba y cascarilla de arroz

ABSTRACT

The present work graduated with a title “ Germinación of pine (*Pinus radiata* D. Don) from botanical seed using substratums: Sawdust, crowd and rice husk in San Jerónimo - Cusco ” in the Center Agronómico K´ayra got itself a comparison of the behavior of three treatments of substratum in function to the requirements that has the *Pinus radiata* D. Don to lift the percentage of germination in a reduced time, to give the Plantelet a means made suitable for his optimal development and find himself free of plagues and diseases and in consequence increasing Plantones's production in Vivero. The used experimental design was factorial in DBCA with 8 repetitions. The factors under consideration were 3 substratums: Disturb, Sawdust and Rice Husk. Entremallado sold off to the 90 % by means of the installation of tunnels of germination with mesh raschell.

As the gemmination of the pine evaluated central study itself (*Pinus radiata* D. Gift) from the botanical seed for effect of the use of three substratums, rice husk, sawdust and disturb. In the experiment it was demonstrated that the 3 treatments of substratum under consideration, there is significant difference in the germinative parameters in conditions of the Center Agronómico K´ayra, and it is as soon as the treatments with bigger percentage of germination are substratums: Sawdust to the 96,25 %, Turba to the 90 % followed of Rice Husk 87,5 % and finally the witness 76,66 %.

In addition to the percentage of germination evaluated him the following parameters of germination like the index of Germinación having as a result the substratum

xxiii

Sawdust 8,683 of germinative capacity and the Speed of Germinación having as a result the substratum Sawdust with 1,925 seeds per day.

KEY WORDS:

Propagation, *Pinus radiata* D. Don, substratum, sawdust, crowd and rice husk

INTRODUCCIÓN

Desde hace 20 años la reforestación en la sierra del Perú se ha incrementado con la plantación de *Pinus radiata* D. Don a pasos acelerados. La producción de forestales con contenedores de polietileno depende fundamentalmente del tipo de sustrato que se utilice, ya que la emergencia de las semillas, así como el desarrollo y el funcionamiento de las raíces están directamente relacionados a las condiciones de aireación y contenido de agua, por tener una influencia directa sobre el suministro de nutrientes necesarios para su desarrollo.

Las semillas de Pino son susceptibles a enfermedades producidas por hongos. Son muchos los métodos que trataron de controlar este riesgo en una producción intensiva. Sin embargo la base del control se encuentra en las primeras etapas de vida de la plántula dándoles condiciones de sustrato adecuado para fortalecer su resistencia.

La especie en estudio, es de importancia ecológica, ya que se puede recuperar zonas deforestadas del Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical (bh-MbS), El *Pinus radiata* D. Don es una madera preciada y tiene una importancia socio - económica por ser un árbol de uso múltiple empleado en sistemas agroforestales, proporcionando productos utilizables en forma de servicios en las regiones rurales.

El trabajo de investigación tiene como objetivo contar con un documento que describa el comportamiento del pino a través de la germinación con el uso de tres diferentes sustratos y conocer alternativas de usar sustratos orgánicos. La información obtenida a través del estudio de sustratos utilizados en la germinación

xxv

y/o producción en vivero permitió ampliar los conocimientos y esto motivo a realizar el presente trabajo de investigación titulado: “**GERMINACIÓN DE PINO (*Pinus radiata* D. Don) A PARTIR DE SEMILLA BOTÁNICA UTILIZANDO SUSTRATOS: ASERRÍN, TURBA Y CASCARILLA DE ARROZ EN SAN JERÓNIMO - CUSCO**”. De esta forma se incentivará la producción de plántulas en el menor tiempo posible y plántulas de calidad.

LA AUTORA

Capítulo I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN



1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

1.1.1. Descripción del problema

En la Región Cusco se observa un notable aumento demográfico y en consecuencia se viene urbanizando, destruyendo las áreas verdes e incrementando áreas pavimentadas que ocasiona un desequilibrio ambiental en la Ciudad.

La indiferencia de los pobladores del distrito en temas medioambientales, que en su pensamiento erróneo, piensan que la forestación es una actividad nada productiva. Para las familias del Distrito de San Jerónimo, existen limitaciones productivas agropecuarias, debido a las pocas áreas verdes que restan. En este proceso podemos mencionar a la agricultura migratoria que consiste en desboscar áreas forestadas para instalar cultivos en limpio que luego son abandonadas por su baja fertilidad. Asimismo, en épocas de estiaje los ganaderos provocan quemas que buscan la regeneración espontánea de pastos, pero que generalmente terminan en incendios y al final de muchos ciclos culminan con suelos en procesos de desertificación;

Existen diversas dificultades en la propagación de esta especie como la selección de sustrato ocasionando plantas débiles, enfermas, deficientes, con escaso contenido de nutrientes y susceptible a hongos. Esto ocasiona riesgos de producción en el repique ya que la plántula no tendrá un buen desarrollo físico.

La influencia de los sustratos sobre la germinación de semillas en las especies forestales ha tenido una atención especial por parte de los viveristas, en un intento por encontrar el óptimo para cada una. En general, un sustrato adecuado sería aquel que tenga características que garantice una aireación, disponibilidad de nutrientes y buen soporte en las raíces para obtener altos porcentajes en la producción de plantas, y a la vez, presente menos pérdidas de éstas por factores adversos durante el proceso germinativo.

En la germinación de semilla, a menudo, nos encontramos con problemas de enfermedades a causa de hongos, principalmente se debe a la falta de aireación de las raíces, un sustrato contaminado, riegos saturados, entre otros. Y la mayoría de causas se debe al sustrato, de ahí la importancia de escoger un sustrato adecuado para a germinación.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.2.1. Problema general.

¿Cuál es el efecto del uso de sustratos cascarilla de arroz, aserrín y turba en los parámetros germinativos de las semillas botánicas de pino (*Pinus radiata* D. Don)?

1.1.2.2. Problemas específicos.

¿Cuál es el efecto del uso de sustrato de turba en los parámetros de germinación de las semillas botánicas de pino (*Pinus radiata* D. Don)?

¿Cuál es el efecto del uso de sustrato de aserrín en los parámetros de germinación de las semillas botánicas de pino (*Pinus radiata* D. Don)?

¿Cuál es el efecto del uso de sustrato de cascarilla de arroz en los parámetros de germinación de las semillas botánicas de pino (*Pinus radiata* D. Don)?

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de esta investigación radica en la posibilidad de plantar una base conceptual y analítica para investigaciones posteriores que busquen mejorar las condiciones de germinación en vivero, donde permitirá descubrir un medio de germinación más compatible que abarate costo, mano de obra, insumos, tiempo y dinero.

Hasta hace muy poco se consideraba que el sustrato no ejercía efecto sobre la calidad. Sin embargo los importantes descubrimientos sobre la influencia del sustrato en las características fotosintéticas y la tasa de supervivencia de los forestales y la evidencia de que una correcta nutrición mineral condiciona todo el desarrollo anterior y posterior del cultivo, han hecho reconsiderar estas concepciones y han confirmado que los sustratos son hoy día una de las mejores herramientas para conferir calidad a la producción.

La necesidad de hacer investigación en el rubro de producir planta en vivero se justifica con la generación de conocimientos básicos y elementos desde la producción de planta en el vivero hasta la plantación misma. Las experiencias obtenidas en esta investigación permitirán realizar recomendaciones para el

mejoramiento de la calidad de la planta, aumentando con ello las probabilidades del éxito en el sitio de plantación.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del uso de los sustratos turba, aserrín y cascarilla de arroz en los parámetros germinativos de la semilla del pino (*Pinus radiata* D. Don).

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Evaluar el efecto del uso de sustrato turba en los parámetros germinativos de la semilla del pino (*Pinus radiata* D. Don).
- b) Evaluar el efecto del uso de sustrato aserrín en los parámetros germinativos de la semilla del pino (*Pinus radiata* D. Don).
- c) Evaluar el efecto del uso de sustrato cascarilla de arroz en los parámetros germinativos de la semilla del pino (*Pinus radiata* D. Don).

Capítulo II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación.

VERDUGO, 2010. Estudio la evaluación técnica y económica del aserrín como sustrato para la producción de almácigos de hortalizas. Con el objetivo de evaluar la posibilidad de utilizar aserrín como sustrato en la producción de almácigos de hortalizas, se realizaron cuatro experimentos independientes para cada una de las siguientes especies: tomate, pimentón, lechuga y melón. Cada experimento compuesto por tres tratamientos, estos fueron: tierra de hojas como tratamiento control, aserrín usada como sustrato individual y en mezcla con pino compostado en proporción 1:1 (50%). El análisis de resultados mostró para las cuatro especies en estudio, que en cuanto a las variables evaluadas, las plántulas cultivadas en la mezcla de aserrín con pino compostado, no difieren mayormente de las cultivadas en el tratamiento control tierra de hojas presentando un crecimiento óptimo para su trasplante a suelo definitivo. Concluyeron que las plántulas cultivadas en aserrín presentaron un desarrollo superior respecto de los otros tratamientos, esto se debería a la buena retención de humedad que presenta el aserrín también en el análisis de costos de producción, el sustrato más conveniente es la mezcla de aserrín con pino compostado por su buen porcentaje de producción de plantas útiles. Finalmente, el aserrín es recomendable usarla como sustrato, obteniendo así plántulas aptas para su trasplante.

BENITEZ, 2002. Realizó un diagnóstico de la situación de los viveros oficiales de Veracruz (México) y su papel para apoyar programas de reforestación y

restauración con el objetivo de diagnosticar la situación que prevalece en los viveros del estado de México, en general de la problemática tanto técnica como metodológica que existe en el manejo de especies. Mediante una recopilación de información a través de encuestas donde se incluyen datos referentes a la propagación, siembra y manejo de especies donde concluyeron que, en la mayoría de viveros el manejo de sustrato para almacigo se utiliza tierra negra que podría ser combinada con arena o tierra de hoja, la proporción más común es al 50% sobre todo en los viveros que propagan coníferas. En el vivero LA JOYA utilizan la mezcla de “cascarilla de arroz” y “tierra negra o turba” al 60:40, donde el resultado que obtuvieron fue un sustrato de calidad y de bajo costo económico, sostienen que se incrementó la talla de la plántula en un 200%, una experiencia que necesita formalización.

BIDWELL, 1990. La germinación es un proceso que consiste en la adsorción de agua, la reactivación del metabolismo y la iniciación del crecimiento del embrión de una semilla. Un gran número de semillas de especies presentan latencia, razón por la cual aun cuando están viables y se expongan a condiciones favorables. Los principales factores que inhiben la germinación son físico-mecánico o físico-químico, en los primeros intervienen los recubrimientos de la semilla que pueden influir en la entrada del agua y oxígeno al actuar como barreras mecánicas, en el segundo intervienen ácidos o compuestos inhibidores de la germinación.

PÉREZ, 2007. Realizo una investigación en Germinación de Semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *Biuncifera* de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo – México con el objetivo de medir la germinación, considerando 3 Parámetros de Germinación como son: potencial germinativo, índice de Germinación y Velocidad de Germinación. La autora de esta tesis recomendó en sus conclusiones estos parámetros para toda evaluación de germinación.

2.2. DESCRIPCIÓN DE LA FAMILIA PINACEAE

RZEDOWSKI, 1978. La familia pinácea son árboles o arbustos de tallo leñoso raonopódico y ramificado, con hojas pequeñas alternas, opuestas o verticiladas, comúnmente aciculares o escuamiformes y aveceoladas. Las flores femeninas y masculinas forman por lo regular zonas aisladas o en grupos. Sus frutos son por lo común conos con escamas lignificadas o carnosas.

RZEDOWSKI, 1978. Las semillas tienen alas, pero muchas pináceas carecen de ellas. La raíz carece de pelos absorbentes; en sustitución de los mismos se desarrollan hongos que las envuelven y forman micorrizas, las cuales desempeñan el papel de los pelos radicales. Su corteza está más o menos suberificada, en la mayoría de ellas existen canales esiníferos. Por lo general, son plantas perennes, que están renovando constantemente sus hojas.

2.3. DESCRIPCIÓN DEL GÉNERO *Pinus*

STYLES, 1994. Pertenece al orden de las coníferas, donde el género *Pinus* comprende más de 80 especies. El género *Pinus* perteneciente a la familia de las

Pinaceas, es una gimnosperma, las cuales no producen flores y sus semillas se forman en conos leñosos o estructuras modificados de conos, las hojas de los pinos se denominan acículas (forma de aguja) y se forman en fascículos de 2-6 rodeadas por vainas basales de brácteas, los conos consisten en escamas que se ponen duras y leñosas a la madurez.

STYLES, 1994. El género *Pinus* comprende especies distribuidas por todo el Hemisferio Norte, algunas de las cuales constituyen las masas forestales de mayor interés en el mundo.

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE *Pinus radiata* D. Don.

CONTESSE, 1986 y GARAY 1990. Pino (*Pinus radiata* D. Don) es una especie originaria de California, Estados Unidos. Fue introducido al Perú en 1887 por un agricultor. Posteriormente, debido a su valor comercial, sobre todo de sus resinas.

CORMA, 1971. Su éxito y popularidad se debe a su alta rusticidad, rápido crecimiento, fácil manejo de las plantaciones cuando se establece en climas y suelos apropiados y a la diversidad de aplicaciones de su madera.

FONAM, 2007. En altura alcanzan los 30 metros en promedio. El diámetro a la altura del pecho alcanza medidas entre los 30 y 90 cm. Hojas ligeramente azuladas, agrupados en ramilletes de unos 15 cm. De longitud no se desprenden en todo el año. La corteza es gris verdosa al principio, pero más tarde presenta el color marrón – rojizo, gruesa y con grietas profundas.

FONAM, 2007. Sus frutos son conos de color marrón, su tamaño varia de entre los 5 a 21 cm. De largo y 2.5 a 10 cm. De ancho. Algunas veces permanecen en el árbol por varios años. Cada fruto contiene aproximadamente 200 semillas de color gris - pálido, a veces negras y con alas negras. Su fructificación va depender de las condiciones climáticas de la zona de plantación pudiéndose iniciar a la edad de 6 años pero los conos permanecen cerrados y la liberación de semillas se da varios años después. La mayor producción de semillas se da en árboles de 15 a 20 años de edad.

2.5. ORIGEN

BEIDERBICK, 1980. La especie es originaria de sitios aislados en la costa de California, (EE.UU), entre las latitudes 35 y 37 N. Su rango altitudinal va de 0 a 3 000 msnm. En su área de origen vive en suelos arcillosos, margosos o arenosos en sustrato de pizarras areniscas o esquistos silíceos, no crece en suelos compacto, poco profundos o mal drenados, ya que requiere cierto grado de frescura.

2.6. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA.

RZEDOWSKI, 1978. Una gran mayoría se localiza en lugares montañosos, templados y fríos y solamente pocas especies se desarrollan en lugares subtropicales.

MARTINEZ, 1992. La familia de las pináceas comprende en Perú 5 géneros; sin embargo, el género *Pinus* es el de más amplia distribución.

Este género habita principalmente en zonas templadas y frías aunque también se encuentra en las altas mesetas y montañas de algunas zonas tropicales; se puede desarrollar desde cero hasta 4000 m.s.n.m.

2.7. TAXONOMÍA

LAWRENCE, 1971. Estableció la taxonomía siguiente:

Reino: Plantae

División: Pinophyta

Clase: Pinopsida

Orden: Pinales

Familia: Pinaceae

Subfamilia: Pinoideae

Género: *Pinus*

Especie: *P. Radiata*

Nombre Científico: *Pinus radiata* D. Don

Nombre Común: Pino Insigne, Pino Monterrey, Pino Radiata

2.8. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

2.8.1. Árbol

FARJON et al, 1997. En altura alcanzan los 30 a 50 metros en promedio, piramidal en la juventud, luego ensanchado globoso y truncado. El sistema radicular es somero, de poco desarrollo en comparación al aéreo, El tronco es recto el diámetro a la altura del pecho alcanza medidas entre los 30 y 90

cm con corteza pardo – rojiza gruesa, que pronto se agrieta y arruga. La copa es densa y las ramas verticiladas, en forma de brazos de candelabro horizontales o erecto patentes. Las yemas son ovoides – agudas, con escamas rojizas apenas resinosas. Las acículas aparecen envainadas de tres en tres, son de color verde vivo y miden de 7 a 15 cm de longitud duran hasta 3 a 4 años en la planta. Las piñas de 7 – 14 x 5 – 8 cm, aparecen en verticilos de 3 -5 o apareadas, subsentadas, muy asimétricas, con la apófisis de las escamas externas muy prominentes el piñón es negruzco, de 5 – 8 mm de longitud, con una ala estrecha, 3 – 4 veces más larga que la semilla.

2.8.2. Corteza

MARTINEZ, 1992. La corteza es de color moreno oscuro en los árboles jóvenes y muy oscuros después; profundamente hendida, dividida en placas grandes y desiguales con escamas de color canelo rojizo claro; mide de tres a cinco centímetros de espesor gruesa en el tronco, por dentro de color café y por fuera de color gris.

PERRY, 1991. La corteza es gris verdosa al principio, pero más tarde presenta de color marrón - rojizo, gruesa y con grietas profundas. Señala que la corteza en árboles maduros es gruesa, de color moreno rojizo, configuraciones profundas y largas, dividida en placas escamosas, irregulares y grandes. Enarboles jóvenes la corteza es de color moreno rojizo áspera y escamosa. Los arboles puede sobrepasar los 150 años de vida, pero en las plantaciones los turnos máximos son de 30 años.

2.8.3. Ramas y ramillas

STYLES, 1994. Las ramas son gruesas y extendidas, las ramas inferiores son largas, extendidas horizontalmente o curvado hacia abajo, las superiores son ascendentes o extendidas de forma irregularmente sigmoidea, en árboles maduros con ramas únicamente en su tercio superior.

MARTINEZ, 1992. Las ramillas son ásperas y fuertes, morena anaranjadas, un poco glaucas en sus partes tiernas, tornándose después moreno grisáceas; las bases de las brácteas son cortas, apretadas, contiguas y su cordiformes. Las ramillas miden de 6 a 8 milímetros de grosor, escamosas, con las bases de las brácteas decurrentes; ramillas tiernas a veces con tinte azulado.

2.8.4. Vainas

MARTINEZ, 1992. Las vainas son anilladas, de 15 a 20 milímetros, de color castaño claro cuando jóvenes y oscuras después, acortándose hasta 5 a 12 milímetros al madurar.

STYLES, 1994. Las vainas son inicialmente largas con aproximadamente 10 escamas imbricadas, presentan márgenes ciliados, son persistentes, presentan bases engrosadas.

2.8.5. Hojas

MARTINEZ, 1992. Hojas ligeramente azuladas, agrupadas en ramilletes y de unos 15 cm. de longitud. No se desprenden en todo el año. Las hojas se

reúnen en grupos de tres, muy rara vez cuatro ó cinco en algunos fascículos; miden de 12.5 a 17.5 centímetros de largo o a veces hasta 22, y se aglomeran en la extremidad de las ramillas; son fuertes, tiesas y agudas, anchamente triangulares; de color verde, a veces algo oscuro. Presenta estomas en las tres caras, numerosos y perfectamente marcados; sus bordes son aserrados, con los dienteillos finos y pequeños, en ocasiones algo separados; los canales resiníferos son medios y en número de 5 a 10; la hipodermis es grueso e irregular, con entrantes profundas en la colénquima; las paredes externas de las células del endodermo son muy engrosadas.

2.8.6. Yemas

STYLES, 1994. Las yemas son morenas, largamente ovoides y acuminadas, las yemas terminales miden de 15 a 30 milímetros de largo y de 10 a 15 milímetros de ancho, las laterales son más pequeñas, no resinosas; las escamas del ápice son extendidas o re curvadas con los márgenes largos ciliados de color blanco a café.

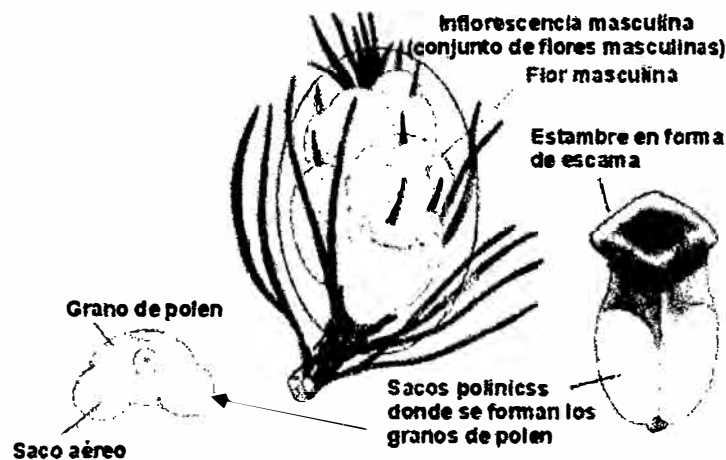
2.8.7. Inflorescencias

2.8.7.1. Inflorescencia masculina

STYLES, 1994. Desarrolla unas flores masculinas de forma cilíndrica, agrupadas en gran número, formando espigas alargadas. El desarrollo de la inflorescencia masculina o estróbilo megasporangiado, generalmente, se desarrolla en forma de espiral, es

decir, que los sacos o microsporofilas que contienen el polen se van desarrollando en forma helicoidal; su coloración va desde color morado hasta un color café-ocre al alcanzar su madurez. Florece en primavera, no llegando a madurar los piñones, que puede mantener su capacidad de germinación varios años.

Imagen N° 01: Inflorescencia masculina



ALBA C. 2008. Manual práctico de reforestación.

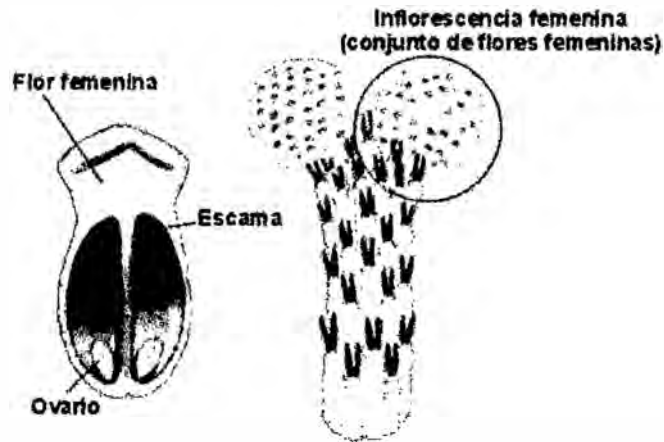
2.8.7.2. Inflorescencia femenina

CABRERA, 1996. Las flores femeninas están agrupadas en conos o llamados también estróbilos megasporangiados son menos numerosos y generalmente se encuentran en la porción superior de la copa de los árboles; presentan una coloración purpúreo violáceo.

STYLES, 1994. Los conillos son sub terminales (cerca del ápice), se encuentran solitarios, en pares o en grupos de tres a cinco, sostenidos por pedúnculos cortos, curvados y persistentes, conservando algunas

escamas en las ramas las escamas están provistas de diminutas espinas afiladas.

Imagen N° 02: Inflorescencia femenina



ALBA C. 2008. Manual práctico de reforestación.

