



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GRONÓMICA**

**T E S I S**

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA DE PRODUCCIÓN EN  
VIVERO PARA DOS VARIEDADES DE PINO EN EL  
DISTRITO DE SANTO TOMÁS PROVINCIA DE  
CHUMBIVILCAS REGIÓN CUSCO**

**PRESENTADO POR**

**BACHILLER LENIN BOBADILLA TRIVEÑO**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**MOQUEGUA- PERÚ**

**2018**

## CONTENIDO

<b>PORTADA</b>	<b>Pág.</b>
Página de jurados .....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas.....	viii
Índice de figuras .....	xiii
Apéndice .....	xiv
RESUMEN .....	xvii
ABSTRACT .....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	xviii

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema .....	1
1.2. Definición del problema.....	2
1.2.1. Problema general.....	2
1.2.2. Problemas derivados o específicos.....	3
1.3. Objetivos de la investigación .....	3
1.3.1. Objetivo general .....	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación.....	4
1.5. Alcances y limitaciones.....	5

1.6.	Variables.....	6
1.6.1.	Identificación de variables .....	6
1.6.2.	Variables independientes (x).....	6
1.6.3.	Variables dependientes (y) .....	6
1.6.4.	Operacionalización de variables.....	7
1.7.	Hipótesis de la investigación.....	7
1.7.1	Hipótesis general .....	7
1.7.2.	Hipótesis específica.....	8
1.7.3.	Hipótesis estadística .....	8

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de la investigación .....	9
2.2.	Bases teóricas .....	10
2.2.1.	Pino radiata ( <i>Pinus radiata</i> D. DON).....	10
2.2.2.	Origen y distribución geográfica.....	10
2.2.3.	Clasificación taxonómica .....	11
2.2.4.	Características botánicas .....	12
2.2.5.	Fenología.....	14
2.2.6.	Requerimiento ambiental .....	14
2.3.	Pino pátula ( <i>Pinus pátula</i> ).....	16
2.3.1.	Origen y distribución geográfica.....	16
2.3.2.	Descripción botánica .....	17
2.3.3.	Descripción taxonómica .....	18

2.3.4. Adaptación de pino Pátula.....	19
2.3.5. Principales plagas y enfermedades en pinos .....	19
2.3.6. Principales enfermedades .....	19
2.3.7. Principales plagas .....	20
2.3.8. Plantaciones de pino en el Perú.....	20
2.4. Abonos orgánicos .....	23
2.4.1. Lombricultura.....	23
2.4.2. Bioparámetros de producción.....	24
2.4.3. Taxonomía de lombriz roja californiana .....	25
2.4.4. Humus de Lombriz.....	25
2.5. Embolsado .....	29
2.6. Trasplante .....	30
2.7. Definición de términos .....	32

### **CAPÍTULO III**

#### **MÉTODO**

3.1. Tipo de investigación .....	33
3.2. Diseño de la investigación.....	33
3.2.1. Factores .....	33
3.3. Población y muestra .....	36
3.3.1. Población.....	36
3.3.2. Muestra.....	36
3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos.....	37
3.5. Ubicación .....	38

3.6.	Metodología .....	41
3.7.	Materiales e insumos .....	42
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	43

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS DE INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1.	Primera evaluación .....	49
4.2.	Segunda evaluación .....	62
4.3.	Tercera evaluación .....	75
4.4.	Cuarta evaluación .....	86
4.5.	Contrastación de hipótesis.....	102
4.6.	Discusión de resultados .....	103

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones .....	105
5.2.	Recomendaciones .....	106
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107
	APÉNDICES .....	112
	MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	136
	AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN .....	137

## ÍNDICE DE TABLAS

Contenido de tablas	Pág.
Tabla 1 <i>Operacionalización de las variables en la investigación</i> .....	7
Tabla 2 <i>Composición de humus</i> .....	27
Tabla 3 <i>Combinación factorial para cada unidad experimental</i> .....	35
Tabla 4 <i>Tratamientos utilizados en el experimento</i> .....	35
Tabla 5 <i>Datos meteorológicos obtenidos durante la investigación</i> .....	40
Tabla 6 <i>Análisis de varianza para un factorial (AxB) de un diseño completo al azar (DCA) para la producción de plántulas de pino con la aplicación de una nueva tecnología de producción.</i> .....	44
Tabla 7 <i>Análisis de varianza porcentaje (%) de prendimiento de plántulas de pino a los 30 días</i> .....	49
Tabla 8 <i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de porcentaje de prendimiento de plántulas de pino (%) para el factor Variedad</i> .....	50
Tabla 9 <i>Análisis de varianza altura de plántulas de pino (cm) a los 30 días</i> ..	50
Tabla 10 <i>Análisis de varianza de efecto simple para altura de plántulas de pino (cm) a los 30 días</i> .....	51
Tabla 11 <i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 para altura de plántulas de pino (cm) para el factor variedad</i> .....	52
Tabla 12 <i>Análisis de varianza de número de hojas a los 30 días</i> .....	53
Tabla 13 <i>Análisis de varianza de efecto simple de número de hojas (unidad) a los 30 días</i> .....	54
Tabla 14 <i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efecto simple para número de hojas a los 30 días Humus por Variedad</i> .....	54
Tabla 15 <i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas a los 30 días Variedad por Humus</i> .....	55
Tabla 16 <i>Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 30 días</i> .....	56
Tabla 17 <i>Análisis de varianza de efecto simple de longitud de raíz a los 30 días</i> .....	57
Tabla 18 <i>Prueba de significancia de Duncan al 0,05 de efectos simples para longitud de raíz a los 30 días Humus x Variedad</i> .....	57
Tabla 19 <i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz (cm) a los 30 días variedad por humus</i> .....	58

Tabla 20	<i>Análisis de varianza de número de raíz a los 30 días.....</i>	59
Tabla 21	<i>Análisis de varianza de efectos simples para número de raíces a los 30 días.....</i>	60
Tabla 22	<i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples de número de raíces a los 30 días de humus x variedad.....</i>	60
Tabla 23	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíces a los 30 días variedad x humus .....</i>	61
Tabla 24	<i>Análisis de varianza de porcentaje (%) de prendimiento a los 60 días .....</i>	62
Tabla 25	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 para porcentaje de prendimiento a los 60 días para el factor humus.....</i>	63
Tabla 26	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 para porcentaje de prendimiento a los 60 días para el factor variedad .....</i>	63
Tabla 27	<i>Análisis de varianza de altura de plántulas de pino (cm) a los 60 días .....</i>	64
Tabla 28	<i>Análisis de efectos simples para altura de plántulas de pino cm a los 60 días .....</i>	64
Tabla 29	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efecto simple para altura de plántulas de pino a los 60 días de humus x variedad .....</i>	65
Tabla 30	<i>Prueba de significación d Duncan 0,05 de efectos simples para altura de plántulas de pino (cm) a los 60 días de variedades x humus .....</i>	65
Tabla 31	<i>Análisis de varianza de número de hojas a los 60 días .....</i>	66
Tabla 32	<i>Análisis de varianza de efecto simple para número de hojas a los 60 días.....</i>	67
Tabla 33	<i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas a los 60 días humus x variedad .....</i>	68
Tabla 34	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas a los 60 días variedad x humus .....</i>	68
Tabla 35	<i>Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 60 días .....</i>	69
Tabla 36	<i>Análisis de varianza de efectos simples para longitud de raíz (cm) a los 60 días.....</i>	70
Tabla 37	<i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz (cm) a los 60 días humus x variedad .....</i>	71

Tabla 38	<i>prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz a los 60 días variedad x humus.....</i>	71
Tabla 39	<i>Análisis de varianza de número de raíces a los 60 días .....</i>	72
Tabla 40	<i>Análisis de varianza de efectos simples para número de raíces a los 60 días.....</i>	73
Tabla 41	<i>Prueba de significación d Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíces a los 60 días humus x variedad .....</i>	73
Tabla 42	<i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíces a los 60 días de variedad x humus.....</i>	74
Tabla 43	<i>Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento a los 90 días .</i>	75
Tabla 44	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 para porcentaje de prendimiento a los 90 días para factor Humus.....</i>	75
Tabla 45	<i>Prueba de significación de Duncan 0,05 para porcentaje de prendimiento (%) a los 90 días para el factor variedad.....</i>	76
Tabla 46	<i>Análisis de varianza de altura de plántulas de pino (cm) a los 90 días .....</i>	76
Tabla 47	<i>Análisis de varianza de efecto simple para altura plántulas de pino (cm) a los 90 días .....</i>	77
Tabla 48	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para altura de plántulas de pino (cm) a los 90 días humus x variedad .....</i>	78
Tabla 49	<i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples de altura de plántulas de pino (cm) a los 90 días variedad x humus .....</i>	78
Tabla 50	<i>Análisis de varianza de número de hojas (unidad) a los 90 días .....</i>	79
Tabla 51	<i>Análisis de varianza de efectos simples para número de hojas de plántulas de pino a los 90 días.....</i>	80
Tabla 52	<i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples de números de hojas a los 90 días humus x variedad.....</i>	81
Tabla 53	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas a los 90 días variedad x humus .....</i>	81
Tabla 54	<i>Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 90 días .....</i>	82
Tabla 55	<i>Prueba de significancia de Tukey 0,05 de longitud de raíz a los 90 días para variedad .....</i>	83
Tabla 56	<i>Análisis de varianza de número de raíces (unidad) a los 90 días .....</i>	83
Tabla 57	<i>Análisis de varianza de efectos simples para número de raíces a los 90 días.....</i>	84

Tabla 58	<i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíces a los 90 días de humus y variedad.....</i>	84
Tabla 59	<i>Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíces a los 90 días de variedad x humus.....</i>	85
Tabla 60	<i>Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento a los 120 días .....</i>	86
Tabla 61	<i>Análisis de varianza de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 120 días .....</i>	87
Tabla 62	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 120 días de humus x variedad .....</i>	87
Tabla 63	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 120 días variedad por humus .....</i>	88
Tabla 64	<i>Análisis de varianza de altura de plántulas de pino (cm) a los 120 días .....</i>	89
Tabla 65	<i>Análisis de efectos simples de altura de plántulas de pino (cm) a los 120 días.....</i>	89
Tabla 66	<i>Prueba de significancia de Duncan de efectos simples de altura de plántula a los 120 días de humus por variedad .....</i>	90
Tabla 67	<i>Prueba de significancia de Duncan de efectos simples de altura de plántulas a los 120 días variedad por humus.....</i>	90
Tabla 68	<i>Análisis de varianza de número de hojas (unidad) a los 120 días .....</i>	91
Tabla 69	<i>Análisis de varianza de efectos simples de número de hojas (unidad) a los 120 días.....</i>	92
Tabla 70	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas (unidad) a los 120 días humus por variedad.....</i>	92
Tabla 71	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas (unidad) a los 120 días humus por variedad.....</i>	93
Tabla 72	<i>Análisis de varianza de longitud de raíz a los 120 días en (cm) .....</i>	94
Tabla 73	<i>Análisis de varianza de efectos simples de longitud de raíz (cm) a los 120 días.....</i>	94
Tabla 74	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz a los 120 días en (cm) para humus por variedad ....</i>	95
Tabla 75	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz a los 120 días para variedad por humus .....</i>	95
Tabla 76	<i>Análisis de varianza de número de raíz a los 120 días.....</i>	96

Tabla 77	<i>Análisis de varianza de efectos simples de número de raíz a los 120 días.....</i>	97
Tabla 78	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíz a los 120 días para humus por variedad.....</i>	97
Tabla 79	<i>Prueba de significancia de Duncan de efectos simples para número de raíz a los 120 días para variedad por humus.....</i>	98
Tabla 80	<i>Análisis de varianza de materia seca de raíz (%) a los 120 días .....</i>	99
Tabla 81	<i>Análisis de varianza de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 120 días.....</i>	100
Tabla 82	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 120 días humus x variedad .....</i>	100
Tabla 83	<i>Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 120 días variedad x humus.....</i>	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Croquis del experimento .....	35
<i>Figura 2.</i> Metodología de la investigación .....	41
<i>Figura 3.</i> Interacción humus x variedad para la altura de plántula a los 30 días..	52
<i>Figura 4.</i> Interacción humus por variedad para número de hojas a los 30 días...	55
<i>Figura 5.</i> Interacción humus x variedad de longitud de raíz a los 30 días. ....	58
<i>Figura 6.</i> Interacción humus x variedad de número de raíz a los 30 días.....	61
<i>Figura 7.</i> Interacción humus x variedad para la altura de plántula a los 60días...	66
<i>Figura 8.</i> Interacción humus x variedad para número de hojas a los 60 días .....	69
<i>Figura 9.</i> Interacción humus x variedad de longitud de raíz a los 60 días .....	72
<i>Figura 10.</i> Interacción humus x variedad para número de raíz a los 60 días .....	74
<i>Figura 11.</i> Interacción humus x variedad para la altura de plántula a los 90 días	79
<i>Figura 12.</i> Interacción humus por variedad para número de hojas a los 90 días..	82
<i>Figura 13.</i> Interacción humus x variedad para número de raíces a los 90 días ....	85
<i>Figura 14.</i> Interacción humus x variedad para porcentaje de prendimiento a los 120 días .....	88
<i>Figura 15.</i> Interacción humus x variedad de altura de plántula a los 120 días.....	91
<i>Figura 16.</i> Interacción humus x variedad para número de hojas a los 120 días ...	93
<i>Figura 17.</i> Interacción humus x variedad de longitud de raíz a los 120 días .....	96
<i>Figura 18.</i> Interacción humus x variedad de número de raíces a los 120 días .....	98
<i>Figura 19.</i> Interacción humus x variedad para materia seca de raíz a los 120 días.....	101

## ÍNDICE DE APÉNDICE A

	Pág.
Tabla A 1 <i>Porcentaje de prendimiento a los 30 días</i> .....	112
Tabla A 2 <i>Altura de plántulas a los 30 días</i> .....	112
Tabla A 3 <i>Número de hojas (und) a los 30 días</i> .....	113
Tabla A 4 <i>Longitud de raíz a los 30 días</i> .....	113
Tabla A 5 <i>Número de raíz a los 30 días</i> .....	114
Tabla A 6 <i>Porcentaje de prendimiento a los 60 días</i> .....	114
Tabla A 7 <i>Altura de plántulas de pino a los 60 días</i> .....	115
Tabla A 8 <i>Número de hojas de plántulas de pino a los 60 días</i> .....	115
Tabla A 9 <i>Longitud de raíz de plántulas de pino a los 60 días</i> .....	116
Tabla A 10 <i>Número de raíz de plántulas de pino a los 60 días</i> .....	116
Tabla A 11 <i>Porcentaje de prendimiento de plántulas de pin a los 90 días</i> .....	117
Tabla A 12 <i>Altura de plántulas de pino a los 90 días</i> .....	117
Tabla A 13 <i>Número de hojas de plántulas de pino a los 60 días</i> .....	118
Tabla A 14 <i>Longitud de raíz de plántulas de pino a los 90 días</i> .....	118
Tabla A 15 <i>Número de raíz de plántulas de pino a los 90 días</i> .....	119
Tabla A 16 <i>Porcentaje de prendimiento de plántulas de pino a los 120 días</i> ...	119
Tabla A 17 <i>Altura de plántulas de pino a los 120 días</i> .....	120
Tabla A 18 <i>Número de hojas de plántulas de pino a los 120 días</i> .....	120
Tabla A 19 <i>Longitud de raíz de plántulas de pino a los 120 días</i> .....	121
Tabla A 20 <i>Número de raíz de plántulas de pino a los 120 días</i> .....	121
Tabla A 21 <i>Evaluación de materia seca de raíz a los 120 días</i> .....	122
Tabla A 22 <i>Costo de producción de T5 (a2b1) 120 plantas</i> .....	122
Tabla A 23 <i>Análisis de costos de producción</i> .....	123

## ÍNDICE DE APÉNDICE B

<i>Figura A1.</i> Resultados de análisis de turba, tierra agrícola y humus en laboratorio de Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.....	124
---	-----

## ÍNDICE DE APÉNDICE C

	Pág.
<i>Fotografía 1.</i> Colocado de gigantografía y trazado de las unidades experimentales .....	125
<i>Fotografía 2.</i> Ubicación de tableros de repeticiones y tratamientos.....	125
<i>Fotografía 3.</i> Preparación de sustrato testigo .....	126
<i>Fotografía 4.</i> Preparación de sustrato (sustrato testigo + humus) .....	126
<i>Fotografía 5.</i> Embolsado de sustrato .....	127
<i>Fotografía 6.</i> Enfilado de embolsado de sustrato para cada tratamiento.....	127
<i>Fotografía 7.</i> Identificación de plántulas de pino variedad radiata .....	128
<i>Fotografía 8.</i> Plántulas de pino variedad pátula .....	128
<i>Fotografía 9.</i> Trasplante de plántulas de pino .....	129
<i>Fotografía 10.</i> Colocado de tinglados en el experimento.....	129
<i>Fotografía 11.</i> Primera evaluación a los 30 días.....	130
<i>Fotografía 12.</i> Segunda evaluación a los 60 días .....	130
<i>Fotografía 13.</i> Conteo de número de raíz de plántulas de pino.....	131
<i>Fotografía 14.</i> Evaluación a los 90 días.....	131
<i>Fotografía 15.</i> Visita del ing. Bruno Isaías Cruz Esteba, jurado del presente tesis .....	132
<i>Fotografía 16.</i> Proceso de aleatorización para la evaluación de plántulas de pino (balotario) .....	132
<i>Fotografía 17.</i> Plántulas de pino a los 120 días en el T5 (humus 40 % + variedad radiata) .....	133
<i>Fotografía 18.</i> Análisis de materia seca de raíz en el laboratorio.....	133
<i>Fotografía 19.</i> Muestra de materia seca de raíz en placa Petri .....	134
<i>Fotografía 20.</i> Análisis de materia seca de raíz .....	134
<i>Fotografía 21.</i> Vista fotográfica de la investigación al cuarto mes. ....	135

## RESUMEN

La investigación denominado “Aplicación de tecnología de producción en vivero para dos variedades de Pino en el Distrito de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas, Región Cusco” se llevó a cabo en el vivero de la Municipalidad Distrital de Santo Tomás, desde el mes de abril a agosto del 2017 a una altitud de 3 486 msnm, objetivo que se consideró, evaluar el efecto de aplicación de tecnología de producción en vivero para dos variedades de Pino. Con una población de 1 200 plántulas. En el experimento se manejó el diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 factores con tres repeticiones haciendo un total de 24 unidades experimentales. Así mismo se utilizó el análisis de varianza (ANVA) con una probabilidad F de 0,05 y 0,01. para su respectiva evaluación se realizó la prueba de Duncan y Tukey al 95 % de confiabilidad de los cuales para el porcentaje de prendimiento se logró obtener un 92,54 % de prendimiento en todo el experimento, donde el T5: a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> (humus 40 % + variedad radiata) logró el 100 % de prendimiento, T6: a<sub>2</sub>b<sub>2</sub> (humus 40 % + variedad pátula) logró 92,33 %, T3: a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (humus 30 % + variedad radiata) con 97,33 %, T4: a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (humus 30 % + variedad pátula) con 91,33 %, T7: a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> (humus 60 % + variedad radiata) logró 96,33 % de prendimiento, T8: a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> (humus 60 % + variedad pátula) con 88 % de prendimiento finalmente T1: a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> (testigo + variedad radiata) con 89,33 % de prendimiento , T2: a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (testigo + variedad pátula) con 85,33 %. Mayores efectos tuvo el T5: a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> y T4: a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>

Palabras clave: Pino, Humus, Plántulas

## ABSTRACT

The research called "Application of nursery production technology for two varieties of pine in the District of Santo Tomás Province of Chumbivilcas, Cusco Region" was carried out in the nursery of the District Municipality of Santo Tomás, from April to August from 2017 at an altitude of 3 486 meters above sea level, which was considered an objective, to evaluate the application effect of production technology in nursery for two varieties of pine. With a population of 1 200 seedlings. In the experiment, the design was completely randomized with a factorial arrangement of 2 factors with three repetitions making a total of 24 experimental units. Likewise, analysis of variance (ANVA) with a probability F of 0,05 and 0,01 was used. For their respective evaluation, the Duncan and Tukey test was performed at 95% reliability, of which, for the percentage of the test, 92,54% of the test was obtained in all experiments, where T5: a2b1 (humus 40% + radiata variety) achieved 100% of the yield, T6: a2b2 (40% humus + paula variety) achieved 92,33%, T3: a1b1 (30% humus + radiata variety) with 97,33%, T4: a1b2 (30 humus) % + paula variety) with 91,33%, T7: a3b1 (humus 60% + radiata variety) achieved 96,33% of prendimiento, T8: a3b2 (humus 60% + paula variety) with 88% of finally T1: a0b1 (control + radiata variety) with 89,33% of the yield, T2: a0b2 (control + paula variety) with 85,33%. Greater effects had the T5: a2b1 and T4: a2b2

Keywords: Pine, Humus, Seedlings

## INTRODUCCIÓN

Desde 1870 la reforestación en la sierra del Perú se ha venido realizando tradicionalmente con (*Eucaliptos glóbulos*). En los últimos años también se ha utilizado el pino. Por otro lado, se ha incrementado considerablemente la producción de planta de tipo forestal en nuestro país con diversos propósitos. La calidad de las plantas forestales en las bolsas es fundamentalmente depende del sustrato que se emplea para su desarrollo.

Las plántulas de pino, (*Pinus radiata* y *Pinus Pátula*) necesitan un sustrato apropiado para el desarrollo de las raíces en tiempo mínimo a lo que se obtiene en la actualidad dentro de las actividades de producción de los plantones en vivero forestal, el punto de gran importancia es el sustrato en el cual se han de desarrollar las plántulas desde los primeros estadios hasta su salida a campo definitivo, siendo este uno de los factores que en la actualidad viene ocasionando pérdidas significativas en la producción de plántulas pino.

Las alternativas para tener un mayor éxito en la producción de plántulas de pino es la aplicación de una nueva tecnología de producción de manera que ayuden el desarrollo radicular, en general la característica del sustrato es de gran importancia para el desarrollo adecuado de las plántulas en vivero. A nivel mundial la deforestación efectivamente ocasiona efectos negativos como erosión de suelos a falta de cobertura vegetal. El pino es una planta de alto valor ecológico, por tanto, de mucha importancia para programas y proyectos de forestación en los últimos tiempos a nivel, nacional e internacional. Sobre todo para el establecimiento de plantaciones forestales.

Por una producción que no satisface las necesidades propuestas por instituciones públicas y privadas, por tanto, en la presente investigación se planteó la aplicación de humus en diferentes porcentajes, como una nueva tecnología de producción de plántulas de pino en vivero.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Descripción de la realidad del problema**

En la actualidad en el Distrito de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas Región Cusco, se viene ejecutando proyectos forestales a nivel provincial en lo cual se ha visto un problema durante el periodo de producción de plántulas de pino, donde el desarrollo de la raíz es muy lento y no hay un crecimiento adecuado, por lo cual se plantea investigar la aplicación de una nueva tecnología de dosis de humus como fuente de abonamiento orgánico en el sustrato como una opción de solución al problema.