2.8.8. Fruto

CABRERA, 1996. Sus frutos son conos de color marrón, su tamaño varía de entre 5 a 21 cm. de largo y 2.5 a 10 cm. De ancho. Algunas veces permanecen en el árbol por varios años. Cada fruto contiene aproximadamente. 200 semillas de color gris-pálido, a veces negras y con alas grandes. Esto varía de acuerdo a las diferentes zonas donde se ubique la plantación. Su fructificación va a depender de las condiciones climáticas de la zona de plantación pudiéndose iniciar a la edad de 6 años pero los conos permanecen cerrados y la liberación de semillas se da varios años después. La mayor producción de semillas se da en árboles de 15 a 20 años de edad.

CABRERA, 1996. La edad de fructificación también varía con la especie iniciándose normalmente entre los 15 y 30 años para las especies españolas. Sin embargo, en parcelas experimentales, tratadas convenientemente, se han conseguido que pinos de 5-10 años, den fruto. Las recogidas comerciales nunca deberán realizarse en masas demasiado jóvenes o viejas, siendo la edad óptima, 30-50 años.

2.8.9. Conos

MARTINEZ, 1992. Los conos son ovoides o cónicos, simétricos, casi extendidos o ligeramente reflejados, simétricos, de cinco a ocho centímetros de largo más comúnmente alrededor de seis y de color moreno oscuro, con tinte algo rojizo, ligeramente lustroso, y con resina ambarina en algunos casos. Tienen pedúnculos fuertes, de unos 10 milímetros de largo, ocultos en las escamas basales y permanecen en las ramillas con algunas de aquéllas cuando el cono se desprende.

2.9. POLINIZACIÓN

ALBA C., NIDIA, 2008. Las flores masculinas (portadores de polen), están formadas por numerosos estambres o microsporofilos. Cada microsporófilo lleva dos sacos polínicos o microsporangios. En su interior se diferencian las células madres del polen o microsporocitos, cada una de las cuales da origen por meiosis a cuatro microsporas o granos de polen uninucleados (inmaduros).

ALBA C., NIDIA, 2008. Cada microspora se rodea de una pared celular especializada, se divide mitóticamente 2 veces y se transforma en un grano de polen que contiene cuatro células: dos protálicas, una anteridial o generativa y una célula del tubo polínico. En este estado son liberados de los microsporangios, su dispersión por medio del viento es favorecida por la presencia de dos sacos aéreos. Cada grano de polen es un gametofito masculino inmaduro.

ALBA C., NIDIA, 2008. Los conos femeninos son de mayor tamaño y complejidad que los portadores de polen. Están formados por brácteas dispuestas en espiral alrededor de un eje, formando una inflorescencia llamada estróbilo. En la axila de cada bráctea estéril se encuentra una flor femenina constituida solamente por el carpelo que recibe el nombre de escama ovulífera. Cada escama lleva dos óvulos en la parte superior. Cada óvulo presenta un tegumento y una nucela multicelular (el megasporangio). Los conos seminíferos o femeninos están en las ramas más altas, y los masculinos en las inferiores. Esta disposición promueve la fecundación cruzada ya que el viento lleva los granos de polen en gran cantidad hacia los estróbilos femeninos de otros árboles.

ALBA C., NIDIA, 2008. La polinización ocurre en primavera. El polen llega directamente a los óvulos. El micrópilo de cada óvulo produce una gota de líquido pegajoso a la cual se adhiere el polen. Luego, esta gota se evapora y los granos de polen son arrastrados al interior del óvulo hasta entrar en contacto con la nucela.

ALBA C., NIDIA, 2008. Las escamas ovulíferas del cono que estaban abiertas, se cierran entonces cumpliendo un papel de protección. El grano de polen germina y se forma el tubo polínico que va creciendo lentamente a través de la nucela. Recién un mes más tarde, el megasporocito o célula madre de las esporas se divide por meiosis originando cuatro megásporas, tres de las cuales degeneran. La megáspora funcional inicia la formación del gametofito femenino por repetidas divisiones mitóticas que no son acompañadas por la formación de paredes celulares. Unos 12 meses después el gametofito femenino está formado por unos 2000 núcleos libres y recién entonces comienza la formación de las paredes celulares.

ALBA C., NIDIA, 2008. A los 15 meses se desarrollan hacia el micrópilo dos o tres arquegonios conteniendo cada cual una ovocélula o gameta femenina. El resto del tejido del gametofito femenino se carga de sustancias nutritivas transformándose en el endosperma primario.

ALBA C., NIDIA, 2008. También en esta época, el gametofito masculino llega a su madurez: la célula generativa se divide para dar una célula estéril (pedicular) y otra espermatógena o gametogénica, que se divide a su vez en dos gametas masculinas antes de que el tubo polínico alcance el gametofito femenino. La fecundación ocurre en la primavera del año siguiente. Una de las gametas masculinas se une a la ovocélula y la otra degenera. Generalmente se fecundan las ovocélulas de todos los arquegonios y comienzan a formarse los

respectivos embriones (poliembrionía policigótica), pero solamente uno de ellos se desarrolla completamente.

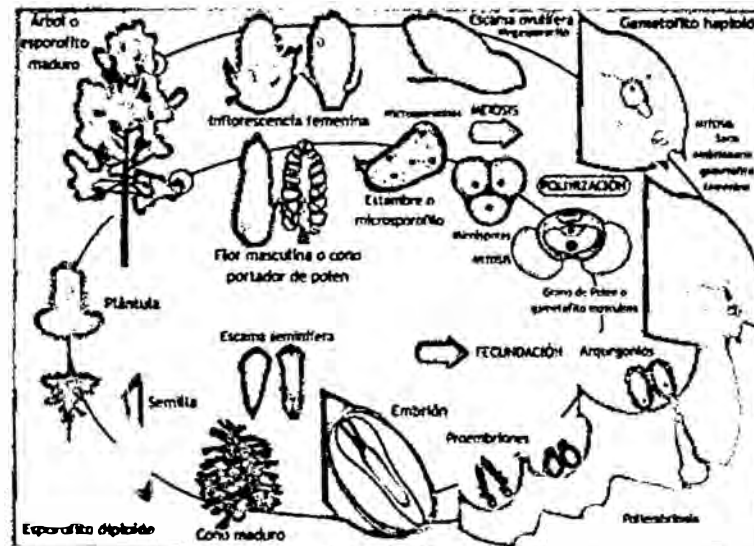
ALBA C., NIDIA, 2008. En la zona inferior de cada arquegonio, a partir del cigoto se originan cuatro embriones genotípicamente idénticos, por división longitudinal y separación lateral de cuatro hileras de células (poliembrionía homocigótica). Cada embrión presenta en la zona superior un embrióforo ó suspensor, que tiene como función empujar al embrión en desarrollo hacia el gametofito femenino, haciéndolos penetrar en el tejido nutritivo.

ALBA C., NIDIA, 2008. Finalmente sobrevive un solo embrión, que después de cierto tiempo desarrolla una radícula y un número variable de cotiledones. Durante el proceso el tegumento se transforma en cubierta seminal.

ALBA C., NIDIA, 2008. La semilla es una combinación de dos generaciones esporofíticas diploides (una es la cubierta seminal más los restos de la nucela, y la otra es el embrión) y una generación gametofítica haploide, el endosperma primario, tejido nutritivo o alimenticio.

ALBA C., NIDIA, 2008. El ciclo completo dura normalmente dos años, cuando las semillas caen de los conos. Las escamas ovulíferas se han vuelto leñosas y se abren, y las semillas son transportadas por el viento gracias a que el tegumento presenta un ala, formada por una porción adelgazada de la escama ovulífera. Esto sucede en otoño, dos años después de la aparición inicial de los conos y de la polinización. Todo lo descrito se muestra en la siguiente imagen:

Imagen N° 03: Proceso de la polinización.



ALBA C. 2008. Manual práctico de reforestación.

2.10. SEMILLAS

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. En botánica (ovulo fecundado y maduro), y en agricultura (simiente o unidad). Una semilla en su acepción etimológica primitiva y corriente es “La unidad de reproducción y diseminación”, por lo que tiene un sentido más amplio que el usado de siembra.

MARTINEZ, 1992. Las semillas son de color café oscuro, oval, de 6 a 7 milímetros de largo, con un ala articulada de 20 a 25 milímetros de largo y 7 a 9 milímetros de ancho, de color amarillento pálido a café.

PALADINI, ENRIQUE F., 1992. La cosecha de semillas de *Pinus radiata* D. Don es en setiembre, octubre noviembre y diciembre.

LEMCKERT, 1978. La composición química de las semillas de Pino (*Pinus Radiata* D. Don) se detalla a continuación:

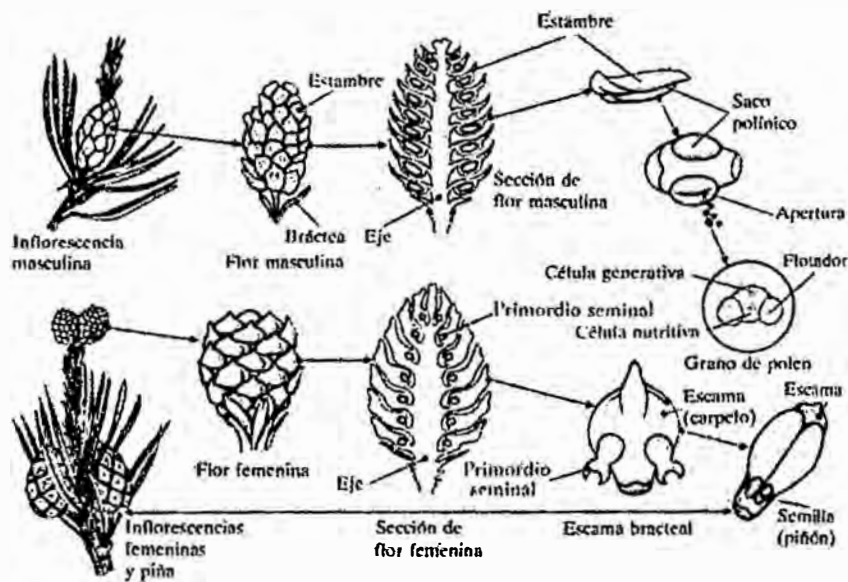
Tabla 01: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS SEMILLAS DE PINO

(Pinus Radiata D. Don)

	CONTENIDO 100 gr.
Agua	7%
Hidratos de carbono	29%
Fibra	6%
Lípidos	36%
Proteínas	26%
Sodio	1 mg
Potasio	600 mg
Fósforo	400 mg
Calcio	80 mg
Provitamina A	9 mg
Vitamina C	3 mg
Vitamina B1	0,48 mg
Vitamina B2	0,13 mg

FUENTE: LEMCKERT, 1978. *Instalación y manejo de viveros forestales.*

Imagen N° 04: Formación de semilla.



ALBA C. 2008. Manual práctico de reforestación.

2.10.1. LATENCIA DE LAS SEMILLAS

ALBA C., NIDIA, 2008. A menudo sucede que algunas semillas rodeadas de lo que podría llamarse un ambiente óptimo para germinación, temperatura y agua favorable, buena disponibilidad de oxígeno, no logran germinar. Este fenómeno se denomina latencia.

ALBA C., NIDIA, 2008. Las semillas de la mayoría de las plantas después de la maduración no germinan de inmediato. En la madures entran en un estado de latencia de duración variada según la especie, latencia que puede durar desde unas pocas semanas o meses hasta varios años. Las semillas de algunas especies germinan a continuación de un intervalo de almacenamiento seco o en la primavera siguiente. Las semillas de otras especies germinan con irregularidad en un lapso de tiempo de dos a muchos años. Cuando multiplicamos plantas por semillas, conviene abreviar este tiempo de latencia que es debido principalmente a dos causas: la impermeabilidad de la cubierta de la semilla y la latencia interna del propio embrión. En algunas especies se presenta una sola causa, pero en muchas especies se dan las dos.

- a) **Impermeabilidad de la cubierta de la semilla.** La impermeabilidad al agua y al oxígeno de la cubierta de la semilla es una causa muy frecuente del aplazamiento de la germinación de árboles. La permeabilidad de la cubierta de la semilla en condiciones naturales se aumenta por la acción de las heladas, acción de los microorganismos

del suelo, etc, hasta que se produzca la germinación. De manera artificial se llega a métodos que ablanden las cubiertas seminales; tales como la inmersión de las semillas en agua caliente o el empleo de ácido sulfúrico.

- b) **Embriones latentes.** Aunque se les quite por completo la cubierta y se pongan en condiciones favorables para la germinación, las semillas de muchas especies no germinan. Este fenómeno es muy frecuente en semillas de árboles, debido a condiciones fisiológicas del embrión, necesitando este tipo de semillas un tiempo pos maduración. Muchas semillas necesitan para ello humedad y baja temperatura lo que de manera natural sucede en los inviernos de zonas de clima templado.
- c) **De manera artificial se produce mediante la estratificación.** Que consiste en colocar las semillas en arena húmeda a temperatura de 1-6 C° durante cierto tiempo, con frecuencia varios meses

2.11. GERMINACIÓN

NAPIER I. 1985. La semilla de pino presenta características muy distintas, pues mientras que la mayoría de las semillas germinan rápidamente sin necesidad de tratamiento previo alguno, otras mejoran su germinación con sólo someterlas a un enfriado previo o a una inmersión en agua a la temperatura ambiente durante 12-24 horas.

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. Se define a la germinación en términos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos, como el proceso mediante el cual el

embrión de la semilla adquiere la actividad metabólica necesaria para reiniciar el crecimiento y transcribir las porciones del programa genético que lo convertirán en una planta adulta. El objetivo fundamental de todos los análisis de germinación es evaluar la potencialidad para germinar. Tres aspectos fundamentales deben ser considerados para evaluar el éxito de la germinación de las semillas.

a) Capacidad de germinación (CG%)

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. Es el número de semillas que germinan en condiciones definidas (bajo un tratamiento específico por ejemplo), puede ser expresado en porcentaje (%) o en números absolutos. Para obtener la capacidad germinativa la relación se hace de la siguiente forma donde:

N =número de semillas sembradas

n = número de semillas germinadas

$CG\% = n * 100 / N$

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. Se considera un CG aceptable cuando presenta valores por arriba del 60 %. Cuando la germinación este por debajo de dicho valor se sugiere buscar otro tipo de tratamientos pre germinativos

b) Velocidad de Germinación.

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. Como su nombre lo dice evalúa la rapidez o tasa con que el proceso germinativo ocurre bajo un tratamiento dado.

c) Homogeneidad de Germinación.

ARRIAGA M. VICENTE, 1994. Señala que tan sincrónica se presenta la germinación. Los resultados que se tienen en cada uno de estos índices permitirán evaluar no solo la viabilidad del lote de semillas, sino también la afectividad del tratamiento pre germinativo y el vigor de las semillas, elementos fundamentales para asegurar una producción exitosa

2.11.1. PROCESO DE GERMINACION.

ALBA C., NIDIA, 2008. El embrión no es capaz de nutrirse por sí mismo, por lo que, desde que se siembra una semilla, hasta que nace la planta capaz de realizar fotosíntesis, sucede una serie de fenómenos que contribuyen el mecanismo o proceso de la germinación.

La semilla adsorbe agua.- la semilla en un suelo húmedo adsorbe agua y se hincha, el agua reblandece el tegumento y lo hace permeable al aire. El tegumento termina rompiéndose y las sustancias de reserva se ablandan para transformarse en sustancias más simples mejor asimilables y se desencadena la acción de las hormonas de crecimiento.

Las sustancias de reserva son utilizables.- las sustancias solubles pasan a los diferentes órganos del embrión, el cual las utilizara para su desarrollo. La radícula sale al exterior, y se implanta en el suelo, para luego convertirse en la verdadera raíz. El tallo acompañado de las hojas y

la yema terminal o gémula, empieza a crecer y perfora la tierra saliendo al exterior y tomando color verde por efecto de la luz.

La semilla respira intensamente.- la transformación de las sustancias de reserva, el desarrollo de las raíces, del tallo y de las hojas, provoca una respiración intensa de las semillas en la germinación. La respiración provee la energía que la semilla necesita pero consume una parte de las sustancias de reserva.

ALBA C. NIDIA et al 2008. Las semillas “seca” generalmente respiran muy poco y solo aumenta su consumo de oxígeno con la imbibición de agua.

- En la primera fase de producción un rápido incremento de la respiración, antes de llegarse a las 12 horas medidas de un medio húmedo. A mayor hidratación mayor respiración.
- Entre las 12 y 24 horas se estabiliza la actividad respiratoria.
- A partir de las 24 horas se produce un segundo incremento de la actividad respiratoria, generalmente debido a la ruptura de la cubierta producida al salir la radícula, esto permite que entre mucho más oxígeno.
- Hay una cuarta fase en la que disminuye la respiración al desintegrarse los cotiledones, después de exportar al embrión las reservas almacenadas.

La planta adquiere autonomía.- Las sustancias de reserva se van agotando, las semillas reducen de volumen, se arruga y cesa de nutrir a la joven planta. Es el momento en el cual las raíces, el tallo y las hojas cogen el relevo para asegurar la nutrición. La planta ya puede fabricar su propio alimento.

Las sustancias de reserva son transformadas.- Las sustancias de reserva tal y como se encuentran, no pueden nutrirle al embrión, pues están formadas por moléculas grandes y no asimilables. Durante la germinación el agua, el calor y las enzimas las modifican y las hacen asimilables.

2.11.2. REQUISITOS PARA QUE OCURRA LA GERMINACIÓN

ALBA C., NIDIA, 2008. Asumiendo que no existen mecanismos de latencia que impiden germinación, se requiere de la concurrencia de varios factores para que el embrión contenido en las semillas reinicie su desarrollo.

2.11.2.1. ADSORCIÓN DEL AGUA

a) Imbibición

ALBA C., NIDIA, 2008. Se caracteriza por un aumento de volumen de las sustancias que embebe. Cuando el agua penetra en la semilla, una fracción ocupa los espacios libres y otras se une químicamente

a las sustancias de que están compuestas las semillas. El volumen de las semillas aumenta con la imbibición, pero el volumen final del sistema (semilla + agua) es menor que la suma de los volúmenes individuales iniciales de la semilla y agua.

ALBA C., NIDIA, 2008. La tasa de imbibición se ve afectada por varios factores que pueden determinar la respuesta a germinación de semillas.

- **Permeabilidad de la cubierta seminal.-** Semillas cuyas cubiertas son totalmente impermeables al agua, ejemplo. Semillas duras de leguminosas, se algodón, etc.
- **Concentración del agua.-** La imbibición es más rápida cuando la semilla está en contacto con agua pura que cuando el agua contiene solutos.
- **Temperatura.-** Se ha encontrado experimentalmente que un aumento de 10 °C en la temperatura duplica la tasa de adsorción al inicio del proceso de imbibición.
- **Presión hidrostática.-** Conforme el agua penetra en las semillas, esta provoca un aumento de volumen y presión en las membranas celulares. Igualmente, las membranas celulares imponen resistencia de igual magnitud.

- **Área de la semilla en contacto con agua.**- En algunas clases de semilla ciertas regiones son más permeables que otras. Por ejemplo el hilo de las semillas de leguminosas.
- **Fuerzas intermoleculares.**- Cualquier aumento en estas fuerzas disminuye la presión de difusión del agua y por tanto la tasa de adsorción de las semillas.
- **Diferencia entre especies.**- Algunas especies adsorben agua más rápidamente que otras. Por ejemplo, semillas de algodón adsorbe agua más lentamente que la semilla de frijol.
- **Adsorción diferencial por órgano de la semilla.**- Las semillas están compuestas de diversos órganos. Estos se pueden agrupar, arbitrariamente en las siguientes categorías:

Cubierta seminal (testa, pedicarlo, etc.): Funciona como órgano de transporte de agua.

Tejidos nutritivos de reserva (cotiledones, endospermas, perisperma, etc.): El endosperma y los cotiledones adsorben agua lentamente.

Eje embrionario (Compuesto de radícula, plúmula y estructuras asociadas): Adsorbe agua rápida y continuamente.

Contenido de humedad mínimo para que ocurra la germinación.

Cada especie necesita adsorber un cierto mínimo de humedad para

que ocurra germinación. Se ha encontrado que las semillas con alto contenido de proteína necesita un contenido de humedad mayor que semillas con niveles bajos de proteína.

El exceso de agua puede ser tan pernicioso para la semilla como la carencia. Si el nivel de agua llega a excluir o restringir la penetración de oxígeno a la semilla, la germinación se retarda o no ocurre, en un gran número de especies. En otras no se han observado daños. Ejemplo, la germinación de la semilla de arroz se puede acelerar por inmersión por el contrario, la inmersión de la semilla de frijol por periodos relativamente cortos puede causar daños reversos.

b) Factores Misceláneos que Afectan la Absorción del Agua

- 1. Madurez.-** La semilla de maíz cosechada en estado de “leche” adsorbe agua más rápidamente que semillas en estados avanzados de madurez.
- 2. Composición química de la Semilla.-** Las semillas con alto contenido de proteína adsorben más volumen de agua y más rápidamente que semillas almidonadas. Semillas con altos contenidos de aceite, pero de bajo contenido de proteína se comportan parecidas a semillas almidonadas.
- 3. Edad.-** Conforme avanza la edad, las semillas tienden a adsorber agua más rápidamente. Este fenómeno se considera asociado a la pérdida de integridad de las membranas celulares.

2.11.2.2. EFECTO DE LA TEMPERATURA.

ALBA C., NIDIA, 2008. Para cada clase de semilla existe una temperatura mínima y una máxima en la que ocurre la germinación.

ALBA C., NIDIA, 2008. Rango de temperaturas de germinación:

1. **Temperatura mínima.** Por debajo de esta temperatura los procesos de germinación no se pueden detectar visualmente, dentro de un periodo razonable de tiempo. Bajas temperaturas pero por encima del punto de congelación no son letales a las semillas.
2. **Temperatura máxima.** Es la temperatura por encima de la cual los mecanismos de germinación no operan y por lo tanto no se da crecimiento del embrión. En contraste con la temperatura mínima, la máxima es fácil de determinar ya que temperaturas superiores a la máxima causan daños irreversibles a las semillas (excepción a esta regla son las semillas que entran en latencia a altas temperaturas).
3. **Temperatura óptima.** Es la temperatura a la cual se da el porcentaje máximo de germinación en un mínimo tiempo.

En general las semillas de la mayoría de las especies germinan mejor entre los 20 y 25 °C y temperaturas por debajo de 5 °C y por encima de 40 °C son perjudiciales para la germinación.

2.11.2.3. PRESENCIA DE OXÍGENO.

ALBA C., NIDIA, 2008. La actividad respiratoria de la semilla puede controlarse por velocidad con que el oxígeno llega a las mitocondrias de las células fisiológicamente activas de la semilla. El efecto combinado de solubilidad y difusibilidad reduce la tasa de difusión de oxígeno de $0.205 \text{ ml/cm}^2 \times \text{seg.}$ $5.7 \times 10.7 \text{ ml/cm} \times \text{seg.}$ De lo anterior es fácil deducir que el exceso de humedad en el sustrato de germinación (o en el suelo) reduce notablemente la disponibilidad de oxígeno a las semillas de germinación.

ALBA C., NIDIA, 2008. La necesidad de oxígeno cambian con las diferentes fases de germinación. Se ha encontrado que la semilla de lechuga es inherente a la presencia o ausencia de oxígeno durante la imbibición, pero requiere de oxígeno durante la emergencia de la radícula.

ALBA C., NIDIA, 2008. El oxígeno es necesario para que se produzca la alta intensidad de la respiración en la semilla al germinar. Por ello es necesario que la semilla no se encuentre a mucha profundidad, sino en una zona muy cercana a la superficie, de forma que haya renovación de aire donde ella este. Si hay mucha agua la semilla no germina, al faltarle el oxígeno, y se pudre.