Con esta investigación se demostrará cuál de las dosis de aplicación de humus es más eficiente en la producción de plántulas de pino de las dos variedades y hacer conocer los resultados de dosis adecuado y la variedad que mejor desarrolla para que los proyectos tengan en consideración en la producción de plántulas de pino, y de esa manera resuelvan la escasez de plántulas de pino en los diferentes viveros que se dedican a esta actividad productiva. Los programas de forestación y reforestación a nivel local, nacional e internacional son:

actividades de suma importancia que en los últimos años ha marcado mucha tendencia en todo el mundo, en particular en el distrito de Santo Tomás, provincia de Chumbivilcas a través de los gobiernos locales y entidades privadas como las empresas mineras. La producción de plántulas de pino en el distrito no es suficiente a la demanda que existe en sector. Sin embargo, en los últimos tiempos esta actividad se ha transformado en una necesidad a nivel provincial, así mismo como un medio de mitigación del cambio climático y recuperación hídrica en cabeceras de cuencas. Con el experimento se busca dar una alternativa de solución en el desarrollo radicular de las plántulas en vivero puesto que en la actualidad todos los productores que se dedican a dicha actividad no han encontrado una solución a este problema.

En nuestro país se estima un área potencial disponible para desarrollar plantaciones forestales en 13 millones de hectáreas, de los cuales incluyen 5,2 millones de hectáreas tierras de vocación forestal, hasta la actualidad tiene forestado 824 310 hectáreas de bosques plantados a nivel nacional principalmente de eucaliptos y pinos; en el año 2016 en Perú ha forestado 13 913,50 hectáreas (MINAGRI. 2016).

## **1.2. Definición del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es el efecto que tuvo la aplicación de tecnología de producción en vivero para dos variedades de Pino en el Distrito de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas Región Cusco?

### **1.2.2. Problemas derivados o específicos**

¿Cuál de las aplicaciones tecnológicas tuvo efecto en la producción de plántulas de pino?

¿Cuál de las dos variedades tuvo mejor comportamiento en la producción de plántulas de pino en vivero?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar el efecto de aplicación de tecnología de producción en vivero para dos variedades de Pino en el Distrito de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas Región Cusco

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Determinar los niveles de dosis de humus en el desarrollo de las plántulas de Pino Radiata y Pátula

Comparar el desarrollo radicular de pino Radiata y Pátula con la aplicación de diferentes dosis de humus

Realizar costos de producción de plántulas de Pino Radiata y Pátula en vivero

#### **1.4. Justificación**

La investigación en el Distrito de Santo Tomás Provincia Chumbivilcas Región Cusco contribuirá en la aplicación de una nueva tecnología de producción en los viveros forestales, donde se dedican a la producción de plántulas de pino de las dos variedades que fueron estudiados. Para lo cual se considera tres aspectos muy importantes como el aspecto económico, social y ambiental.

En el aspecto económico con la aplicación de humus al 40 % en la producción de plántulas de pino en vivero, mejoró los ingresos económicos de los productores que se dedican a esta labor dentro del ámbito local, regional y nacional, asimismo contribuyó en una información basada a los resultados del presente experimento que en la actualidad vienen atravesando problemas en la producción de plántulas de pino.

En el aspecto social el presente trabajo de investigación involucró directamente a todos los productores que se dedican a dicha actividad. Logrando mejorar su calidad de vida, mejores oportunidades de estudio para sus hijos y se generó más oportunidades de trabajo para los pobladores chumbivilcanos.

En el aspecto ambiental con la investigación se generará mayor demanda de plántulas para realizar plantaciones en campo definitivo. Con lo mismo se formó ecosistemas para adecuarnos al calentamiento global, así mismo para contribuir al ablandamiento y presencia de anomalías en nuestro planeta.

Fundamentalmente se recuperó la cobertura vegetal en áreas que hoy en día están deforestadas, sobre pastoreados y conservaciones de fuentes de agua.

## **1.5. Alcances y limitaciones**

### **1.5.1. Alcances**

La investigación tuvo una trascendencia para los diversos viveros forestales que ciertamente se dedican a la producción de plántulas de pino en el distrito Santo Tomas, provincia de Chumbivilcas, región Cusco. Con el objetivo de obtener plántulas bien desarrolladas.

### **1.5.2. Social**

El proyecto de investigación tiene mucha importancia social porque con la aplicación de una nueva tecnología en la producción de plántulas de pino se obtendrá en mayores cantidades por aquellas instancias que se dedican a esta actividad.

### **1.5.3. Científica**

El presente estudio, permitió ampliar los conocimientos en la obtención de plántulas de pino en la provincia de Chumbivilcas y a nivel de la sierra peruana.

### **1.5.4. Económico**

Con la producción de plántulas de pino mejoró los ingresos económicos de los pobladores que se dedican a la actividad de la producción de plántulas de pino dentro del ámbito local, regional y nacional asimismo contribuyó una información basada a los resultados del presente experimento para las instancias que vienen trabajando con proyectos de forestación y reforestación.

### **1.5.5. Ambiental**

En el aspecto ambiental con el presente trabajo de investigación se generará mayor demanda de plántulas para realizar plantaciones en campo definitivo. Con lo mismo formaremos ecosistemas en favor de la humanidad, existirá mayor concentración de oxígeno y agua.

### **1.5.6. Limitaciones**

En el presente trabajo de investigación tuvimos como limitantes falta de un laboratorio para el análisis de materia seca de raíz en la provincia de Chumbivilcas, poca información científica basada al tema que se estudió y falta de recursos humanos.

## **1.6. Variables**

### **1.6.1. Identificación de variables**

### **1.6.2. Variables independientes (x)**

En la investigación se tiene como variables independientes: Tecnología de producción y variedades de Pino

### **1.6.3. Variables dependientes (y)**

Porcentaje de prendimiento, altura de plántulas, número de hojas, longitud de raíz, número de raíces y materia seca de raíz.

#### 1.6.4. Operacionalización de variables

Por otro lado, se procedió a realizar la operacionalización de variables para la producción del presente experimento.

**Tabla 1**  
*Operacionalización de las variables en la investigación*

Variable	Dimensiones	Indicador	Escal	U. M
Independiente	Humus	Sustrato 1	Sin humus	%
		Sustrato 2	Humus 30 %	%
		Sustrato 3	Humus 40 %	%
		Sustrato 4	Humus 40 %	%
	Variedad	Variedad 1	Radiata	und
		Variedad 2	Pátula	und
Dependiente	a. Porcentaje de prendimiento	120 días	Numérica	%
	b. Altura de plántula	30, 60, 90 y 120 días	Numérica	cm
	c. Número de hojas	30, 60, 90 y 120 días	Numérica	und
	d. Longitud de raíz	30, 60, 90 y 120 días	Numérica	cm
	e. Número de raíz	30, 60, 90 y 120 días	Numérica	und
	f. Materia seca de raíz	120 días	Numérica	mg

Fuente: Elaboración propio

### 1.7. Hipótesis de la investigación

#### 1.7.1 Hipótesis general

Con la aplicación de tecnología de producción en vivero incrementó significativamente la producción de dos variedades de Pino en el Distrito de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas Región Cusco.

### **1.7.2. Hipótesis específica**

Al menos una aplicación tecnológica y una variedad de Pino tuvieron un efecto efectivo en la producción de plántulas de pino en el Distrito de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas Región Cusco.

### **1.7.3. Hipótesis estadística**

#### ***1.7.3.1. Hipótesis factor A (dosis de humus)***

Ho: La aplicación dosis de humus alternativas tienes efecto igual que el testigo.

Ha: Una de las aplicaciones dosis de humus alternativas sobresale al testigo.

#### ***1.7.3.2. Hipótesis factor B (variedades de Pino)***

Ho: Las variedades no tiene diferencia.

Ha: Las variedades tienen diferencia.

#### ***1.7.3.3. Hipótesis factor A x B (dosis de humus x variedad de Pino)***

Ho: no hay diferencia para la interacción humus por variedad son iguales.

Ha: si hay diferencia para la interacción humus por variedad.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Sánchez (2013) realizó estudio de “Influencia de sustratos activos para el crecimiento de pino (*Pinus radiata* DON) producidos bajo condiciones del vivero forestal en la comunidad de Cuticsa - Angaraes –Huancavelica”, cuyo objetivo fue evaluar la influencia de los sustratos activos para el crecimiento de Pino (*Pinus radiata* DON) Por lo consiguiente se obtuvo los siguientes resultados. En (*Pinus radiata* Don) con los sustratos activos de Humus de Lombriz + 400, 800, 1 200 gr de micorriza + tierra agrícola y arena (T4, T5, T6). Los tratamientos TI, TS, T9, Cascarilla de Arroz+ 400, 800, 1 200gr de micorriza +tierra agrícola + arena, La capacidad germinativa de la semilla 93,5 84,2 y 80,3 % respectivamente.

Del mismo modo, Cáceres (2013) en su investigación denominada “efecto de cristales hidrosolubles frecuencias de riesgo y sustratos en el almacigado de pino (*Pinus radiata* DON) en el centro poblado de Jayllihuaya”, el objetivo que se propuso fue comprobar dos tipos de sustrato en la estudio de tres niveles de

cristales hidrosolubles bajo tres frecuencias de riego en el almacigado del pino (*Pinus radiata* DON) el experimento que fue empleado en diseño de bloques completos al azar sustrato 1 (tierra agrícola) en caso de germinación al 66,65 %.

También Melgarejo (2017) realizó un estudio en producción de plántones de pino (*Pinus radiata* D. DON) en el distrito de San Marcos, Provincia de Huari Región Ancash. El objetivo que se propuso el investigador fue calcular el resultado de cuatro tipos de micorrización en la producción de plántones de pino, el diseño que empleo fue diseño completamente al azar (DCA) los principales efectos que ha obtenido fueron las plántulas con la aplicación de tierra micorrizada han logrado el mayor crecimiento alcanzado 25,50 cm del tamaño, hongo fresco 20 cm, hongo micorrítico molido 18,60 cm, raicilla de pino 17,40 cm y sin tratamiento (testigo) del 11,00 cm de tamaño, las conclusiones más importantes destaco fue el mayor número de plantas vivas con el tratamiento tierra micorrizada con una cantidad de 82,63 %, hongo fresco de 78,94 %, hongo molido 78,83, raicilla de pino 73,63 % y sin tratamiento 53,83 %.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Pino radiata (*Pinus radiata* D. DON)**

### **2.2.2. Origen y distribución geográfica**

Es una especie originaria de la ciudad de Monterrey, región ubicada dentro de las costas de california, en los Estados Unidos. Fuera de su distribución natural ha sido plantado con buenos resultados en los países como Canadá, Perú, Uruguay, Chile, Argentina Ecuador, Bolivia (Fernández, 1996).

Según Montoya (2011) indica que su origen de (*Pinus radiata* D. DON) es una especie originaria de monterrey región ubicada dentro de las costas Californianas en Estados Unidos. Fuera de su distribución natural ha sido plantado en Brasil, Uruguay, Argentina, Ecuador, Bolivia, Perú, Chile, Australia, Nueva Zelandia, Inglaterra, España y Canadá. Existen zonas ecológicas de bosque húmedo Montaña y bosque seco Montaña bajo, las cuales reúnen las condiciones más propicias en cuanto a clima y suelos que pueden permitir el desarrollo de las coníferas, principalmente para el Pino radiata. Sin embargo, la especie más cultivada en Cajamarca, específicamente en la granja Porcón es el pino Pátula, especie originaria de México.

### 2.2.3. Clasificación taxonómica

Según Tosi (1960) describe la siguiente taxonomía que se presentan a continuación:

Reyno        plantae

División;    pinophita

Clase:                pinopsida

Orden:                Pinales

Familia:              Pinaceae

Género:                Pinus

Especie:                Radiata

Nombre Científico:        *Pinus radiata*

#### **2.2.4. Características botánicas**

Esta especie alcanza los 30 a 40 m de altura, corteza de color marrón rojizo u oscuro, ligeramente grueso y con una muestra agrietado. Se reconoce por sus acículas agrupadas de tres en tres, de 7 a 15 cm de largo. El crecimiento es estrictamente monopólico, con un eje principal y ramificaciones secundarias regularmente espaciadas en falsos verticilos. Sus piñas son ovoides, cortamente pedunculares y muy asimétricas, de 7 a 15 cm de largo, con escamas externas muy prominentes que permanecen por largo tiempo cerradas en el árbol (López & Sánchez de Lorenzo, 2004).

El árbol de pino mide 30 a 50 m de altura, de tamaño regular en la juventud, luego se ensancha, globoso o truncado. El sistema radicular es insustancial, de poco desarrollo en comparación al aéreo. El tronco es recto con corteza pardo – rojiza gruesa, que pronto se agrieta y arruga. La copa de densa, las ramas verticales en forma de brazos, las yemas son ovoides – agudas, con escamas rojizas, 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 flores masculinas son abundantes y apretadas, de color pardo amarillento con tonos vinosos, los conos floríferos femeninos son purpureo violáceos (Asturnatura, 2005).

##### **2.2.4.1. Raíz**

El pino posee un sistema radicular potente con raíces laterales bien desarrolladas y muy extendidas, también cito el hallazgo de un árbol cuyas raíces laterales se

extendían 20 m. desde su base (Zas, 2008).

#### **2.2.4.2. Tallo.**

Según Espinosa (2014) los tallos son erectos, con fisura marrón rojizo grisácea en la parte inferior y rojo anaranjado o pardo rojizo en la parte superior y también en las ramas. La ramificación es completa en los ejemplares jóvenes, presentando una forma piramidal bien definida. A medida que se va haciendo grandeva, las ramas van debajo quedando un tronco muy alto desnudo con una cuantas ramas en la parte superior que le da un aspecto más desgastado y con la copa obviamente más plana.

#### **2.2.4.3. Hojas**

Espinosa (2014) indica que las hojas son solitarias o agrupadas en fascículos en el extremo de ramas cortas braquiblastos simples, aciculares, lineares u oblongas, generalmente con canales resiníferos. Guido (1988) determina que las hojas son persistentes, aciculares reunidas en fascículos de 3 a 5 hojas que nacen de eje de tallo llamado braquiblasto cubierto por escamas membranosas triangulares.

#### **2.2.4.4. Fruto**

El fruto, son los conos de color marrón, que mide de 5 a 21 cm de largo y de 2,5 a 10 cm de ancho, sus pedúnculos son cortos y algunas ocasiones permanecen en el árbol por algunos años. Cada cono contiene aproximadamente 200 semillas de color gris pálido a negro con alas grandes (Lamprecht, 1990).

#### **2.2.4.5. Semillas**

Sierra et al. (1994) indica que puede ser de 5 a 7 mm de largo por 3 a 5 mm de ancho, con 8 cotiledones, pudiendo variar de 5 a 12. Fructifica a los 10 años, puede contener entre 20 000 a 35 000 semillas/kg con poder germinativo de 60 a 80 % (4 años de almacenamiento), todas las semillas de pino tienen un ala que debe ser retirado antes de ser plantada y una de las formas de sacar las alas son poniéndolas en una bolsa y frotarlas para que se desprenda.

#### **2.2.5. Fenología**

Por otro lado, Paredes (2008) menciona que, la periodicidad de los elementos climáticos que conforman el medio ambiente físico temperatura, precipitación, evaporación potencial, radiación y evapotranspiración del cultivo trae consigo cierto reflejo como una prioridad análoga en la vida orgánica del ser viviente. La observación de estos periodos se denominan observaciones fenológicas, es decir el conocimiento de los fenómenos periódicos en la vida de las plantas.

Aldama (2012) menciona que los registros de floración que si tiene son durante el mes de Abril y Junio y los registros de fructificación entre agosto y octubre y la dispersión de semillas de Octubre a Noviembre.

#### **2.2.6. Requerimiento ambiental**

Según UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE ECUADOR (2010) el pino puede cultivarse desde los 2 000 m.s.n.m. hasta los 3 500 m.s.n.m. con una precipitación máxima de 2 000 mm y a una temperatura promedio de 12 °C.

FAO (1985) indica que se reporta un amplio rango de precipitación que va desde 350 a 1 000 mm. (14 a 39 pulgadas) con veranos secos; es susceptible a enfermedades de hongos donde los veranos son húmedos.

#### **2.2.6.1. Clima**

Se adapta a una altitud de 1 800 – 3 500 m.s.n.m a una temperatura de 14 °C precipitación de 400 – 1 600 por año exigente en luz resistente a las heladas.

#### **2.2.6.2. Suelos y topografía**

*Pinus radiata*, ocupa preferentemente suelos profundos bien drenados, por ej. Suelos franco-arenosos medianamente fértiles. Suelos con suficiente contenido de cal la descomposición de la hojarasca ocurre sin dificultades (Lamprecht, 1990).

#### **2.2.7. Usos de Pino radiata**

Rodríguez (2000) indica que la madera del *Pinus radiata* es utilizada en la fabricación de muebles, cajonería, en la construcción para encofrados, como postes para construcciones. Tiene celulosa de la cual se obtiene pulpa de papel.

*Pinus radiata* se planta en extensos arboricultivos, ya que el rápido crecimiento y a las buenas propiedades de su madera permiten emplearla para elaborar los más diversos productos; es suave y de poca durabilidad natural, puede ser, puede ser impregnada con facilidad y es adecuada para la producción de pulpa (Lamprecht 1990).

Del mismo modo, el Proyecto FAO(s/f) señala que la especie de suelos ligeramente ácidos, en este caso tiene un crecimiento rápido.

### **2.3. Pino pátula (*Pinus pátula*)**

#### **2.3.1. Origen y distribución geográfica**

El Pino es originario de la ciudad de México, de la misma manera, su distribución de la especie es limitada, crece con mayor fortaleza en zonas boscosas en sierra madre oriental, a altitudes de 1 800 a 2 700 msnm.

Por otro lado, en el país de Ecuador esta especie es importante en vista de su crecimiento y ausencia de problemas sanitarios en rodales ubicados en las faldas del volcán Cotopaxi. Los pinos han logrado una altura dominante de 11,8 m a los 15 años, a una altitud de 3 450 msnm. Los mejores sitios en la sierra están entre 2 200 – 3 200 msnm, donde los climas varían desde secos hasta húmedos, con temperaturas mínimas entre -0,1 y 3,1 °C. El mejor crecimiento está sobre los 2 450 msnm donde desarrollas 24 m de altura en 10 años (Valenzuela 2009).

El *Pinus pátula* es una especie conífera nativa de regiones subtropicales de México se destruye en la sierra madre oriental, eje Neovolcánico y la sierra madre de Oaxaca, desde el norte del estado de Hidalgo hasta Cofre de Perote, en altitudes entre 1 500 a 3 100 msnm, precipitaciones anuales de 600 a 2 500 mm, puede crecer en masa puras o asociados con otras especies como *pinus teocote* (Dvorak et al., 2000).

### **2.3.2. Descripción botánica**

El *pino pátula* (Perú) en el área de distribución natural se denomina (pino chino o también se denomina pino llorón mexicano, pino colorado, pino pátula etc.

Tal como lo señala Ospina et al. (2011) la especie es de porte mediano a grande, con ejemplares longevos que puede alcanzar alturas de hasta 40 m y 120 cm de diámetro. El tronco es recto, cilíndrico en un comienzo y bastante cónico en casi toda su longitud. En los arboles jóvenes, al inicio la corteza es lisa y rojiza, esta se torna marrón, áspera y se desprende en escamas.

La distribución de las ramas es des uniforme, aunque en general son verticales, las ramas pequeñas son escamosas y rojizas. Los brotes con algunos nódulos glabros son verde pálido hasta pardo rojizos. La copa se extiende en las ramas largas y colgantes. Esta especie desarrolla un buen sistema radicular, pivotante y profundo.

#### **2.3.2.1. Hojas**

Las hojas son aciculadas, normalmente agrupación en fascículos de 3 ó 4 agujas de 20 cm de longitud, son flexibles y péndulas de color verde – azulado, las vainas de las acículas son de color ceniza, persistentes y de 1,5 cm de largo. Las yemas terminales son largas, erguidas y amarillentas (Ospina et al. 2011).

#### **2.3.2.2. Flores**

Según Ospina *et al.* (2011) determina que las flores son estróbilos unisexuales sobre el mismo árbol las inflorescencias femeninas son de color púrpura,

principalmente laterales, pedunculares, solitarias o en pequeños racimos de hasta ocho escamas, con pequeñas espinas deciduas. Las inflorescencias masculinas son amentos ubicados en la parte terminal de las ramas, de color nuevo brote y que efectivamente aparecen con las nuevas hojas.

### **2.3.2.3. Frutos**

Los frutos de los pinos son de forma ovoide cónico, duros, puntiagudas, asimétricos, curvados en el extremo, persistente en el árbol de 4,0 a 12,0 cm de largo por 2,5 a 5,0 cm de diámetro, dispuestos en pedúnculos cortos hasta de 1,5 cm y frecuentemente agrupados de tres a siete. Las escamas que recubren los frutos son redondeadas, con espinas deciduas, gruesas, de 2,0 cm de largo por 1,0 cm de ancho y se abren periódicamente (Ospina et al., 2011).

### **2.3.3. Descripción taxonómica**

Peralta (2007) indica que el Pino pátula se encuentra ubicado dentro de la siguiente categoría:

Reino:           Plantae  
    División:        Espermatofita  
        Sub división:    Gymnospermae  
            Orden:            Coniferales  
                Familia:            Pinaceae  
                    Género:            Pinus  
                        Sección:            Serotinae  
                            Especie:        *Pinus pátula*

### **2.3.4. Adaptación de pino Pátula**

Como lo señala Montoya (2011) la adaptación de pino pátula se describe de la siguiente manera:

#### **2.3.4.1. Clima**

Se puede adaptar a una altitud de 1 400 a 3 300 msnm. A una temperatura de 12 – 18 °C el cultivo requiere una precipitación de 750 – 2 000 mm/año es exigente en luz resistente a las heladas y a sequias moderadamente resistentes.

#### **2.3.4.2. Suelos**

Los suelos que son pertinentes son los suelos profundos, húmedos, fértiles, bien drenados, pH neutro o ácido. Presenta una textura franco-arenosa, franco arcilloso. Topografía plana a ondulada.

### **2.3.5. Principales plagas y enfermedades en pinos**

Según Sierra et al. (1994), indican las principales plagas y enfermedades:

#### **2.3.6. Principales enfermedades**

Según Sierra et al. (1994) mencionan que en el vivero se tiene la chupadera fungosa, una enfermedad muy común en el *Pinos*. En el territorio peruano se ha comprobado que los causantes de esta enfermedad son los hongos.

Marchitez de los brotes (*Diplodia pinea*)

Banda roja (*Dothistroma pini*)

Chancro Resinoso (*Fusarium circinatum*)

### **2.3.7. Principales plagas**

Las principales plagas que existen en las plantaciones recientes están expuestas a daños ocasionados por las condiciones meteorológicas, insectos, animales salvajes y domésticos.

La procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*)

Polilla del pino (*Rhyaciona buoliana*)

### **2.3.8. Plantaciones de pino en el Perú**

Por otro lado, Vergara (2004) menciona que la primera plantación de pinos en el Perú (5 hectáreas de *Pinus radiata* D. DON) fue realizada en el territorio de Huánuco y ejecutado por la familia Torne en el predio mitotambo, en el distrito de Kichki. Este pedio de 114 hectáreas. Al ser afectado por la reforma agraria en 1977 fue cedido a favor de la dirección Gral. Ministerio de agricultura. Posteriormente se declaró rodal semillero Mitobamba.

Conforme lo señala Semiabobio (2003), en el Perú existen gran variedad de plantaciones con *pinus radiata* y así como especie de pino, habiendo sido introducidas al país semillas. Las plantaciones varían en cantidad de hectáreas y de edad, siendo difícil establecer exactamente la cantidad, a nivel nacional. es así que en Cajamarca existen muchas plantaciones en menor escala, sin embargo hay dos predios en donde sí se puede establecer la cantidad de has, es así que se tiene “el predio Granja Porcón” de la Cooperativa Atahualpa – Jerusalén, en la que se tiene unas 8 000 has, de las cuales el 995 son efectivamente bosques de pino de

diferentes variedades, así como *Pinus pátula* de 6 400 has, (79,98 %) de 20 años de edad; *Pinus radiata* de 1 040 has. (13 %) de 15 años de edad; *Pinus michoacana* de 160 has (2 %) con 18 años y *Pinus montezumae* de 106 has (2 %) con 18 años de edad.

En la actualidad se viene explotando la madera de pino procedente del raleo selectivo que se efectúa en los bosques. Tenemos también las plantaciones de pino de las SAIS Sunchubamba en donde se han introducido varias especies de pino de las cuales aún no existe ninguna información oficial ni completa de la cantidad de has, siendo esta aproximadamente de 8 000 a 9 000.

Por otro lado, SERFOR (2015) indica que en el departamento del Cusco se realizaron 176 hectáreas de plantaciones forestales.

#### ***2.3.8.1. Descripción de la zona de Santo Tomás***

También la RED DE SERVICIOS CUSCO SUR MICRO RED SANTO TOMÁS (2016) indica que el distrito de Santo Tomas que es la capital de la provincia de Chumbivilcas, se ubica en el sur de la provincia a 14° 26' 45" latitud Sur y 72° 04' 50" de latitud Oeste, tiene una altura media de 3 660 msnm a una máxima altitud de 5 438 msnm en la cordillera.

Según la RED DE SERVICIOS CUSCO SUR MICRO RED SANTO TOMÁS (2016) la Provincia de Chumbivilcas se caracteriza por tener un clima predominantemente seco, con temperaturas que en la temporada de lluvias de noviembre a marzo oscilan entre los 18 C° y los 27C°, en tanto que en épocas de

invierno durante los meses de mayo a setiembre, las temperaturas oscilan entre los 20 C° y menos 4C°. Al igual que en las Provincias Altas del Cusco, se dan años con indicadores extremos: Excesivas lluvias, nevadas y granizadas. Años de Sequía extrema y Fuertes heladas. Rubros máxima mínima temperatura (°C) 20° (noviembre) -4° (julio) precipitación total mensual ( mm ) 181,8 (febrero) 2,9 (julio) humedad relativa media mensual ( % ) 71,3 (marzo) 42,0 (junio). En el ámbito del Distrito de Santo Tomás se vienen trabajando con programas de forestación y reforestación por parte de las instituciones públicas como la Municipalidad Provincial de Chumbivilcas, Dirección Regional de Agricultura (Agencia Agraria Chumbivilcas) y Agro Rural.

Según INFORME DE GESTION (2016) en el Proyecto Mejoramiento y Recuperación de áreas degradadas mediante la forestación en el distrito de Santo Tomás – Chumbivilcas. Desde el año 2015 – 2016, se instaló 132 hectáreas de plantaciones forestales a nivel del distrito de Santo Tomás.

Tal como lo señala el GOBIERNO REGIONAL CUSCO (2016) indica que la Dirección de Agricultura, a través de la Instalación y Manejo de Recursos Forestales en las provincias Chumbivilcas y Paruro forestaron 120 hectáreas, en el Apu Anccara. Esta forestación tiene como objetivo recuperar los recursos forestales y el medio ambiente y el medio ambiente, proyecto que tuvo programado producir un millón de plántulas en el 2016, con el que se superará la meta de 3 036 hectáreas en total.

Conforme el CORREO CUSCO (2016) las plántulas de pino y plantas nativas son instaladas en las 118 comunidades campesinas de las provincias de

Paruro y Chumbivilcas, con la finalidad de ampliar la cobertura vegetal, para mejorar el medio ambiente y el incremento del recurso hídrico.

## **2.4. Abonos orgánicos**

Del mismo modo CEDECO (2005) indica que los abonos orgánicos son todo tipo de residuos orgánicos provenientes de plantas y animales, después de descomponerse nutren al suelo, para que las plantas crezcan y desarrollen mejorando sus características fisiológicas.

Conforme a Benzing (2001) menciona que los abonos orgánicos facilitan la diversidad de microorganismos que generan un suelo de equilibrio; que favorece una nutrición pertinente de las plantas, las cuales obviamente son menos susceptibles a las plagas y a las enfermedades y así, se elimina la utilización de plaguicidas sintéticos. Se obtiene una reducción en los costos de producción y se evita la eliminación de organismos y para los animales beneficios de las plantas.

### **2.4.1. Lombricultura**

Según Girón (2005) indica que la lombricultura es una biotecnología que utiliza a una especie doméstica de lombriz, como una herramienta de trabajo, recicla todo tipo de materia orgánica y obtiene como fruto de productos: el humus y la carne de lombriz.

Según ADEX (2002) menciona que las lombrices desde el momento de su nacimiento ya pueden ingerir los alimentos por sus propios medios mientras que

el suelo o el lugar donde se encuentre el lombriz este lo suficiente húmedo y compostado.

#### **2.4.2. Bioparámetros de producción**

A continuación se presentan los bioparámetros indispensables para la sobrevivencia, el crecimiento y la reproducción de las lombrices en los desechos orgánicos para la producción de humus Girón (2005).

##### **2.4.2.1. Humedad**

En este sentido, el rango ideal es de 70 % hasta un 80 %. Una humedad superior al 85% es perjudicial, puesto que, ya que se compactan los lechos y disminuye la aireación. Las lombrices pueden sobrevivir con menos humedad, sin embargo, disminuye su actividad por debajo de 55% que es normal.

##### **2.4.2.2. Temperatura**

La temperatura óptima es entre 20-30 grados centígrados. No debe superar los 32 grados, entre 20-15 grados las lombrices dejan de reproducirse, crecer y producir lombricompost. Los huevos no eclosionan lo que alarga el ciclo evolutivo.

##### **2.4.2.3. pH**

Se refiere a la acidez o a la alcalinidad de los materiales a procesar el intervalo óptimo es de 6,5 a 7,5 (cerca a la neutralidad 7). Si el pH es muy ácido o muy alcalino puede enfermarlas, disminuir su actividad o matarlas. Este bioparámetro depende de los dos anteriores.

#### **2.4.2.4. Ubicación**

Al inicio las lombrices se deben de colocar en una caja ecológica o denominada abonera. En un lugar de fácil acceso, suficientemente aireado y libre de corrientes de aire frío o caliente.

#### **2.4.2.5. Luz**

El contacto directo de la lombriz con luz es dañino, ya que los rayos ultra violetas la matan en pocos minutos. Por esta razón no debe de iluminarse con luz natural o artificial directa.

### **2.4.3. Taxonomía de lombriz roja californiana**

ADEX (2002) indica de la siguiente manera:

Reino :       Animal

    Division:   Anélidos

        Clase:       Clitelados

            Orden:       Oligoquetos

                Familia:     Lombricidos

                    Género:     *Eisenia*

                        Especie:   *foetida*

### **2.4.4. Humus de Lombriz**

Carrera (2008) menciona que se llama humus a la materia orgánica degradada a su último estado de descomposición por efecto de microorganismos. En

consecuencia, el que regula la dinámica de la nutrición vegetal en el suelo. Efectivamente esto puede ocurrir en forma natural a través de los años o en lapso de horas, tiempo que demora la lombriz en dirigir.

López (2007) indica de la siguiente manera las características más importantes del humus que se muestran a continuación:

- Presenta un porcentaje alto de ácidos y fulvicos, la acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de nutrición.
- Tiene una carga microbiana 40 mil millones por gramo seco que restaura la actividad biológica del suelo.
- Presenta un fertilizante bio orgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas.
- Asimismo, el pH es neutro y se puede abonar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La composición del humus de lombriz es tan equilibrada que nos facilita colocar una semilla directamente sin ningún riesgo.

En la tabla 2. Indica la composición química de humus con los principales macro y micro elementos indispensables para las plantas.

**Tabla 2**  
*Composición de humus*

Componente	Valores
Humedad	29 – 60 %
Ph	6,8 – 7,1
Nitrógeno	1- 2,6 %
Fosforo	1 – 8 %
Potasio	1- 2,5 %
Calcio	2- 8 %
Magnesio	0 – 2,5 %
Materia orgánica	30 – 70 %
Carbono orgánico	14- 30 %
Ácido fulvicos	14- 30 %
Ácidos húmicos	2,8 – 5,8 %
Sodio	0,02 %
Cobre	0,05 %
Hierro	0,02 %
Manganeso	0,006 %
Relación C/N	9 – 11 %

Fuente: Barbado, 2004

#### **2.4.5. Aplicación del humus**

Según FONCODES (2014) indica que se puede aplicar en todos los cultivos de la siguiente manera; para todos los cultivos de preferencia en la siembra o en el aporque, para semilleros se debe aplicar al 20 % y para frutales 2 kilos por árbol. Para ello el suelo debe estar suelto y húmedo para favorecer el trabajo de los microorganismos.

Astadillo (2012) dice que el humus tiene que ser agregado al 20 % al sustrato para almácigos y para sustrato de trasplante al 30 %.

#### **2.4.6. El sustrato**

Según Oliva (2014) determina que el sustrato es una mezcla del suelo (tierra negra), arena y materia orgánica (estiércol de ganado vacuno, gallinaza, humus, compost, etc.) que efectivamente se utiliza para llenar las bolsas en el vivero.

##### **2.4.6.1. Tierra**

La tierra es un componente indispensable y primordial que de acuerdo a las características puede variar.

##### **2.4.6.2. Arena**

Es un elemento primordial para el sustrato por que mejorara la aeración, filtración de agua y permitirá un desarrollo adecuado de las plantas.

##### **2.4.6.3. Turba**

Las turbas son materiales de origen vegetal, de propiedades físicas y químicas variables en función a su origen, en este sentido, se clasifica en dos grupos: turbas rubias y negras.

##### **2.4.6.4. Humus**

Según FONCODES (2014) El humus de lombriz es el resultado de la digestión de materia orgánico (compost, estiércol descompuesto, vegetales, etc) por las lombrices obteniéndose uno de los abonos orgánicos de mejor calidad. Se puede producir desde el nivel del mar hasta 3800 msnm.

#### **2.4.7. Funciones del sustrato**

Según VIFINEX (2002) indica que hay cuatro funciones con las que debe cumplir un medio para mantener un buen crecimiento de las plantas.

- Proporcionar un anclaje u soporte para la planta.
- Retener humedad de modo que este disponible para la planta.
- Permitir el intercambio de gase entre las raices y la atmosfera.
- Servir como deposito para los nutrientes de la planta.

#### **2.4.8. Desinfección de sustrato**

Según Huarhua (2017) indica desinfectar el sustrato es para eliminar larvas de hongos e insectos.

#### **2.4.9. Preparación de sustrato**

Por otro lado, Oliva (2014) menciona que los componentes que forman el sustrato son zarandeados por componente en forma separado, para extraer o eliminar las piedras y/o elementos ajenos al componente. Se procede a la mezcla de los componentes zarandeados cuyas proporciones se encuentren en función a la necesidad del sustrato. Las proporciones son 2, 1, 1 (tierra negra, arena, materia orgánica), es decir dos carretillas de tierra negra, una de arena, una de materia orgánica.

#### **2.5. Embolsado**

Por otro lado, Oliva (2014) menciona que esta actividad consiste en llenar las bolsas de polietileno con el sustrato formado, una labor realizado manualmente,

este proceso consiste en llenar la bolsa con el sustrato se distribuya sin dejar espacios vacíos, asegurando una buena distribución y lograr la rigidez deseada, compactando la bolsa con la ayuda de una presión con los dedos, sin que esta presión sea demasiada fuerte que haga demasiada compacta, lo que originaría el rompimiento de la bolsa durante el repique. Finalmente, se coloca el sustrato embolsado ordenadamente en las respectivas camas. La calidad del sustrato es más importante que el tamaño de las bolsas; las bolsas pequeñas requieren menos sustrato por tanto se trasladan al campo con mayor facilidad, las bolsas se colocan espaciadas en el vivero. Las bolas se llenan completamente con el sustrato con la finalidad de impedir que una vez llenadas colapse; el agua de riego no llega satisfactoriamente al plantón. Las camas tendrán 1,5 metros de ancho como máximo y la longitud que se requiera, ancho nos permitirá llegar fácilmente a todas las bolsas para depositar las semillas o realizar el repique, como también retirar las malezas. Entre la cama y la otra cama debe haber, al menos 50 cm.

## **2.6. Trasplante**

Por otro lado, Oliva (2014) indica que el trasplante, consiste en trasladar las plantitas de los almácigos a las respectivas bolsitas de polietileno que están llenas de sustrato. En el momento oportuno del repique, para otras especies es la temporada donde serializa la siembra de semillas.

Del mismo modo, otro muestra para proceder al repique es cuando la plantita cuente con dos hojas verdaderas. En otros términos para las simillas grandes que se realiza cuando la plantita cuenta con 4 hojas verdaderas o 10 centímetros de altura. En tanto, el repicado se recomienda realizarlo en días

nublados, es recomendado realizar esta actividad por las mañanas o por las tardes; a continuación se muestra el elemento adecuado tal como un clavo grande u otro instrumento se afloja el sustrato con mucho cuidado para no causar daño a la raíz de la plantita, después, se procede a extraer las plantitas y el acopio se realiza en un recipiente con agua o lodo (mezcla de agua con tierra), operación que debe ser realizada bajo sombra, a fin de evitar la pérdida de humedad de la plantita. Aquí se hace una primera selección, desechando las plantitas muy pequeñas, bifurcadas o defectuosas y enfermas. Para proceder al repicado de las bolsas, se utiliza un repicador (palo pequeño), para hacer un hoyo profundo y ancho en la parte céntrica de la bolsa.

Valenzuela (2009) indica que es el proceso de trasplantar las plántulas de los almácigos a las bolsas de polietileno llenas de sustrato. El momento oportuno del repique, para algunas especies es al mes de realizado la siembra de semillas. El repicado se recomienda realizarlo en días nublados, por las mañanas o tardes, para proceder a ello, previamente se realiza un riego a las camas de almacigo.

Del mismo modo, Oliva (2014) indica que en el momento de sacar las plántulas de las camas almacigueras se realiza una primera elección, desechando las plántulas más pequeñas, separadas o incompletas y obviamente las plantas enfermas. Posteriormente se procede al repicado, para lo cual se utiliza un repicador que es un palo pequeño para hacer un hoyo profundo y ancho en la parte céntrica de la bolsa y se coloca la plántula en el hoyo evitando que queden espacios vacíos, lo que originaría el acumulamiento de agua causando la pudrición de la raíz de la planta.

## **2.7. Definición de términos**

### **2.7.1. Humus**

Es la sustancia compuesta por ciertos productos orgánicos de la naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los orgánicos por organismos y microorganismos descomponedores (como bacterias y hongos).

### **2.7.2. Precipitación**

Es la caída de agua solida o liquida debido a la condensación del vapor sobre la superficie terrestre.

### **2.7.3. Evapotranspiración**

Se denomina a la cantidad de agua que se encuentra en el suelo que vuelve a la atmosfera como consecuencia de la evaporación y de la transpiración de las plantas.

### **2.7.4. Enfermedad**

Son las respuestas de las células y tejidos vegetales a los microorganismos patógenos o a factores ambientales que determinan un cambio adverso en la forma, funcionamiento de la planta.

### **2.7.5. Plaga**

La plaga es la colonia de organismos animales o vegetales que efectivamente atacan y destruyen los terrenos cultivados especialmente a las plantas.

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La investigación fue de tipo experimental, puesto que la conducción hay manejo de las variables, en condiciones controladas durante el proceso de la producción, los cuales fueron sometidos al análisis de los resultados logrados.

#### **3.2. Diseño de la investigación**

Tal como lo requiere la experimentación se manejó el diseño completamente al azar (DCA), con arreglo factorial de 2 factores A (humus) por B(variedad) con tres repeticiones 8 tratamientos y 24 unidades experimentales con una prueba de medias de Duncan y Tukey aun nivel de significancia del 5%.

##### **3.2.1. Factores**

En la investigación se estudiaron los siguientes factores:

### **3.2.1.1. Factor A dosis de humus y sus niveles**

Humus 0 ( $a_0$ ) : Sin humus (Testigo)

Humus 1 ( $a_1$ ) : Humus (30 %) + Sustrato testigo (70 %)

Humus 2 ( $a_2$ ) : Humus (40 %) + Sustrato testigo (60 %)

Humus 3 ( $a_3$ ) : Humus (60 %) + Sustrato testigo (40 %)

### **3.2.1.2. Factor B Variedad y sus niveles**

Variedad 1 ( $b_1$ ) : Variedad Radiata

Variedad 2 ( $b_2$ ) : Variedad Pátula

### **3.2.1.3. Factores del estudio A. Humus B. Variedad**

Niveles A

$a_0$  Sin humus (Testigo)

$a_1$  Humus (30 %) + Sustrato testigo (70 %)

$a_2$  Humus (40 %) + Sustrato testigo (60 %)

$a_3$  Humus (60 %) + Sustrato testigo (40 %)

Niveles B

$b_1$  Variedad Radiata

$b_2$  Variedad Pátula

### **3.2.2. Combinación factorial**

Para el presente trabajo de investigación se realizó la combinación factorial para cada una de las unidades en investigación.

**Tabla 3**  
*Combinación factorial para cada unidad experimental*

Variedades = b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>
Humus =a		
a <sub>0</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>
a <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>
a <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>
a <sub>3</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4**  
*Tratamientos utilizados en el experimento*

T1	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	=	(sin Humus) + (pino radiata)
T2	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	=	(sin Humus) + (pino pátula)
T3	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	=	(Humus 30 %) + (pino radiata)
T4	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	=	(Humus 30 %) + (pino pátula)
T5	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	=	(Humus 40 %) + (pino radiata)
T6	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	=	(Humus 40 %) + (pino pátula)
T7	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	=	(Humus 60 %) + (pino radiata)
T8	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	=	(Humus 60 %) + (pino pátula)

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2.1. Aleatorización de tratamientos

Repeticiones	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>
	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
	a <sub>2</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>2</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>0</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>3</sub> b <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>1</sub>	a <sub>1</sub> b <sub>2</sub>

**Figura 1.** Croquis del experimento

Fuente: Elaboración propio

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población ha sido conformada con plántulas de pino que a continuación se detalla.

a)	Número de unidades experimentales	24,00
b)	Número de plántulas de pino con tratamiento	1 200,00
c)	Número total de plántulas de pino por tratamiento	150,00
d)	Número de plántulas de pino por unidad experimental	50,00

#### **3.3.2. Muestra**

La muestra estuvo compuesta por 96 plántulas, sub muestras por 480 plántulas los mismos han sido obtenidos de las 24 unidades experimentales, se escogió 3 muestras y 15 sub muestras de cada uno de los tratamientos.

En el proceso de la investigación, en los primeros 30 días se obtuvo 3 muestras de plántulas de pino y 15 sub muestras, a los 60 días 3 muestras plántulas de pino y 15 sub muestras, a los 90 días 3 muestras de plántulas de pino y 15 sub muestras, a los 120 días 3 muestras y 15 sub muestras de forma aleatoria en todo el proceso de la investigación.

### **3.4. Descripción de instrumentos para recolección de datos**

#### **3.4.1. Observación directa**

Se utilizó para la recolección de datos en campo de las variables en estudio.

#### **3.4.2. Observación indirecta**

Por otro lado, se utilizó la observación indirecta para el caso de obtención de datos mediante laboratorio para su respectivo estudio.

#### **3.4.3. Características de las variables**

##### ***3.4.3.1. Porcentaje de prendimiento***

La correspondiente estimación se efectuó cada mes durante los cuatro meses que se ejecutó el experimento. Lo cual corresponde a conteo simple de las plantas vivas, utilizando la siguiente fórmula.

$$\%P = \frac{NPV}{NPT} \times 100$$

##### ***3.4.3.2. Altura de la plántula (cm)***

La altura de la plántula se evaluó a los 30 días, 60 días, 90 días y 120 días después del trasplante, para este proceso de evaluación se utilizó una regla de 30 cm.

##### ***3.4.3.3. Número de hojas (unidad)***

Para reconocer la cantidad de hojas se efectuó mediante el conteo simple, sacando

uno por uno del tallo de la plántula, hasta los 120 días cuarta evaluación.

#### **3.4.3.4. Longitud de raíces (cm)**

Se evaluó a los 30 días, 60 días, 90 días y 120 días de establecimiento del experimento se efectuó a medir la raíz con una regla.

#### **3.4.3.5. Número de raíz (unidad)**

Se realizó un conteo simple cada 30 días después del trasplante, hasta la conclusión de la investigación.

#### **3.4.16. Materia seca de raíz (%)**

Al finalizar el ensayo a los 120 días, se procedió a evaluar la materia seca de la raíz, donde se procedió a sacar las bolsas polietileno luego limpieza de la raíz de un total de 16 plántulas luego se procedió con el pesado de las raíces en una balanza graduada en gramos y se colocó en una sobre de papel para proceder con el secado en la estufa a 65 °C por un tiempo de 48 horas, el laboratorio donde se realizó este proceso de la investigación fue de la Universidad José Carlos Mariátegui.

### **3.5. Ubicación**

El experimento se desarrolló en el vivero forestal de la Municipalidad Distrital de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas en la región del Cusco.

### **3.5.1. Ubicación geográfica**

Latitud sur : 14° 28' 16"

Longitud oeste : 72° 06' 07"

Altitud : 3,486 m.s.n.m.

### **3.5.2. Particulares del campo experimental**

#### ***3.5.2.1. Parcela experimental (área total)***

Largo : 10,00 m

Ancho : 5,00 m

Área total : 50,00 m<sup>2</sup>

#### ***3.5.2.2. Parcela experimental (área neta)***

Largo : 10,00 m

Ancho : 4,0 m

Área total : 40,00 m<sup>2</sup>

### **3.5.3. Datos meteorológicos de la investigación**

Durante el proceso de la investigación se ha tomado en cuenta la toma de datos meteorológicos desde el inicio de la investigación hasta el final de la investigación, donde se aprecia en la primera semana de abril y junio el 80 % de humedad relativa máxima y posteriormente la humedad relativa mínima se pudo

encontrar en la cuarta semana del mes de junio con 39 %.