2.11.2.4. LUZ

ALBA C., NIDIA, 2008. La exposición a la luz estimula la germinación de semillas de muchas especies silvestres y agrícolas. En la gran mayoría de los casos se estimula la germinación mediante exposición a luz roja ($660\text{nm} = 6600 \text{ \AA}$) y se inhibe con luz de 730 nm de longitud de onda. En esta reacción a condiciones lumínicas está involucrado el fitocromo.

ALBA C., NIDIA, 2008. En un gran número de especies la necesidad de luz puede ser reemplazada por tratamientos con ácido giberélico.

ALBA C., NIDIA, 2008. Las semillas contienen cantidades diminutas de un pigmento proteico sensible a la luz llamado fitocromo, que funciona como un interruptor para decidir el inicio de la germinación. Así las semillas a las que llegan determinadas bandas del espectro de la luz germinan (la luz de un claro bosque, por ejemplo), y las semillas a las que les llega otras bandas del espectro no germinan (las que están debajo de los árboles y les llega la luz filtrada por sus copas)

2.12. VIABILIDAD

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. Se entenderá como viabilidad la proporción de propágulos sexuales de una muestra que en el momento del análisis pueden evidenciar que se encuentran vivos, mediante una reacción fisicoquímica, por lo que tienen potencialmente embriones capaces de

desarrollarse. Para mantener la viabilidad al máximo deben ser conservados en lugares frescos (2-5 °C) y secos.

2.13. QUIESCENCIA.

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. En muchas especies de crecimiento del embrión se tiene en la maduración de las semillas; en general se denominan reposo a la persistencia de esta suspensión; aquí se aborda el caso que resulta del efecto de un entorno negativo en alguno de sus factores físicos, especialmente la humedad y temperatura.

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. La palabra con mayor aceptación para referirse a este fenómeno es quiescencia, que proviene del latín quies (quietud o descanso); otras que se han empleado son criptobiosis, dormancia, dormición, dormición obligada, codormancia, ecodormancia, hipobiosis, latencia, letargo, pseudodormición, reposo y vida latente. Debe distinguirse este término latencia del que se utiliza para describir semillas que no germinan por carencia de condiciones ambientales adecuadas; estas semillas se denominan **quiescentes**.

2.14. DORMICIÓN DE SEMILLA

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. Dormición define el estado actual de una población de semillas viables, en que se manifiesta una baja capacidad y/o velocidad germinativa, en amplios intervalos de un entorno positivo para el

crecimiento vegetal. A las semillas que se encuentran en esta condición se les llama durmientes o dormantes.

2.15. CALIDAD DE SEMILLA

SAAVEDRA M., JIMENA, 2004. Los dos factores más importantes en cuanto a la calidad de la semilla son su facultad germinativa y su pureza, exigiéndose ambos corrientemente como elementos de ensayo de la semilla en los certificados de calidad.

SAAVEDRA M., JIMENA, 2004. La sobrevivencia y el buen éxito de una plantación dependerán de la calidad de la semilla utilizada y de una correcta tolerancia de semilla factores ambientales, especialmente a los valores extremos de la localidad a los que se instala.

2.16. CERTIFICACIÓN.

SAAVEDRA M., JIMENA, 2004. Especialmente, la certificación de semillas se define como la garantía sobre las características y la calidad de las semillas, extendida por una organización reconocida. El certificado contiene generalmente antecedentes acerca del tipo de certificación, autenticidad de la especie y la variedad, año de recolección, origen, pureza y capacidad germinativa.

SAAVEDRA M., JIMENA, 2004. El primer esquema de certificación de semillas forestales corresponde al realizado por la federación internacional de

semillas (FIS) en 1970. Este sistema fue establecido para los países miembros de la organización for economic cooperation and development (OECD) que quisieran utilizarlo, dejándose abierto para los países que voluntariamente desearan participar, sometiéndose solo a los procedimientos de ingreso y obligándose a cumplir las reglas de la OECD al certificar semillas para la exportación.

2.17. PROPAGACIÓN

SPIER, 1980. *Pinus radiata* D. Don se propaga por semilla generalmente. En promedio hay 33 000 a 50 000 semillas por kilo; almacenadas en seco y en frío se conservan durante varios años en envases cerrados herméticamente.

BEIDERBICK, 1980. Su porcentaje de germinación oscila entre 50 y 70 %. No exige ningún tratamiento pre germinativo, aunque si requiere micorrizas. Su sistema radicular es muy sensible a las deformaciones producidas por el envase. En vivero las plántulas se producen en bolsa o a raíz desnuda; alcanza el tamaño para plantar al campo definitivo a los 12 meses.

2.17.1. Formas de propagación

PÉREZ Y HALOS, 1993. Tradicionalmente las pináceas son propagadas a partir de semillas, estacas, injertos y fascículos enraizados. Sin embargo, la propagación vegetativa presenta una serie de problemas, ya que la capacidad de enraizamiento es baja.

PÉREZ Y HALOS, 1993. Por otro lado, el largo período de crecimiento desde semilla a floración de las coníferas varía de 15 a 20 años; es por eso que el mejoramiento genético de estas especies no ha sido tan rápido como la genética de cultivos agrícolas.

2.17.2. Factores que influyen en la propagación

TAUTORUS, 1991. Para la propagación de coníferas es bien conocido que los factores importantes a tomarse en cuenta son la especie, el tipo y edad del explante, concentración de sales minerales en el medio de cultivo, sacarosa, reguladores de crecimiento y pH entre otros.

PÉREZ Y HALOS, 1993. Todas las semillas de pino se pueden conservar sin que pierdan su viabilidad durante intervalos suficientes de tiempo, para poder cubrir con las reservas los años de poca cosecha. Para conservar los piñones en buenas condiciones es de gran importancia el contenido de humedad de los mismos y la temperatura de almacenaje. El contenido de humedad óptimo puede variar ligeramente con la especie, pero en general se ha visto que contenidos de humedad del 5-8 % son los más convenientes. A medida que la temperatura de almacenaje sea más alta, el contenido de humedad de la semilla deberá ser más bajo, para poder conservar la semilla en buenas condiciones. La temperatura promedio para su conservación es de 7 a 10 °C y la humedad relativa de 20%

2.18. PROPAGACIÓN POR SEMILLA EN VIVERO

2.18.1. Tipo de semilleros

NAPIER I. y LEMCKERT JD. 1985. En la reproducción del pino en vivero existen dos tipos de semilleros:

- a) Camas de germinación, que son tablonces de material sustrato conformada por una mezcla de tierra con arena, colocadas en contacto directo con el suelo.
- b) Cajas germinadoras, que tienen la particularidad de ser recipientes transportables debido a sus dimensiones que oscilan de 0.35 a 0.45 m por lado y altura de 0.10 a 0.15 m, tienen la ventaja que pueden ser colocadas sobre otras estructuras para prevenir el ataque de animales de granja

2.18.2. Preparación de Sustrato

PRONAMACHCS, 1998. En general, la producción a raíz desnuda requiere de sustratos sueltos y casi siempre se emplea suelo orgánico y arena. La más usuales son 2:1:1 para suelos de vivero: suelo orgánico: arena.

ROSARIO RAUDEL et al 2009. Las semillas deben ser sembradas en cajas germinadoras con sustratos arenosos. En ensayos realizados en india se determinó que la especie germina mejor utilizando como sustrato una

mezcla de arena de río y tierra en proporción 3:1 y colocando las semillas en líneas o surcos

2.18.3. Preparación de semillas.

SERRADA R., 2000. La regla general en este sentido consiste en enterrar las semillas de *Pinus radiata* de 1.5 a 2 veces el diámetro máximo de la semilla que se está empleando o bien 5 veces el diámetro mínimo.

ALBA C., NIDIA 2008. Cada tipo de semilla tiene una profundidad óptima de siembra pero por lo general, las semillas más pequeñas se siembran a menor profundidad que las grandes. En suelos arenosos las semillas se ubican a mayor profundidad y más superficiales en suelos arcillosos. Se recomienda la productividad equivalente a dos o tres veces el diámetro de la semilla recordando que las plantas que levantan sus cotiledones por encima del suelo no deben sembrarse muy profundas.

GILLESPIE ANDREW, 1992. Las semillas deberán ser sembradas en la superficie o bajo no más de 6 milímetros de suelo, preferiblemente irrigadas con un rocío fino para evitar el movimiento excesivo de las semillas.

2.18.4. Siembra

NAPIER I. y LEMCKERT JD. 1985. La siembra puede realizarse por surcos o al voleo, siendo la profundidad de siembra un factor que afecta

al rendimiento del semillero, de tal manera que si es muy profunda retrasa o imposibilita la salida de la plántula, derivando la prolongación en el periodo de germinación y consecuentemente la susceptibilidad al ataque de patógenos, en contraste una siembra poco profunda deja la semilla expuesta al daño por el agua de riego y al ataque de aves y roedores, además puede propiciar la salida de la radícula de la cama de germinación y su consecuente secamiento.

NAPIER I. y LEMCKERT JD. 1985. La profundidad de siembra recomendada es de 1 o 2 veces el diámetro de la semilla. La distancia entre semillas puede ser el doble de diámetro de la semilla, se considera que una densidad adecuada para el pino es de 2 000 a 2 500 plantas/m².

PRONAMACHCS, 1998. Es posible que la mayor eficiencia sea con planta de raíz cubierta, dada la mayor difusión en la tierra del país.

GILLESPIE ANDREW, 1992. La siembra directa de semillas ha tenido éxito en sitios húmedos y limpios pero el crecimiento más rápido obtenido de previsiones de vivero ha sido por lo general considerado como una buena inversión.

2.18.5. Manejo de semilleros

NAPIER I. 1985. Para obtener buenos resultados, el riego debe realizarse a manera de mantener húmeda la cama de siembra debiendo efectuarse

frecuentemente en pequeñas cantidades, considerando las condiciones de precipitación y temperatura del lugar. Cuando la germinación empieza es necesario reducir el riego para disminuir las posibilidades de ataque de hongos.

2.18.6. Sistema de Cultivo en Vivero.

ALBA C., NIDIA 2008. Sistema de producción en bolsas comprende 3 operaciones básicas.

- a. Obtención, transporte y acumulación de tierra, arena y materia orgánica.
- b. Tamizado.
- c. Llenado de bolsas, con 1 m³ de tierra se puede llenar 500 bolsas de 6x9" (pulgadas)

2.18.7. Riego.

ROJAS, 2003. Los cultivos intensivos implican cuidados intensivos, y el riego ha demostrado ser un complemento en la silvicultura de los árboles de navidad. La cantidad y frecuencia de los riegos dependerá principalmente del tipo de suelo y de las condiciones climatológicas del lugar; sin embargo, en elevaciones grandes es recomendable un buen régimen de riegos durante el primer año para evitar problemas de mortandad, sobre todo en zonas con baja precipitación.

MERTENS, 1987. Los sistemas de riegos factibles de utilidad son: riegos por aspersión, por goteo y por surcos. El sistema de riego por aspersión se debe aplicar en rangos de 10 días durante dos horas, en el caso de riego por goteo se deberá aplicar una vez por mes con goteras de un galón por hora, hasta alcanzar la humedad necesaria, que por lo general se alcanza a las 16 horas y por su parte el riego rodado por surcos se aplicará uno cada dos semanas

2.18.8. Fertilización

GONZALES, 1994. La fertilidad del suelo es un factor factible de ser controlado por el hombre para entregar elementos nutricionales en cantidades, formas y proporciones requeridas para lograr un máximo crecimiento de las plantas vía aplicación de fertilizantes .

GONZALES, 1994. De acuerdo a este autor la respuesta a un fertilizante será mayor donde la presencia de otros factores de crecimiento sea beneficiosa para el cultivo (ley del óptimo).

SIMPSON, 1981. Las razones del uso de los fertilizantes son:

1. Aumentar los niveles naturales de fertilidad del suelo y permitir un balance entre los nutrientes
2. Prover cantidades de nutrientes que permitan producir tasas de crecimiento aceptables predeterminadas.

3. Mantener tasas de crecimiento aceptables en el largo plazo.

2.18.9. Crecimiento de la planta

VEILLON y DANIEL T. 1992. El crecimiento de la planta se refiere al aumento de la masa forestal (número de plantas) o de las características de la planta como diámetro, área basal, altura, copa, número de raíces, que están influenciados por las condiciones del medio o por tratamientos silvícolas.

LOJAN L. 1992. El diámetro es un buen indicador del desarrollo de las plantas, se ve influenciado por el medio ambiente, de modo particular la intensidad lumínica, el espacio entre plantas y la lluvia.

VEILLON y DANIEL T. 1992. La rapidez del crecimiento depende de una serie de factores no siempre fáciles de reconocer. El sitio y la fertilidad del suelo, el clima y sus variaciones; luego la edad (las plantas viejas casi no crecen), los factores genéticos (especies, razas, etc.) y por último la competencia de otras plantas mayormente los árboles.

2.19. FASES DE CRECIMIENTO INICIAL

2.19.1. Germinación.

ROSARIO RAUDEL et al 2009. La germinación epigea se inicia de 10 a 21 días después de la siembra sin tratamiento pregerminativo de y 7 a 11 días con tratamiento.

2.19.2. Hojas.

ROSARIO RAUDEL et al 2009. La energía germinativa promedio es de un 13 % después de 14 días subiendo al 90% después de 27 días.

2.19.3. Crecimiento.

GILLESPIE ANDREW, 1992. El sistema radical es menos robusto que en otros pinos; se prefieren contenedores individuales para el cultivo de las plántulas. No deberá permitirse que las plántulas cultivadas en contenedores crezcan mucho más allá de 20 cm en altura. Las plantas que alcanzan tamaño muy grande en contenedores pueden sufrir de un daño en las raíces a largo plazo.

2.20. DESCRIPCIÓN AGRONÓMICA.

2.20.1. Clima

PRADO, 1986. En el área de distribución natural, el clima se caracteriza por una precipitación media anual de 650-1600 mm, con 2 a 3 meses de sequía; una temperatura media anual de 11 a 18 °C, respectivamente, la especie es susceptible a heladas, la nieve limita su desarrollo.

ADEFOR, 1996. En la sierra por lo general la distribución de las lluvias ocurre entre octubre y abril. Las granizadas afectan las acículas causando defoliación

FONAM, 2007. Requerimiento de agua mínimo en milímetros: 500 – 600 mm y es tolerante a heladas.

2.20.2. Temperatura.

FONAM, 2007. Rango de temperatura media de 11 a 18 °C (grados centígrados).

2.20.3. Suelo

PRADO, 1986. *Pinus Radiata* crece bien en suelos de textura ligera a media, arenosos o franco – arenosos, reacción neutra o acida y con buen drenaje.

ADEFOR, 1996. El suelo más de asegurar el soporte físico para las plantas, debe proporcionar en capacidad de almacenamiento del agua y nutrientes para que éstas se desarrollen normalmente; siendo por ello, muy importante tener en cuenta la fertilidad, textura, estructura y su profundidad.

2.21. PLAGAS Y ENFERMEDADES EN VIVERO

2.21.1 Plagas.

2.21.1.1. Oruga Cortadora “*Thaumetopoea pityocampa*”

ALBA C., NIDIA, 2008. Los adultos de las orugas cortadoras son mariposas que tienen hábitos nocturnos. El daño a las plantas es

provocado por las larvas. También en hábitos nocturnos caracterizadas por la rapidez y la voracidad con los que se alimentan. Ataca a los cultivos recién surgidos cortando las plántulas a la altura del cuello de la raíz o inmediatamente debajo del mismo. La población de estos insectos está asociada a la presencia de malezas durante el barbecho a la siembra. Al recorrer los lotes por la mañana se puede observar las plántulas recién cortadas. Por lo general cortan dos o cuatro plántulas seguidas en el curso por lo que se verá afectado la uniformidad de la distribución.

2.21.2. Enfermedades.

ALBA C., NIDIA, 2008. El Mal del talluelo ocasiona una pudrición de la base del tallo de la plántula, puede ocurrir antes o después de la emergencia de la planta. Puede actuar varios hongos, pero solo uno predomina en el vivero. Las más comunes son: *fusarium spp.*, *Thanatephorus cucumeris (Rhizoctonia solani)*, *Rhytophthora spp.*, *pythium spp.*, *cylindrocladium spp.* y *botrytis spp.*

2.22. IMPORTANCIA ECONÓMICA.

ESCOTO, 1988. Las pináceas tienen una enorme importancia desde el punto de vista forestal. Ya que generalmente, constituyen la principal fuente de materia prima para productos maderables y desempeñan una fuente importante de empleo en las comunidades rurales y urbanas. Las

semillas son utilizadas como alimento para el hombre y la fauna silvestre; por otro lado son utilizadas en programas de mejoramiento genético.

MARTINEZ, 1992. El género *Pinus*, constituye una gran parte de la riqueza forestal maderable nacional, por su amplio rango de distribución. Se propaga fácilmente por semilla, pero su crecimiento es lento como en los demás pinos. Además, recomiendan cultivarlos en terrenos pobres y deforestados para así evitar los problemas de erosión; por lo cual, es una especie utilizada en programas de reforestación.

ESCOTO, 1988. Estas especies se pueden utilizar en construcciones livianas, revestimiento, mueblería, carpintería, juguetería, contrachapados, postes para líneas de transmisión eléctrica y telefónica, pulpa de papel, artesanía, etc. Además es utilizada como leña y carbón, y uso industrial, pues de su resina se puede obtener productos como pintura, barnices, aceites, gomas resinas sintéticas, productos químicos y farmacéuticos.

LAVERY, 1986. Numerosas son las razones que han convertido al pino radiata en la conífera más plantada en el mundo, entre las que se pueden destacar su gran crecimiento en climas templados húmedos, la versatilidad de su madera, la posibilidad de recolectar grandes cantidades de semilla, la facilidad de propagación, la elevada plasticidad en cuanto al medio, la relativa ausencia de plagas y enfermedades y su flexibilidad silvícola, lo que permite practicar

distintas selviculturas sin que la producción se vea afectada de forma importante.

ADEFOR, 1996. Es una excelente madera para mueblería, celulosa para papel y cajonería. Es una buena productora de resina.

2.23. SUSTRATO.

BENITEZ, 2002. En el almacigo el sustrato que con más frecuencia se utiliza es la tierra de monte, puede ser combinada con arena o tierra de hoja o tepezil. La proporción más común es la de 50:50, sobre todo en los viveros que propagan coníferas. Para especies tropicales se usan mezclas de tierra negra, hojarasca húmeda (sámago) y arena 33:33:33, a veces algún abono orgánico; usan el mismo sustrato para la bolsa. Es interesante resaltar la existencia de algunos intentos con otro tipo de sustratos que por la iniciativa de los encargados han funcionado.

PASTOR, 2000. El término "sustrato", se refiere a todo material sólido diferente al suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en contenedor de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular. El sustrato puede o no intervenir en el proceso de nutrición de la planta, clasificándolo así en químicamente inerte (perlita, lana de roca, roca volcánica, por ejemplo) y químicamente activo (como lo es la turba, la corteza de pino, el aserrín, fibra de coco, entre otros).

HEISKANEN, 1993. La correcta elección de un sustrato es el resultado de las necesidades que exige el cultivo y todo ello condicionado por las prácticas y técnicas empleadas en cada vivero (por ejemplo. Riego, fertilización, control de plagas y enfermedades). No existe un sustrato ideal pues cada combinación del tipo de especie, lugar, contenedor, tipo de manejo y duración del cultivo, nos puede generar en teoría, requerimientos diferentes al sustrato

ANSORENA, 1994.. Además, el hecho de que un sustrato pueda estar compuesto por un único material o una mezcla, hace necesario evaluar las propiedades físicas de los materiales utilizados, realizar ensayos de crecimiento o emplear modelos adecuados para asegurar características deseadas en el sustrato.

GARCIA, 2001. El sustrato de cultivo es el responsable de satisfacer los principales requerimientos funcionales de las plantas (agua aire, nutrientes, minerales y soporte físico) por ello es importante la selección de este, ya que dependiendo de sus características físicas, químicas y biológicas, repercutirá en la producción de un sistema radical funcional, con buen anclaje, y que proporcione una buena capacidad de almacenamiento de reservas y predisposición a la colonización en campo

2.23.1. Características de los sustratos.

NAPIER, 1985. El sustrato debe reunir un conjunto de características que lo hagan apto para el cultivo; no siempre un sustrato reúne todas las

características deseables, por ello a veces se recurre a mezclar diversos materiales buscando que unos aporten a otros.

NAPIER, 1985. Un sustrato ideal tendría las siguientes características:

- a) Ser liviano en peso.
- b) Sea homogéneo, barato y fácilmente disponible.
- c) Tener una alta capacidad de intercambio de cationes.
- d) Tener un pH de 5.5 a 7.
- e) Estar relativamente libre de insectos, enfermedades y semillas de malezas.
- f) Retener suficiente humedad no necesitar riegos muy frecuentes pero drenar con facilidad permitiendo así una buena aireación.
- g) Tener la cohesión necesaria para formar un pilón que no se deshaga al quitar el envase

2.23.2. Propiedades Físico-Químicas del Sustrato.

2.23.2.1. Propiedades físicas

a) Capacidad de retención de agua

HUACUJA, 2009. El sustrato debe tener una elevada capacidad de retención de agua, en forma asimilable o fácilmente disponible.

También, es importante que contenga un buen volumen de agua de reserva. Debe contener buena disponibilidad de agua y aire debido al pequeño volumen de alvéolo, la elevada concentración de raíces con una alta demanda de oxígeno y eliminación de anhídrido carbónico, para mantener las necesidades requeridas por la planta. Así, un buen sustrato debe tener un 20% a 30% de agua asimilable, y de un 4% a 10% de agua de reserva.

b) Suministro de aire. Porosidad

HUACUJA, 2009. Las raíces absorben bien el agua ni crecen si no tienen una oxigenación adecuada. Debemos contar con un sustrato de suficiente suministro de aire, que vendrá dado por una elevada porosidad (obtenida a través de las densidades real y aparente).

HUACUJA, 2009. El espacio poroso total debe de ser mayor del 80%, mientras que la capacidad de aireación, que está relacionada con la cantidad de macroporos ha de estar entre el 20% a 30% (nunca menos del 20%)

c) Textura

HUACUJA, 2009. Presenta una textura fina, homogénea, manejable y que se pueda mezclar con facilidad. No se deben usar sustratos gruesos, en la semilla tenga dificultades de germinación y crecimiento

d) Densidad aparente

HUACUJA, 2009. Debe tener una baja densidad aparente (aquella en la que se cuenta con el micro y los macroporos), debido a que de esta forma será más ligero, facilitando el transporte y manejo de las bandejas o macetas, aunque tampoco interesa que para plantas de mayor porte puedan volcar con facilidad

e) Estabilidad

HUACUJA, 2009. El sustrato debe ser estable físicamente, para no tener problemas de contracciones o hinchazones, o apelmazamiento del sustrato.

f) Humedad

HUACUJA, 2009. Es la capacidad de restablecer o asimilar el agua una vez que se ha desecado el sustrato. Debe ser capaz de volver a recuperar el agua con facilidad. El tiempo máximo en restablecerse estará por debajo de los 5 minutos

2.23.2.2. Propiedades químicas**a) Capacidad de retención de nutrientes**

HUACUJA, 2009. Es la capacidad que tiene el sustrato de absorber los nutrientes en su complejo de cambio, midiéndose por la

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), expresada en meq/10g.
Valores entre 15 y 50 meq/100g son idóneos para un sustrato

b) Fertilidad del sustrato

HUACUJA, 2009. Tendrá suficiente nivel de nutrientes asimilables, el nitrógeno debe estar en forma nítrica preferentemente, debido a que la forma amoniaca podría causar toxicidad, valores de 51mg/l-130mg/l son idóneos en el sustrato. El fósforo ha de estar entre 19mg/l-55mg/l, el potasio entre 51mg/l-250mg/l y el magnesio entre 16mg/l-85mg/l

c) Salinidad

HUACUJA, 2009. Dada la toxicidad al tener las raíces un espacio reducido, la cual dependerá de su capacidad de retención de sales. Las cenizas deberán tener un valor inferior al 20% en m.s. en aquellos sustratos que sean orgánicos

d) pH.