**Tabla 5**  
*Datos meteorológicos obtenidos durante la investigación*

Variables climatológicas		T° Max (°C)	T°min (°C)	T° Prom (°C)	H.R Max%	H.R Min (%)	HR Prom (%)
Mes	semana 1 (16 a 22)	29,85	10,71	20,28	73	39	56
Abril 2017	semana 2 (23 a 30)	23,12	9,98	16,55	69	42	55,5
	semana 1 (01 a 06)	21,7	9,33	15,52	70	40	55
Mes	Semana 2 (07 a13)	23	11,8	17,4	68	41	54,5
Mayo 2017	semana 3 (14 a 20)	24,33	11,33	17,83	69	47	58
	semana 4 (21 a 31)	25,7	11,33	18,52	70	43	56,5
Junio 2017	semana 1 (01 a 10)	20,7	11	15,85	80	60	70
	semana 2 (11 a 17)	15,33	6,7	11,1	65	45	55
	semana 3 (18 a 24)	18,6	11,33	14,97	70	58	64
Julio 2017	semana 4 (25 a 30)	18,5	8	13,25	60	46	53
	semana 1 (01 a 08)	18	7	12,5	60	39	49,5
	semana 2 (09 a 15)	16,7	7,76	12,23	69	55	62
Agosto 2017	semana 3 (16 a 22)	27	9	18	71	55	63
	semana 4 (23 a 31)	27,33	9	18,17	73	59	66
	semana 1 (01 a 13)	26,75	8,5	17,63	58	45	51,5
Mes	semana 2 (13 a 19)	27	11,4	19,2	68	47	57,5
Agosto 2017	semana 3 (20 a 26)	28	12	20	64	42	53
	semana 4 (27 a 31)	27	12	19,5	69	57	63

### 3.6. Metodología

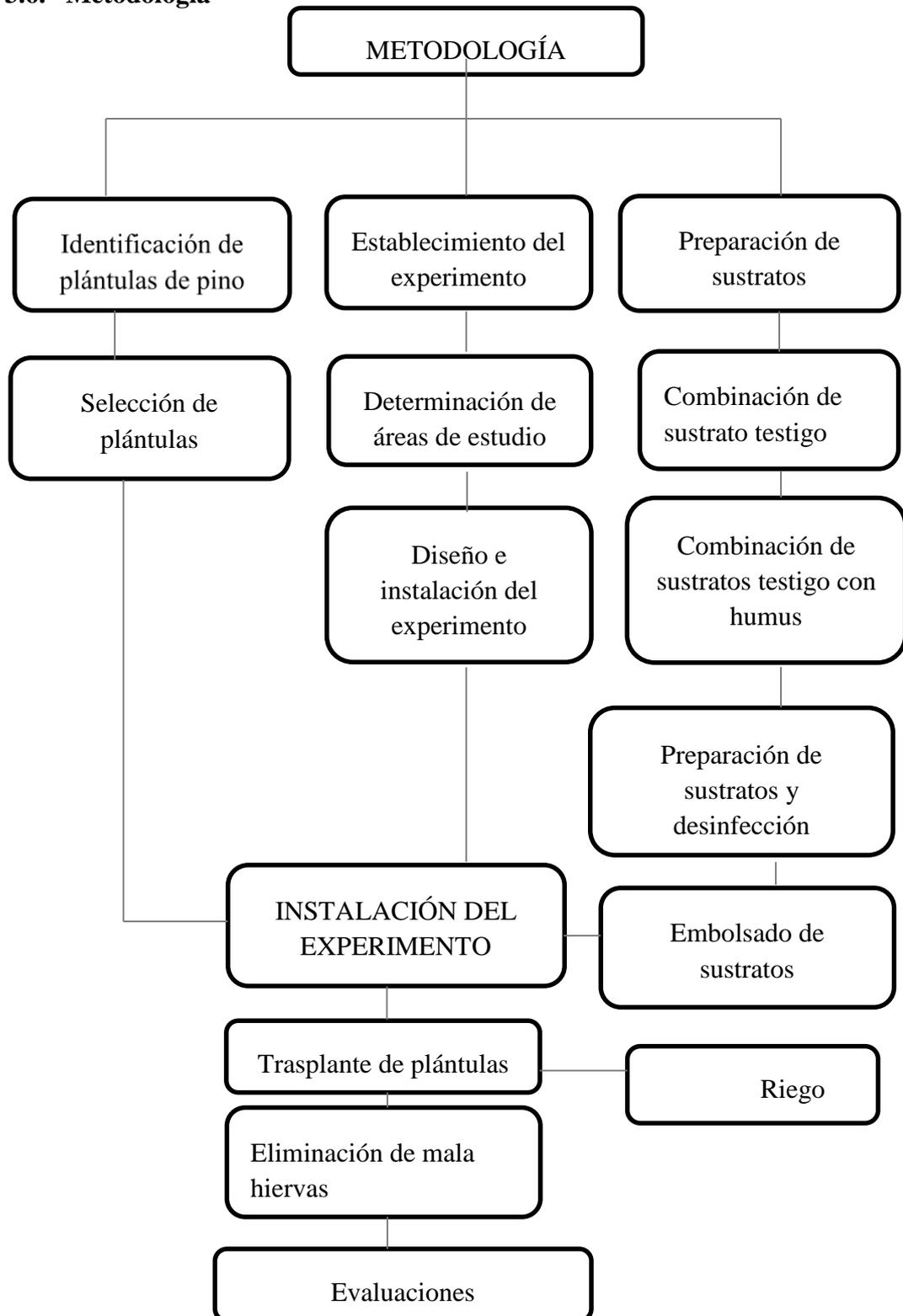


Figura 2. Metodología del experimento

Fuente: Elaboración propia

### **3.7. Materiales e insumos**

#### **3.7.1. Equipos**

- La balanza analítica digital
  
- La estufa

#### **3.7.2. Materiales y herramientas**

- |                          |                 |
|--------------------------|-----------------|
| ➤ La pala                | ➤ La manguera   |
| ➤ Las bolsas polietileno | ➤ La carretilla |
| ➤ La zaranda             | ➤ Los alambres  |
| ➤ El rastrillo           | ➤ Los baldes    |
| ➤ El pico                | ➤ La regadora   |

#### **3.7.3. Material de gabinete**

- Laptop
  
- Las plantillas para la toma de datos
  
- La cámara fotográfica
  
- La libreta de campo
  
- El tablero

- El papel
- El bolígrafo

### **3.7.4. Insumos**

#### ***3.7.4.1. Material vegetativo***

En el experimento se manipularon 1 200 plántulas de pino los cuales fueron almacenados con anterioridad en el vivero de la Municipalidad Distrital de Santo Tomas Provincia Chumbivilcas Región Cusco.

#### ***3.7.4.2. Sustrato***

Humus

Sustrato testigo (Tierra agrícola, turba y arena)

### **3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

#### **3.8.1. Selección de pruebas estadísticas**

#### **3.8.2. Análisis de varianza y prueba de significación**

Para el análisis de datos en el presente experimento se utilizó el análisis de varianza (ANVA), utilizando la prueba de significancia a un nivel de 0,05 y 0,01, para la comparación de múltiples y medias se utilizó la prueba de significación de Tukey y Duncan a una probabilidad  $\alpha = 0,05$ .

**Tabla 6**

*Análisis de varianza para un factorial (AxB) de un diseño completo al azar (DCA) para la producción de plántulas de pino con la aplicación de una nueva tecnología de producción.*

FV	GL	SC	CM	Fc	F tabular		Sig
					0,05	0,01	
Factor A	3	SCA	<u>SCA</u> a -1	<u>CMA</u> CMError			
Factor B	1	SCB	<u>SCB</u> b -1	<u>CMB.</u> CMError			
A*B	3	SCAB	<u>SCAB</u> (a-1)(b -1)	<u>CMAB</u> CMError			
Error	16	SCError	<u>CMError</u> Ab(r-1)				
Total	23	SCTotal					

Fuente: Monterrey, 2004

### 1. hipótesis:

#### a) Respecto al factor dosis de Humus

$$H_0: \alpha_i = 0, i = 1, \dots, v$$

$$H_A: \alpha_i \neq 0, \text{ para cualquier } i$$

#### b) Respecto al factor variedad de pino

$$H_0: \beta_j = 0, j = 1, \dots, d$$

$$H_A: \beta_j \neq 0, \text{ para cualquier } j$$

#### c) Respecto a la interacción A x B

$$H_0: (\alpha\beta)_{ij} = 0, i = 1, \dots, v; j = 1, \dots, d$$

$$H_A: (\alpha\beta)_{ij} \neq 0, \text{ para cualquier } ij$$

## 2. Nivel de significación

$$\alpha = 0,05 \text{ y } 0,01$$

## 3. Estadística de prueba

### a) Para dosis de Humus (A)

$$F = \frac{CM_{Humus}}{CM_{error}}$$

### b) Para variedad (B)

$$F = \frac{CM_{variedad}}{CM_{error}}$$

### c) Para la interacción (A x B)

$$F = \frac{CM_{A \times B}}{CM_{error}}$$

## 4. Cálculos

a) Factor de corrección ( $FC$ ) =  $\frac{Y^2}{ABn}$

b)  $SC_{total} = \sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^d \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - FC$

c)  $SC_{tratam.} = \frac{\sum_{i=1}^v \sum_{j=1}^d Y_{ij.}^2}{n} - FC$

d)  $SC_{Humus} = \frac{\sum_{i=1}^v Y_{i..}^2}{Bn} - FC$

e)  $SC_{Variedad} = \frac{\sum_{j=1}^d Y_{.j.}^2}{An} - FC =$

f)  $SC_{VxD} = SC_{tratamientos} - SC_{(A)} - SC_{(B)}$

$$SC_{error} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 - \frac{\sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b Y_{ij}^2}{n}$$

## 5. Coeficiente de variabilidad

$$C.V. = \frac{\sqrt{CM_{error}}}{\bar{Y}} \times 100$$

### 3.9. Manejo de la investigación

#### 3.9.1. Preparación de área del experimento

El desarrollo de la ubicación del experimento, se efectuó eliminación de toda clase de malezas, piedras y otros materiales ajenos al suelo, finalmente se niveló el suelo de forma manual.

#### 3.9.2. Preparación del sustrato

Se preparó sustrato (tierra, turba, arena y humus), posteriormente se realizó el zarandeo, con una zaranda para eliminar piedras y otros materiales. Consecutivamente se combinó una cantidad de 1,8 m<sup>3</sup> de sustrato empleado en la investigación para llenar las 1 200 fundas.

Los medios se preparó con arena 40 %, tierra agrícola 30 %, turba 30 % seguidamente se procedió a zarandeado con el intención de separar materiales ajenos de tamaños considerables y con la finalidad de obtener una combinación uniforme.

Dosis de humus

Sustrato testigo 100 %

Sustrato testigo 70 % + humus 30 %

Sustrato testigo 60 % + humus 40 %

Sustrato testigo 40 % + humus 60 %

### **3.9.3. Embolsado**

Las bolsas de polietileno, con medidas de 5 por 7 cm con ocho perforaciones, se llenó con sustrato, con la ayuda de los dedos se procedió el llenado a los espacios vacíos.

### **3.9.4. Selección y recolección de plántulas de pino**

Las plántulas de ambas variedades fueron obtenidas del mismo vivero forestal, los cuales mostraron buenas condiciones sanitarias. Se seleccionaron plántulas de 3 a 4 cm de longitud.

### **3.9.5. Trasplante de plántulas**

Se conoce como trasplante al paso de las plántulas del almacigo a los envases colocados previamente en la sección de crecimiento, (Rodríguez 2010).

### **3.9.6. Labores culturales**

#### **3.9.6.1. Riego**

Se realizó cada día por 15 días las cuales fueron por conservar la humedad apropiada, luego se efectuó cada 2 días de acuerdo a la necesidad de la planta,

finalmente esta actividad se realizó 2 veces a la semana, el sistema de riego utilizado fue riego en regadora de ducha fina durante todo en manejo del experimento.

#### **3.9.6.2. *Deshierbe***

Fue fundamental la actividad del deshierbe, en este sentido, se cumplió con esta actividad desde la primera evaluación, posteriormente después de cada riego.

#### **3.9.7. Toma de datos**

En el presente trabajo de investigación, para la interpretación de resultados se tomaron datos desde la instalación hasta el fin de la investigación. A los 30 días después de la instalación, a los 60 días, 90 días y 120 días esto por cada una de las variables en estudio.

#### **3.9.8. Control fitosanitario**

Hubo presencia de chupadera fungosa el cual fue controlado con fungicida agrícola.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Primera evaluación

##### 4.1.1. Porcentaje de prendimiento a los 30 días

**Tabla 7**

*Análisis de varianza porcentaje (%) de prendimiento de plántulas de pino a los 30 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	1,792	0,597	1,433	3,24 - 5,29	NS
Variedad	1	18,375	18,375	44,100	4,49 - 8,33	**
Inter Ax B	3	1,792	0,597	1,433	3,24 - 5,29	NS
Error Experimental	16	6,667	0,4167			
Total	23	114,50				

CV: 1,35 %

NS ( No significativa)    \*\* (Altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

Porcentaje de prendimiento de plántulas de pino al primer mes de evaluación se muestra en la tabla 7 del ANVA, el factor humus muestra no significativo, quiere decir que fue homogéneo en el experimento; mientras tanto el factor variedad muestra resultados altamente significativos. Para la interacción no

se halló significancia estadística. CV 1,53 % está dentro de los parámetros permitidos.

**Tabla 8**

*Prueba de significación de Duncan 0,05 de porcentaje de prendimiento de plántulas de pino (%) para el factor Variedad*

Variedad	Promedio (%)	Sig 0,05	O.M
b <sub>1</sub> P. Radiata	99,50	a	1°
b <sub>2</sub> P. Pátula	96,00	b	2°

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados que se muestran en la tabla 8 de Duncan de porcentaje (%) de prendimiento, apreciamos que b<sub>1</sub> logro el mayor promedio con 99,50 % y b<sub>2</sub> 96,00 % quedando estadísticamente diferentes.

#### 4.1.2. Altura de plántulas de pino (cm) a los 30 días

**Tabla 9**

*Análisis de varianza altura de plántulas de pino (cm) a los 30 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig 0,05
Humus	3	0,610	0,203	1,964	3,24 - 5,29	NS
Variedad	1	2,077	2,077	20,063	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	2,858	0,953	9,204	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	1,656	0,104			
Total	23	7,202				

CV: 7,86 %

NS (No significativo) \*\* (Altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados que se observan en la tabla 9 de ANVA para la altura de la plántula de pino (cm) a los 30 días para el factor humus en tanto no se encontró significancia estadística, para el factor variedad muestra una alternativa



**Tabla 11**

Prueba de significancia de Duncan 0,05 para altura de plántulas de pino (cm) para el factor variedad

B en	Prom.	Sig									
a <sub>0</sub>	(cm)	0,05	a <sub>1</sub>	(cm)	0,05	a <sub>2</sub>	(cm)	0,05	a <sub>3</sub>	(cm)	0,05
b <sub>2</sub>	4,55	a	b <sub>1</sub>	4,40	a	b <sub>1</sub>	4,80	a	b <sub>1</sub>	4.30	a
b <sub>1</sub>	4,04	a	b <sub>2</sub>	3,33	b	b <sub>2</sub>	3,53	b	b <sub>2</sub>	3.77	a

Fuente: Elaboración propio

Tal como se muestra los resultados en el presente tabla nos indica que la variedad presenta diferencias estadísticas al combinar con los niveles de humus habiendo el mayor promedio b<sub>1</sub>a<sub>2</sub> 4,80 cm continuado por b<sub>2</sub>a<sub>0</sub> con 4,55 cm el del mínimo promedio es la mezcla b<sub>2</sub> a<sub>1</sub> con 3,33 cm.

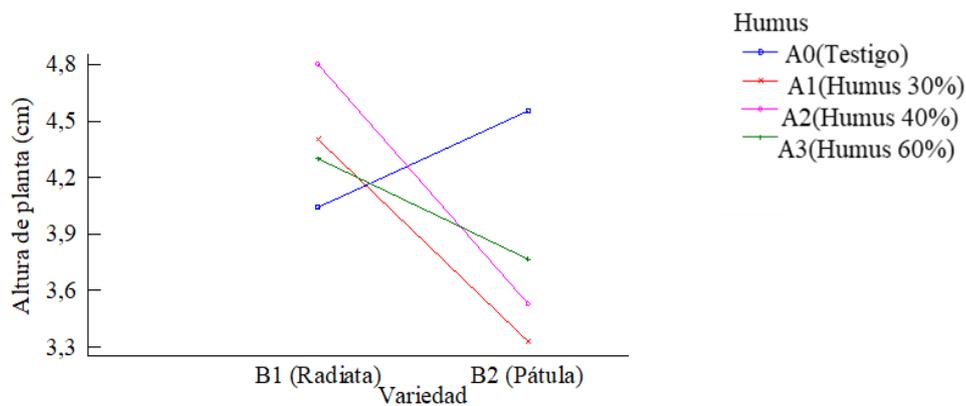


Figura 3. Interacción humus x variedad para altura de plántula a 30 días

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se presenta la interacción humus por variedad en 30 días, señala que el humus a<sub>2</sub> posee mayor resultado cuando se combina con b<sub>1</sub> variedad Radiata seguido por a<sub>0</sub> sustrato testigo cuando se combina con b<sub>2</sub> variedad Pátula respectivamente.

#### 4.1.3. Número de hojas (unidad) a los 30 días

**Tabla 12**  
*Análisis de varianza de número de hojas a los 30 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular (0,05 – 0,01)	Sig
Humus	3	168,813	56,271	38,193	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	5174,407	5174,407	3512,041	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	1349,740	449,913	305,371	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	23,573	1,4733			
Total	23	6716,533				

CV: 2,33 %      \*\* (Altamente significativa )

Fuente: Elaboración propia

Según ANVA, para humus muestra altamente significativos en el cual los efectos estuvieron estadísticamente desiguales.

Para la variedad muestra altamente significativa. Para la interacción humus por variedad se obtiene alta significancia estadística, donde los niveles de humus presentan diferencia bajo cualquier combinación de variedad y viceversa. .

El CV de 2,33 % es admisible para el experimento y se encuentra en rangos determinados para el ensayo.

**Tabla 13***Análisis de varianza de efecto simple de número de hojas (unidad) a los 30 días*

FV	GL	SC	CM	FC	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en b1	3	1101,103	367,034	249,118	3,24 - 5,29	**
A en b2	3	417,450	139,150	94,446	3,24 - 5,29	**
B en a0	1	17,340	17,340	11,769	4,49 - 8,33	**
B en a1	1	2166,000	2166,000	1470,136	4,49 - 8,33	**
B en a2	1	2242,667	2242,667	1522,172	4,49 - 8,33	**
B en a3	1	2098,140	2098,140	1424,077	4,49 - 8,33	**
Error	16	23,573	1,473			

Fuente: Elaboración propia

\*\* (Altamente significativa)

Según los resultados que se muestran en el presente tabla 13. Se halló altamente significativo para humus en variedades b<sub>1</sub> y b<sub>2</sub>. Se muestra diferencia altamente significativa al combinar la variedad, con los niveles de humus a<sub>0</sub> testigo, a<sub>1</sub> humus 30 %, a<sub>2</sub> humus 40 %, a<sub>3</sub> humus 60 %.

**Tabla 14***Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efecto simple para número de hojas a los 30 días Humus por Variedad*

A en b <sub>1</sub>	N°	Sig 0,05	A en b <sub>2</sub>	N°	Sig 0,05
a <sub>2</sub>	74,53	a	a <sub>0</sub>	47,27	a
a <sub>1</sub>	73,33	ab	a <sub>2</sub>	35,87	b
a <sub>3</sub>	68,87	c	a <sub>1</sub>	35,33	bc
a <sub>0</sub>	50,67	d	a <sub>3</sub>	31,47	c

Fuente: Elaboración propia

Conforme a los resultados que muestra la tabla 14 de prueba de Duncan podemos observar que el factor humus presenta diferencias estadísticas al combinar los niveles de variedad, quedando con mayor registro  $a_2b_1$  con 74,53 hojas continuado del  $a_1b_1$  con 73,33 hojas y de menor promedio es la combinación  $a_3b_2$  con 31,47 hojas.

**Tabla 15**  
Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas a los 30 días Variedad por Humus

B en	N°	Sig									
$a_0$		0,05	$a_1$		0,05	$a_2$		0,05	$a_3$		0,05
$b_1$	50,67	a	$b_1$	73,33	a	$b_1$	74,53	a	$b_1$	68,87	a
$b_2$	47,27	b	$b_2$	35,33	b	$b_2$	35,87	b	$b_2$	31,47	b

Fuente: Elaboración propia

según los resultados que se muestra, el factor variedad presenta diferencias estadísticas al combinar con los niveles de humus, habiendo obtenido el mejor promedio  $a_2b_1$  con 74,53 hojas continuado del  $a_1b_1$  con 73,33, y el mínimo promedio es la mezcla  $a_3b_2$  con 31,47 hojas mutuamente.

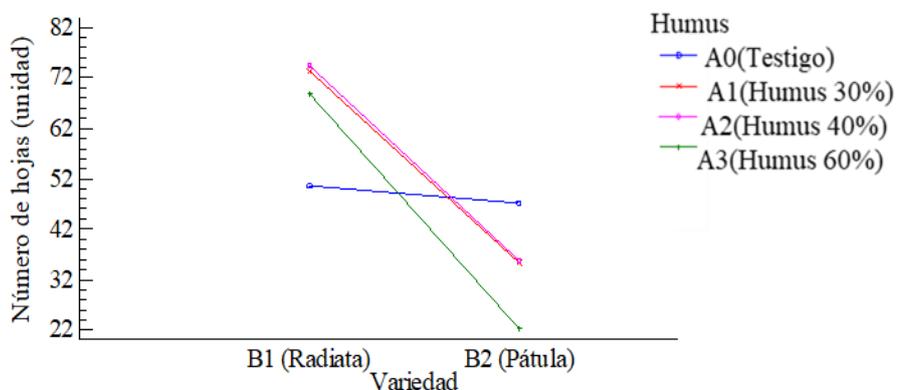


Figura 4. Interacción humus por variedad número de hojas

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos se observa en la figura 4 la interacción de humus por variedad para número de hojas a los 30 días que se demuestra en el gráfico, enseña que la variedad Radiata b<sub>1</sub> tiene mayor efecto cuando se combina con a<sub>2</sub> humus 40 % seguido por la misma variedad b<sub>1</sub> cuando se combina con a<sub>1</sub> humus 30 % .

#### 4.1.4. Longitud de raíz (cm) a los 30 días

**Tabla 16**  
*Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 30 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	1,245	0,415	6,073	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	7,482	7,482	109,488	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	0,778	0,259	3,797	3,24 - 5,29	*
Error Experimental	16	1,093	0,0683			
Total	23	10,598				

CV: 6,89 %

\*\* (Altamente significativo)

\* (Significativo)

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados que se muestran en la tabla 16 del ANVA para longitud de raíz, para el humus, variedad los efectos muestran alta significancia donde sus efectos fueron desiguales. Y en la interacción humus por variedad muestra significancia estadística, los elementos funcionaron dependientes, es decir, que los niveles del componente humus muestran diferencia significativa bajo cualquier mezcla de factor variedad y viceversa.

El CV de 6,89 % es admisible ya que se encuentra en los parámetros indicados para el experimento



Según los resultados que se muestran en el presente tabla de prueba de significancia de Duncan al 0,05 de longitud de raíz de plántulas de pino. Encontramos para el humus diferencia significativa cuando se mezcla con variedad, existiendo el promedio más alto en  $a_1b_1$  con 4,73 cm continuado de  $a_2b_1$  con 4,53 cm quedando como último lugar la  $a_1b_2$ ,  $a_1b_2$  y  $a_3b_2$  con 3,07 cm.

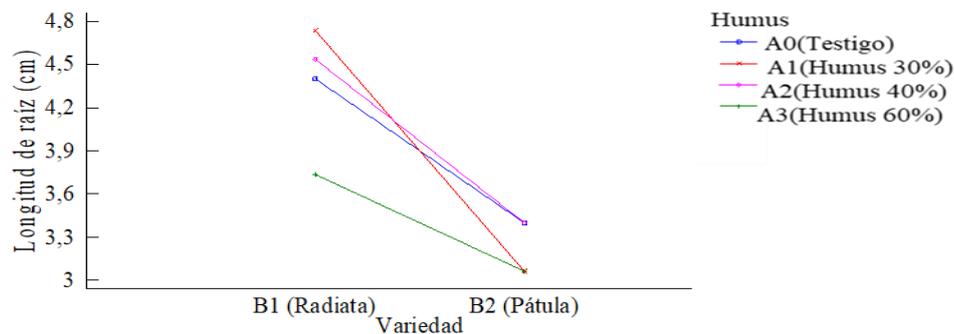
**Tabla 19**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz (cm) a los 30 días variedad por humus*

B en	Sig	B en	Sig	B en	Sig	B en	Sig	B en	cm	Sig	
$a_0$	Cm	0,05	$a_1$	Cm	0,05	$a_2$	Cm	0,05	$a_3$	0,05	
$b_1$	4,40	a	$b_1$	4,73	a	$b_1$	4,53	a	$b_1$	3,73	a
$b_2$	3,40	b	$b_2$	3,07	b	$b_2$	3,40	b	$b_2$	3,07	b

Fuente: Elaboración propia

Conforme al resultado en la tabla 19 indica que la variedad presenta diferencias estadísticas al combinar con los niveles de humus estando con el mayor promedio  $b_1a_1$  con 4,73 cm continuado del  $b_1a_2$  con 4,53 cm y como último promedio son las combinaciones  $b_2a_1$  y  $b_2a_3$  con 3,07 cm respectivamente.



*Figura 5. Interacción humus x variedad de longitud de raíz a los 30 días.*

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de interacción humus por variedad de longitud de raíz a los 30 días que señala claramente que b<sub>1</sub> variedad Radiata posee mayor efecto cunado se combina con a<sub>1</sub> humus 30 % seguido por la misma variedad b<sub>1</sub> con la combinación a<sub>2</sub> humus 40 % respectivamente.

#### 4.1.5. Número de raíz (unidad) a los 30 días

**Tabla 20**

*Análisis de varianza de número de raíz a los 30 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	47,873	15,958	48,357	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	8,640	8,640	26,182	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	33,027	11,009	33,360	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	5,280	0,3300			
Total	23	94,820				

CV: 13,84

\*\* (Altamente significativa)

Fuente: Elaboración propio

Según los resultados que muestra la tabla 20 del ANVA detalla que el humus, variedad y la interacción de humus por variedad resultan altamente significativos y sus efectos estuvieron estadísticamente diferentes.

CV de 13,84 % es admisible para el ensayo. Por lo tanto, para el Componente humus y variedad se rechaza la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis alterna, para la interacción humus por variedad se reconoce la hipótesis alterna y se objeta la hipótesis nula.

**Tabla 21***Análisis de varianza de efectos simples para número de raíces a los 30 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en b <sub>1</sub>	3	36,197	12,066	36,562	3,24 - 5,29	**
A en b <sub>2</sub>	3	44,703	14,901	45,155	3,24 - 5,29	**
B en a <sub>0</sub>	1	8,167	8,167	24,747	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>1</sub>	1	20,167	20,167	61,111	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>2</sub>	1	12,907	12,907	39,111	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>3</sub>	1	0,427	0,427	1,293	4,49 - 8,33	NS
Error	16	5,280	0,330			

Fuente: Elaboración propia

\*\* (Alta significativa)

NS (No significativo)

Número de raíces tabla 21, se halló alta significancia estadística cuando se mezcla el componente humus, con variedades b<sub>1</sub> y b<sub>2</sub>. Se encuentra diferencia altamente significativa cuando se mezcla el componente variedad con el factor humus, a<sub>0</sub> sin humus (testigo), a<sub>1</sub> humus 30 % y a<sub>2</sub> humus 40 %, mientras tanto para a<sub>3</sub> humus 60 % los resultados son no significativos.

**Tabla 22***Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples de número de raíces a los 30 días de humus x variedad*

A en b <sub>1</sub>	N°	Sig 0,05	A en b <sub>2</sub>	N°	Sig 0,05
a <sub>1</sub>	6,53	a	a <sub>0</sub>	6,73	a
a <sub>2</sub>	6,00	ab	a <sub>2</sub>	3,07	b
a <sub>0</sub>	4,40	c	a <sub>1</sub>	2,87	c
a <sub>3</sub>	2,07	d	a <sub>3</sub>	1,53	d

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados que se muestra en la tabla 22, humus presenta diferencias estadísticas al realizar la mezcla con los niveles del componente B variedad quedando con mayor promedio  $a_0b_2$  con 6,73 raíces continuado del  $a_1b_1$  con 6,53 raíces quedando con el menor promedio la combinación  $a_3b_2$  con 1,53 raíces.

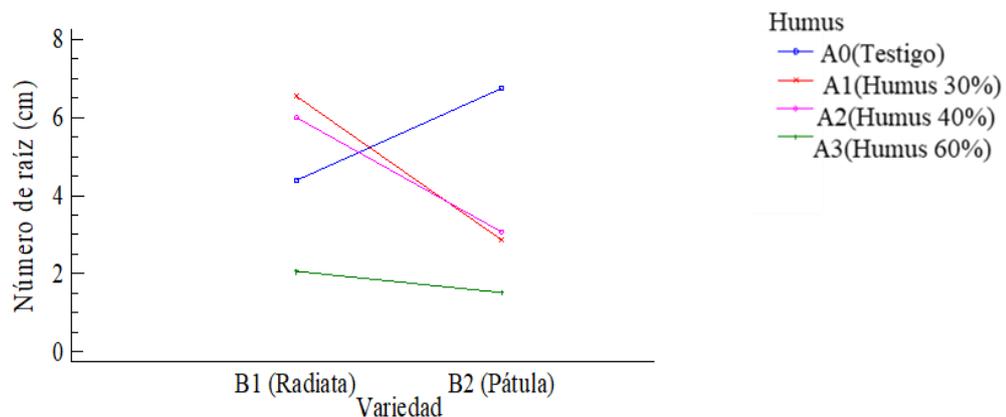
**Tabla 23**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíces a los 30 días variedad x humus*

B en $a_0$	N°	Sig 0,05	B en $a_1$	N°	Sig 0,05	B en $a_2$	N°	Sig 0,05	B en $a_3$	N°	Sig 0,05
$b_2$	6,73	a	$b_1$	6,53	a	$b_1$	6,00	a	$b_1$	2,07	a
$b_1$	4,40	b	$b_2$	2,87	b	$b_2$	3,07	b	$b_2$	1,53	a

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados, se aprecia la prueba de Duncan 0,05 en la tabla 23 de raíces a los 30 días. La aplicación de variedad presenta diferencias cuando se combina con los niveles de humus quedando con mayor promedio  $b_2a_0$  con 6,73 raíces quedando como segundo lugar  $b_1a_1$  con 6,53 raíces y como último lugar  $b_2a_3$  con 1,53 raíces.



*Figura 6. Interacción humus x variedad de número de raíz a los 30 días*

Fuente: Elaboración propia

Se observa que a<sub>0</sub> testigo adquiere mayor resultado mesclado con b<sub>2</sub> variedad Pátula seguido por a<sub>1</sub> humus al 30 % combinado con b<sub>1</sub> variedad radiata respectivamente, figura 6.

## 4.2. Segunda evaluación

### 4.2.1. Porcentaje de prendimiento a los 60 días

**Tabla 24**  
*Análisis de varianza de porcentaje (%) de prendimiento a los 60 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	26,667	8,889	7,619	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	80,667	80,667	69,143	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	2,000	0,667	0,571	3,24 - 5,29	NS
Error Experimental	16	18,667	1,1667			
Total	23	128,000				

CV= 1,11 %

\*\* (Altamente significativa)

NS (No significativo)

Fuente: Elaboración propia

Según ANVA, porcentaje de prendimiento a los 60 días, para el componente humus y la variedad los efectos indican alta significancia, donde actuaron estadísticamente distintos. Para la interacción humus por variedad no se encontró significancia estadística; por lo cual, los componentes de humus y variedad actuaron libremente.

El CV de 1,11 % es admisible para el ensayo y está dentro de las calidades constituido para el experimento.

**Tabla 25**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 para porcentaje de prendimiento a los 60 días para el factor humus*

	Humus	Promedio	Significación 0,05	O.M
a <sub>1</sub> :	Humus 30 %	98,33	a	1°
a <sub>2</sub> :	Humus 40 %	97,67	ab	2°
a <sub>3</sub> :	Humus 60 %	96,33	bc	3°
a <sub>0</sub> :	Testigo	95,67	c	4°

Fuente: Elaboración propia

Tal como se puede apreciar en tabla 25 de la prueba de Duncan 0,05 de porcentaje de prendimiento a los 60 días presenta que humus al 30 % a<sub>1</sub> ha obtenido mayor promedio con 98,33 % continuado del a<sub>2</sub> humus 40 % con 97,67 % y el último lugar el a<sub>0</sub> el sustrato testigo con 95,67 %.

**Tabla 26**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 para porcentaje de prendimiento a los 60 días para el factor variedad*

	Variedad	Promedio (%)	Sig. 0,05	O.M
b <sub>1</sub>	P. Radiata	98,83	a	1°
b <sub>2</sub>	P. Pátula	95,17	b	2°

Fuente: Elaboración propia

Tal como se presenta la prueba de Duncan 0,05 en la tabla 26. Se estima que b<sub>1</sub> variedad Radiata logro el mayor promedio 98,83 % seguido de la b<sub>2</sub> variedad Pátula con 95,17 %.

#### 4.2.2. Altura de plántulas de pino (cm) a los 60 días

**Tabla 27**

*Análisis de varianza de altura de plántulas de pino (cm) a los 60 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0.05 - 0.01	Sig
Humus	3	0,781	0,260	0,948	3,24 - 5,29	NS
Variedad	1	6,100	6,100	22,217	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	4,595	1,532	5,578	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	4,393	0,2746			
Total	23	15,870				

CV = 10,27 %

NS (No significativo)

\*\*(Altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

ANVA altura de plántulas de pino, para el componente humus el resultado es no significativo, para el componente variedades muestra resultado altamente significativo. Mientras tanto en interacción humus por variedad y componente variedad se aprecian altamente significativa estadísticamente por lo siguiente los componentes primordiales actuaron dependientes, requiere del estudio de los efectos simples. El CV de 10,27 %.

**Tabla 28**

*Análisis de efectos simples para altura de plántulas de pino cm a los 60 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en b <sub>1</sub>	3	3,003	1,001	3,645	3,24 - 5,29	*
A en b <sub>2</sub>	3	2,373	0,791	2,881	3,24 - 5,29	NS
B en a <sub>0</sub>	1	0,015	0,015	0,055	4,49 - 8,33	NS
B en a <sub>1</sub>	1	0,327	0,327	1,190	4,49 - 8,33	NS
B en a <sub>2</sub>	1	6,827	6,827	24,862	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>3</sub>	1	3,527	3,527	12,844	4,49 - 8,33	**
Error	16	1,870	0,275			

Fuente: Elaboración propio

\*(significativo)

NS(no significativo)

\*\*(altamente significativo)

Análisis de efectos simples de altura de plántulas de pino se muestra en la tabla 28, se halló significancia en el humus combinado con b<sub>1</sub>, no significativo cuando se combina el factor humus con b<sub>2</sub>, para el factor variedad no se encontró significancia cuando se combina a<sub>0</sub> y a<sub>1</sub>, sin embargo, se encontró resultados con alta significancia cuando se combina a<sub>2</sub> y a<sub>3</sub>.

**Tabla 29**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efecto simple para altura de plántulas de pino a los 60 días de humus x variedad*

A en	Cm	Sig	A en	cm	Sig
b <sub>1</sub>		0,05	b <sub>2</sub>		0,05
a <sub>2</sub>	6,40	a	a <sub>0</sub>	5,13	a
a <sub>3</sub>	5,60	ab	a <sub>1</sub>	4,93	ab
a <sub>1</sub>	5,40	b	a <sub>2</sub>	4,27	ab
a <sub>0</sub>	5,03	b	a <sub>3</sub>	4,07	b

Fuente: Elaboración propio

La tabla 29 enseña que el humus muestra variaciones notables al combinar con los niveles de variedad estando como mayor promedio a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> con 6,40 cm continuado del a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> con 5,60 cm quedando con el mínimo promedio la combinación a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> con 4,07 cm.

**Tabla 30**

*Prueba de significación d Duncan 0,05 de efectos simples para altura de plántulas de pino (cm) a los 60 días de variedades x humus*

B en	cm	sig	b en	cm	sig	b en	cm	sig	0,05	b en	cm	sig
a <sub>0</sub>		0,05	a <sub>1</sub>		0,05	a <sub>2</sub>				a <sub>3</sub>		0,05
b <sub>2</sub>	5,13	a	b <sub>1</sub>	5,40	a	b <sub>1</sub>	6,40	a		b <sub>1</sub>	5,60	a
b <sub>1</sub>	5,03	a	b <sub>1</sub>	4,93	b	b <sub>2</sub>	4,27	b		b <sub>2</sub>	4,07	b

Fuente: Elaboración propia

Se muestra en la prueba de Duncan 0,05 los efectos simples de altura de plántulas de pino. Se aprecia que el factor variedad halló diferencia estadística al mezclar con los niveles del humus presentando el mayor promedio la combinación  $b_{1a_2}$  con 6,40 cm quedando como segundo lugar  $b_{1a_3}$  con 5,60 cm y de menor promedio  $b_{2a_3}$  con 4,07 cm respectivamente.

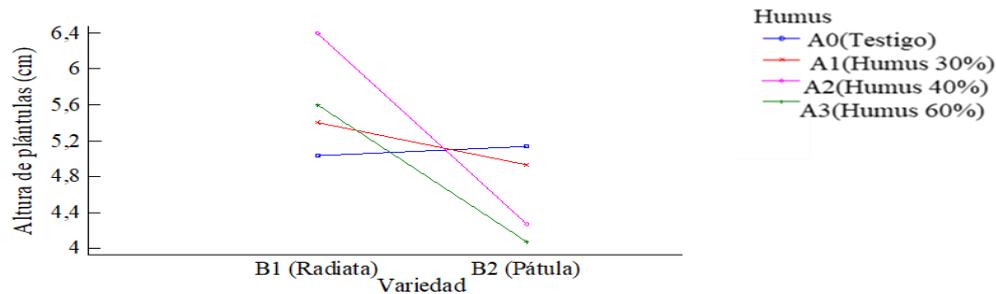


Figura 7. Interacción humus x variedad para la altura de plántula a los 60 días

Fuente: Elaboración propia

Según la figura 7, nos señala que  $a_2$  humus 40 % posee mayor resultado combinado con  $b_1$  variedad Radiata seguido por  $a_3$  humus al 60 % combinado con  $b_1$  variedad Radiata.

#### 4.2.3. Número de hojas (unidad) a los 60 días

Tabla 31

Análisis de varianza de número de hojas a los 60 días

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	241,393	80,464	5,408	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	1187,227	1187,227	79,796	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	247,000	82,333	5,534	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	238,053	14,8783			
Total	23	1913,673				

CV = 5,30 %

\*\* (Altamente significativa)

Fuente: Elaboración propia

Según ANVA, los resultados son altamente significativos para el factor humus, factor variedad y la interacción humus y variedad en donde sus efectos yacieron estadísticamente diferentes;

El CV de 5,30 % es aprobado para el ensayo. Por lo cual, para el humus y variedad objetamos la hipótesis nula, reconocemos la hipótesis alterna, para la interacción humus por variedad se acepta la hipótesis alterna y objetamos la hipótesis nula.

**Tabla 32**  
*Análisis de varianza de efecto simple para número de hojas a los 60 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en b <sub>1</sub>	3	431,210	143,737	9,661	3,24 - 5,29	**
A en b <sub>2</sub>	3	57,183	19,061	1,281	3,24 - 5,29	NS
B en a <sub>0</sub>	1	302,460	302,460	20,329	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>1</sub>	1	73,500	73,500	4,940	4,49 - 8,33	*
B en a <sub>2</sub>	1	883,307	883,307	59,369	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>3</sub>	1	174,960	174,960	11,759	4,49 - 8,33	**
Error	16	1913,673	14,878			

Fuente: Elaboración propio \*\* (Altamente significativo) \*(Significativo) NS ( No significativo)

Según los resultados se registró alta significancia estadística al combinar la variedad con a<sub>0</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub> y significancia en a<sub>1</sub>. Existe diferencia altamente significativa al combinar el factor humus con b<sub>1</sub>, pero no se halló diferencias estadísticas al combinar el factor humus con b<sub>2</sub> (variedad Pátula).

**Tabla 33**

*Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas a los 60 días humus x variedad*

A en b <sub>1</sub>	N°	Sig 0,05	A en b <sub>2</sub>	N°	Sig 0,05
a <sub>2</sub>	89,27	a	a <sub>1</sub>	68,87	a
a <sub>0</sub>	80,27	b	a <sub>0</sub>	66,07	a
a <sub>1</sub>	75,87	c	a <sub>2</sub>	65,00	a
a <sub>3</sub>	73,60	d	a <sub>3</sub>	62,80	a

Fuente: Elaboración propia

En el presente tabla nos indica que humus demuestra diferencias estadísticas al combinar con factor variedad existiendo un promedio alto cuando se mezcla a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> con 89,27 continuado del a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> con 80,27 quedando como último lugar la composición a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> con 62,80.

**Tabla 34**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas a los 60 días variedad x humus*

B en a <sub>0</sub>	N°	Sig 0,05	B en a <sub>1</sub>	N°	Sig 0,05	B en a <sub>2</sub>	N°	Sig 0,05	B en a <sub>3</sub>	N°	Sig 0,05
b <sub>1</sub>	80,27	a	b <sub>1</sub>	75,87	a	b <sub>1</sub>	89,27	a	b <sub>1</sub>	73,60	a
b <sub>2</sub>	66,07	b	b <sub>2</sub>	68,87	b	b <sub>2</sub>	65,00	b	b <sub>2</sub>	62,80	b

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla nos demuestra que la variedad muestra diferencias estadísticas al combinar con los niveles de humus habiendo obtenido el mayor promedio b<sub>1</sub>a<sub>3</sub> con 89,27 hojas seguidas por b<sub>1</sub>a<sub>0</sub> con 80,27 hojas quedando con menor promedio la combinación b<sub>2</sub>a<sub>3</sub> con 62,80 hojas.

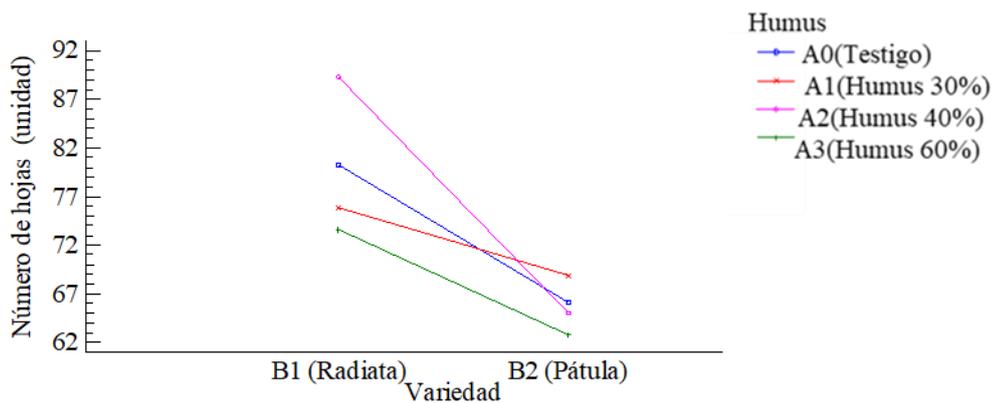


Figura 8. Interacción humus x variedad para número de hojas a los 60 días

Fuente: Elaboración propia

Se muestra claramente que a<sub>2</sub> humus al 40 % combinado con b<sub>1</sub> variedad radiata tiene mayor efecto seguido por a<sub>0</sub> testigo combinado con b<sub>1</sub> respectivamente, figura 8.

#### 4.2.4. Longitud de raíz (cm) a los 60 días

Tabla 35  
Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 60 días

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	19,540	6,513	19,347	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	24,807	24,807	73,683	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	13,780	4,593	13,644	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	5,387	0,3367			
Total	23	63,513				

CV = 12,94 %

\*\* (Altamente significativa)

Fuente: Elaboración propia

Según ANVA para longitud de raíz de plántulas de pino, humus, variedad y la interacción humus por variedad los efectos indican alta significancia estadística

donde sus resultados fueron diferentes; por lo cual, se necesita efectuar el análisis de efectos simples.

El CV de 12,94 % es aprobado para el ensayo. Por lo tanto, para humus, variedad y la interacción humus por variedad aceptamos la  $H_a$  y objetamos la  $H_o$ .

**Tabla 36**

*Análisis de varianza de efectos simples para longitud de raíz (cm) a los 60 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en $b_1$	3	32,973	10,991	32,647	3,24 - 5,29	**
A en $b_2$	3	0,347	0,116	0,343	3,24 - 5,29	NS
B en $a_0$	1	6,407	6,407	19,030	4,49 - 8,33	**
B en $a_1$	1	1,927	1,927	5,723	4,49 - 8,33	*
B en $a_2$	1	29,927	29,927	88,891	4,49 - 8,33	**
B en $a_3$	1	0,327	0,327	0,970	4,49 - 8,33	NS
Error	16	63,513	0,337			

Fuente: Elaboración propia NS(No significativo) \*\* (Altamente significativo) \*( Significativo)

Según los resultados en la tabla 36, se halló alta significancia estadística al combinar humus con  $b_1$ , no se halló significancia cuando se incorpora el factor humus con  $b_2$ .

Se aprecia diferencia altamente significativa cuando se incorpora la variedad en humus  $a_0, a_2$ , se halló significancia cuando se incorpora el factor variedad con  $a_1$ , no se halló significancia cuando se incorpora el factor variedad con  $a_3$ .

**Tabla 37**

*Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz (cm) a los 60 días humus x variedad*

A en b <sub>1</sub>	Cm	Sig 0,05	A en b <sub>2</sub>	Cm	Sig 0,05
a <sub>2</sub>	8,13	a	a <sub>2</sub>	3,67	a
a <sub>0</sub>	5,53	b	a <sub>1</sub>	3,53	a
a <sub>1</sub>	4,67	bc	a <sub>0</sub>	3,47	a
a <sub>3</sub>	3,67	c	a <sub>3</sub>	3,20	a

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados hallados en la tabla 37 de efectos simples. Es evidente que humus presenta diferencias estadísticas cuando se incorpora con los niveles de variedad obteniendo el mayor promedio se registró a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> con 8,13 cm continuado del a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> con 5,53 c.m el de mínimo promedio es la composición a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> con 3,20 cm.