HUACUJA, 2009. El sustrato ha de tener un pH neutro o ligeramente ácido; de modo que no bloquee elementos, y neutralice el agua (que suele ser dura)

e) Velocidad de descomposición

HUACUJA, 2009. Debe tener una pequeña velocidad de descomposición, de modo que no varíen las propiedades del sustrato mientras está en el vivero

2.24. CASCARILLA DE ARROZ

RAYMOND, 1996. Subproducto de la industria arrocera, se puede utilizar directamente o compostado, una vez que se ha extraído la semilla del cereal. La densidad aparente es de las más bajas (0.1 g/cc), mientras que se tiene una porosidad total muy alta (92.6 %). Así, su volumen de materia seca será bajo, teniendo una gran capacidad de aireación.

RAYMOND, 1996. Su inconveniente reside en su nula capacidad de retención de agua. Así, su uso debe ser acompañante, como los materiales inorgánicos. Se llegan a presentar problemas si se queda en exceso por encima del alveolo (no dejara pasar al agua y no mojara, esto ocurre cuando se mezcla con arena, debido a la mayor densidad de esta, la arena cae hacia abajo, mientras que la cascarilla “flota” quedándose en la superficie)

2.25. TURBA.

BARCELO, 2011. La turba se define como la acumulación de materia orgánica cuando la tasa de acumulación supera a la tasa de mineralización, debido a que se forman en condiciones no favorables a la biodegradación de

dicha materia orgánica en medios anaerobios; es decir son formaciones sedimentarias con exceso de humedad y deficiente oxigenación. Como consecuencia de estas condiciones, la materia orgánica solo se ha descompuesto parcialmente.

BARCELO, 2011. Según su grado de humificación, distinguimos dos tipos: turba ligeramente descompuesta o turba rubia, es ampliamente utilizada en agricultura puesto que posee excelentes propiedades físicas, como una estructura mullida y elevada capacidad de retención de agua y aire, y turba fuertemente descompuesta o turba negra, de color oscuro.

BARCELO, 2011. Las turbas, al ser materia orgánica, presentan las mismas propiedades, ya estudiadas, que la materia orgánica en los suelos minerales. Suelen tener un alto poder de retención de agua. También presentan un pH prominentemente ácido. Su C.I.C será muy alto y su porosidad o potencial para retener aire también. Estas características se darán en mayor o menor grado en función del tipo de turba y del grado de humificación de ésta.

2.26. ASERRÍN.

MARTINEZ, 1992. El aserrín fresco es de color amarillo, compuesto por partículas de estructura reconocible, muy liviano, sin cohesión. El aserrín crudo ha mostrado ser un buen sustrato para la producción de planta forestal en vivero y no ha mostrado efectos tóxicos durante este periodo.

SEMARNAT, 2005. El aserrín es el desperdicio que resulta del proceso de aserrio y en la mayoría de las industrias madereras constituye un problema por el espacio que ocupa. De acuerdo con información publicada por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SANCHEZ, 2011. Todas las mezclas de sustrato que contenían aserrín produjeron plantas de mejor calidad, comparadas con la mezcla de sustratos recomendados para el sistema tecnificado de producción de planta en vivero (considerada como testigo).

2.27. PARÁMETROS DE GERMINACIÓN.

2.27.1. Potencial Germinativo.

GONZALES, OROZCO, 1996. Calculado como el porcentaje de germinación total al finalizar el ensayo.

$$PG = \frac{n^{\circ} \text{ sg}}{n^{\circ} \text{ ss}} \times 100$$

Donde:

PG: Potencia Germinativa

sg: total de semillas germinadas

ss: total de semillas sembradas

2.27.2. Índice de Germinación (IG)

GONZALES, OROZCO, 1996. Medida del tiempo de germinación en relación con la capacidad germinativa

$$IG = \frac{\sum (sg \times t)}{ss}$$

Donde:

IG: Índice de Germinación.

sg: total de semillas germinadas en el día

t: número de días después de la siembra

ss: total de semillas sembradas

2.27.3. Velocidad de Germinación (VG)

GONZALES, OROZCO, 1996. Se determinó con la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación.

$$VG = \sum \frac{(sg)}{t}$$

Donde:

VG: Velocidad de Germinación.

sg: total de semillas germinadas en el día

t: número de días después de la siembra hasta la germinación de la última semilla.

Capítulo III

HIPOTESIS



3.1. HIPOTESIS

3.1.1. Hipótesis general

El uso de los sustratos cascarilla de arroz, aserrín y turba, tiene efecto positivo en los parámetros germinativos de la semilla del Pino (*Pinus radiata* D. Don).

3.1.2. Hipótesis específicas

- ✓ El uso del sustrato cascarilla de arroz tiene efecto positivo en los parámetros germinativos de la semilla del Pino (*Pinus radiata* D. Don).
- ✓ El uso del sustrato aserrín tiene efecto positivo en los parámetros germinativos de la semilla del Pino (*Pinus radiata* D. Don).
- ✓ El uso del sustrato turba tiene efecto positivo en los parámetros germinativos de la semilla del Pino (*Pinus radiata* D. Don).

3.2. SISTEMAS DE VARIABLES.

3.2.1. VARIABLES INDEPENDIENTES.

En la investigación científica se consideran como variables independientes o factor de aplicación de nivel de sustrato a:

- Sustrato de turba al 100%
- Sustrato de aserrín al 100%
- Sustrato de cascarilla de arroz al 100%

- Tierra agrícola (testigo)

Y son las que ejercieron influencia en el comportamiento de la germinación del Pino (*Pinus radiata* D. Don).

3.2.2. VARIABLES DEPENDIENTES

La variable dependiente para la investigación son las que recibirán la influencia o efecto de los sustratos que son en este caso los parámetros germinativos del Pino

- Potencial Germinativo del Pino (*Pinus radiata* D. Don)
- Índice de Germinación del Pino (*Pinus radiata* D. Don)
- Velocidad de Germinación del Pino (*Pinus radiata* D. Don)

Capítulo IV

DISEÑO METODOLÓGICO



4.1. Descripción de la Zona de estudio.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el vivero Agroforestal del Centro Agronómico K'ayra, conducido por el centro de investigación en sistemas agroforestales CISAF que se encuentra en la facultad de Agronomía y Zootecnia del Distrito de San Jerónimo – Cusco y el Laboratorio Científico de la Facultad de Física y Química ambos de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

4.2. Ubicación del Ámbito de Estudio

Se encuentra ubicado de la siguiente manera:

Ubicación Política:

- Departamento : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : San Jerónimo
- Sector : Centro Agronómico K'ayra

Ubicación Geográfica:

- Longitud Oeste : 71°52'29.8"
- Latitud Sur : 13°33'24"
- Altitud : 3219 m.s.n.m.

Ubicación Hidrográfica:

- Cuenca : Vilcanota
- Sub Cuenca : Huatanay
- Microcuenca : Huanacauri

Ubicación Ecológica:

CASTILLA, 2011. El campo agronómico de K'ayra está dentro de la zona vida Bosque Húmedo Montano Bajo Sub Tropical (Bh-MbS) a una altitud de 3 219 m.s.n.m. cuyo clima es templado frío con una temperatura promedio de 15 C°, con una precipitación que varía de 400 a 600 mm y una humedad relativa de 60% como promedio anual.

Ubicación Temporal:

El trabajo de investigación comenzó el 28 de diciembre del 2014 con la instalación del vivero y culminó la parte experimental el 10 de abril del 2015.

4.3. Historia del Campo Experimental.

Se detalla las actividades agrícolas que antecedieron a la parcela experimental. En la que se puede observar que en el año 2010 el suelo descanso, posterior a ello el 2011 al 2014 el suelo estuvo en actividad mediante la propagación en vivero.

Tabla N° 02: Historia del campo experimental en los últimos años

Campaña	Actividad	Detalle	Cultivo
2009 – 2010	Propagación	De plantas forestales y agrícolas.	Q'euña y Cebada
2010 – 2011	Sin actividad		Sin cultivo
2011 – 2012	Propagación	Suelo en descanso.	Eucalipto y perilla
2012 – 2013	Propagación	De plantas forestales y frutícolas.	Eucalipto y Q'euña.
2013 – 2014	Propagación		Pino y Eucalipto
2014 – 2015	Experimento	De plantas forestales. De plantas forestales. Evaluación de Sustrato.	Pino <i>Pinus radiata</i> D. Don

Fuente: Elaboración propia

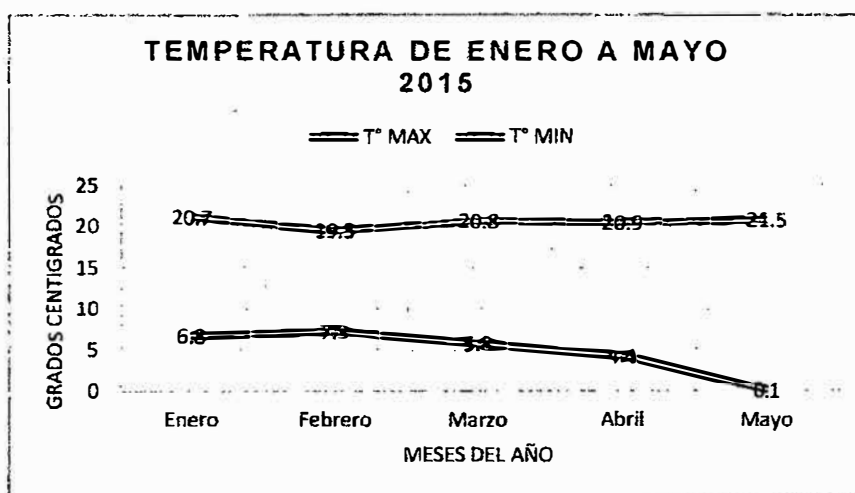
4.4. VÍAS DE ACCESO.

El lugar donde se instaló el presente trabajo de investigación cuenta con las siguientes vías de acceso: carretera Cusco – Arequipa a 8 km. Acceso lateral vía asfaltada a 200m puente principal del Centro Agronómico K'ayra.

4.5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

Mediante el registro de precipitación, temperatura máxima y mínima de la Estación Meteorológica Granja K'ayra se pudieron consignar los siguientes datos:

Gráfico N° 01: Temperatura máxima y mínima de la Estación K'ayra

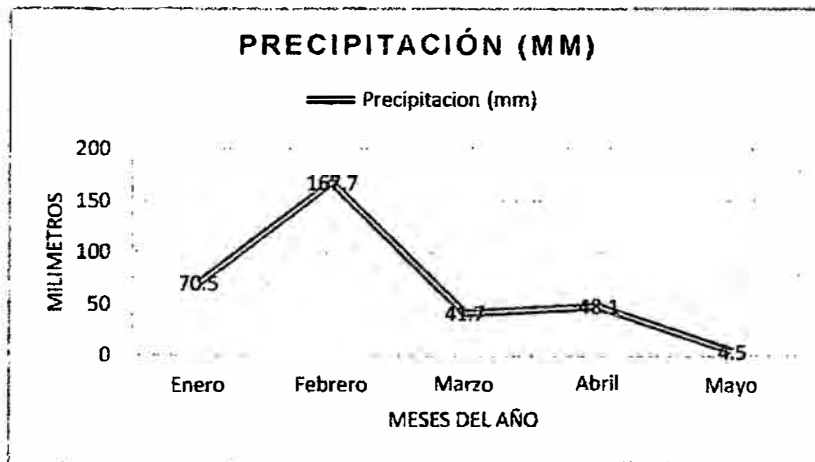


Fuente: Elaboración propia.

La germinación se produjo desde el 05 de marzo al 20 de marzo donde se registró una temperatura máxima de 20.8 °C y una temperatura mínima de 5.8

°C. Se puede decir que las condiciones climáticas no condicionaron negativamente al proceso de germinación de la semilla.

Gráfico N° 02: Precipitación de la Estación K'ayra



Fuente: Elaboración propia.

En el mes de marzo, mes de influencia en la germinación de la semilla, se registró una precipitación de 41.7 mm.

4.6. DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES.

Se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Tabla N 03: Materiales y Equipos utilizados en el Experimento.

Materiales y Equipos	Características	Unidad	Cantidad
Material Biológico	Semillas de <i>Pinus radiata</i> D. Don	gr.	35
Sustrato	Aserrín	m. ³	0.48
	Turba	m. ³	0.48
	Cascarilla de arroz	m. ³	0.48
	Tierra Agrícola	m. ³	0.48
Equipos de Laboratorio	Balanza digital	Unidad	1
	Recipientes	Unidad	3
	Caja de vidrio	Unidad	1

Materiales de Campo	Libreta de campo	Unidad	1
	Lapiceros	Unidad	1
	Etiquetas	Unidad	24
	Micas	Unidad	24
	Papel de color	Unidad	24
	Cinta de embalaje	Unidad	1
	Estaca	Unidad	9
	Rafia	Rollo	1
	Pico	Unidad	1
	Sacos	Unidad	5
	Baldes	Unidad	2
	Manguera	Metros	10
	Regadera	Unidad	1
	Cinta métrica	Unidad	1
	Yeso	Kilos	5
	Cordel	Metros	100
	Rastrillo	Unidad	1
	Pala plana	Unidad	1
	Postes	rollizos	9
	Malla raschel de 50 %	Metros	120
Malla raschel de 90 %	Metros	10	
Carretilla	Unidad	2	
Equipos de Gabinete	Cámara Fotográfica	Unidad	1
	Computadora y laptop	Unidad	1
	Calculadora	Unidad	1
	Lápiz	Unidad	1
	Regla	Unidad	1

Fuente: Elaboración Propia

4.7. DISPOSICIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Se instaló 4 camas almacigueras bajo el método de siembra en almacigo con *Pinus radiata* D. Don, considerando las características físicas y químicas de los sustratos que son: aserrín, turba, cascarilla de arroz y tierra agrícola (testigo).

La investigación fue de nivel experimental porque se manipulo las variables independientes llamados FACTOR para buscar significancias en los parámetros de germinación. La investigación se realizó en un diseño de bloques completos

al azar y permitió realizar evaluaciones y obtener resultados comparativos entre los sustratos.

4.7.1. Características de Campo

4.7.1.1. Dimensiones del Campo Experimental

a) De los Bloques (Unidades Experimentales)

- Largo : 1.20 metros
- Ancho : 0.20 metros
- Área de cada bloque : 0.24 metros cuadrados
- Volumen del Bloque : 0.06 metros cúbicos
- Numero de bloques : 8 Bloques

b) De las Camas Germinadoras (Tratamientos)

- Número de camas : 4 Camas
- Largo de la Cama : 1.60 metros
- Ancho de la Cama : 1.20 metros
- Área de cada Cama : 1.92 metros cuadrados
- Volumen de la cama : 0.48 metros cúbicos

c) De las Semillas de *Pinus radiata* D. Don

- Numero de Semillas por bloque : 30 unidades
- Numero de Semillas por tratamiento : 240 unidades
- Numero de Semillas del experimento : 960 unidades

d) Tratamientos y Repeticiones en estudio

- Numero de Tratamientos : 3 tratamientos y 1 control
- Numero de Repeticiones : 8 repeticiones

4.7.1.2. Superficie del Área de Estudio.

La superficie total de instalación del vivero es de 88 metros cuadrados.

4.7.1.3. Diagrama de los Tratamientos.

Tabla N° 04: Aleatorización de las Unidades Experimentales según Bloques y Tratamientos.

TRATAMIENTOS	Descripción	ETIQUETA	NÚMERO
TRATAMIENTO 1 "SUSTRATO TURBA"	Tratamiento 1 Bloque 4	T1B4	1
	Tratamiento 1 Bloque 1	T1B1	2
	Tratamiento 1 Bloque 8	T1B8	3
	Tratamiento 1 Bloque 3	T1B3	4
	Tratamiento 1 Bloque 6	T1B6	5
	Tratamiento 1 Bloque 5	T1B5	6
	Tratamiento 1 Bloque 2	T1B2	7
	Tratamiento 1 Bloque 7	T1B7	8
TRATAMIENTO 2 "SUSTRATO ASERRÍN"	Tratamiento 2 Bloque 6	T2B6	9
	Tratamiento 2 Bloque 3	T2B3	10
	Tratamiento 2 Bloque 5	T2B5	11
	Tratamiento 2 Bloque 4	T2B4	12
	Tratamiento 2 Bloque 1	T2B1	13
	Tratamiento 2 Bloque 2	T2B2	14
	Tratamiento 2 Bloque 7	T2B7	15
	Tratamiento 2 Bloque 8	T2B8	16
TRATAMIENTO 3 "SUSTRATO CASCARILLA DE ARROZ"	Tratamiento 3 Bloque 8	T3B8	17
	Tratamiento 3 Bloque 6	T3B6	18
	Tratamiento 3 Bloque 7	T3B7	19
	Tratamiento 3 Bloque 2	T3B2	20

	Tratamiento 3 Bloque 5	T3B5	21
	Tratamiento 3 Bloque 4	T3B4	22
	Tratamiento 3 Bloque 3	T3B3	23
	Tratamiento 3 Bloque 1	T3B1	24
TRATAMIENTO TESTIGO "TIERRA AGRICOLA"	Tratamiento 4 Bloque 5	T4B5	25
	Tratamiento 4 Bloque 3	T4B3	26
	Tratamiento 4 Bloque 8	T4B8	27
	Tratamiento 4 Bloque 1	T4B1	28
	Tratamiento 4 Bloque 7	T4B7	29
	Tratamiento 4 Bloque 6	T4B6	30
	Tratamiento 4 Bloque 4	T4B4	31
	Tratamiento 4 Bloque 2	T4B2	32

Fuente: Elaboración Propia.

4.8. METODOLOGÍA.

4.8.1. TIPO Y NIVEL DE ESTUDIO.

La investigación es de tipo descriptivo y causal ya que el propósito fue práctico, porque se evaluó el porcentaje de germinación, índice de germinación y velocidad de germinación de pino (*Pinus radiata* D. Don), como efecto del uso de cuatro tipos de sustrato, se aprovechó los residuos orgánicos que generalmente se desechan, y se obtuvo plantones de Pino (*Pinus radiata* D. Don) de calidad en el proceso de producción en vivero.

El nivel de la investigación es experimental porque se manipulo variables como son los tipos de sustrato a partir de la cascarilla de arroz, turba y

aserrín y se sometió a la comparación y de resultados en los parámetros de germinación del pino.

4.8.2. DISEÑO DE ESTUDIO

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro tratamientos, las unidades experimentales a las que se sometió los tratamientos fueron sub divididos en grupos homogéneos llamados bloques, los tratamientos se asignaron en forma aleatoria a la unidades experimentales dentro de cada bloque y cada uno de los tratamientos apareció en todos los bloques, y cada bloque recibió todos los tratamientos, el modelo aditivo lineal fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + B_j + T_i + E_{ij}$$

Donde:

i = Tratamientos 1, 2, 3

j = Bloques 1, 2, 3,... 8

Y_{ij} = Variable de respuesta observada en la unidad experimental ubicada en i -ésimo bloque que recibe el tratamiento i .

μ = Efecto medio verdadero.

B_j = efecto de los bloques j -ésimo

T_j = efecto de los tratamientos i -ésimo. Es la diferencia entre el promedio poblacional del tratamiento y la media poblacional μ

E_{ij} = Término que representa el error, asociado a la observación correspondiente al tratamiento en el bloque o repetición. Se considera como variable aleatoria distribuida de forma normal e independiente con media cero y varianza constante.

Tabla N° 05: Unidades Experimentales.

BLOQUES	TRATAMIENTOS				Medias
	Turba (T1)	Aserrín (T2)	Cascarilla de arroz (T3)	Testigo (Suelo Agrícola)	
I	Y111	Y121	Y131	Y141	\bar{Y}_1
II	Y212	Y222	Y232	Y242	\bar{Y}_2
III	Y313	Y323	Y333	Y343	\bar{Y}_3
IV	Y414	Y424	Y434	Y444	\bar{Y}_4
V	Y515	Y525	Y535	Y545	\bar{Y}_5
VI	Y616	Y626	Y636	Y646	\bar{Y}_6
VII	Y717	Y727	Y737	Y747	\bar{Y}_7
VIII	Y818	Y828	Y838	Y848	\bar{Y}_8
Medias	\bar{Y}_1	\bar{Y}_2	\bar{Y}_3	\bar{Y}_4	\bar{Y}

Fuente: López Durand, Diseños Experimentales, 2015.

4.8.3. POBLACION Y MUESTRA.

La población de estudio estuvo constituida por semillas de Pino (*Pinus radiata* D. Don) certificadas, que se obtuvo a través de la compra directa de la empresa agroveterinaria "PROGENSA" de la Provincia de Cusco,

Departamento del Cusco. La cantidad de semilla que se compro fue de medio kilogramo que contienen 1 3500 semillas.

El tamaño de muestra se realizó considerando el número de tratamiento, número de bloques y la cantidad de semillas por unidad experimental teniendo por resultado 960 semillas y este por el factor de germinación que es 1.30 (factor de pérdida). En consecuencia el tamaño de muestra fue 1 248 unidades de semilla de Pino (*Pinus radiata* D. Don) que equivale a 44.7 gramos (considerando que el kilogramo de semilla contiene 27 000 unidades de semilla de acuerdo al certificado de análisis).

4.8.4. CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO.

En la conducción del experimento se dividieron en etapas que son:

ETAPA I: INSTALACIÓN DEL EXPERIMENTO.

Limpieza de terreno: Para el inicio de trabajo fue necesario realizar el roce y desbroce de los arbustos y plantas existentes en el lugar, como también los materiales extraños, ubicados en el área de terreno, tales como montículos de tierra y piedras. Este trabajo se realiza de forma manual, debido a que no se trata de un trabajo de gran magnitud en volumen. Se hace uso también de herramientas manuales tales como machetes, hachas, jituchi, pala, pico, entre otros. Los restos orgánicos del área fueron retirados y ubicaron a corta distancia, y posteriormente fue eliminado en

lugares predestinados manualmente para luego ser nivelado el terreno.
(Ver Foto 01 y 02)

Trazado del área: Se delimitó el área de intervención del proyecto de tesis, posterior a esto se delimitó también las camas de platabanda baja para la cámara de germinación y el área de repique (Ver Foto 03)

Instalación de la cámara de germinación: En las camas de almácigo se colocó una capa de 5 cm. de espesor de arena antes desinfectada con el fin de separar el suelo con el sustrato en evaluación. (Ver Foto 04 y 05)

Se instaló cuatro túneles de germinación con malla raschell negra al 90% de entremallado para la etapa de germinación que cubrió la cama de almacigo. Esto se realizó para aumentar la temperatura y así crear un microclima favorable para las exigencias de la especie, evitar el ataque de aves y roedores. (Ver Foto 06 y 07)

Se construyó cuatro cajas germinadoras de 1.20 m x 1.60 m con 8 divisiones cada una de dimensiones iguales. El material predominante fue el triplay. Esto se realizó para evitar el contacto del sustrato en evaluación y el suelo natural y de esta manera aislar las malas hierbas (Ver Foto 07 y 08).