**Tabla 38**

*prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz a los 60 días variedad x humus*

B en a <sub>0</sub>	Cm	Sig 0,05	B en a <sub>1</sub>	Cm	Sig 0,05	B en a <sub>2</sub>	cm	Sig 0,05	B en a <sub>3</sub>	Cm	Sig 0,05
b <sub>1</sub>	5,53	a	b <sub>1</sub>	4,67	a	b <sub>1</sub>	8,13	a	b <sub>1</sub>	3,67	a
b <sub>2</sub>	3,47	b	b <sub>2</sub>	3,53	b	b <sub>2</sub>	3,67	b	b <sub>2</sub>	3,20	a

Fuente: Elaboración propia

La combinación que mayor promedio obtuvo fue b<sub>1</sub>a<sub>2</sub> (variedad radiata + humus 40 %) con 8,13 cm seguido del b<sub>1</sub>a<sub>0</sub> (variedad radiata + testigo) con 5,53 cm el de mínimo promedio es la composición b<sub>2</sub>a<sub>3</sub> (variedad pátula + humus 30 %) con 3,20 cm respectivamente.

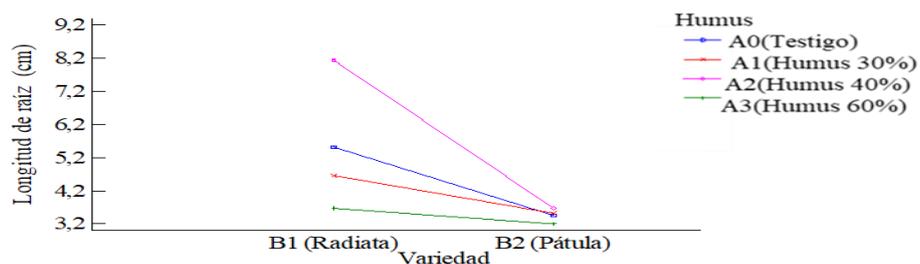


Figura 9. Interacción humus x variedad de longitud de raíz a los 60 días

Fuente: Elaboración propia

Se observa que a<sub>2</sub> (humus 40 %) obtiene mayores resultados mezclado con b<sub>1</sub> (variedad radiata) seguido por a<sub>0</sub> (sustrato testigo) con b<sub>1</sub> (variedad radiata)

#### 4.2.5. Número de raíz (unidad) a los 60 días

Tabla 39

Análisis de varianza de número de raíces a los 60 días

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	18,258	6,086	11,818	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	60,802	60,802	118,061	4,49 - 8,33	**
Inter Ax B	3	11,298	3,766	7,313	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	8,240	0,5150			
Total	23	98,598				

CV: 10,26 %    \*\* (Altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

Número de raíces de plántulas de pino a los 60 días se muestra en la tabla 39 del ANVA, nos indica que humus, variedad y la interacción humus por variedad muestra resultados altamente significativos. El CV de 10,26 % es apto para el ensayo y está dentro de las condiciones constituidos. Por lo tanto, para el factor



con variedad quedando con el promedio más alto  $a_1b_1$  con 10,00 raíces sucesivo del  $a_3b_1$  con 9,13 raíces quedando como último lugar las combinaciones  $a_2b_2$  y  $a_3b_2$  respectivamente.

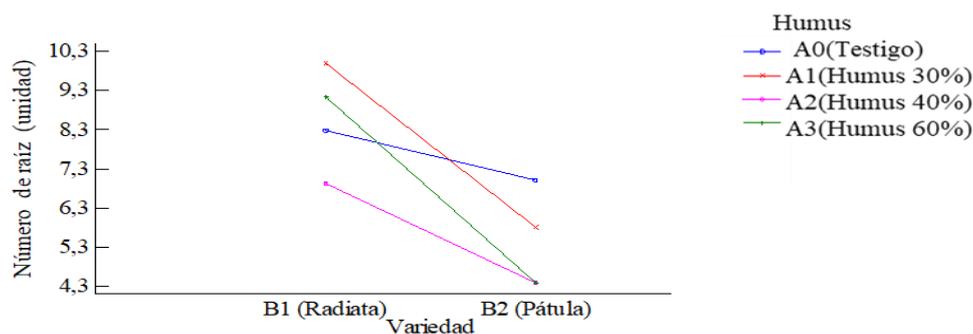
**Tabla 42**

*Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíces a los 60 días de variedad x humus*

B en	N°	Sig	B en	N°	Sig	B en	N°	Sig	B en	N°	Sig
$a_0$		0,05	$a_1$		0,05	$a_2$		0,05	$a_3$		0,05
$b_1$	8,27	a	$b_1$	10,00	a	$b_1$	6,93	a	$b_1$	9,13	a
$b_2$	7,00	b	$b_2$	5,80	b	$b_2$	4,40	b	$b_2$	4,40	b

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos Duncan 0,05 nos indican que la variedad demuestra diferencias estadísticas cuando se mezcla con humus obteniendo el promedio más alto con  $b_1a_1$  con 10,00 raíces proseguido por  $b_1a_3$  con 9,13 raíces quedando con el menor promedio las combinaciones  $b_2a_2$  con 4,40 raíces y  $b_2a_3$  con 4,40 raíces respectivamente.



*Figura 10.* Interacción humus x variedad para número de raíz a los 60 días

Fuente: Elaboración propia

Según la figura nos indica que  $a_1$  humus 30 % tiene mayor efecto combinado con  $b_1$  variedad Radiata seguido por  $a_3$  humus 60 % combinado con  $b_1$  respectivamente.

### 4.3. Tercera evaluación

#### 4.3.1. Porcentaje de prendimiento a los 90 días

**Tabla 43**

*Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento a los 90 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	37,833	12,611	7,567	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	104,167	104,167	62,500	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	3,167	1,056	0,633	3,24 - 5,29	NS
Error Experimental	16	26,667	1,6667			
Total	23	171,833				

CV: 1,34 %

\*\* (Altamente significativo)

NS (No significativo )

Fuente: Elaboración propia

Porcentaje de prendimiento a los 90 días se muestra en la tabla 43 del ANVA, para el humus y variedad los efectos son altamente significativos por lo que sus efectos fueron estadísticamente diferentes. Mientras la interacción humus por variedad muestra no significativo, se entiende que los componentes importantes intervinieron independientemente uno al otro. El CV de 1,34 % es admisible para el ensayo. Por lo tanto, para la interacción humus por variedad reconocemos la hipótesis nula y objetamos la alterna.

**Tabla 44**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 para porcentaje de prendimiento a los 90 días para factor Humus*

Humus	%	Sig 0,05	O.M
Humus 30 %	98,00	a	1°
Humus 40 %	97,33	ab	2°
Humus 60 %	96,33	ab	3°
Testigo	94,67	c	4°

Fuente: Elaboración propia

Tal como se aprecia en la tabla 44 para porcentaje de prendimiento en la tercera evaluación (90 días). Se observa que el humus al 30 % a<sub>1</sub> alcanzó el promedio más alto con 98,00 % estadísticamente es diferente entre el tratamiento continuado de a<sub>2</sub> humus 40 % con un promedio de 97,33 % y el último lugar el sustrato testigo a<sub>0</sub> con 94,67%.

**Tabla 45**  
*Prueba de significación de Duncan 0,05 para porcentaje de prendimiento (%) a los 90 días para el factor variedad*

Variedad	%	Sig	O.M
b1: P. Radiata	98,67	a	1°
b2: P. Pátula	94,50	b	2°

Fuente: Elaboración propia

Evaluación al tercer mes que se muestra en la tabla 45 de la prueba de Duncan, indica que la variedad Radiata b<sub>1</sub> logró mayor promedio con 98,67 % seguido del b<sub>2</sub> variedad Pátula con un promedio de 94,50 % respectivamente.

#### 4.3.2. Altura de plántulas de pino (cm) a los 90 días

**Tabla 46**  
*Análisis de varianza de altura de plántulas de pino (cm) a los 90 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	7,571	2,524	12,042	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	27,094	27,094	129,274	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	3,521	1,174	5,600	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	3,353	0,2096			
Total	23	41,540				

CV: 7,97 %

\*\* (Altamente significativa)

Fuente: Elaboración propia

Altura de plántulas de pino a los 90 días se muestra en la tabla 46 del ANVA. Se encontró alta significancia estadística para el humus, variedad y la interacción humus por variedad, por lo que se puede observar que sus efectos fueron estadísticamente diferentes. El CV de 7,97 % es admisible para el experimento. Por lo tanto, para el humus, variedad y la interacción humus por variedad admitimos la alterna y objetamos la nula.

**Tabla 47**

*Análisis de varianza de efecto simple para altura plántulas de pino (cm) a los 90 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en b1	3	10,443	3,481	16,608	3,24 - 5,29	**
A en b2	3	0,650	0,217	1,034	3,24 - 5,29	NS
B en a0	1	1,215	1,215	5,797	4,49 - 8,33	*
B en a1	1	7,260	7,260	34,640	4,49 - 8,33	**
B en a2	1	13,500	13,500	64,414	4,49 - 8,33	**
B en a3	1	8,640	8,640	41,225	4,49 - 8,33	**
Error	16	41,540	0,210			

Fuente: Elaboración propio

SN (No significativo)

\*\* (Altamente significativa)

Altura de plántulas a los 90 días se muestra en la tabla 47 el análisis de efectos simples, no se halló significancia estadística al combinar el Factor A humus con variedades b<sub>2</sub>, se halló alta significancia en el factor A humus con b<sub>1</sub>, sin embargo. Para el factor B variedad se encontró significancia cuando se combina con humus a<sub>0</sub> (testigo) y altamente significativo cuando se combina con a<sub>1</sub> (humus 30 %), a<sub>2</sub> (humus 40 %) y a<sub>3</sub> (humus 60 %).

**Tabla 48**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para altura de plántulas de pino (cm) a los 90 días humus x variedad*

A en b1	Cm	Sig 0,05	A en b2	Cm	Sig 0,05
a <sub>2</sub>	8,07	a	a <sub>2</sub>	5,07	a
a <sub>1</sub>	6,87	b	a <sub>1</sub>	4,67	b
a <sub>3</sub>	6,87	bc	a <sub>0</sub>	4,53	b
a <sub>0</sub>	5,43	d	a <sub>3</sub>	4,47	b

Fuente: Elaboración propia

Análisis de significancia de Duncan al 0,05 a la tercera evaluación (90 días). Se muestra para efectos simples que el humus muestra diferencia estadística al combinar con los niveles de variedad registrando el mayor promedio en a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> 8,07 cm proseguido de a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> 6,87 cm quedando con menor promedio la combinación a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> con 4,47 cm mutuamente.

**Tabla 49**

*Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples de altura de plántulas de pino (cm) a los 90 días variedad x humus*

B en	cm	Sig	B en	Cm	Sig	B en	cm	Sig 0,05	B en	Cm	Sig
a <sub>0</sub>		0,05	a <sub>1</sub>		0,05	a <sub>2</sub>			a <sub>3</sub>		0,05
b <sub>1</sub>	5,43	a	b <sub>1</sub>	6,87	a	b <sub>1</sub>	8,07	a	b <sub>1</sub>	6,87	a
b <sub>2</sub>	4,53	a	b <sub>2</sub>	4,67	b	b <sub>2</sub>	5,07	b	b <sub>2</sub>	4,47	b

Fuente: Elaboración propia

Altura de plántulas al tercer mes de evaluación. Se muestra que la variedad obtuvo mayor promedio en la combinación b<sub>1</sub>a<sub>2</sub> con 8,07 cm proseguido de b<sub>1</sub>a<sub>1</sub> con 6,87 cm quedando con el menor promedio la combinación b<sub>2</sub>a<sub>3</sub> con 4,47 cm de altura.

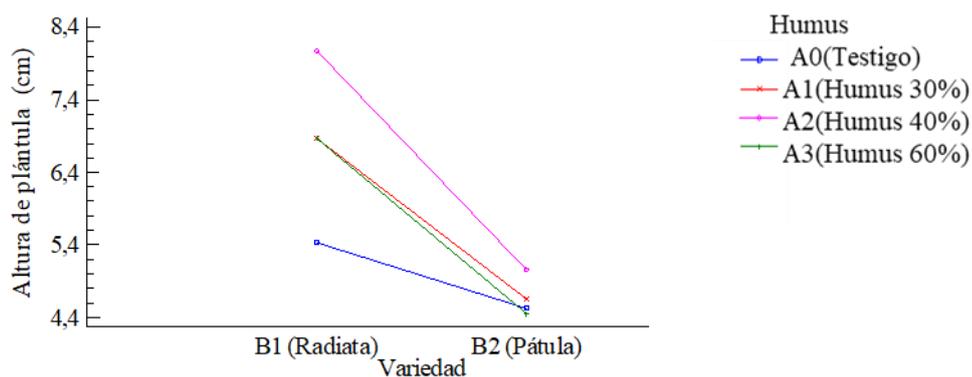


Figura 11. Interacción humus x variedad para la altura de plántula a los 90 días

Fuente: Elaboración propio

La presente figura nos indica que a<sub>2</sub> humus 40 % combinado con b<sub>1</sub> variedad Radiata muestra mayor efecto seguido por a<sub>1</sub> humus 30 % combinado con b<sub>1</sub>.

#### 4.3.3. Número de hojas (unidad) a los 90 días

Tabla 50

Análisis de varianza de número de hojas (unidad) a los 90 días

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	67,020	22,340	1,331	3,24 - 5,29	NS
Variedad	1	1607,207	1607,207	95,734	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	742,673	247,558	14,746	3,24 - 5,29	**
Error experimental	16	268,613	16,7883			
Total	23	2685,513				

CV: 4,72 %

NS (No significativo)

\*\*(Altamente significativo)

Fuente: Elaboración propio

Según ANVA en la presente tabla, para el humus se observa que no hubo significancia, mientras tanto en el factor variedad y la interacción humus por

variedad se halló resultados altamente significativos por lo cual sus efectos fueron estadísticamente diferentes.

El CV de 4,72 % es apropiado para el ensayo y está dentro de las condiciones constituido en los ensayos.

Es así, para el humus objetamos la  $H_a$  y accedemos la  $H_o$ , para variedad y la interacción humus por variedad objetamos la  $H_o$  y admitimos la  $H_a$ .

**Tabla 51**  
*Análisis de varianza de efectos simples para número de hojas de plántulas de pino a los 90 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 - 0,01	Sig
A en $b_1$	3	285,933	95,311	5,677	3,24 - 5,29	**
A en $b_2$	3	523,760	174,587	10,399	3,24 - 5,29	**
B en $a_0$	1	9,127	9,127	0,544	4,49 - 8,33	NS
B en $a_1$	1	912,667	912,667	54,363	4,49 - 8,33	**
B en $a_2$	1	897,927	897,927	53,485	4,49 - 8,33	**
B en $a_3$	1	530,160	530,160	31,579	4,49 - 8,33	**
Error	16	2685,513	16,788			

Fuente: Elaboración propia      \*\* (Altamente significativa)      NS (No significativo)

Tal como se aprecia en la prueba de Duncan 0,05 en la tabla 51. Se halló alta significancia estadística al combinar humus con  $b_1$  y  $b_2$ . Para el factor variedad se halló resultados altamente significativas al combinar con  $a_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  mientras tanto para el  $a_0$  no se encontró significancia.

**Tabla 52**

*Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples de números de hojas a los 90 días humus x variedad*

A en b <sub>1</sub>	N°	Sig 0,05	A en b <sub>2</sub>	N°	Sig 0,05
a <sub>2</sub>	99,93	a	a <sub>0</sub>	89,93	a
a <sub>1</sub>	98,53	ab	a <sub>2</sub>	75,47	b
a <sub>3</sub>	93,67	ab	a <sub>3</sub>	74,87	b
a <sub>0</sub>	87,47	c	a <sub>1</sub>	73,87	b

Fuente: Elaboración propio

En la tabla 52. Se muestra que el humus tuvo diferencias estadísticas al combinar con los niveles de variedad optando el mayor promedio a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> con 99,93 hoja proseguida del a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> con 98,53 hojas quedando con el menor promedio la combinación a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> con 73,87 foliolos.

**Tabla 53**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas a los 90 días variedad x humus*

B en a <sub>0</sub>	N°	Sig.	B en a <sub>1</sub>	N°	Sig.	B en a <sub>2</sub>	N°	Sig.	B en a <sub>3</sub>	N°	Sig.
		0,05			0,05			0,05			0,05
b <sub>2</sub>	89,93	a	b <sub>1</sub>	98,53	a	b <sub>1</sub>	99,93	a	b <sub>1</sub>	93,67	a
b <sub>1</sub>	87,47	a	b <sub>2</sub>	73,87	b	b <sub>2</sub>	75,47	b	b <sub>2</sub>	74,87	b

Fuente: Elaboración propio

En la tabla 53. Se aprecia que la variedad tuvo diferencias estadísticas al combinar los niveles de humus quedando con un promedio alto b<sub>1</sub>a<sub>2</sub> con 99,93 hoja continuada del b<sub>1</sub>a<sub>1</sub> con 98,53 hojas quedando como último lugar la combinación b<sub>2</sub>a<sub>1</sub> con 73,87 hojas.

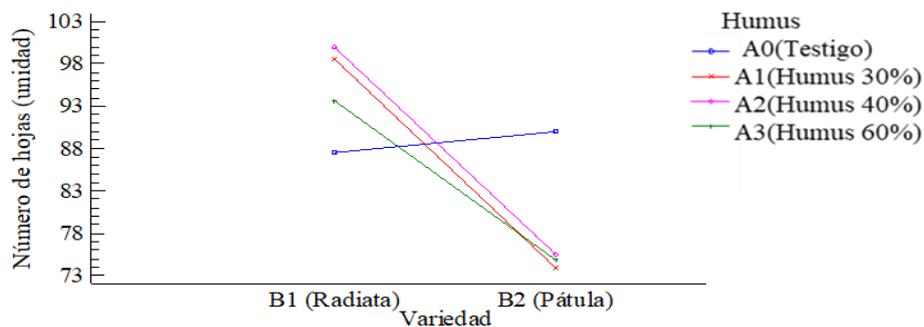


Figura 12. Interacción humus por variedad para número de hojas a los 90 días

Fuente: Elaboración propio

La interacción humus por variedad de número de hojas a la tercera evaluación (90 días) nos explica que a<sub>2</sub> humus al 40 % combinado con b<sub>1</sub> variedad Radiata tiene mayor efecto seguido por a<sub>1</sub> humus 30 % combinado con b<sub>1</sub> respectivamente.

#### 4.3.4. Longitud de raíz (cm) a los 90 días

Tabla 54

Análisis de varianza de longitud de raíz (cm) a los 90 días

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	4,605	1,535	1,225	3,24 - 5,29	NS
Variedad	1	52,215	52,215	41,661	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	11,485	3,828	3,055	3,24 - 5,29	NS
Error Experimental	16	20,053	1,2533			
Total	23	88,358				

C.V: 16,61 %

NS ( No significativo )

\*\* (Altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

Según ANVA para longitud de raíz al tercer evaluación, para el factor humus y la interacción de humus por variedad los efectos son no significativos. Por lo cual en el campo experimental fue uniforme. Mientras tanto para la variedad se halló

resultados altamente significativos por lo cual sus efectos fueron estadísticamente diferentes. El CV de 16,61 % es apto para el ensayo y está adentro de las condiciones constituido en los ensayos.

**Tabla 55**

*Prueba de significancia de Tukey 0,05 de longitud de raíz a los 90 días para variedad*

Variedad	CM	Significación 0,05	O.M
b <sub>1</sub> : P. Radiata	8,217	a	1°
b <sub>2</sub> : P. Pátula	5,267	b	2°

Fuente: Elaboración propio

Longitud de raíz a los 90 días (tercera evaluación). La variedad b<sub>1</sub> ocupa el primer lugar con 8,217 cm y segundo lugar la variedad b<sub>2</sub> con un promedio de 5,267 cm.

#### 4.3.5. Número de raíces (unidad) a los 90 días

**Tabla 56**

*Análisis de varianza de número de raíces (unidad) a los 90 días*

FV	G.L	S.C	C.M	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	29,473	9,824	22,499	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	0,107	0,107	0,244	4,49 - 8,33	NS
Inter AxB	3	30,493	10,164	23,277	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	6,987	0,4367			
Total	23	67,060				

CV: 9,65 %

NS (No significativo)

\*\* (Altamente significativa)

Fuente: Elaboración propio

Según ANVA, los resultados son altamente significativos para el factor humus y la interacción humus por variedad mientras tanto para variedad se halló resultados

no significativos. El CV de 9,65 % indica confiable el ensayo.

**Tabla 57**

*Análisis de varianza de efectos simples para número de raíces a los 90 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 - 0,01	Sig
A en b <sub>1</sub>	3	3,130	1,043	2,389	3,24 - 5,29	NS
A en b <sub>2</sub>	3	56,837	18,946	43,387	3,24 - 5,29	**
B en a <sub>0</sub>	1	0,167	0,167	0,382	4,49 - 8,33	NS
B en a <sub>1</sub>	1	11,760	11,760	26,931	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>2</sub>	1	16,007	16,007	36,656	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>3</sub>	1	2,667	2,667	6,107	4,49 - 8,33	*
Error	16	67,060	0,437			

Fuente: Elaboración propio NS (No significativo) \* (Significativo) \*\* (Altamente significativa)

En el presente tabla se muestra que para humus no se halló significancia cuando se combina con b<sub>1</sub> y se observa alta significancia al combinar con b<sub>2</sub>, en el Factor variedades se halló altamente significativa al realizar la combinación con a<sub>1</sub> y a<sub>2</sub>, mientras tanto en a<sub>0</sub> se muestra significancia estadística.

**Tabla 58**

*Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíces a los 90 días de humus y variedad*

A en b <sub>1</sub>	Cm	Sig 0,05	A en b <sub>2</sub>	cm	Sig 0,05
a <sub>3</sub>	7,80	a	a <sub>2</sub>	9,93	a
a <sub>2</sub>	6,67	ab	a <sub>0</sub>	6,93	b
a <sub>1</sub>	6,60	b	a <sub>3</sub>	6,47	bc
a <sub>0</sub>	6,60	b	a <sub>1</sub>	3,80	c

Fuente: Elaboración propio

En el presente tabla se puede apreciar que el humus demuestra diferencias estadísticas cuando se realiza la combinación  $a_2b_2$  con 9,93 cm continuado del  $a_3b_1$  con 7,80 cm quedando con el menor promedio es la combinación  $a_1b_2$  con 3,80 cm mutuamente.