ETAPA II: ADQUISICIÓN Y PREPARACIÓN DE SUSTRATO.

Obtención de sustrato: Se seleccionó la adquisición de cada sustrato para elegir la mejor proveniencia. La Turba se adquirió el día 14 de febrero del

2015 en compra directa de campesinos proveniente de Abra Occoruro - Cusco de una altitud de 4080 m.s.n.m. (Ver Foto 09).

El aserrín se adquirió día 15 de febrero del 2015 también en compra directa de la maderera San Jerónimo.

La Cascarilla de arroz se adquirió el día 20 de febrero del 2015 en compra directa de productores de arroz proveniente de Pillcopata – Cusco.

La tierra agrícola se utilizó del lugar.

ETAPA III: ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO DEL SUSTRATO.

El análisis del sustrato se realizó con el objetivo de determinar las características físicas y químicas presentes en el sustrato. El análisis físico químico se realizó en el laboratorio de la Facultad de Agronomía y Zootecnia de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

ETAPA IV-: DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO

Se realizó la desinfección del sustrato para prevenir enfermedades fungosas el 20 de febrero del 2015 mediante la aplicación de agua hervida al 90 C° la cantidad de 16 litros a cada sustrato, luego se puso a exposición al sol sobre plástico agrolene y cubierto herméticamente por este por un periodo de 10 días. Esto se realizó para tener un sustrato libre de microorganismos patógenos (Ver Foto 10, 11, 12 y 13).

Después de la desinfección se procedió a transportar el sustrato en las cajas germinadoras, ayudado de unos guantes quirúrgicos evitando el contacto con otros sustratos o sustancias que puedan desnaturalizar su composición. (Ver Foto 14, 15 y 16).

ETAPA V: TRATAMIENTO PRE GERMINATIVO.

Se sometió 1 248 semillas a remojo en agua hervida a 15 C° por 24 horas, con el intercambio de agua de un intervalo de tiempo de 6 horas. El objetivo de este método fue acelerar el cambio del estado de latencia de la semilla y se eliminaron las semillas no viables, impurezas y microorganismos no deseables (Ver Foto 17).

La cantidad de semillas que se obtuvo después del tratamiento fue un número de 1 230, teniendo como semillas no viables 18 unidades.

ETAPA VI: SIEMBRA DE ALMACIGO.

Se sembró de forma manual en almacigo el día 05 de marzo del 2015 la cantidad de 960 semillas de *Pinus radiata* D. Don. El área útil del ensayo por tratamiento fue 1.92 metros cuadrados y el área útil de cada unidad experimental fue 0.24 metros cuadrados donde se sembraron 30 unidades de semillas a una distancia entre surco de 5 cm y entre semillas a 10 cm. Abarcando todo el área de la caja germinadora sobrando distancia entre los límites y cubriendo las semillas con el mismo sustrato a una profundidad al doble del diámetro de la semilla de Pino que fue 3 centímetro de tal manera

que no quedo ni muy profunda evitando la emergencia y ni muy superficial que pueda dañar la semilla por el riego, las cuales fueron sometidas a 4 tratamientos de sustrato (turba, aserrín, cascarilla de arroz y tierra agrícola) (Ver Foto 18, 19, 20, 21 y 22).

ETAPA VII: LABORES CULTURALES.

Se realizó el riego en los primeros estadios de la plántula con un control estricto de la cantidad por día y la frecuencia. La cantidad de riego fue de 8 litros por tratamiento (caja germinadora) con una frecuencia de 12 horas para un control más aproximado de la humedad con una regadera de ducha fina continua. El porcentaje de pérdida de humedad en el lapso del intervalo del tiempo es del 20%, en la fase inicial de crecimiento de las plántulas.

Se realizó el control de maleza de forma manual periódicamente (cada 5 días).

4.8.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

El instrumento utilizado fue fichas de evaluación para cada variable. (Ver anexo)

Entre las principales técnicas que se utilizaron en la aplicación de este estudio fue la codificación, tabulación y técnicas estadísticas consistentes en estadísticos descriptivos como también la inferencial, acudiendo a las medidas de tendencia central, medidas de dispersión, para la comparación

de promedios entre los tratamientos se acudió al análisis de varianza. Para el procesamiento de los datos se utilizó software como SPSS Statistics 22 y Excel y para el procesamiento del texto se utilizó el Software Word.

4.8.5.1. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS.

La validez de los instrumentos se probó mediante el coeficiente de V de Ayken y el método de juicio de expertos. Fue calculado sobre las observaciones de 5 jueces mediante un cuadro de aceptación respecto a las variables dependientes (Potencial Germinativo, Índice de Germinación y Velocidad de Germinación) para después hallar mediante la fórmula del coeficiente teniendo 0.8 valor respuesta representando esta un valor aceptable.

Según AYKEN, 1985. El coeficiente puede obtener valores entre 0 a 1, a medida que sea más elevado el valor computado, el ítem tendrá una mayor validez de contenido:

$$V = \frac{S}{(n(c-1))}$$

Siendo:

V : Coeficiente de V de Ayken.

S : Sumatoria de SI.

n : Número de jueces.

c : Número de valores de la escala de valoración

Confiabilidad o fiabilidad, es un método que se utiliza para probar la consistencia de los datos en este caso fue medido mediante el coeficiente Alfa de Cronbach.

CRONBACH, 1951. Es un índice usado para medir la confiabilidad del tipo consistencia interna de una escala, es decir, para evaluar la magnitud en que los ítems de un instrumento estén correlacionados.

Tabla N° 06: Arreglo de los datos en un diseño en bloques.

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,836	,936	3

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Los resultados se muestran una confiabilidad de 0.836 para las 32 unidades experimentales como se muestra en la tabla N° 06. Este valor se encuentra dentro del rango de fiabilidad. Ya que por debajo de 0.7 la consistencia sería muy baja y valores mayores a 0.9 se interpretaría redundancia y duplicidad.

4.8.5.2. METODO DE ANALISIS DE DATOS.

El procesamiento y el análisis de datos se realizó mediante software estadísticos, porque proporcionan muchas otras opciones gráficas y tabulares, los datos para su procesamiento fueron uniformizados para cada tratamiento, el estadístico de prueba para probar las hipótesis fue

f de Fisher de la tabla ANOVA el cual permitió ver si existen diferencias estadísticas entre los promedios de los tratamientos.

4.9. PARAMETROS DE EVALUACION.

De acuerdo a los objetivos del presente trabajo y el cronograma de actividades establecido se obtienen:

Con el número de semillas germinadas en cada tratamiento se calcularon varios parámetros germinativos con base en los trabajos de Enríquez et al 2004, se han efectuado las siguientes evaluaciones como Parámetros de Evaluación:

- Porcentaje de Germinación o Potencia Germinativa
- Índice de germinación
- Velocidad de germinación

4.9.1. Porcentaje de Germinación de la Semilla (PG)

Se evaluó el número de semillas germinadas del sustrato, y el desarrollo de las plántulas según los tratamientos pre germinativo utilizado. Observándose la emergencia de un tallo embrionario epigeo que surgió del sustrato empujando los restos de la envoltura de la semilla, los que se desprendieron de 7 a 15 días del nivel máximo de germinación en la variedad de *Pinus radiata* D. Don en estudio en los tres tipos de sustrato, apareciendo luego las hojas cotiledóneas en un numero de 7,8 y 9.

GONZALES, OROZCO, 1996. Calculado como el porcentaje de germinación total al finalizar el ensayo.

$$PG = \frac{n^{\circ} sg}{n^{\circ} ss} \times 100$$

Donde:

PG: Potencia Germinativa

sg: total de semillas germinadas

ss: total de semillas sembradas

4.9.2. Índice de Germinación (IG)

GONZALES, OROZCO, 1996. Medida del tiempo de germinación en relación con la capacidad germinativa

$$IG = \frac{\sum (sg \times t)}{ss}$$

Donde:

IG: Índice de Germinación.

sg: total de semillas germinadas en el día

t: número de días después de la siembra

ss: total de semillas sembradas

4.9.3. Velocidad de Germinación (VG)

GONZALES, OROZCO, 1996. Se determinó con la relación del número de semillas germinadas con el tiempo de germinación.

$$VG = \sum \frac{(sg)}{t}$$

Donde:

VG: Velocidad de Germinación.

sg: total de semillas germinadas en el día

t: número de días después de la siembra hasta la germinación de la última semilla.

4.10. TRABAJO DE GABINETE.

De todas las evaluaciones realizadas se procedió a procesar información para poder contrastar, los objetivos, probar las hipótesis y dar respuesta a los problemas planteados.

Capítulo V

RESULTADOS



5.1. CUMPLIMIENTO DE SUPUESTOS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL

La validez de los resultados obtenidos en el Análisis de Varianza se encuentra sujeta al cumplimiento de los 3 supuestos. Estos supuestos del modelo de ANOVA son:

- Aleatorización o independencia:

Como se puede observar en la Tabla N° 04 se cumplió con la aleatorización de las unidades experimentales.

- Homogeneidad de Varianza

Tabla N° 07: Supuesto de Homogeneidad de Varianza.

	Estadístico de Lévené	df1	df2	Sig.
PARAMETROS DE GERMINACION	,931	3	28	,361

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

En la tabla 06 que contiene el Estadístico de Levene nos permite contrastar la hipótesis de igualdad de varianzas poblacionales. Si el nivel crítico (sig.) es menor o igual a 0.05, debemos rechazar la hipótesis de homogeneidad de varianza. Si es mayor, se aceptará la hipótesis de homogeneidad de varianza.

H_0 : Existe homogeneidad de varianza.

H_a : No existe homogeneidad de varianza.

En este caso se acepta la hipótesis de homogeneidad de varianza.

- Normalidad de datos

Tabla N° 08: Supuesto de Normalidad de Datos.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PORCENTAJE DE GERMINACIÓN	,158	32	,141	,919	32	,320
INDICE DE GERMINACION	,128	32	,198	,937	32	,463
VELOCIDAD DE GERMINACION	,169	32	,321	,919	32	,519

Fuente: Elaboración propia.PASW Statistics 22.

Para aceptar el supuesto de normalidad de los datos se aplicó las pruebas de contraste Kolmogorov-Smirnov y la de Shapiro-Wilk tal como se muestra en la tabla N° 08. En tal caso el contraste se define de la siguiente manera:

H_0 : La distribución de los datos es normal

H_a : La distribución de los datos no es normal

De tal forma, que para un nivel de confianza del 95 % se tiene que los valores de significancia de Kolmogorov-Smirnov y la de Shapiro-Wilk son $>0,05$ mayores de 0.05. Por lo tanto, se acepta H_0 . Lo que significa que la distribución de los datos es normal

5.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

A continuación se presenta la caracterización de las variables, niveles de sustratos y parámetros de germinación del pino *Pinus radiata* D. Don y sus respectivas síntesis.

5.2.1. NIVELES DE SUSTRATO

5.2.1.1. TURBA.

De acuerdo a los análisis de suelo realizados en el laboratorio de Análisis de suelos y aguas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco se tienen los siguientes datos:

Tabla N° 09: Resultados de Análisis Físicoquímico en laboratorio de Turba.

Análisis de Fertilidad			Sustrato ideal
Pruebas	Unidad	Resultados	
pH	--	7.3	5.5 a 7
Nitrógeno NO ₃	%	0.81	51 – 130 mg/l
Fósforo P ₂ O ₅	ppm	20.6	19 – 55 mg/l
Potasio K ₂ O	ppm	225	51 – 250 mg/l
Análisis de caracterización			
Pruebas	Unidad	Resultados	
C.I.C.	meq/100g	10.08	15 – 50 meq/100g
Clase Textural		Franco	Franco arenoso
H.E.	%	80.96	60 - 70 %
C.C.	%	52.65	18 - 26 %
D.a.	gr/cm ³	1.36	1.5 - 1.7 g/cm ³
D.r.	gr/cm ³	2.24	2.6 – 2.7 g/cm ³
Porosidad	%	58	43 – 51 %

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco K'ayra – Perú. 2015

Entre las comparaciones de las propiedades físicas y químicas de la turba con un sustrato ideal como se muestra en la tabla anterior se tiene un pH neutro pero no se encuentra dentro del registro de pH óptimo de un sustrato ideal ya que se requiere un pH ligeramente ácido. En cuanto a la textura es franco arcilloso debido a esta característica se puede confirmar que la capacidad de intercambio catiónico fue media, la porosidad es menor en consecuencia el

oxígeno en el suelo fue mínimo, la retención de humedad en este sustrato es alto esto ayuda a mantener a la semilla en constante humedad. El sustrato supero las expectativas.

5.2.1.2. ASERRÍN.

De acuerdo a los análisis de suelo realizados en el laboratorio de Análisis de suelos y aguas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco se tienen los siguientes datos:

Tabla N° 10: Resultados de Análisis Físicoquímico del Aserrín

Análisis de Fertilidad			Sustrato Ideal
Pruebas	Unidad	Resultados	
pH		6.60	5.5 a 7
Nitrógeno NO ₃	%	1.42	51 – 130 mg/l
Fósforo P ₂ O ₅	ppm	29.5	19 – 55 mg/l
Potasio K ₂ O	ppm	200	51 – 250 mg/l
Análisis de caracterización			
Pruebas	Unidad	Resultados	
C.I.C.	meq/100	26.31	15 – 50 meq/100g
Textura		Franco arenoso	Franco arenoso
H.E.	%	65.31	60 - 70 %
C.C.	%	24.20	18 - 26 %
D.a.	gr/cm ³	1.67	1.5 - 1.7 g/cm ³
D.r.	gr/cm ³	2.67	2.6 – 2.7 g/cm ³
Porosidad	%	45	43 – 51 %

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco K'ayra – Perú. 2015

Entre las características más notables en el sustrato de aserrín se tiene un pH ideal para la germinación de semillas, la capacidad de Intercambio catiónico dentro del rango de un sustrato ideal, este sustrato se encuentra con una textura franco arenoso lo que permite tener porosidad, una buena aireación y buena capacidad de campo.

5.2.1.3. CASCARILLA DE ARROZ.

De acuerdo a los análisis de suelo realizados en el laboratorio de Análisis de suelos y aguas de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco se tienen los siguientes datos:

Tabla N° 11: Resultados de Análisis fisicoquímico de la Cascarilla de Arroz.

Análisis de Fertilidad			Sustrato Ideal
Pruebas	Unidad	Resultados	
pH		6.4	5.5 a 7
Nitrógeno NO ₃	%	0.20	51 – 130 mg/l
Fósforo P ₂ O ₅	ppm	10.67	19 – 55 mg/l
Potasio K ₂ O	ppm	504	51 – 250 mg/l
Análisis de caracterización			
Pruebas	Unidad	Resultados	
C.I.C.	meq/100	5.31	15 – 50 meq/100g
Textura		Franco arenoso	Franco arenoso
H.E.	%	58.12	60 - 70 %
C.C.	%	42.65	18 - 26 %
D.a.	gr/cm ³	1.08	1.5 - 1.7 g/cm ³
D.r.	gr/cm ³	2.06	2.6 - 2.7 g/cm ³
Porosidad	%	36	43 – 51 %

FUENTE: Laboratorio de análisis de suelos de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco K'ayra – Perú. 2015

Entre las características que mantiene este sustrato se tiene un pH que se encuentra dentro del rango de un sustrato optimo, una capacidad de campo baja esto impide la distribución de nutrientes y agua a las raíces de la planta. Se puede determinar como un sustrato suelto.

5.2.2. PARAMETROS DE EVALUACION DE PINO *Pinus radiata* D. DON

Durante la evaluación de emergencia de semilla de *Pinus radiata* D. Don en los diferentes tratamientos y bloques, nos dieron los siguientes datos; considerando las fechas de evaluación.

5.2.2.1. PORCENTAJE GERMINATIVO

La variable se midió a los 15 días después de la siembra para cada tratamiento

Tabla N° 12: Porcentaje de Germinación de *Pinus radiata* D. Don según tratamiento.

TRATAMIENTOS	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
SUSTRATO 100% TURBA	90,000	2,168	85,491	94,509
SUSTRATO 100% ASERRÍN	96,250	2,168	91,741	100,759
SUSTRATO 100% CASCARILLA DE ARROZ	87,500	2,168	82,991	92,009
Testigo	76,663	2,168	72,154	81,171

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

En la Tabla N° 12, se muestra el porcentaje de germinación de los tres tratamientos en estudio (turba, aserrín y cascarilla de arroz al 100%) lo que podemos observar claramente es que el Tratamiento 2 Aserrín al 100 % dio mejor porcentaje de emergencia con un 96.250 % seguido

del Tratamiento 1 turba con un 90 %, el Tratamiento 3 cascarilla de arroz con un 87.5 % y finalmente el testigo con 76.663 %.

Los promedios de los tratamientos son diferentes por lo que aceptamos parcialmente la hipótesis de que existen diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, por lo que se debe realizar una Prueba de Análisis de Varianza para tratamientos.

Tabla N° 13: Medias Marginales estimadas de la Germinación de *Pinus radiata* D. Don según bloques.

BLOQUES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
BLOQUE I	86,650	3,066	80,273	93,027
BLOQUE II	87,500	3,066	81,123	93,877
BLOQUE III	86,675	3,066	80,298	93,052
BLOQUE IV	85,000	3,066	78,623	91,377
BLOQUE V	86,675	3,066	80,298	93,052
BLOQUE VI	89,175	3,066	82,798	95,552
BLOQUE VII	92,500	3,066	86,123	98,877
BLOQUE VIII	86,650	3,066	80,273	93,027

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

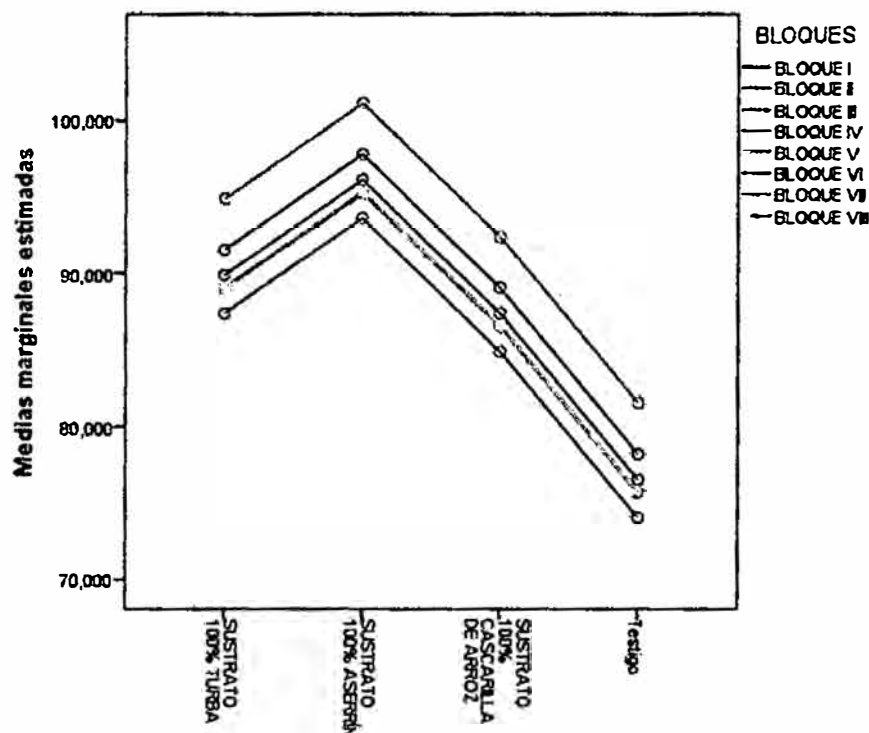
Interpretación:

Se hace esta comparación de medias con la intención de conocer si existe diferencia significativa entre los bloques que sería los lugares que ocupó los tratamientos en la caja germinadora.

En la tabla N° 09 se puede observar que en el bloque VII existe mayor emergencia a un 92.500 %, seguido del Bloque VI con 89.175 %, y el Bloque I con 90.000 %.

Bloque V con 86.675 %, Bloque II con 87.5 %, Bloque VIII con 86.65 %, Bloque III con 86.68 %, Bloque I con 86.65 % y finalmente el Bloque IV con 85 % respectivamente.

Gráfico N° 03: Promedios de Porcentaje de Germinación de *Pinus radiata* D. Don según Tratamiento y Bloques.



Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

Se muestra de forma gráfica los niveles de porcentaje de germinación a los que llegaron cada tratamiento. A nivel general el tratamiento que dio mejor resultado en la germinación de las semillas a los 15 días fue el Aserrín, seguido de la turba, la cascarilla de arroz y finalmente el testigo, los tratamientos fueron sustratos puros al 100% de uso.

Tabla N° 14: Análisis de Varianza del Porcentaje de Germinación de *Pinus radiata* D. Don

F de V	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	1748,878 ^a	10	174,888	4,650	,001
TRAT	1601,771	3	533,924	14,197	,000
BLOQ	147,107	7	21,015	.559	,780
Error	789,752	21	37,607		
Total	248116,470	32			
Total corregido	2538,630	31			

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

En vista que en las medias marginales estimadas existe diferencias entre promedios de tratamientos y bloques fue necesario realizar el análisis de varianza, los resultados se muestran a continuación.

En el nivel de significancia para la prueba se aprecia que el tratamiento general es significativo, así mismo se ratifica la existencia de que existen diferencias significativas entre los promedios de tratamientos ya que el valor de la significancia de la prueba es menor al valor de la probabilidad asumida ($\text{sig } 0.00 < \text{alfa } 0.05$).

Para el caso de bloques se aprecia que no existen diferencias significativas entre bloques ya que el valor de la prueba de significancia es mayor al valor alfa asumido ($0.780 > 0.05$).

Tabla N° 15: Prueba de Tukey para el Porcentaje de Germinación de *Pinus radiata* D. Don

	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto		
			1	2	3
HSD	Testigo	8	76,66250		
Tukey ^{a,b}	SUSTRATO 100% CASCARILLA DE ARROZ	8		87,50000	
	SUSTRATO 100% TURBA	8		90,00000	
	SUSTRATO 100% ASERRÍN	8			96,25000
	Sig.		1,000	,847	,206

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

La prueba se realiza con la intención de comparar los promedios entre los tratamientos ya que en el análisis de varianza se determinó que existían diferencias entre los tratamientos el estadístico de prueba fue realizada mediante el estadístico de Tukey los resultados se muestran a continuación

Se muestran los promedios de los grupos de tratamientos homogéneos sub conjunto 1, sub conjunto 2 y sub conjunto 3 para un nivel de significancia de 95% de probabilidades se tiene.

Sub conjunto 1, el promedio del tratamiento testigo no es igual estadísticamente y a su vez dicho tratamientos inducen diferente porcentaje de germinación de pino en relación a los 3 tratamientos en evaluación (turba, aserrín y cascarilla de arroz).

Sub conjunto 2: El promedio del tratamiento cascarilla de arroz y turba son iguales estadísticamente, e inducen igual nivel de emergencia del Pino y a la vez son diferentes al sustrato aserrín.

Sub conjunto 3: El promedio del tratamiento Aserrín es diferente estadísticamente a los tratamientos turba, cascarilla de arroz y testigo.

Se concluye que el tratamiento de Aserrín es el mejor para la germinación del Pino.

5.2.1.2. ÍNDICE DE GERMINACIÓN.

La variable se midió a los 15 días después de la siembra para cada tratamiento

Tabla N° 16: Índice de Germinación de *Pinus radiata* D. Don según tratamiento.

TRATAMIENTOS	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
SUSTRATO 100% TURBA	8,583	,236	8,093	9,074
SUSTRATO 100% ASERRÍN	8,683	,236	8,193	9,174
SUSTRATO 100% CASCARILLA DE ARROZ	8,475	,236	7,984	8,965
Testigo	7,600	,236	7,109	8,090

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

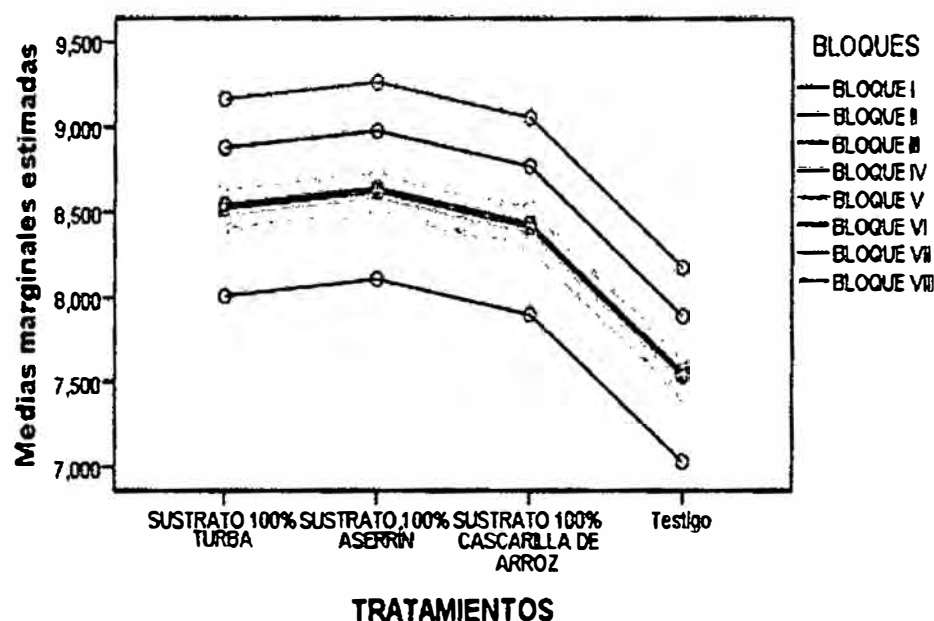
Interpretación:

Se muestra en la tabla el Índice de germinación de los tres tratamientos en estudio (turba, aserrín y cascarilla de arroz al 100%) lo que podemos

122

Se puede observar que en el bloque VII existe mayor emergencia a un 8.917 de índice de germinación, seguido del Bloque VI con 8.634, Bloque V con 8.383, Bloque II con 8.300, Bloque I con 8.275, Bloque III con 8.225, Bloque VIII con 8.158 y finalmente el Bloque IV con 7.767 índice de germinación. .

Gráfico N° 04: Promedios de Índice de Germinación de *Pinus radiata* D. Don según Tratamiento y Bloques.



Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

Se muestra de forma gráfica los índices de germinación a los que llegaron cada tratamiento. A nivel general el tratamiento que dio mejor resultado en la germinación de las semillas a los 15 días fue el Aserrín,

seguido de la turba, la cascarilla de arroz y finalmente el testigo, los tratamientos fueron sustratos puros al 100% de uso.

Tabla N° 18: Análisis de Varianza del Índice de Germinación de *Pinus radiata* D. Don

F de V	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	9,130	10	,913	2,051	,080
TRATAMIENTO	5,944	3	1,981	4,451	,014
BLOQUE	3,186	7	,455	1,022	,445
Error	9,348	21	,445		
Total	2241,789	32			
Total corregido	18,478	31			

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

En vista que en las medias marginales estimadas existe diferencias entre los promedios de tratamientos y bloques fue necesario realizar el análisis de varianza, los resultados se muestran a continuación.

En el nivel de significancia para la prueba se aprecia que el tratamiento general es significativo, así mismo se ratifica la existencia de que existen diferencias significativas entre los promedios de tratamientos ya que el valor de la significancia de la prueba es menor al valor de la probabilidad asumida (sig 0.014 < alfa 0.05).

Para el caso de bloques se aprecia que no existen diferencias significativas entre bloques ya que el valor de la prueba de significancia es mayor al valor alfa asumido ($0.445 > 0.05$).

Tabla N° 19: Prueba de Tukey para el Índice de Germinación de *Pinus radiata* D. Don

	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto	
			1	2
HSD	Testigo	8	7,59988	
Tukey ^{a,b}	SUSTRATO 100% CASCARILLA DE ARROZ	8	8,47487	8,47487
	SUSTRATO 100% TURBA	8		8,58338
	SUSTRATO 100% ASERRÍN	8		8,68338
	Sig.		,070	,923

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

La prueba se realiza con la intención de comparar los promedios entre los tratamientos ya que en el análisis de varianza se determinó que existían diferencias entre los tratamientos el estadístico de prueba fue realizada mediante el estadístico de Tukey los resultados se muestran a continuación

Se muestran los promedios de los grupos de tratamientos homogéneos sub conjunto 1 y sub conjunto 2 y para un nivel de significancia de 95% de probabilidades se tiene.

Sub conjunto 1: los promedios de los tratamientos testigo, cascarilla de arroz son iguales estadísticamente e inducen igual nivel de índice

de germinación del Pino y a su vez dichos tratamientos inducen diferente índice de germinación de pino en relación al tratamiento con sustrato 100% aserrín.

Sub conjunto 2: El promedio del tratamiento turba y aserrín son iguales estadísticamente y diferentes estadísticamente, el tratamiento testigo e inducen diferente nivel de índice de germinación.

5.2.1.3. VELOCIDAD DE GERMINACIÓN.

La variable se midió a los 15 días después de la siembra para cada tratamiento

Tabla N° 20: Velocidad de Germinación de *Pinus radiata* D. Don según tratamiento.

TRATAMIENTOS	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
SUSTRATO 100% TURBA	1,800	,043	1,710	1,890
SUSTRATO 100% ASERRÍN	1,925	,043	1,835	2,015
SUSTRATO 100% CASCARILLA DE ARROZ	1,750	,043	1,660	1,840
Testigo	1,533	,043	1,443	1,624

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

Se muestra la velocidad de germinación de los tres tratamientos en estudio (turba, aserrín y cascarilla de arroz al 100%) lo que podemos observar claramente es que el Tratamiento 2 Aserrín al 100 % dio mejor

promedio en cuanto a la velocidad de germinación con un 1.925 semillas/día seguido del Tratamiento 1 Turba con un 1.800 semillas/día, el Tratamiento 3 Cascarilla de arroz con 1.750 semillas/día y finalmente el testigo 1.533 semillas/día.

Los promedios de los tratamientos son diferentes por lo que aceptamos parcialmente la hipótesis de que existen diferencias significativas entre los promedios de los tratamientos, por lo que se debe realizar una Prueba de Análisis de Varianza para tratamientos.

Tabla N° 21: Medias Marginales estimadas de la Velocidad de Germinación de *Pinus radiata* D. Don según bloques.

BLOQUES	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
BLOQUE I	1,733	,061	1,606	1,861
BLOQUE II	1,750	,061	1,622	1,878
BLOQUE III	1,733	,061	1,606	1,861
BLOQUE IV	1,700	,061	1,572	1,828
BLOQUE V	1,733	,061	1,606	1,861
BLOQUE VI	1,783	,061	1,656	1,911
BLOQUE VII	1,850	,061	1,722	1,978
BLOQUE VIII	1,733	,061	1,606	1,861

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

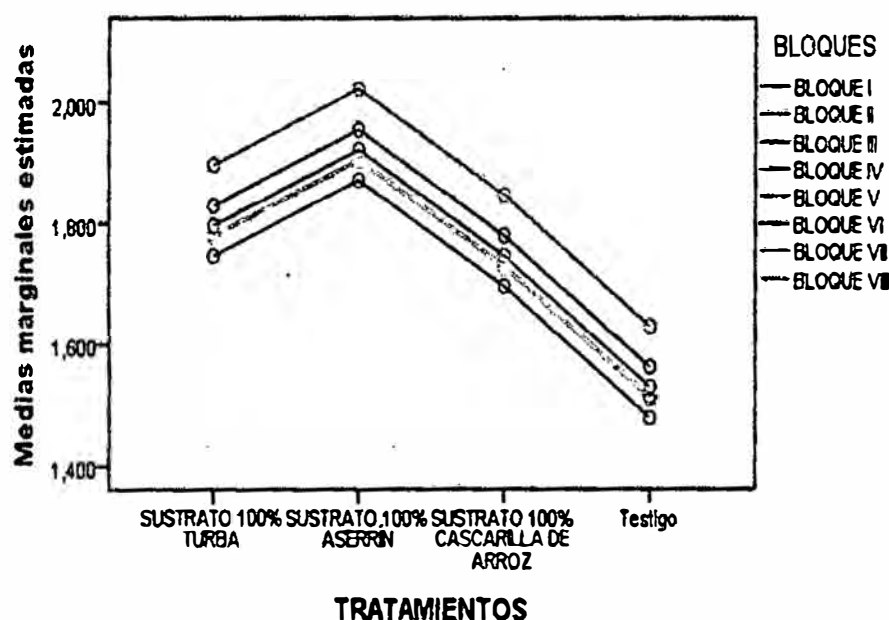
Interpretación:

Se hace esta comparación de medias con la intención de conocer si existe diferencia significativa entre los bloques que sería los lugares que ocupó los tratamientos en la caja germinadora.

127

Se puede observar que en el bloque VII existe mayor emergencia a un 1.85 semillas/día, seguido del Bloque VI con 1.783 semillas/día, Bloque V con 1.755 semillas/día, Bloque II con 1.750 semillas/día, Bloque I con 1.733 semillas/día, Bloque III con 1.733 semillas/día, y Bloque VIII con 1.733 semillas/día y finalmente el Bloque IV con 1.700 semillas/día respectivamente.

Gráfico N° 03: Promedios de Velocidad de Germinación de *Pinus radiata* D. Don según Tratamiento y Bloques.



Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

Se muestra de forma gráfica los niveles de porcentaje de germinación a los que llegaron cada tratamiento. A nivel general el tratamiento que dio mejor resultado en cuanto a la Velocidad de las semillas a los 15

días fue el Aserrín al 100 % seguido de la turba, cascarilla de arroz y finalmente el tratamiento testigo.

Tabla N° 22: Análisis de Varianza de la Velocidad de Germinación de *Pinus radiata* D. Don

F de V	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	,699 ^a	10	,070	4,639	,001
TRAT	,640	3	,213	14,164	,000
BLOQ	,059	7	,008	,557	,782
Error	,316	21	,015		
Total	99,250	32			
Total corregido	1,015	31			

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

En vista que en las medias marginales estimadas existe diferencias entre los promedios de tratamientos y bloques fue necesario realizar el análisis de varianza, los resultados se muestran a continuación.

En el nivel de significancia para la prueba se aprecia que tratamiento es significativo, así mismo se ratifica la existencia de que existen diferencias significativas entre los promedios de tratamientos ya que el valor de la significancia de la prueba es menor al valor de la probabilidad asumida (sig $0.00 < \alpha < 0.05$).

Para el caso de bloques se aprecia que no existen diferencias significativas entre bloques ya que el valor de la prueba de significancia es mayor al valor alfa asumido ($0.782 > 0.05$).

Tabla N° 23: Prueba de Tukey para la Velocidad de Germinación de *Pinus radiata* D. Don

	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto		
			1	2	3
HSD	Testigo	8	1,53338		
Tukey ^{a,b}	SUSTRATO 100%	8		1,75000	
	CASCARILLA DE ARROZ	8		1,80000	1,80000
	SUSTRATO 100% TURBA	8			1,92500
	SUSTRATO 100% ASERRÍN	8			
	Sig.		1,000	,847	,207

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

La prueba se realiza con la intención de comparar los promedios entre los tratamientos ya que en el análisis de varianza se determinó que existían diferencias entre los tratamientos el estadístico de prueba fue realizada mediante el estadístico de Tukey los resultados se muestran a continuación

Se muestran los promedios de los grupos de tratamientos homogéneos sub conjuntos 1 y sub conjunto 2 y sub conjunto 3 para un nivel de significancia de 95% de probabilidades se tiene.

Sub conjunto 1: El promedio del tratamiento testigo es diferente estadísticamente a los demás tratamientos se asume que tienen velocidades de germinación diferentes al tratamiento turba, cascarilla de arroz y aserrín.

Sub conjunto 2: Los promedios de los tratamientos turba y cascarilla de arroz son iguales estadísticamente y diferentes en comparación a los demás tratamientos e inducen diferente Velocidad de Germinación del Pino.

Sub conjunto 3: Los promedios de los tratamientos turba y aserrín son iguales estadísticamente y diferentes en comparación a los demás tratamientos e inducen diferente Velocidad de Germinación del Pino.

5.3. CONTRASTACIÓN DE LOS OBJETIVOS

5.3.1. OBJETIVO GENERAL

Tiene como propósito evaluar los parámetros germinativos del pino (*Pinus radiata* D. Don) a partir de la semilla botánica por efecto del uso de tres sustratos, turba, aserrín y cascarilla de arroz el cual se determina mediante el Análisis de Varianza para los promedios de los tratamientos, que se muestran a continuación

Tabla N° 24: Parámetros Germinativos de *Pinus radiata* D. Don como efecto del uso de sustratos.

TRATAMIENTOS	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
SUSTRATO 100% TURBA	100,383	2,432	95,326	105,441
SUSTRATO 100% ASERRÍN	106,858	2,432	101,801	111,916
SUSTRATO 100% CASCARILLA DE ARROZ	97,725	2,432	92,668	102,782
Testigo	85,800	2,432	80,743	90,857

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

En la tabla podemos observar que el tratamiento que obtuvo mayor resultado es el tratamiento II Aserrín con un 106.858 de la suma de los parámetros de germinación seguida del tratamiento I Turba con 100.383, el tratamiento III Cascarilla de Arroz con 97.725 % y el que tuvo menor resultado fue el testigo con 85.800 de parámetros de germinación.

En conclusión se puede afirmar que los diferentes sustratos tuvo efecto positivo en los parámetros de germinación del Pino (*Pinus radiata* D. Don) situación que será necesario probar mediante una prueba de ANVA.

Tabla N° 25: Análisis de Varianza de los Parámetros de Germinación de *Pinus radiata* D. Don

F de V	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	2058,763 ^a	10	205,876	4,352	,002
TRAT	1861,517	3	620,506	13,115	,000
BLOQ	197,246	7	28,178	,596	,752
Error	993,532	21	47,311		
Total	308449,209	32			
Total corregido	3052,294	31			

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

En vista que en las medias marginales estimadas existe diferencias entre los promedios de tratamientos y bloques fue necesario realizar el análisis de varianza, los resultados se muestran a continuación.

En el nivel de significancia para la prueba se aprecia que tratamiento es significativo, así mismo se ratifica la existencia de que existen diferencias significativas entre los promedios de tratamientos ya que el valor de la significancia de la prueba es menor al valor de la probabilidad asumida ($\text{sig}0.00 < \text{alfa}0.05$).

Para el caso de bloques se aprecia que no existen diferencias significativas entre bloques ya que el valor de la prueba de significancia es mayor al valor alfa asumido ($0.752 > 0.05$).

Tabla N° 26: Prueba de Tukey de los Parámetros de Germinación de *Pinus radiata* D. Don

	TRATAMIENTOS	N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey ^{a,b}	Testigo	8	85,79987	
	SUSTRATO 100% CASCARILLA DE ARROZ	8		97,72488
	SUSTRATO 100% TURBA	8		100,38337
	SUSTRATO 100% ASERRÍN	8		106,85838
	Sig.		1,000	,065

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación:

La prueba se realiza con la intención de comparar los promedios entre los tratamientos ya que en el análisis de varianza se determinó que existían diferencias entre los tratamientos el estadístico de prueba fue realizada mediante el estadístico de Tukey los resultados se muestran a continuación

Se muestran los promedios de los grupos de tratamientos homogéneos sub conjuntos 1 y sub conjunto 2 y para un nivel de significancia de 95% de probabilidades se tiene.

Sub conjunto 1: El promedio del tratamiento testigo es diferente estadísticamente a los tratamientos turba, cascarilla de arroz y aserrín.

Sub conjunto 2: El promedio de los tratamientos cascarilla de arroz, turba y Aserrín son iguales estadísticamente en comparación a los demás tratamientos, e inducen diferente Parámetros de Germinación del Pino.

Se concluye que el tratamiento de Aserrín es el que muestra mejor registro en cuanto a los parámetros de germinación.

5.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Tiene como propósito evaluar los parámetros germinativos del pino (*Pinus radiata* D. Don) a partir de la semilla botánica por efecto del uso de sustrato Turba el cual se determina mediante los estadísticos descriptivos y la tabla ANVA para el promedio del tratamiento.

Tabla N° 27: Parámetros germinativos del pino (*Pinus radiata* D. Don) como efecto del uso del sustrato Turba

TRATAMIENTO	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
TURBA	100,383	3,102	93,048	107,718
TESTIGO	85,800	3,102	78,465	93,135

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

En la tabla se puede decir que el uso del sustrato Turba al 100 % tiene efecto significativo en los parámetros de germinación del pino en comparación al testigo.

Tabla N° 28: Análisis de Varianza de los Parámetros Germinativos de *Pinus radiata* D. Don como efecto del uso del sustrato Turba

F de V	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	139939,937 ^a	9	15548,882	201,994	,000
TRATAMIENTO	850,714	1	850,714	11,052	,013
BLOQUES	432,412	7	61,773	,802	,611
Error	538,840	7	76,977		
Total	140478,776	16			

Fuente: *Elaboración propia PASW Statistics 22.*

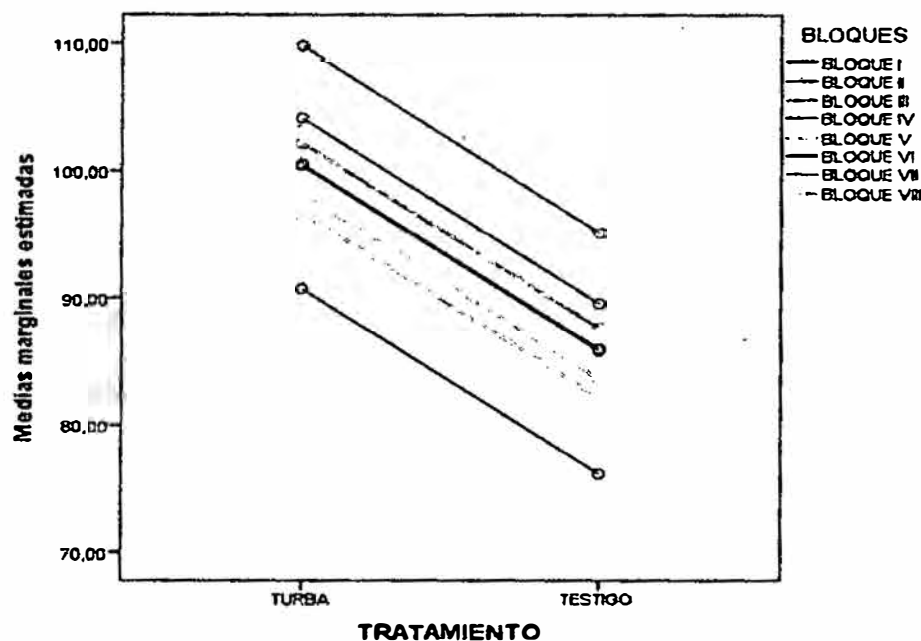
Interpretación:

En vista que en las medias marginales estimadas existe diferencias entre los promedios de tratamientos y bloques fue necesario realizar el análisis de varianza, los resultados se muestran a continuación.

En el nivel de significancia para la prueba se aprecia que tratamiento es significativo, así mismo se ratifica la existencia de que existen diferencias significativas entre los promedios de tratamientos ya que el valor de la significancia de la prueba es menor al valor de la probabilidad asumida ($\text{sig}0.013 < \alpha 0.05$).

Para el caso de bloques se aprecia que no existen diferencias significativas entre bloques ya que el valor de la prueba de significancia es mayor al valor α asumido ($0.611 > 0.05$).

Grafico N° 04: Medias marginales estimadas de los parámetros germinativos Pino como efecto del uso del sustrato Turba



Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

Los mayores promedios los parámetros germinativos del Pino (*Pinus radiata* D. Don) se obtuvieron en el bloque VII seguido del bloque VI, el bloque V, el bloque II, el bloque III, el bloque I, el bloque VIII, el bloque IV, sin embargo en el análisis de varianza se demuestra que dichas diferencias son estadísticamente iguales, por lo que se puede concluir que las unidades experimentales para la investigación fueron homogéneas.

b) Tiene como finalidad evaluar los parámetros germinativos del pino (*Pinus radiata* D. Don) a partir de la semilla botánica por efecto del uso

de sustrato aserrín el cual se determina mediante el Análisis de Varianza para los promedios del tratamiento los resultados se muestran a continuación

Tabla N° 29: Parámetros germinativos del pino (*Pinus radiata* D. Don) como efecto del uso del sustrato Aserrín.

TRATAMIENTOS	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
SUSTRATO 100% ASERRÍN	106,858	2,484	100,985	112,732
Testigo	85,800	2,484	79,926	91,673

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

En la tabla se puede decir que el uso del sustrato Aserrín al 100 % tiene efecto significativo en los parámetros de germinación del pino en comparación al testigo.

Tabla N° 30: Análisis de Varianza de los Parámetros Germinativos de *Pinus radiata* D. Don como efecto del uso del sustrato Aserrín.

F de V	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	1951,384 ^a	8	243,923	4,942	,024
TRAT	1773,842	1	1773,842	35,937	,001
BLOQ	177,542	7	25,363	,514	,800
Error	345,518	7	49,360		
Total	150765,707	16			

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

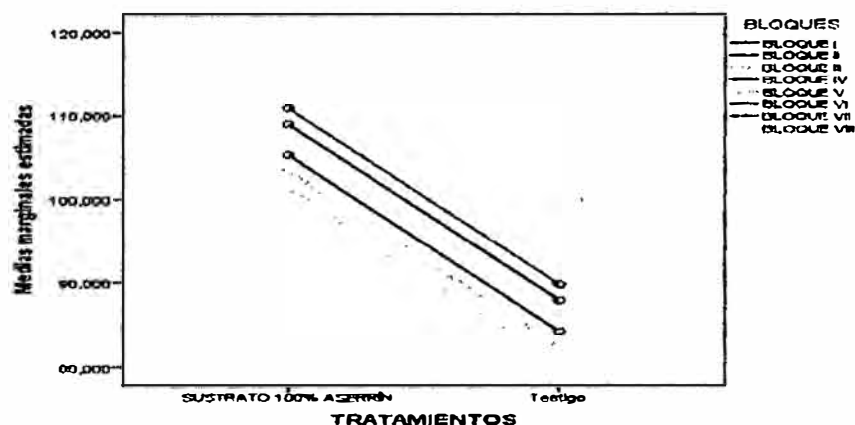
Interpretación:

En vista que en las medias marginales estimadas existe diferencias entre los promedios de tratamientos y bloques fue necesario realizar el análisis de varianza, los resultados se muestran a continuación.