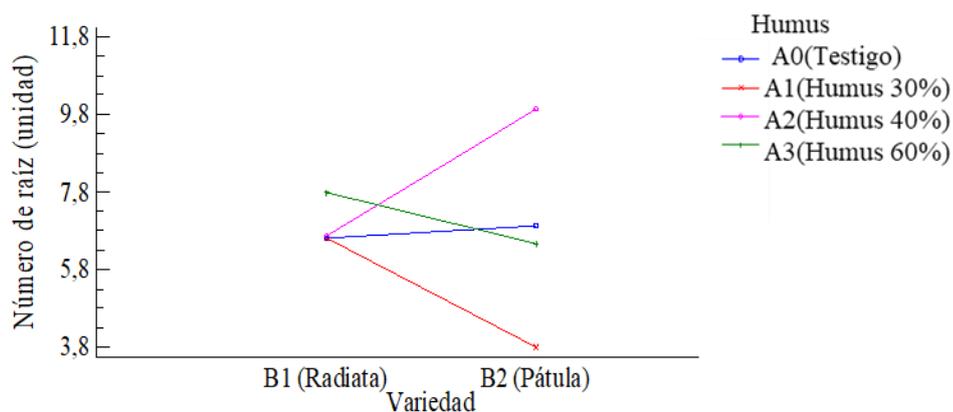
**Tabla 59**

*Prueba de significación de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíces a los 90 días de variedad x humus*

B en	cm	Sig									
$a_0$		0,05	$a_1$		0,05	$a_2$		0,05	$a_3$		0,05
$b_2$	6,93	a	$b_1$	6,60	a	$b_2$	9,93	a	$b_1$	7,80	a
$b_1$	6,60	a	$b_2$	3,80	b	$b_1$	6,67	b	$b_2$	6,47	b

Fuente: Elaboración propio

Tabla 59. Se puede apreciar que la variedad muestra variaciones estadísticas al combinar con los niveles de humus quedando como primer lugar la combinación  $b_2a_2$  con 9,93 cm proseguido de  $b_1a_3$  con 7,80 cm quedando como último lugar la combinación  $b_2a_1$  con 3,80 cm.



*Figura 13. Interacción humus x variedad para número de raíces a los 90 días*

Fuente: Elaboración propio

Se aprecia que el a<sub>2</sub> humus 40 % tuvo mejores efectos combinado con b<sub>2</sub> variedad Pátula seguido por a<sub>3</sub> humus 60 % combinado con b<sub>1</sub> variedad Radiata respectivamente

#### 4.4. Cuarta evaluación

##### 4.4.1. Porcentaje (%) de prendimiento a los 120 días

**Tabla 60**

*Análisis de varianza para porcentaje de prendimiento a los 120 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 - 0,01	Sig
Humus	3	269,125	89,708	65,242	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	247,042	247,042	179,667	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	15,792	5,264	3,828	3,24 - 5,29	*
Error Experimental	16	22,000	1,3750			
Total	23	553,958				

CV: 1,27 %

\*\* (Altamente significativo)

\*(Significativo)

Fuente: elaboración propia

Porcentaje de prendimiento a los 120 días se muestra en la tabla 60 del ANVA, los resultados son altamente significativos para el humus y variedad, la interacción humus por variedad se encontró significancia estadística; indica que los componentes importantes intervinieron dependientes, es necesario realizar el análisis de efectos simples. El CV de 1,27 % es confiable para el ensayo.

**Tabla 61***Análisis de varianza de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 120 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en b <sub>1</sub>	3	186,250	62,083	45,152	3,24 - 5,29	**
A en b <sub>2</sub>	3	98,667	32,889	23,919	3,24 - 5,29	**
B en a <sub>0</sub>	1	24,000	24,000	17,455	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>1</sub>	1	54,000	54,000	39,273	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>2</sub>	1	80,667	80,667	58,667	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>3</sub>	1	104,167	104,167	75,758	4,49 - 8,33	**
Error	16	553,958	1,375			

Fuente: Elaboración propia

\*\* (altamente significativo)

Tal como se aprecia en la prueba de Duncan 0,05. Se halló alta significancia al combinar el humus con b<sub>1</sub> y b<sub>2</sub>. Existe diferencia altamente significativa al combinar la variedad con a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> y a<sub>3</sub>.

**Tabla 62***Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 120 días de humus x variedad*

A en b <sub>1</sub>	%	Sig 0,05	A en b <sub>2</sub>	%	Sig 0,05
a <sub>2</sub>	100,00	a	a <sub>2</sub>	92,67	a
a <sub>1</sub>	97,33	ab	a <sub>1</sub>	91,33	ab
a <sub>3</sub>	96,33	bc	a <sub>3</sub>	88,00	bc
a <sub>0</sub>	89,33	c	a <sub>0</sub>	85,33	c

Fuente: Elaboración propia

La presente tabla. Indica para humus diferencias estadísticas al combinar con los niveles de variedad siendo el promedio más alto la a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> con 100 % continuado del a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> con 97 % quedando como último la a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> con 85,33 % .

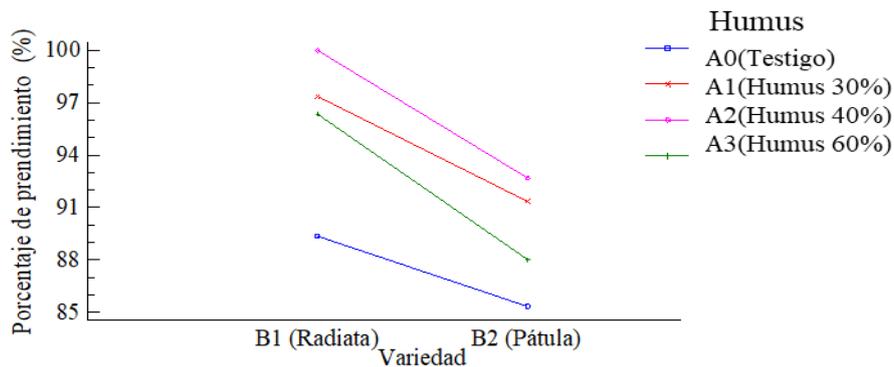
**Tabla 63**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples de porcentaje de prendimiento a los 120 días variedad por humus*

B en %	Sig	B en %	Sig	B en %	Sig	B en %	Sig				
a0	0,05	a1	0,05	a2	0,05	a3	0,05				
b <sub>1</sub>	89,33	a	b <sub>1</sub>	97,33	a	b <sub>1</sub>	100,00	a	b <sub>1</sub>	96,33	a
b <sub>2</sub>	85,33	b	b <sub>2</sub>	91,33	b	b <sub>2</sub>	92,67	b	b <sub>2</sub>	88,00	b

Fuente: Elaboración propia

En el presente tabla se aprecia que la variedad presenta diferencias estadísticas al realizar la combinación con los niveles de humus siendo el mayor promedio en la combinación b<sub>1</sub>a<sub>2</sub> con 100 % continuado del b<sub>1</sub>a<sub>1</sub> con 97.33 % quedando como último lugar la b<sub>2</sub>a<sub>0</sub> con 85,33 %.



*Figura 14. Interacción humus x variedad para porcentaje de prendimiento a los 120 días*

Fuente: Elaboración propia

Se observa la interacción de humus por variedad de porcentaje de prendimiento a los 120 días, nos muestra que el a<sub>2</sub> humus 40 % tiene mayor efecto combinado con b<sub>1</sub> variedad Radiata seguido por a<sub>1</sub> humus 30 % combinado con b<sub>1</sub> variedad radiata.

#### 4.4.2. Altura de la plántula (cm) a los 120 días

**Tabla 64**

*Análisis de varianza de altura de plántulas de pino (cm) a los 120 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	18,022	6,007	60,641	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	14,107	14,107	142,402	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	9,650	3,217	32,471	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	1,585	0,0991			
Total	23	43,363				

CV: 3,42 %

\*\* (Altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

Altura de plántulas de pino a los 120 días se muestra en la tabla 64 del ANVA, para el humus, variedad y la interacción humus por variedad los resultados son altamente significativos. El CV de 3,42 % es admisible para el ensayo.

**Tabla 65**

*Análisis de efectos simples de altura de plántulas de pino (cm) a los 120 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en b <sub>1</sub>	3	26,189	8,730	88,123	3,24 - 5,29	**
A en b <sub>2</sub>	3	1,483	0,494	4,988	3,24 - 5,29	*
B en a <sub>0</sub>	1	0,000	0,000	0,000	4,49 - 8,33	NS
B en a <sub>1</sub>	1	4,860	4,860	49,060	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>2</sub>	1	17,682	17,682	178,490	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>3</sub>	1	1,215	1,215	12,265	4,49 - 8,33	**
Error	16	43,363	0,099			

Fuente: Elaboración propia \*\* (Altamente significativo) \* (Significativo) NS (No significativo)

Según la tabla. Se halló alta significancia al combinar el humus con b<sub>1</sub> variedad radiata y significancia con b<sub>2</sub> variedad Pátula, existe alta importancia cuando se combina la variedad con los niveles de humus a<sub>1</sub>, b<sub>2</sub> y b<sub>3</sub>, no significativo cuando se combina con a<sub>0</sub> sustrato testigo.

**Tabla 66**  
*Prueba de significancia de Duncan de efectos simples de altura de plántula a los 120 días de humus por variedad*

A en b <sub>1</sub>	Cm	Sig	A en b <sub>2</sub>	Cm	Sig
a <sub>2</sub>	12,17	a	a <sub>2</sub>	8,73	a
a <sub>1</sub>	10,43	b	a <sub>1</sub>	8,63	a
a <sub>3</sub>	8,73	c	a <sub>0</sub>	8,50	ab
a <sub>0</sub>	8,50	d	a <sub>3</sub>	7,83	b

Fuente: Elaboración propia

Se muestra que el factor humus presenta diferencias estadísticas al combinar con los niveles de variedad existiendo el de promedio más alto la a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> con 12,17 cm continuado del a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> con 10,43 cm quedando como último lugar la a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> con 7,83 cm.

**Tabla 67**  
*Prueba de significancia de Duncan de efectos simples de altura de plántulas a los 120 días variedad por humus*

B en a <sub>0</sub>	Cm	Sig	B en a <sub>1</sub>	Cm	Sig	B en a <sub>2</sub>	Cm	Sig	B en a <sub>3</sub>	Cm	Sig
		0,05			0,05			0,05			0,05
b <sub>1</sub>	8,50	a	b <sub>1</sub>	10,43	a	b <sub>1</sub>	12,17	a	b <sub>1</sub>	8,73	a
b <sub>2</sub>	8,50	a	b <sub>2</sub>	8,63	b	b <sub>2</sub>	8,73	b	b <sub>2</sub>	7,83	b

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla. Indica que la variedad presenta diferencias estadísticas al combinar los niveles de humus. Siendo el mayor promedio  $b_{1a_2}$  con 12,17 cm continuado del  $b_{1a_1}$  con 10,43 cm quedando como último lugar la  $b_{2a_3}$  con 7,83 cm.

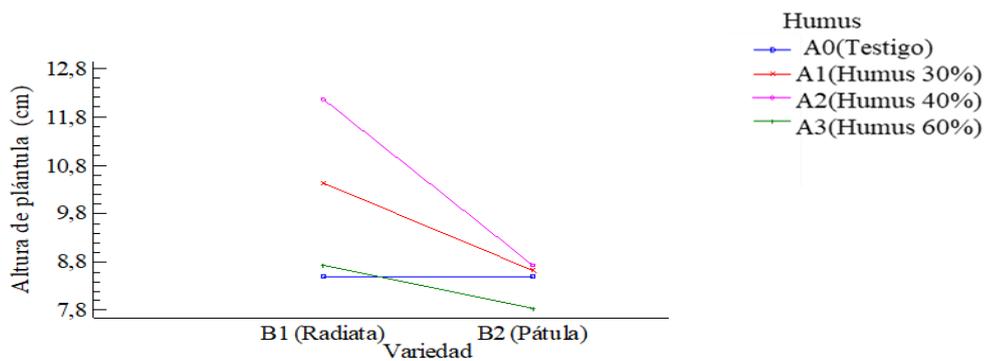


Figura 15. Interacción humus x variedad de altura de plántula a los 120 días

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico nos indica que  $a_2$  humus 40 % muestra mayor efecto combinado con  $b_1$  variedad Radiata seguido del  $a_1$  humus 30 % combinado con  $b_1$  mutuamente.

#### 4.4.3. Número de hojas (unidad) a los 120 días

Tabla 68

Análisis de varianza de número de hojas (unidad) a los 120 días

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 - 0,01	Sig
Humus	3	3071,182	1023,727	43,765	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	4250,682	4250,682	181,718	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	1398,068	466,023	19,923	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	374,267	23,3917			
Total	23	9094,198				

CV: 4,22 %

\*\* (Altamente significativo)

Fuente: Elaboración propia

Según ANVA. Para el humus, variedad e interacción humus por variedad existe alta significancia estadística sus efectos actuaron diferentes y es necesario realizar el análisis de efectos simples. El CV de 4,22 % es admisible para el experimento. Por lo cual, humus, variedad e interacción la objetamos la Ho y admitimos la Ha.

**Tabla 69**

*Análisis de varianza de efectos simples de número de hojas (unidad) a los 120 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en b <sub>1</sub>	3	2381,523	793,841	33,937	3,24 - 5,29	**
A en b <sub>2</sub>	3	2087,727	695,909	29,750	3,24 - 5,29	**
B en a <sub>0</sub>	1	79,935	79,935	3,417	4,49 - 8,33	NS
B en a <sub>1</sub>	1	1690,082	1690,082	72,251	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>2</sub>	1	489,607	489,607	20,931	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>3</sub>	1	3389,127	3389,127	144,886	4,49 - 8,33	**
Error	16	9094,198	23,392			

Fuente: Elaboración propia      NS (No significativo)    \*\* (Altamente significativo)

Según tabla menciona que se halló alta significancia estadística al combinar humus con variedades b<sub>1</sub> y b<sub>2</sub>, para el factor variedad existe diferencia altamente significativa cuando se mezcla con sus niveles del factor humus con a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> y a<sub>3</sub>, sin embargo, no significativo cuando se combina con a<sub>0</sub>.

**Tabla 70**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas (unidad) a los 120 días humus por variedad*

A en b <sub>1</sub>	N°	Sig	A en b <sub>2</sub>	N°	Sig
a <sub>2</sub>	138,20	a	a <sub>2</sub>	120,13	a
a <sub>1</sub>	137,93	ab	a <sub>1</sub>	104,37	b
a <sub>3</sub>	131,23	bc	a <sub>0</sub>	96,60	bc
a <sub>0</sub>	103,90	c	a <sub>3</sub>	83,70	c

Fuente: Elaboración propia

Como muestra los resultados en la tabla, indica que el humus presenta diferencias estadísticas cuando se combinan con los niveles de variedad habiendo obtenido con  $a_2b_1$  con 138,20 unidades como promedio alto continuado del  $a_1b_1$  con 137,93 unidades quedando como último lugar la  $a_3b_2$  con 83,70 unidades.

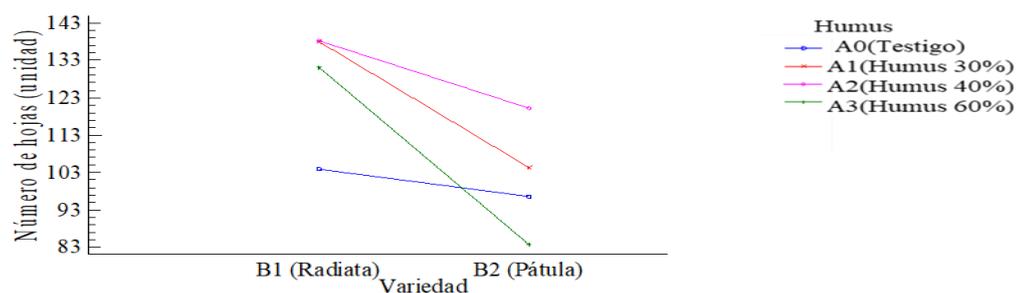
**Tabla 71**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de hojas (unidad) a los 120 días humus por variedad*

B en $a_0$	N°	Sig 0,05	B en $a_1$	N°	Sig 0,05	B en $a_2$	N°	Sig 0,05	B en $a_3$	N°	Sig 0,05
$b_1$	103,90	a	$b_1$	137,93	a	$b_1$	138,20	a	$b_1$	131,23	a
$b_2$	96,60	a	$b_2$	104,37	b	$b_2$	120,13	b	$b_2$	83,70	b

Fuente: Elaboración propio

Los resultados indican que la variedad presenta diferencias estadísticas cuando se mezcla con los niveles de humus obteniendo como mayor promedio  $b_1a_2$  (Variedad Radiata x humus 40 %) con 138,20 unidades. Seguido del  $b_1a_1$  (variedad radiata x humus 30 %) con 137,93 unidades, la de menor promedio  $b_2a_3$  (variedad Pátula x humus 60 %) con 83,70 unidades respectivamente.



*Figura 16. Interacción humus x variedad para número de hojas a los 120 días*

Fuente: Elaboración propia

La representación nos indica que el  $a_2$  humus 40 % ha obtenido el primer lugar combinado con  $b_1$  variedad radiata y  $b_2$  variedad Pátula, seguido por  $a_1$  humus 30 % combinado con  $b_1$  consecutivamente.

#### 4.4.4. Longitud de raíz (cm) a los 120 días

**Tabla 72**

*Análisis de varianza de longitud de raíz a los 120 días en (cm)*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	35,715	11,905	15,596	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	168,010	168,010	220,101	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	12,158	4,053	5,309	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	12,213	0,7633			
Total	23	228,096				

CV: 8,35 %

\*\* (Altamente significativa)

Fuente: Elaboración propia

Longitud de raíz a los 120 días se muestra en la tabla 72 del ANVA, existe alta significancia estadística para el humus, variedad y la interacción humus por variedad. El CV de 8,35 % es apropiado para el ensayo. Por lo tanto, para el humus, variedad y la interacción impugnamos la  $H_0$  y admitimos la hipótesis alterna.

**Tabla 73**

*Análisis de varianza de efectos simples de longitud de raíz (cm) a los 120 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
A en $b_1$	3	30,709	10,236	13,410	3,24 - 5,29	**
A en $b_2$	3	17,163	5,721	7,495	3,24 - 5,29	**
B en $a_0$	1	17,340	17,340	22,716	4,49 - 8,33	**
B en $a_1$	1	29,482	29,482	38,622	4,49 - 8,33	**
B en $a_2$	1	65,340	65,340	85,598	4,49 - 8,33	**
B en $a_3$	1	68,007	68,007	89,092	4,49 - 8,33	**
Error	16	228,096	0,763			

Fuente: Elaboración propia

\*\* (Altamente significativo)

En la presente tabla se halló alta significancia estadística al combinar humus con variedad b<sub>1</sub> y b<sub>2</sub>, se encuentra diferencia altamente significativa al combinar el factor variedades con a<sub>0</sub>, a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub> y a<sub>3</sub>.

**Tabla 74**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz a los 120 días en (cm) para humus por variedad*

A en b <sub>1</sub>	Cm	Sig 0,05	A en b <sub>2</sub>	Cm	Sig 0,05
a <sub>2</sub>	15,50	a	a <sub>2</sub>	8,90	a
a <sub>1</sub>	13,23	b	a <sub>1</sub>	8,80	b
a <sub>3</sub>	12,67	bc	a <sub>0</sub>	7,63	c
a <sub>0</sub>	11,03	c	a <sub>3</sub>	5,93	d

Fuente: Elaboración propia

En el presente tabla se aprecia el humus presenta diferencias estadísticas al combinar la variedad siendo el promedio más alto a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> con 15,50 cm continuado del a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> con 13,23 cm habiendo quedado como último lugar la a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> con 5,93 cm.

**Tabla 75**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para longitud de raíz a los 120 días para variedad por humus*

B en	cm	Sig									
a <sub>0</sub>		0,05	a <sub>1</sub>		0,05	a <sub>2</sub>		0,05	a <sub>3</sub>		0,05
b <sub>1</sub>	11,03	a	b <sub>1</sub>	13,23	a	b <sub>1</sub>	15,50	a	b <sub>1</sub>	12,67	a
b <sub>2</sub>	7,63	b	b <sub>2</sub>	8,80	b	b <sub>2</sub>	8,90	b	b <sub>2</sub>	5,93	b

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla se detalla que la variedad muestra diferencias estadísticas al combinar el humus siendo el mayor promedio b<sub>1</sub>a<sub>2</sub> con 15,50 cm continuado del b<sub>1</sub>a<sub>1</sub> con 13,23 cm quedando como último lugar la mezcla b<sub>2</sub>a<sub>3</sub> con 5,93.

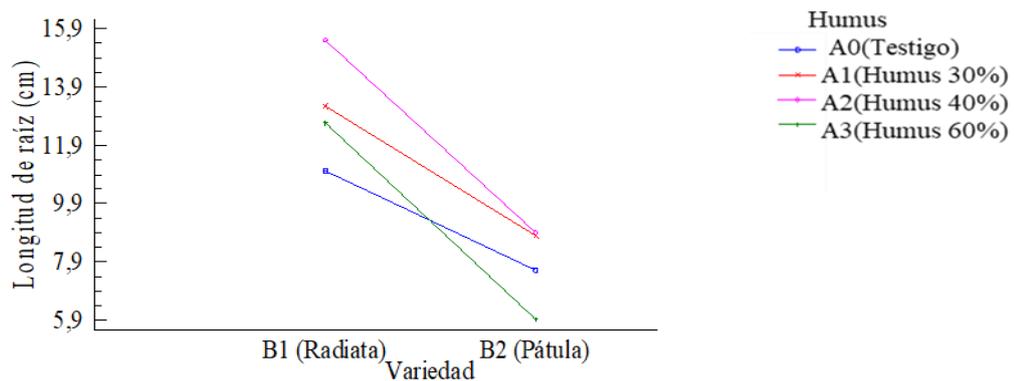


Figura 17. Interacción humus x variedad de longitud de raíz a los 120 días

Fuente: Elaboración propia

Encontramos que a<sub>2</sub> humus 40 % tiene mayor efecto combinado con b<sub>1</sub> variedad Radiata seguido del a<sub>1</sub> humus 30 % combinado con b<sub>1</sub>, de igual manera a<sub>2</sub> humus 40 % tiene mayor efecto combinado con b<sub>2</sub> variedad Pátula seguido por a<sub>1</sub> con b<sub>2</sub> correspondientemente.

#### 4.4.5. Número de raíz (unidad) a los 120 días

Tabla 76  
Análisis de varianza de número de raíz a los 120 días

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	23,900	7,967	22,028	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	26,882	26,882	74,327	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	3,885	1,295	3,581	3,24 - 5,29	*
Error Experimental	16	5,787	0,3617			
Total	23	60,453				

CV: 6,67 %

\*\* (Altamente significativo)

\*(Significativo)

Fuente: Elaboración propia

Número de raíz a los 120 días se muestra en la tabla 76 del ANVA, nos indica que existe alta significancia estadística para humus y variedad. Para la interacción

humus por variedad muestra significancia estadística. El CV de 6,67 % es aceptable para el experimento, para el humus, variedad y la interacción impugnamos la Ho y admitimos la alterna.

**Tabla 77**  
*Análisis de varianza de efectos simples de número de raíz a los 120 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 - 0,01	Sig
A en b <sub>1</sub>	3	22,769	7,590	20,985	3,24 - 5,29	**
A en b <sub>2</sub>	3	5,016	1,672	4,623	3,24 - 5,29	*
B en a <sub>0</sub>	1	2,407	2,407	6,654	4,49 - 8,33	*
B en a <sub>1</sub>	1	8,167	8,167	22,581	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>2</sub>	1	16,667	16,667	46,083	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>3</sub>	1	3,527	3,527	9,751	4,49 - 8,33	**
Error	16	60,453	0,362			

Fuente: Elaboración propia \*(significancia) \*\*(altamente significativa)

Según la tabla. Existe alta significancia estadística al combinar humus con b<sub>1</sub> variedad radiata los resultados son altamente significativo y con b<sub>2</sub> los resultados son significativos, se detalla diferencia altamente significativa al combinar la variedad con a<sub>1</sub> (humus 30 %), a<sub>2</sub> (humus 40 %), a<sub>3</sub> (humus 60 %) y cuando se combina con a<sub>0</sub> los resultados son significativos.