En el nivel de significancia para la prueba se aprecia que tratamiento es significativo, así mismo se ratifica la existencia de que existen diferencias significativas entre los promedios de tratamientos ya que el valor de la significancia de la prueba es menor al valor de la probabilidad asumida ($\text{sig}0.01 < \alpha 0.05$).

Para el caso de bloques se aprecia que no existen diferencias significativas entre bloques ya que el valor de la prueba de significancia es mayor al valor alfa asumido ($0.800 > 0.05$).

Grafico N° 05: Medias marginales estimadas de los parámetros germinativos Pino como efecto del uso del sustrato Aserrín.



Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

Los mayores promedios los parámetros germinativos del Pino (*Pinus radiata* D. Don) se obtuvieron en el bloque VII seguido del bloque VI, el bloque V, el bloque II, el bloque III, el bloque I, el bloque VIII, el bloque IV, sin embargo en el análisis de varianza se demuestra que dichas diferencias son estadísticamente iguales, por lo que se puede concluir que las unidades experimentales para la investigación fueron homogéneas.

c) Tiene como finalidad evaluar los parámetros germinativos del pino (*Pinus radiata* D. Don) a partir de la semilla botánica por efecto del uso de sustrato cascarilla de arroz el cual se determina mediante el Análisis de Varianza para los promedios del tratamiento los resultados se muestran a continuación

Tabla N° 31: Parámetros germinativos del pino (*Pinus radiata* D. Don) como efecto del uso del sustrato Cascarilla de Arroz.

TRATAMIENTOS	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
SUSTRATO 100% CASCARILLA DE ARROZ	97,725	2,489	91,839	103,610
Testigo	85,800	2,489	79,914	91,685

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

En la tabla se puede decir que el uso del sustrato cascarilla de arroz al 100 % tiene efecto significativo en los parámetros de germinación del pino en comparación al testigo.

Tabla N° 32: Análisis de Varianza de los Parámetros Germinativos de *Pinus radiata* D. Don como efecto del uso del sustrato Cascarilla de Arroz.

F de V	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	135556,086 ^a	9	15061,787	303,910	,000
TRATAMIENTO	568,823	1	568,823	11,477	,012
BLOQUE	261,928	7	37,418	,755	,640
Error	346,920	7	49,560		
Total	135903,006	16			

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

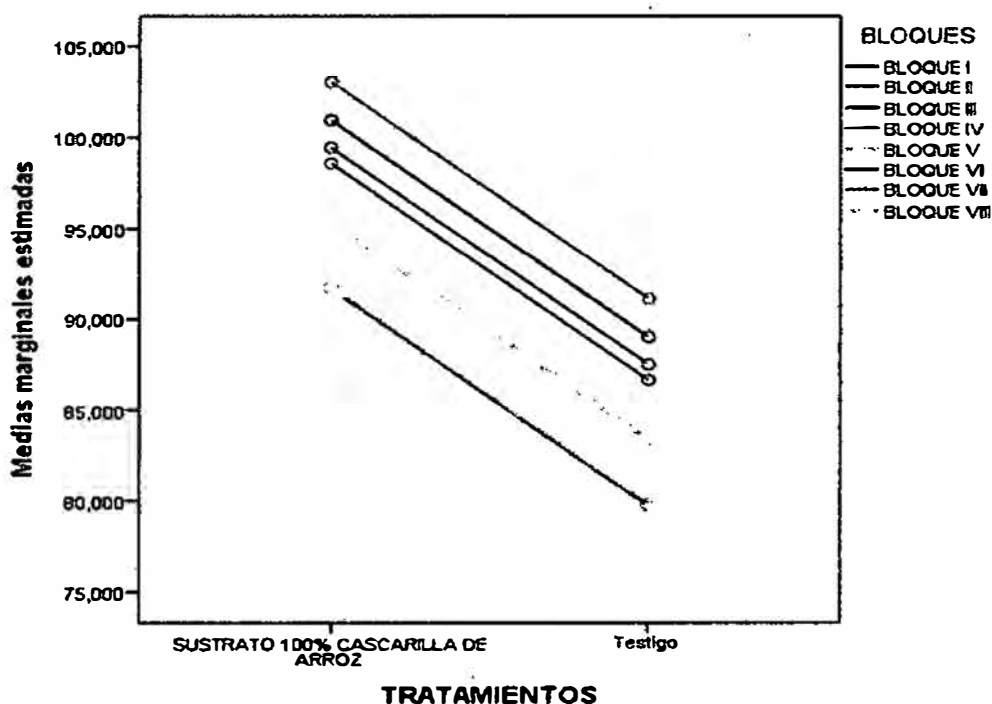
Interpretación:

En vista que en las medias marginales estimadas existe diferencias entre los promedios de tratamientos y bloques fue necesario realizar el análisis de varianza, los resultados se muestran a continuación.

En el nivel de significancia para la prueba se aprecia que tratamiento es significativo, así mismo se ratifica la existencia de que existen diferencias significativas entre los promedios de tratamientos ya que el valor de la significancia de la prueba es menor al valor de la probabilidad asumida ($\text{sig}0.012 < \text{alfa}0.05$).

Para el caso de bloques se aprecia que no existen diferencias significativas entre bloques ya que el valor de la prueba de significancia es mayor al valor alfa asumido ($0.640 > 0.05$).

Grafico N° 06: Medias marginales estimadas de los parámetros germinativos Pino como efecto del uso del sustrato Cascarilla de Arroz.



Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

Los mayores promedios los parámetros germinativos del Pino (*Pinus radiata* D. Don) se obtuvieron en el bloque VII seguido del bloque VI, el bloque V, el bloque II, el bloque III, el bloque I, el bloque VIII, el bloque

IV, sin embargo en el análisis de varianza se demuestra que dichas diferencias son estadísticamente iguales, por lo que se puede concluir que las unidades experimentales para la investigación fueron homogéneas.

5.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

5.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

La finalidad es probar la afirmación: El uso de los sustratos turba, aserrín y cascarilla de arroz, tiene efecto positivo en los parámetros de germinación de Pino (*Pinus Radiata* D. Don) a partir de la semilla botánica. Se realiza la prueba de Análisis de Varianza (ANVA) con un nivel de significancia de 0.05 y se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

a) Para tratamientos.

Hipótesis nula $H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_{\text{testigo}}$

Hipótesis alterna $H_1: \tau_1 \neq \tau_2 \neq \tau_3 \neq \tau_{\text{testigo}}$

Donde:

τ_1 = Promedio del tratamiento Turba

τ_2 = Promedio del tratamiento Aserrín

τ_3 = Promedio del tratamiento Cascarilla de Arroz

τ_{testigo} = Promedio del tratamiento testigo.

b) Para bloques

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6 = \mu_7 = \mu_8$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_5 \neq \mu_6 \neq \mu_7 \neq \mu_8$

Donde:

μ_1 = Promedio del bloque I

μ_2 = Promedio del bloque II

μ_3 = Promedio del bloque III

μ_4 = Promedio del bloque IV

μ_5 = Promedio del bloque V

μ_6 = Promedio del bloque VI

μ_7 = Promedio del bloque VII

μ_8 = Promedio del bloque VIII

Los resultados del análisis se muestran a continuación

Tabla N° 33: ANVA de los Parámetros de Germinación del Pino (*Pinus radiata* D. Don) para contrastación de Hipótesis General.

F de V	Suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo	2058,763 ^a	10	205,876	4,352	,002
TRAT	1861,517	3	620,506	13,115	,000
BLOQ	197,246	7	28,178	,596	,752
Error	993,532	21	47,311		
Total	308449,209	32			
Total corregido	3052,294	31			

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

τ_4 = Promedio del tratamiento testigo (tierra agrícola)

Los resultados del análisis se muestran a continuación

Tabla N° 34: Prueba de T Student para la comprobación de la Hipótesis específica 1

	prueba t para la igualdad de medias							
	t	gl	Sig. (bilat eral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
						Inferior	Superior	
PARAMETROS DE GERMINACION	Se asumen varianzas iguales	3,502	14	,004	14,583500	4,164588	5,651348	23,515652
	No se asumen varianzas iguales	3,502	13,949	,004	14,583500	4,164588	5,648268	23,518732

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

Para la comparación de los promedios del tratamiento Turba 100% y el testigo a un nivel de significancia de 5 % para una prueba bilateral se observa que la significancia (0.04) es menor que el valor de la significancia asumida (0.05) por tanto nos conduce a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna concluyendo que existe efecto positivo del tratamiento 100 % turba en los parámetros de germinación.

b) La finalidad es probar la afirmación: El uso del sustrato Aserrín tiene efecto positivo en los parámetros germinativos de pino (*Pinus radiata* D. Don) a partir de la semilla botánica, para determinar si existe efecto positivo se realiza la prueba de T Student para muestras independientes y se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

a) Para tratamientos.

Hipótesis nula $H_0: \tau_1 = \tau_{\text{testigo}}$

Hipótesis alterna $H_1: \tau_1 \neq \tau_{\text{testigo}}$

Donde:

τ_1 = Promedio del tratamiento Aserrín.

τ_4 = Promedio del tratamiento testigo (tierra agrícola)

Los resultados del análisis se muestran a continuación

Tabla N° 35: Prueba de T Student para la comprobación de la Hipótesis específica 2

		prueba t para la igualdad de medias						
		t	gl	Sig. (bilat eral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
PARAM ETROS DE GERMIN ACION	Se asumen varianzas iguales No se asumen varianzas iguales	6,890	14	,000	21,058500	3,056200	14,503603	27,613397
		6,890	9,009	,000	21,058500	3,056200	14,145943	27,971057

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

Para la comparación de los promedios del tratamiento Aserrín 100% y el testigo a un nivel de significancia de 5 % para una prueba bilateral se observa que la significancia (0.00) es menor que el valor de la significancia asumida (0.05) por tanto nos conduce a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna concluyendo que existe efecto positivo del tratamiento 100 % Aserrín en los parámetros de germinación.

c) La finalidad es probar la afirmación: El uso del sustrato Cascarilla de Arroz tiene efecto positivo en los parámetros germinativos de pino (*Pinus radiata* D. Don) a partir de la semilla botánica, para determinar si existe efecto positivo se realiza la prueba de T Student para muestras independientes y se plantean las siguientes hipótesis estadísticas:

a) Para tratamientos.

Hipótesis nula $H_0: \tau_1 = \tau_{\text{testigo}}$

Hipótesis alterna $H_1: \tau_1 \neq \tau_{\text{testigo}}$

Donde:

τ_1 = Promedio del tratamiento Cascarilla de Arroz.

τ_4 = Promedio del tratamiento testigo (tierra agrícola)

Los resultados del análisis se muestran a continuación

Tabla N° 36: Prueba de T Student para la comprobación de la Hipótesis específica 3

		prueba t para la igualdad de medias						
		t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
							Inferior	Superior
PARAMETROS DE GERMINACION	Se asumen varianzas iguales	3,617	14	,003	11,925000	3,297314	4,852964	18,997036
	No se asumen varianzas iguales	3,617	11,213	,004	11,925000	3,297314	4,684450	19,165550

Fuente: Elaboración propia PASW Statistics 22.

Interpretación.

Para la comparación de los promedios del tratamiento cascarilla de arroz

100% y el testigo a un nivel de significancia de 5 % para una prueba

149

bilateral se observa que la significancia (0.03) es menor que el valor de la significancia asumida (0.05) por tanto nos conduce a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna concluyendo que existe efecto positivo del tratamiento 100 % cascarilla de arroz en los parámetros de germinación.

Capítulo VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Discusiones de Resultados.

El sustrato que tuvo mayor resultado en cuanto a la germinación de la semilla fue el Aserrín, ya que de acuerdo a sus características físicas y químicas se aproxima a las características de un sustrato ideal. En la investigación “Estudio de la evaluación técnica y económica del aserrín como sustrato para la producción de almácigos de hortalizas de Verdugo en el 2010, donde el análisis de resultados mostró que el aserrín presentó un desarrollo superior respecto de los otros tratamientos, esto se debió a la buena retención de humedad que presenta el aserrín también en el análisis de costos de producción, el sustrato más conveniente es el aserrín. Finalmente, el aserrín es recomendable usarla como sustrato, obteniendo así plántulas aptas para su trasplante. Analizando estos resultados podemos afirmar que el sustrato aserrín tiene mejor comportamiento y un efecto positivo en la germinación del pino coincidiendo y afirmando la investigación de Verdugo 2010 en sus resultados.

El sustrato Cascarilla de Arroz presenta características favorables en cuanto a la composición de nutrientes. En la investigación descriptiva de Benítez en el 2002 titulado “diagnóstico de la situación de los viveros oficiales de Veracruz (México)” y mediante una recopilación de información a través de encuestas mostro que el vivero La Joya utilizaron las mezcla de cascarilla de arroz y tierra negra o turba al 60:40, donde el resultado que obtuvieron fue un sustrato de calidad y de bajo costo económico, por tal razón, se puede

decir que en esta investigación los sustratos cascarilla de arroz y turba tienen características físicas y químicas opuestas y esta combinación 60:40 permite rescatar las mejores características de ambos y crear un sustrato de consistencia el cual se confirma los resultados obtenidos.

Según el concepto de Bidwell en 1990 de la germinación y los principales factores que inhiben la germinación son físico-mecánico o físico-químico. En esta investigación se realizó un tratamiento pregerminativo físico-mecánico, el remojo en agua aceleró la entrada del mismo dentro de la semilla y rompió la latencia el cual dio resultados acelerando el proceso germinativo.

Los parámetros de germinación (potencial germinativo, índice de Germinación y Velocidad de Germinación) usados por Pérez en el 2007 en la investigación "Germinación de Semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *Biuncifera*" y recomendado por el mismo, dio resultados favorables en esta investigación y se propone en posteriores investigaciones ampliar estos parámetros.

Capítulo VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CONCLUSIONES.

1. Para el **potencial germinativo** de *Pinus radiata* D. Don se demostró en el experimento que en los cuatro tratamientos existen diferencias en el porcentaje de emergencia, en condiciones del Centro Agronómico K'ayra, y es así que el tratamiento con mayor porcentaje de germinación es el sustrato Aserrín usado al 100% de aplicación con un 96.25 % de germinación de semillas seguido del sustrato turba con un 90 % de germinación, posterior a este se encuentra el sustrato Cascarilla de arroz con un 87.5 % y finalmente el que tuvo menor resultado fue el testigo con 76.66 % de germinación de semilla. En conclusión se afirma que los diferentes sustratos en evaluación tuvo efecto positivo en el porcentaje de germinación del pino en comparación del testigo.
2. Para el **Índice de Germinación** de *Pinus radiata* D. Don se demostró en el experimento que en los cuatro tratamientos existen diferencias significativas al 95 % teniendo como resultado de mayor índice el sustrato aserrín con 8.683 capacidad germinativa, seguido de la turba con 8.583, cascarilla de arroz con 8.475 y finalmente el testigo (tierra agrícola) con 7.6 de capacidad germinativa.
3. Para la **Velocidad de Germinación** de *Pinus radiata* D. Don se demostró que los tratamientos estudiados tuvieron diferencias significativas al 95 % de probabilidad teniendo con mayor velocidad de germinación al sustrato aserrín con 1.925 semillas por día seguido del sustrato turba con 1.80

155

semillas por día, cascarilla de arroz con 1.750 y finalmente el testigo con 1.533 semillas por día.

4. De igual modo se afirma que los sustratos turba, aserrín y cascarilla de arroz comparado independientemente con el testigo tiene efecto positivo en el porcentaje de germinación del *Pinus Radiata* D. Don.

7.2. RECOMENDACIONES.

1. Recomiendo hacer este tipo de investigación pero tomando en consideración las diferentes proporciones de mezcla de sustratos así de ese modo descubrir un sustrato adecuado que reúna todos los requisitos de un sustrato ideal.
2. Realizar estudios con tratamientos pregerminativo con el fin de ajustar al mínimo los días de germinación de esta especie.
3. Prever el control integral de las plagas y enfermedades en la zona de conducción por ser zona endémica.
4. Se recomienda la utilización de semillas garantizadas y certificadas de *Pinus radiata* D. Don, y la utilización de sustratos orgánicos para reemplazar la utilización de fungicidas en los tratamientos pregerminativo y desinfección de sustrato si este es el caso.
5. Evaluar las variables altura de la planta, diámetro del tallo, calidad de la planta, entre otros en posteriores investigaciones.

Seguir investigando, la tarea es de todos si queremos implantar nuevas ideas de producción de plántones en vivero.

Revisión bibliográfica

ADEFOR. 1996. "Asociación civil para la investigación y desarrollo forestal. -- Manual manejo de plantaciones forestales. Cajamarca – Perú.

ALBA C. NIDIA 2008. "Manual práctico de reforestación". Grupo Latino Editores. Bogotá. 950p.

ANSORENA, J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. 1ra edición. Editorial Mundo prensa. Madrid. España. 172p

ARESTEGUI P., ALFONSO. 2008. "Curso Universitario de Fisiología Vegetal" Facultad de Agronomía y Zootecnia UNSAAC. Cusco – Perú. 88-86p.

ARRIAGA M., VICENTE. 1994. "Manual de Reforestación con especies nativas colectas y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas" Instituto Nacional de Ecología SEDESOL 78p.

AYKEN, L. 1985. Three coeficients for analyzing the Reliability and Validity of Ralings. *Educatlonai and Psychological Measurement*, 131-142p.

BARCELO 2011. Initiation of embryogenic culture and somatic embryo development in loblolly pine (*Pinns taeda*). 810 -817p.

BENITEZ, G. 2002. Diagnóstico de la situación de los viveros oficiales de Veracruz y su papel para apoyar programas de reforestación y restauración. Revista

Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente, enero-junio, 2002/vol. 8, número 001. Universidad autónoma Chapingo, México. 9-18p.

BEIDERBICK 1980. Le Micorrize. Quaderni di Biologia. Servizi Cooperativi de Estensión, Universidad de California y Universidad Estatal de Nebraska, California. Hongos asociados en micorriza benefician el sistema radicular. 28p.

BERNIER, et al 1997. La proporción de la raíz es de limitado uso evaluando la calidad de acción de conífero de recipiente. El recurso natural Canadá, el Bosque canadiense Servicio-quebec, Sainte-Foy, Québec, y Columbia Ministerio británico de Bosque, la Kalamalka Investigación Estación, Canadá. 115p.

BIDWELL, R. G. 1990. Fisiología vegetal. AGT Editor, S.A. Mexico. 784p.

CABRERA 1996. Living on the edge, the development of silviculture in South Australian pine plantations. Australian Forestry 135-156p.

CAMACHO M., FRANCISCO, 2011. "Dormición de semillas: causas y tratamientos". Segunda edición. México. 232p.

CASTILLA C., ALVARO. 2011. "Evaluación de producción y manejo del vivero agroforestal del Centro Agronómico K'ayra. Tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo. UNSAAC. 32p.

CRONBACH LJ. 1951. Coefficient alpha and the internal structure of test. Psychometrika. 297-334p.

CONTESSE 1986 Principios de Silvicultura. 2ª.ed. Trad. Por Ramón Elizondo Mata. México 492p.

CORMA 1971. Diagnóstico de la situación de los viveros oficiales de Veracruz y su papel para apoyar programas de reforestación y restauración. Revista Chapingo, Universidad Autónoma Chapingo México 5-12p

ENRIQUEZ, E., SUZÁN, H. y G. BARRERA. 2004. Viabilidad y Germinación de semillas de *Taxodium mucronatum* (ten.) en el estado de Querétaro, México. 357-381p.

ESCOTO, C. 1988. La importancia de los pinos piñoneros en el estado de Zacatecas. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales. 105-122p.

FARJON, ALJOS; STYLES, BRIAN T. 1997. Pinus (Pinaceae). Flora Neotropica Monograph. The New York Botanical Garden. 103-109p.

FERNANDO B., CARLOS 2006. Diccionario de las ciencias agropecuarias 1º edición Córdova 496p.

FONAM, 2007. Fondo Nacional del Medio Ambiente 2007. "Guía práctica para la instalación y manejo de plantaciones forestales Lima – Perú. 09-27p.

GARAY 1990. Pináceas de Durango. Instituto Nacional de Ecología. Durango. 36-39p.

GARCÍA C., 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aereum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. 249-258p.

GILLESPIE ANDREW J. R. 1992. "*Pinus patula schiede and deepe. Patula pine.* Departament de agricultura, forest, service, southem forest experiment station, 5p.

GONZALEZ, G. 1994. Estudio de fertilización en plantaciones de *Pinus radiata*. Primeros resultados. Santiago, Chile 159p.

GONZALEZ, OROZCO-SEGOVIA. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, Mexico. 15-30p.

HEISKANEM 1993. The role of ectomycorrhizae in calcareous soil by symbiocalcicole woody plants 579-589p.

HUACUJA 2009. Evaluación de sustratos para la producción de plántulas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). 58p.

LIVERY 1986. Las Pináceas Mexicanas. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría de Recursos Forestales y de Caza. México 362p

LAWRENCE, G.H.M. 1971. Taxonomy of Vascular Plants. The Macmillan Company: New York. 354 - 364p.

LEMCKERT, J.D. 1978. Instalación y manejo de viveros forestales. Costa Rica, Dirección General Forestal 12-38p.

LOJAN L. 1992. Tendencias del crecimiento radial de 23 especies forestales. Turrialba. 48p.

MARTÍNEZ GARCÍA, S. 1992. Monografía de Pinus leiophylla Schl. et al. Cham. Tesis de Ingeniero Forestal con Orientación en Silvicultura. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. México. 121p.

MATEO 2002. Manejo de Sustrato en Vivero. Universidad de Madrid - España. 353-358p.

MILLER, H. 1981. Forest fertilization: Some guiding concepts. Forestry 157-167p.

MERTENS, P. 1987. Agroforesteria en zonas altoandinas de Peru y Bolivia 15-30p.

MORENO 2009. El manejo en la propagación asexual de (*physalis peruviana* L) Estados Unidos de América: Depto. de Agricultura, Instituto para el desarrollo. 50p.

NAPIER, I. 1985. Técnicas de Viveros con Referencia en Centro América. Honduras. 120-130p.

NAPIER, LEMCKERT JD. 1985. Técnicas de vivero forestal con referencia especial a Centroamerica Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales de Honduras 295p.

PALADINI, ENRIQUE F. 1992. Observaciones culturales en vivero de árboles forestales” dirección de recursos naturales renovables.123p.

PASTOR, N. S. 2000. Utilización de sustratos en vivero. Universidad de Lleida. Terra 17(3):231-235 e Influencia del sustrato y del tamaño del contenedor en el trasplante del terreno definitivo de plantas ornamentales cultivadas en contenedor. 527-528p.

PÉREZ, HALOS. 1993. Factors affecting adventitious bud in *Pinus elliottii* (Engelm) embryos cultured in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 25-35p.

PÉREZ PÉREZ CLAUDIA J. 2007. Germinación de semillas de *Mimosa aculeaticarpa* var. *biuncifera*. Proyecto de Tesis de la Universidad Autónoma Del Estado de Hidalgo - Mexico. 73p.

PERRY 1991, Técnicas de Inoculación de Abeto Douglas (*Pseudotsuga menziensis*) con hongos ectomicorrícicos y su aplicación en reforestación. Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona. 202p.

PRADO 1986. Utilización de sustratos en vivero. Universidad de Lleida. Terra.231-235p.

PRONAMACHCS, 1998. "Manual de producción de plantas forestales a raíz desnuda en la sierra peruana. Perú. 16p.

RAYMOND 1996 Plantas indígena de la Argentina con frutos o semillas comestibles. Revista Investigación Agrícola. Argentina. 147-216p.

ROJAS, G.M. 2003. La Resistencia a la sequía. Ciencia UANL 326-331p.

ROSARIO RAUDEL Y SAÑUDO 2009. "Tratamientos pregerminativos en semillade palo fierro y preparación de sustrato de composta en lirio acuático. 329p.

RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México Ed. Limusa. México, D. F. 285-313p.

SAAVEDRA M., JIMENA, 2004. Análisis del Proceso de Comercialización de Semillas Forestales y Ornamentales en dos Centros de Semilla" Tesis para optar el título de ingeniero forestal. Universidad de Chile. Santiago. 95p.

SÁNCHEZ, 2011. Producción de (cedrela odorata l.), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en tecpan de galeana, guerrero, méxico. Universidad Autónoma Indígena de México. 123-132p.

SEMARNAT 2005, Subproducto de Madera In: Marshall JK. The Belowground ecosystem: a synthesis of plant-associated processes. USA. 205-214p.

SERRADA R., 2000. Apuntes de repoblaciones forestales FUCOVASA - Madrid.

SIMPSON 1981. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto técnico N° 12. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIAFAP. Durango, México. 23p.

STYLES, 1994. EN: Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales. MARENA-DANIDA. 1994. Pinos de Nicaragua. 48 p.

SPIER 1980 Botánica De Las Plantas Endémicas De Chile. Concepción, Chile. 291p.

TAUTORUS, 1991. Somatic embryogenesis in conifers. Can. J. Bot. Ectomycorrhizal fungi: interactions of mushrooms and truffles with beast and trees. Colombia. 163-179p.

VEILLON J. DANIEL T. 1992. Curso de Ordenación forestal. Turrialba, C: R. II CA, Programa Forestal. 85 p.

VERDUGO, 2010. Evaluación técnica y económica del aserrín como sustrato. 43p.

ANEXOS





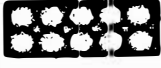



















ANEXO 1

Cuadro N° 02: Cronogramas de actividades a lo largo del experimento

	Actividad	Duración (semanas)															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Ajustes del anteproyecto	X	x														
2	Establecer contacto con la población objeto de estudio		X	X	X												
3	Diseño e instalacion del Vivero				X	X	X										
4	Ajustar instrumentos para la recolección de información				X	X											
5	Elaborar marco teórico				X	X	X	X	X	X	X	X	X				
6	Aplicar el instrumento y recoger información					X	X	X	X	X	X	X					
7	Procesar los datos										X	X					
8	Describir los resultados											X	X				
9	Analizar los resultados												X	x			
10	Elaborar o redactar el informe final													X	X		
11	Revisión del informe final por parte del asesor														x	X	x
12	Entregar el informe final																x

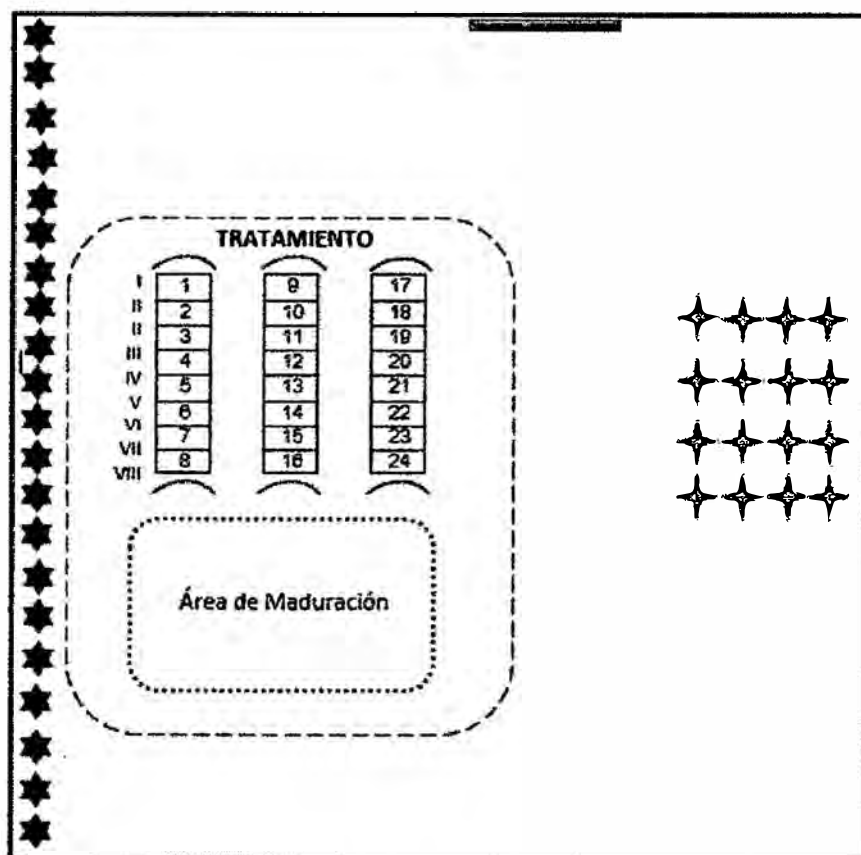
ANEXO 2

Cuadro N° 02: Esquema De La Distribución De Los Tratamientos Y Bloques

	SUSTRATO 1	SUSTRATO 2	SUSTRATO 3
BLOQUE I	 UE 1	 UE 2	 UE 3
BLOQUE II	 UE 4	 UE 5	 UE 6
BLOQUE III	 UE 7	 UE 8	 UE 9
BLOQUE IV	 UE 10	 UE 11	 UE 12
BLOQUE V	 UE 13	 UE 14	 UE 15
BLOQUE VI	 UE 16	 UE 17	 UE 18
BLOQUE VII	 UE 19	 UE 20	 UE 21
BLOQUE VIII	 UE 22	 UE 23	 UE 24

ANEXO 3

Cuadro N° 03: Croquis del Campo Experimental (Centro de Investigación K'ayra).



Fuente: Elaboración Propia

LEYENDA:

- Área del Centro de Investigación K'ayra :
- Área del vivero instalado para el experimento :
- Túneles de germinación :
- Cajas germinadoras :
- Área de maduración :
- Arboles de *Pinus radiata* :
- Arboles de *Polilepys incana* :
- Portón principal :

ANEXO 4

DATOS METEOROLOGICOS



PERÚ

Ministerio
del AmbienteServicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú - SENAMHIDirección Regional
de Cusco

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"

ESTACIÓN GRANJA KAYRA

LATITUD	13° 33' 24.7"	DPTO	CUSCO
LONGITUD	71° 52' 29.8"	PROV.	CUSCO
ALTITUD	3219.m.s.n.m	DIST.	SAN JERÓNIMO

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN (mm)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
2015	70.5	167.7	41.7	48.1	4.5

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL EN (°C)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
2015	20.7	19.3	20.8	20.9	21.5

TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL EN (°C)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
2015	6.8	7.3	5.8	4.4	0.1



Jr.: José Santos Chocano G-18
 Urb. Santa Mónica- Cusco
 Tel: 235481, RPM.*614724
 Email: dr12-
 cusco@senamhi.gob.pe
 www.senamhi.gob.pe

ANEXO 5

CERTIFICACION DE LA SEMILLA DE PINO (*Pinus radiata* D. Don)



CENTRO DE SEMILLA FORESTAL DE CHILE

CHILESEED

Fono-Fax: (56) 32-2930443
 Móvil: (56) 09-8-9200300
 E-mail: info@chileseed.com
 Web: www.chileseed.com
 Av. Francia 1341 Quintero-Chile

CERTIFICADO DE ANALISIS

Nº 959-10

Fecha de Recepción: 07.01.2010

Razón Social: Eduardo Finster Kretschmer Rut: 12.797.095-5

Dirección: Av. Francia 1341 Quintero-Chile

A:

Por: Curt Ernst Armin Finster Hafenerffer

Especie: Radiata (insigne)

U:

1-10

Re: 2

Fecha: Diciembre 2012

BOTANICA: PINO RADIATA (insigne)

Porcentaje:	99	%
1. Cultivadas:		%
2. Malezas:		%
3. Muertes:	1	%
	99	%

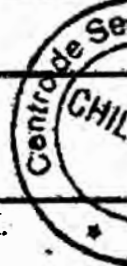
GERMINACION:

Plántulas normales:	90	%
Semillas duras:		%
Semillas latentes:	2	%
Semillas anormales:	1	%
Semillas muertas:	7	%
Germminación:	90	%

Granos/Kilo: 27.000

Origen: VIII Región Cordillera de La Costa, Bosque Comercial, árboles seleccionados.

Curt E. Armin Finster H.
 Ing. Forestal
 CHILESEED



ANEXO 6

Resultados de Laboratorio del análisis de sustrato: Turba, Aserrín y Cascarilla de Arroz

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

• APARTADO POSTAL.
N° 921 - Cusco - Perú

• FAX: 238156 - 238173 - 222512

• RECTORADO

Calle Tigre N° 127

Teléfonos: 222271 - 224871 - 224181 - 254378

• CIUDAD UNIVERSITARIA

Av. De la Cultura N° 733 - Teléfonos: 228261 - 222512 - 232370 - 232375 - 232226

• CENTRAL TELEFÓNICA: 232398 - 252210
243835 - 243836 - 243837 - 243838

• LOCAL CENTRAL

Plaza de Armas s/n

Teléfonos: 227571 - 225721 - 224015

• MUSEO INKA

Cuesta del Almirante N° 103 - Teléfono: 237380

• CENTRO AGRONÓMICO K'AYRA

San Jerónimo s/n Cusco - Teléfonos: 277145 - 277246

• COLEGIO "FORTINATO L. HERRERA"

Av. De la Cultura N° 721

"Estadio Universitario" - Teléfono: 227192



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

TIPO DE ANÁLISIS : FERTILIDAD, CARACTERIZACIÓN Y OTROS
PROCEDENCIA : TESIS: GEMINACIÓN DE PINO (*Pinus radiata*) A PARTIR DE SIMILLA BOTÁNICA UTILIZANDO SUSTRATO: ASERRÍN, TURBA Y CASCARILLA DE ARROZ EN SAN JERÓNIMO - CUSCO.
INSTITUCION SOLICITANTE : MIRTHA PIZARRO MELENDEZ

ANÁLISIS DE FERTILIDAD:

N°	CLAVE	mmhos/cm C.E.	pH	% M.ORG.	% N.TOTAL	ppm P ₂ O ₅	ppm K ₂ O
1	TURBA	0.60	7.30	16.29	0.81	20.6	225
2	ASERRIN	0.94	6.60	28.31	1.42	29.5	200
3	CASCARILLA	1.20	6.40	23.93	1.20	10.67	504

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN:

N°	CLAVE	meq/100 C.I.C.	% ARENA	% LIMO	% ARCILLA	CLASE-TEXTURAL
1	TURBA	10.08	29	45	26	FRANCO
2	ASERRIN	26.31	42	23	14	FRANCO AREN
3	CASCARILLA	5.31	30	20	10	FRANCO AREN

OTROS ANÁLISIS:

N°	CLAVE	% H.E.	% C.C.	gr/cm ³ D.a.	gr/cm ³ D.r.	% PMP	% POROSIDAD
01	TURBA	80.96	52.65	1.36	2.24	12.67	58.00
02	ASERRIN	65.31	24.20	1.67	2.67	14.67	45.00
03	CASCARIL	58.12	42.65	0.08	2.06	10.67	36.00

CUSCO. 06 DE JULIO DEL 2015.


 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Químicos
 Mirtha Pizarro Melendez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANÁLISIS QUÍMICO

ANEXO 7
Panel Fotográfico



Imagen N° 01: Área de ubicación del experimento

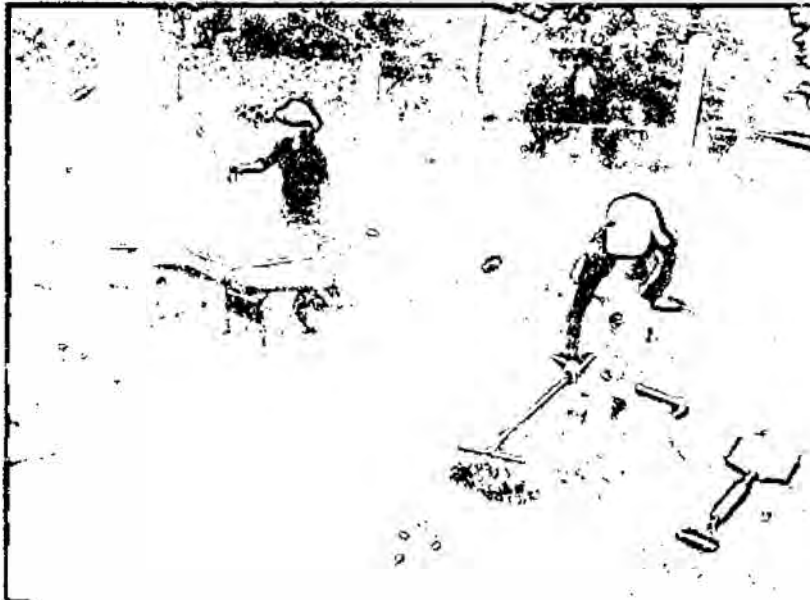


Imagen N° 02: Limpieza del área de ubicación del experimento



Imagen N° 03: Trazado de camas para la instalación de los túneles de germinación



Imagen N° 04: instalación de la base del túnel de germinación.



Imagen N° 05: Instalación de los túneles de germinación.

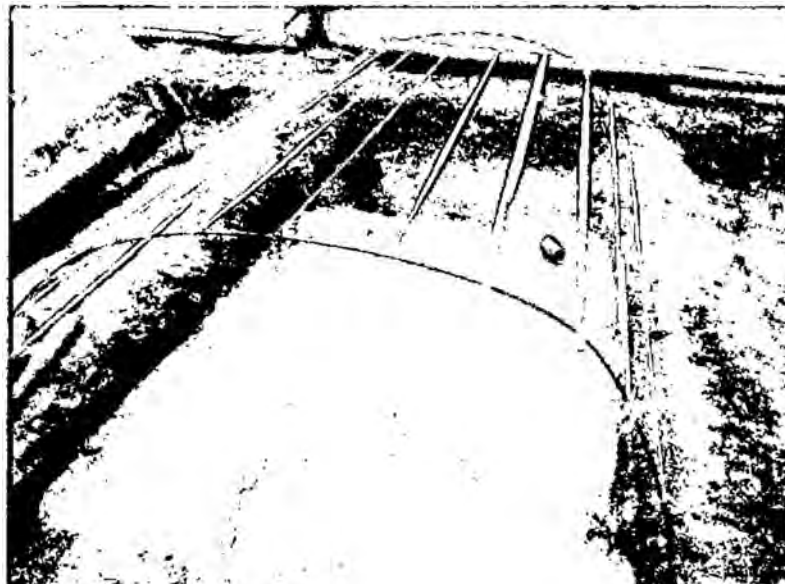


Imagen N° 06: Instalación de la malla raschell.



Imagen N° 07: Vista panorámica de la instalación.

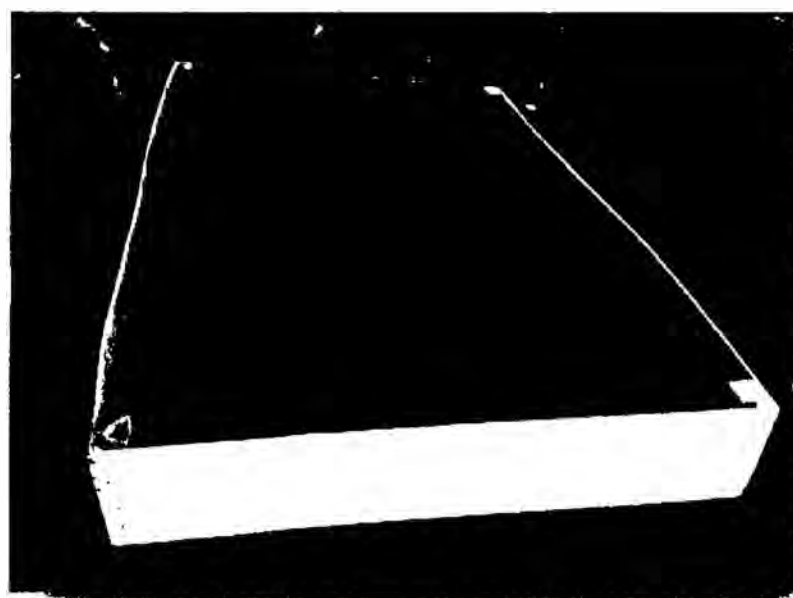


Imagen N° 08: Caja de germinación.



Imagen N° 09: Colección del sustrato turba.



Imagen N° 10: Desinfección del sustrato turba.



Imagen N° 11: Desinfección del sustrato de aserrín.



Imagen N° 12: Desinfección de sustrato de cascarilla de arroz.



Imagen N° 13: Desinfección con plástico de los sustratos



Imagen N° 14: Introducción del sustrato en la caja germinadora.



Imagen N° 15: Medición de los bloques del tratamiento.



Imagen N° 16: Instalación de las cajas germinadoras.



Imagen N° 17: tratamiento pregerminativo de las semillas de pino.



Imagen N° 18: Siembra de las semillas en el sustrato.



Imagen N° 19: siembra en el sustrato cascarilla de arroz



Imagen N° 20: siembra en el sustrato de aserrín



Imagen N° 21: Siembra en el sustrato de turba.



Imagen N° 22: Vista panorámica de los tratamientos y testigo.



Imagen N° 23: Vista panorámica de los bloques del tratamiento turba



Imagen N° 24: Vista panorámica de los bloques del tratamiento aserrin



Imagen N° 25 Vista panorámica de los bloques del tratamiento cascarilla de arroz



Imagen N° 26: Vista panorámica de los bloques del tratamiento testigo.

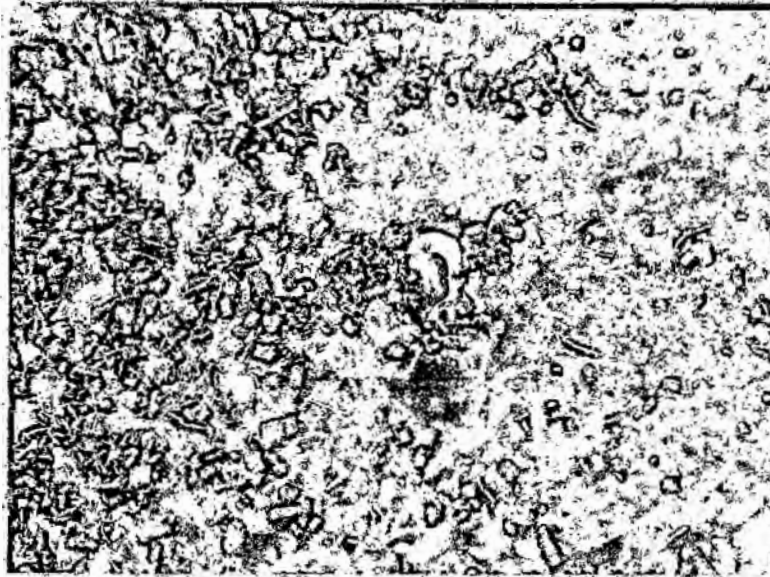


Imagen N° 27: Primeras horas de germinación del pino



Imagen N° 28: Emergencia del pino a los 7 días después de la siembra.

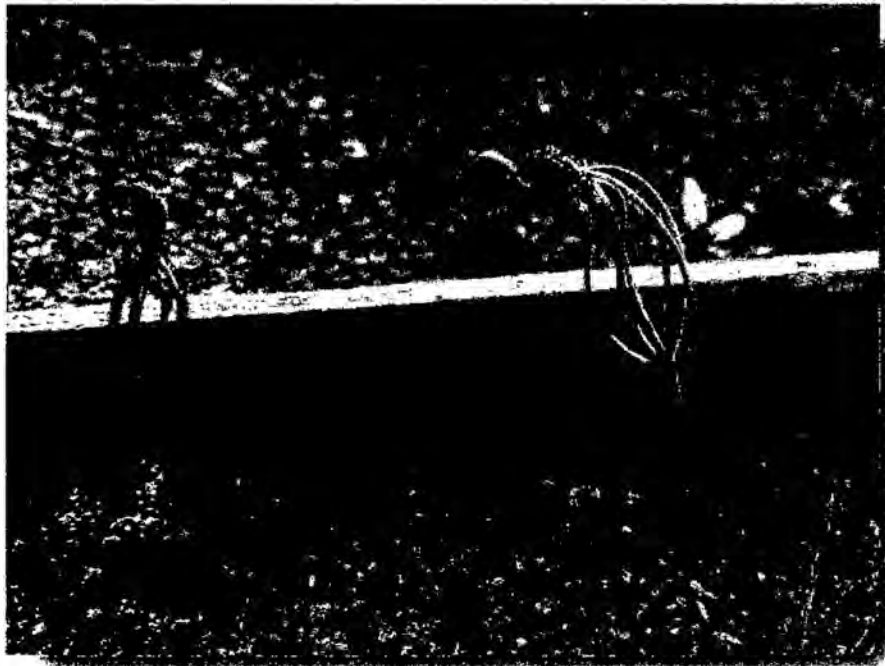


Imagen N° 29: Germinación del pino a los 10 días después de la siembra

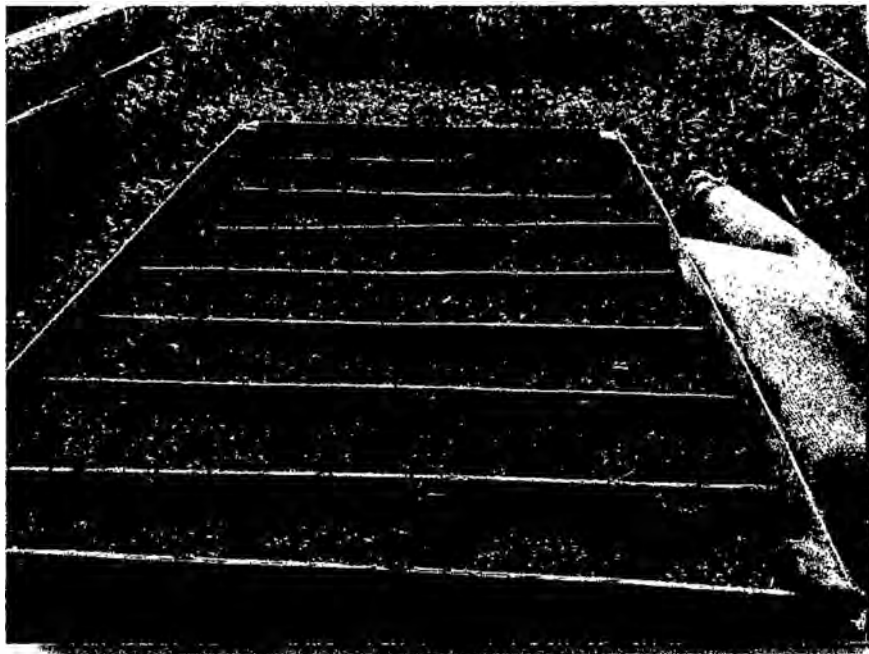


Imagen N° 30: Etapa de germinación a los 10 días después de la siembra.