**Tabla 78**  
*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples para número de raíz a los 120 días para humus por variedad*

A en b <sub>1</sub>	N°	Sig 0,05	A en b <sub>2</sub>	N°	Sig 0,05
a <sub>2</sub>	11,83	a	a <sub>2</sub>	8,50	a
a <sub>1</sub>	10,80	ab	a <sub>1</sub>	8,47	ab
a <sub>3</sub>	9,50	c	a <sub>3</sub>	7,97	ab
a <sub>0</sub>	8,17	d	a <sub>0</sub>	6,90	c

Fuente: Elaboración propia

En la tabla nos indica que el humus presenta diferencias estadísticas al combinar con variedad siendo el promedio más alto la  $a_2b_1$  con 11,83 raíces continuado del  $a_1b_1$  con 10,80 raíces quedando como último lugar la mezcla  $a_0b_2$  con 6,90 raíces correspondientemente.

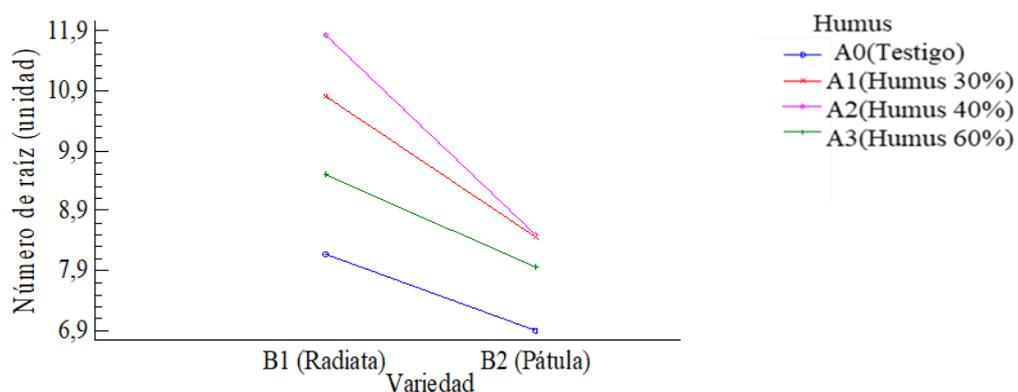
**Tabla 79**

*Prueba de significancia de Duncan de efectos simples para número de raíz a los 120 días para variedad por humus*

B en	N°	Sig	B en	N°	Sig	B en	N°	Sig	B en	N°	Sig
$a_0$		0,05	$a_1$		0,05	$a_2$		0,05	$a_3$		0,05
$b_1$	8,17	a	$b_1$	10,80	a	$b_1$	11,83	a	$b_1$	9,50	a
$b_2$	6,90	b	$b_2$	8,47	b	$b_2$	8,50	b	$b_2$	7,97	b

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla nos indica que la variedad presenta diferencias estadísticas al combinar con humus ocupando como el primer lugar la  $b_1a_2$  con 11,83 raíces continuado de  $b_1a_1$  con 10,80 raíces quedando como último lugar la  $b_2a_0$  con 6,90 raíces correspondientemente.



*Figura 18. Interacción humus x variedad de número de raíces a los 120 días*

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia la interacción humus x variedad, indica que a<sub>2</sub> humus 40% tiene mayores resultados mezclados con b<sub>1</sub> variedad radiata y b<sub>2</sub> variedad Patula seguido del a<sub>1</sub> humus 30 % combinado con b<sub>1</sub> correspondientemente.

#### 4.4.6. Materia seca de raíz (%) a los 120 días

**Tabla 80**

*Análisis de varianza de materia seca de raíz (%) a los 120 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 – 0,01	Sig
Humus	3	755,910	251,970	150,818	3,24 - 5,29	**
Variedad	1	157,147	157,147	94,061	4,49 - 8,33	**
Inter AxB	3	211,365	70,455	42,171	3,24 - 5,29	**
Error Experimental	16	26,731	1,6707			
Total	23	1151,153				

CV: 8,30 %

\*\*(Altamente significativa)

Fuente: Elaboración propia

Según ANVA, el humus, variedad y la interacción humus por variedad presenta resultados altamente significativos. El CV de 8,30 % es admisible para el experimento. Para el humus, variedad e interacción objetamos la hipótesis nula y accedimos la alterna.

**Tabla 81***Análisis de varianza de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 120 días*

FV	GL	SC	CM	F calculada	F tabular 0,05 - 0,01	Sig
A en b <sub>1</sub>	3	740,199	246,733	147,683	3,24 - 5,29	**
A en b <sub>2</sub>	3	227,076	75,692	45,306	3,24 - 5,29	**
B en a <sub>0</sub>	1	8,943	8,943	5,353	4,49 - 8,33	*
B en a <sub>1</sub>	1	4,086	4,086	2,446	4,49 - 8,33	NS
B en a <sub>2</sub>	1	353,928	353,928	211,845	4,49 - 8,33	**
B en a <sub>3</sub>	1	1,554	1,554	0,930	4,49 - 8,33	NS
Total	16	1151,153	1,671			

Fuente: Elaboración propia \*\* (Altamente significativa) \* (Significativo) NS (No significativo)

Tal como se aprecia en la prueba de Duncan 0,05 en la tabla 81, se halló alta significancia estadística al combinar humus con variedades b<sub>1</sub> (variedad Radiata) y b<sub>2</sub> (variedad Pátula). Presenta altamente significativa al combinar la variedad con a<sub>2</sub> (humus 40 %) y significativa cuando se combina el factor variedad con a<sub>0</sub> (Testigo), no se halló significancia estadística al combinar con a<sub>1</sub> (humus 30 %) y a<sub>3</sub> (humus al 60 %).

**Tabla 82***Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 120 días humus x variedad*

A en b <sub>1</sub>	%	Sig 0.05	A en b <sub>2</sub>	%	Sig 0,05
a <sub>2</sub>	29,95	a	a <sub>1</sub>	17,27	a
a <sub>1</sub>	18,92	b	a <sub>2</sub>	14,59	b
a <sub>3</sub>	15,46	c	a <sub>3</sub>	14,45	b
a <sub>0</sub>	8,17	d	a <sub>0</sub>	5,73	d

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados que muestra el presenta tabla de efectos simples de materia seca de raíz. Muestra que humus presenta diferencias estadísticas al combinar con la variedad quedando como primer lugar la  $a_2b_1$  con 29,95 % continuado de  $a_1b_1$  con 18,92 % quedando como último lugar la  $a_0b_2$  con 5,73 %.

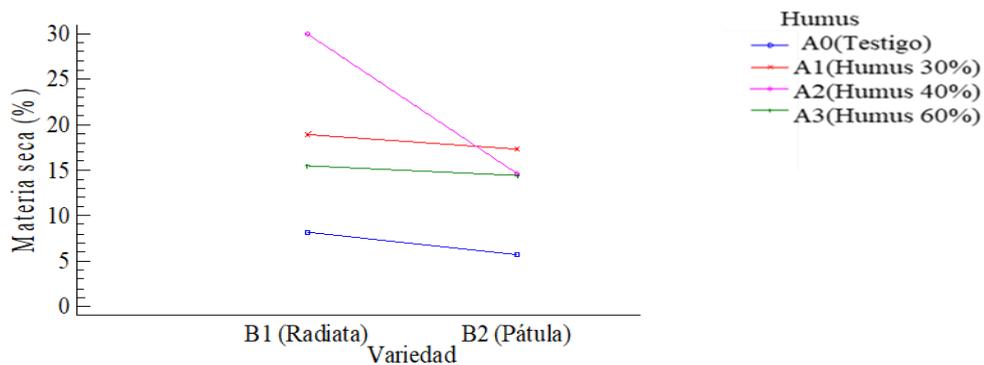
**Tabla 83**

*Prueba de significancia de Duncan 0,05 de efectos simples de materia seca de raíz (%) a los 120 días variedad x humus*

B en	%	Sig	B en	%	Sig	B en	%	Sig	B en	%	Sig
$a_0$		0,05	$a_1$		0,05	$a_2$		0,05	$a_3$		0,05
$b_1$	8,17	a	$b_1$	18,92	a	$b_1$	29,95	a	$b_1$	15,46	a
$b_2$	5,73	b	$b_2$	17,27	a	$b_2$	14,59	b	$b_2$	14,45	a

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla. La variedad indica diferencias estadísticas al combinar con el humus siendo el de mayor promedio  $b_1a_2$  con 29,95 % continuado del  $b_1a_1$  con 18,92 % la de menor promedio fue  $b_2a_0$  con 5,73 %.



*Figura 19. Interacción humus x variedad para materia seca de raíz a los 120 días*

Fuente: Elaboración propia

En la figura podemos observar que el  $a_2$  (humus 40 %) tiene mayor efecto combinado con  $b_1$  variedad radiata seguido del  $a_1$  (humus 30 %) combinado con  $b_1$  respectivamente.

## **4.5. Contrastación de hipótesis**

### **4.5.1. Hipótesis general**

Luego del ensayo, se ha logrado los resultados con la aplicación de tecnología de producción en vivero incrementó significativamente la producción de dos variedades de pino en el Distrito de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas Región Cusco.

Al realizar la prueba de significancia se observó que hay diferencias estadísticas en relación a las variables; porcentaje de prendimiento, altura de plántula, número de hojas, longitud de raíz, número de raíces y materia seca de la raíz.

### **4.5.2. Hipótesis específicas**

Una de las aplicaciones tecnológicas obtuvo un resultado positivo en la producción de plántulas de pino en vivero en el Distrito de Santo Tomás Provincia de Chumbivilcas Región Cusco.

Para la aplicación de tecnología las pruebas de significancia al 99 % de confianza y el análisis de varianza, demuestra diferencias estadísticas con relación a las variables.

Una variedad de pino tuvo efecto significativo en la producción de plántulas de pino en vivero.

### **4.5.3. Hipótesis estadísticas**

Para la aplicación de tecnología el análisis de varianza y las pruebas de significancia presenta diferencias estadísticas con relación a las variables.

Para la variedad de pino el análisis de varianza muestra diferencias estadísticas con las variables en evaluación

Para la interacción (humus por variedad) se efectuado el análisis estadístico de acuerdo de los resultados de análisis varianza y las pruebas de significancia con un nivel de confianza 99 %, presenta diferencias estadísticas con relación a las variables de estudiadas.

### **4.6. Discusión de resultados**

Las variables de respuesta obtuvieron comportamientos diferentes de uno al otro cabe destacar para las variables estudiadas con la aplicación de humus al 40 % tuvo mejor comportamiento en el desarrollo de las plántulas, así como también el desarrollo radicular y porcentaje de prendimiento. Caso de las variedades se mostró diferencia significativa, de acuerdo a los resultados logrados se menciona que  $a_2$  humus al 40 % obtuvo mayor resultado con  $b_1$  (variedad radiata) de la misma forma la interacción humus por variedad tubo diferencia notable con  $a_2$  (humus 40 %) +  $b_1$  (variedad radiata).

La aplicación de humus y variedad en el experimento incrementó significativamente la producción de plántulas de pino a los 120 días se alcanzó un 92,54 % de prendimiento en todo en experimento, donde el T5:  $a_2b_1$  (humus 40 % + variedad radiata) logró el 100 % de prendimiento, T6:  $a_2b_2$  (humus 40 % +

variedad pátula) logró 92,33 %, seguido por el T3: a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> (humus 30 % + variedad radiata) con 97,33 %, T4: a<sub>1</sub>b<sub>2</sub> (humus 30 % + variedad pátula) con 91,33 %, T7: a<sub>3</sub>b<sub>1</sub> (humus 60 % + variedad radiata) logro 96,33 % de prendimiento, T8: a<sub>3</sub>b<sub>2</sub> (humus 60 % + variedad pátula) con 88 % de prendimiento finalmente T1: a<sub>0</sub>b<sub>1</sub> (testigo + variedad radiata) con 89,33 % de prendimiento , T2: a<sub>0</sub>b<sub>2</sub> (testigo + variedad pátula) con 85,33 %.

Según los resultados obtenidos se encuentra la comparación con el siguiente investigador.

Sánchez (2013) ha obtenido con la aplicación de humus de Lombriz + 400, 800, 1 200 gr de micorriza + tierra agrícola y arena (T4, T5, T6). La capacidad germinativa de la semilla 93,5 84,2 y 80,3 %.

Cáceres (2013) ha llegado al siguiente resultado donde menciona que el mejor sustrato fue el sustrato 1 (tierra agrícola) con un 66,65 %.

Melgarejo (2017) a los 150 días obtuvo mayor número de plantas vivas con el tratamiento tierra micorrizada con una cantidad de 82,63 %, hongo fresco de 78,94 %, hongo molido 78,83, raicilla de pino 73,63 % y sin tratamiento 53,83 %.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

**Primera.** La producción de plántulas de pino con la aplicación de tecnología de producción en vivero, alcanzó el 92,54 % de prendimiento en todo en todo el experimento.

**Segunda.** Con la aplicación de tecnología de producción en vivero se logró obtener mayores resultados en el T5:  $a_2b_1$  (humus 40 % + variedad radiata) tuvo mayor efecto con un 100 % de prendimiento y T6:  $a_2b_2$  (humus 40 % + variedad pátula) tuvo mayor efecto con 92,66 % de prendimiento. De acuerdo a las evaluaciones efectuadas  $a_2$  humus 40 % obtuvo mejores resultados en las variedades en estudio. La variedad de igual forma tuvo un efecto en el porcentaje de prendimiento donde  $b_1$  (variedad radiata) tuvo mayor efecto con 100 % seguido por  $b_2$  (variedad pátula) con 92,66 %.

**Tercera.** Se evaluó el desarrollo radicular de las plántulas de pino a los 120 días donde se aprecia que T5 a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> logró mejores resultados en longitud de raíz con 15,50 cm, seguido del T3 a<sub>1</sub>b<sub>1</sub> con 13,23 cm.

**Cuarta.** El costo de la producción de plántulas de pino en vivero para la variedad radiata muestra un costo de s/ 0,54 en el T<sub>5</sub> combinación a<sub>2</sub>b<sub>1</sub>, en comparación de la variedad Pátula muestra un costo de s/ 0,58 en el tratamiento T<sub>6</sub> en la combinación a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>.

## **5.2. Recomendaciones**

**Primera.** Se recomienda utilizar la combinación a<sub>2</sub>b<sub>1</sub> en la producción de plántulas de pino en el vivero, porque se comprobó mayor efecto sobre las variables estudiadas.

**Segunda.** Se encarga seguir investigando la producción de plántulas de pino variedad pátula en diferentes pisos ecológicos con la combinación a<sub>2</sub>b<sub>2</sub>.

**Tercera.** Se recomienda utilizar plántulas de variedad radiata en condiciones de vivero, aplicar humus a<sub>2</sub> 40 %.

**Cuarta.** Sugiero realizar el proceso de desinfección para eliminar la presencia de enfermedades en el proceso de producción de plántulas de pino.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de desarrollo económico y comercio exterior – ADEX, Agencia de desarrollo económico y comercio exterior -. (2002). *Guía de lombricultura*. España: La Rioja.
- Aldama, R. (2012). *Análisis del crecimiento en plantaciones de Pinus radiata*. Lambayequea, Perú.
- Astadillo, A. (2012). *Estudio de pre factibilidad técnico-económica del diseño de una planta de lombricultura en base a residuos orgánicos para la producción de abono para la industria de viveros* (Tesis para optar título de ingeniero Civil Industrial) Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Asturnatura. (2005). *Pinus radiata*. recuperado el 10 de Diciembre del 2016 <http://www.asturnatura.com/especie/pinus-radiata.html>
- Barbado, J. (2004). *Cría de lombrices*. Argentina.
- Benzing, A. (2001). *Agricultura orgánica. Fundamentos para la región andina* neckar-verlag villingen-schwenningen. Recuperado el 23 de agosto del 2016 de [www.scielo.c](http://www.scielo.c)
- Cáceres, I. (2013). *Efecto de cristales hidrosolubles (hidrosorb®), frecuencias de riego y sustratos en el almacenado de pino Pinus radiata D. DON*. (Tesis inédita para optar el título de ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Carrera, J. (2008). *Estudio de evaluación de diferentes niveles de humus (4,5,6,Tn/Ha ) en la producción primaria del lolium explotación en el carton guano*. Provincia de Chimborazo.
- Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense - CEDECO. (2005). *Preparación y uso de Abonos orgánicos sólidos y líquidos. Serie Agricultura Orgánica N°07*. San José, Costa Rica.
- Dvorak, W. H. (2000). *Pinus patula*. In : *Conservation and Testing of Tropical and Subtropical Forest Tree Species*. CAMCORE Cooperative, College of Natural Resources, NCSU Raleigh, NC. USA.

- Espinosa, R. (2014). *Efecto de dos tratamientos pregerminativos y tres niveles diferentes de sustratos en la germinación de pino (Pinus radiata D. Don)* (Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Fernandez, I. (1996). *Manual de usuario Pinus radiata* . Recuperado el 22 de agosto del 2016 del. <http://www.agrobyte.com>.
- FONCODES. (2014). *Produccion y uso de abonos organicos biol compost y humus* . Lima, Peru.
- Food and Agriculture Organization - FAO. (1985). *Ensayos de especies forestales exóticas y guía para su zonificación en la sierra peruana*. Lima, Perú: Infor.
- Fossati, J., & Olivera, T. (1996). *Sustratos en Viveros Forestales: Programa de Repoblamiento Forestal*. COTESU. Cochabamba.
- Giron, A. (2005). *Estudio de factibilidad de la producción y comercialización del abono humus orgánico producido por la lombriz roja*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Granados, M. (2013). *Tesis producción de plantulas de pino (Pinus radiata) en mezclas de sustrato con hidrogel y tres niveles de riego, bajo condiciones de invernadero* (Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo) Universiada Nacional Santiago de Antúnez de Mayolo. Ancash.
- GOBIERNO REGIONAL CUSCO (2016). *Proyecto instalación y manejo de recursos forestales en las provincias de Chumbivilcas y Paruro*. Recuperado el 18 de enero del 2018 del. [www.dracusco.gob.pe](http://www.dracusco.gob.pe).
- Guido, J. (1984). *Estudio del sistema radicular en plantaciones demostrativas de Pinus radiata D. Don*. (Tesis para optar el título de ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional de Cajamarca. Peru.
- HOLANDN, P. F. (s/f). *Desarrollo forestal comunal en el Altiplano Boliviano*. Departamento de Potosí: Guía de Rotafolio - Especies Agroforestales.
- Huarhua, T. (2017). *Propagación vegetativa de esquejes de queñua (polylepis incana) con la aplicación de dos enraizadores naturales y tres tipos de sustratos en condiciones de vivero Cuajone, Torata* (Tesis inédita para

optar el título de ingeniero Agrónomo). Universidad José Carlos Mariátegui. Moquegua, Perú.

INFORME DE GESTION (2016). *Municipalidad provincial de Chumbivilcas 2015 - 2016. Recuperado el 18 de enero del 2018 del.* <https://munichumbivilcas.gob.pe>.

Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los Trópicos. Cooperación Técnica.* Republica Federal de Alemania: Traducido por Antonio Carrillo. GTZ. Eschborn.

Lopez, A. &. (2004). *Árboles en España. Manual de identificación.* Madrid: Mundiprensa.

Lopez, H. (2007). *Estudio del efecto de diferentes niveles de abono orgánico (humus), en la producción de forraje y semilla de pasto avena (Arrhenatherun elatius) aplicado en forma basal.* (Tesis de grado facultad de ciencias pecuarias). Escuela superior politecnico de Chimborazo Riobamba Ecuador.

Melgarejo, R. (2017). *Producción de plantones de pino (Pinus radiata D. DON) con cuatro tipos de micorrización en el distrito de San Marcos Provincia de Huari Region Ancash.* (Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo) Universidad José Carlos Mariátegui de Moquegua.

Monterrey, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos.* México: Limusa Wile.

Montoya, W. (2011). *Boletín "Establecimiento, manejo y mantención del cultivo de pino" Escuela Académico Profesional de Agronomía. UNASAM.* Huaraz.

Oliva, M. (2014). *manual vivero forestal para producción de plantones de especies forestales nativas: experiencia en.* Molinopampa. Amazonas, Perú.

Ospina. (2011). *Guías silviculturales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana: El Pinus patula Schl et Cham. FNC-Cenicafé.* Colombia.

Paredes, I. (2008). *Efecto de tres niveles de fertilización orgánica em bokashi y dos tratamientos pre germinativos en ciprés (cupressus sempervirens l.) en*

- vivero. (Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia.
- Peralta, A. (2007). *Estudio del tipo de envase en la calidad y costo de producción de Pinus pátula en vivero*. Tulancingo de Bravo, Hidalgo.
- RED DE SERVICIOS CUSCO SUR MICRO RED SANTO TOMÁS (2015). *Análisis de la situación actual de salud en la provincia de Chumbivilcas 2015. Recuperado el 17 de enero del 2018 del. [www.direacusco.gob.pe](http://www.direacusco.gob.pe)*.
- Rodriguez, R. (2010). *Manual de practicas de vivero forestal*. Mexico Editor@uaeh,edu,mx.
- Sánchez. (2013). *Influencia de sustratos activos para el crecimiento de pino (Pinus radiata DON) producidos bajo condiciones del vivero forestal en la comunidad de Cuticsa - Santo Tomas de Pata*. Angaraes Huancavelica.
- Semiabobio. (2004). *Resúmen de trabajos sobre micorrizas del Perú y el extranjero. Trabajo no publicado*. Perú.
- Servicio Nacional Forestal y de la Fauna Silvestre - SERFOR. (2015). *Anuario forestal*. Lima, Perú: Ministerio de Agricultura y Riego.
- Sierra, A. (1994). *La Auto ecología de Pinus radiata en la Cuenca de Mexico*. Serie Publicación Especial. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Solano, M. (2006). *Botánica sistemática. Separata del curso de taxonomía vegetal*. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Tosi, J. (1960). *Zonas de vida natural en el Instituto Interramec Agrícolas, zona Andina*. Perú.
- UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE DE ECUADOR. (2010). *Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales Ing. Forestal. Recuperado el 22 de abril del 2017. Ecuador : <http://repositorio.utn.ec/handle/>*
- Valenzuela, D. (2009). *Evaluación del comportamiento de procedencias de Pinus patula Schlect. et Cham en la Provincia de Imbabura*, Ecuador.

Vergara, K. (2004). *Respuesta del inóculo micorrizal del hongo Scleroderma verrucosum en la producción de plantulas de pinus radiata D. DON en Jauja*. Lima, Perú.

VIFINEX (2002). *Proyecto regional de fortalecimiento de vigilancia fitosanitaria en cultivo de exportación tradicional Apurímac*, Perú.

Zas, R. S. (2008). *Effect of fertilization and genetic variation on susceptibility of Pinus radiata seedlings to Hylobius abietis damage*. Canadian Journal of Forest Research.