



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS

AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“PRODUCCIÓN EN VIVERO DE TRES ESPECIES
FORESTALES ACACIA, ALISO Y PUMAMAQUI, MEDIANTE
APLICACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS, EN LA
PARROQUIA LA ESPERANZA DEL CANTÓN PEDRO
MONCAYO.”**

**Trabajo de titulación presentado como requisito previo a la obtención del
título de Ingeniero Forestal**

Autor

Darwin Vinicio Morocho Coyago

Director

Ing. Lenin Alirio Paspuel Revelo, MSc

Ibarra - Ecuador

2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“PRODUCCIÓN EN VIVERO DE TRES ESPECIES FORESTALES
ACACIA, ALISO Y PUMAMAQUI, MEDIANTE APLICACIÓN DE
DIFERENTES SUSTRATOS, EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA DEL
CANTÓN PEDRO MONCAYO.”**

Trabajo de titulación revisado por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la
presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA

Ing. For. Lenin Paspuel, MSc
Director de Trabajo de titulación



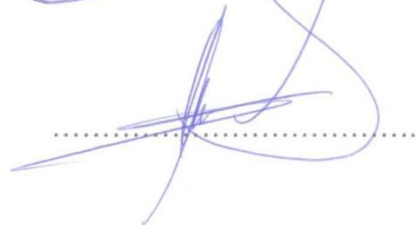
Ing. For. María Vizcaíno
Tribunal de Grado



Ing. For. Karla Dávila, Mgs.
Tribunal de Grado



Ing. For. Segundo Fuentes, MSc
Tribunal de Grado



**Ibarra – Ecuador
2016**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	172265961-0
Apellidos y nombres:	Morocho Coyago Darwin Vinicio
Dirección:	Rocafuerte y Rumiñahui esquina (Tabacundo - P. Moncayo)
Email:	darvinic@hotmail.com
Teléfono fijo:	2 366-591
Teléfono móvil:	0990567553

DATOS DE LA OBRA	
Título:	“PRODUCCIÓN EN VIVERO DE TRES ESPECIES FORESTALES ACACIA, ALISO Y PUMAMAQUI, MEDIANTE APLICACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS, EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO.”
Autor:	Morocho Coyago Darwin Vinicio
Fecha:	
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ing. Forestal
Director:	Ing. For. Lenin Paspuel Revelo

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Morocho Coyago Darwin Vinicio, con cédula de ciudadanía Nro. 172265961-0; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 143.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos de autor de terceros; por lo tanto la obra es original y es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

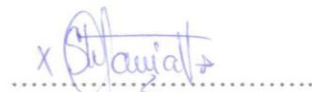
Ibarra, 26 de Febrero del 2016

EL AUTOR:



Morocho Coyago Darwin Vinicio
C.I.:172265961-0

ACEPTACIÓN:



Ing. Betty Chávez
JEFE DE BIBLIOTECA

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Morocho Coyago Darwin Vinicio**, con cédula de identidad Nro. 172265961-0; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de titulación denominada **PRODUCCIÓN EN VIVERO DE TRES ESPECIES FORESTALES ACACIA, ALISO Y PUMAMAQUI, MEDIANTE APLICACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS, EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO**. Que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

.....
Morocho Coyago Darwin Vinicio
C.I.:172265961-0

Ibarra, a los 26 días del mes de Febrero del 2016

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía:

FICAYA-UTN

Fecha: 26 de Febrero del 2016


MOROCHO COYAGO DARWIN VINICIO: PRODUCCIÓN EN VIVERO DE TRES ESPECIES FORESTALES ACACIA, ALISO Y PUMAMAQUI, MEDIANTE APLICACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS, EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO. / TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Forestal.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra 26 de febrero de 2016 - 148 páginas.


DIRECTOR: Ing. For. Lenin Paspuel Revelo

El objetivo principal de la presente investigación fue: Evaluar el comportamiento en vivero de tres especies forestales: acacia negra, aliso y pumamaqui, empleando tres tipos de sustratos, con y sin remineralización. Entre los objetivos específicos se encuentra: Evaluar la germinación, sobrevivencia, diámetro basal, altura total, forma y sanidad de los diferentes tratamientos, y determinar los costos de propagación por planta y tratamiento.

Fecha: 26 de Febrero del 2016



.....
Ing. For. Lenin Paspuel Revelo, MSc
Director de Trabajo de titulación



.....
Morocho Coyago Darwin Vinicio
Autor

ÍNDICE GENERAL

	Págs.
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	2
1.1.1 General.....	2
1.1.2 Específicos	2
1.2 HIPÓTESIS	2
1.2.1 Nula (Ho)	2
1.2.2 Alterna (Ha)	2
2 MARCO TEÓRICO	3
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUMAMAQUI	3
2.1.1 Taxonomía de la especie	3
2.1.2 Características dendrológicas.....	4
2.1.3 Requerimientos edáficos	5
2.1.4 Hábitat y ecología	5
2.1.5 Usos.....	5
2.1.6 Propagación.....	5
2.2 DESCRIPCIÓN DEL ALISO	6
2.2.1 Taxonomía de la especie	6
2.2.2 Características dendrológicas.....	6
2.2.3 Requerimientos edáficos	7
2.2.4 Hábitat y ecología	8
2.2.5 Usos.....	8
2.2.6 Propagación.....	8
2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACACIA	8
2.3.1 Taxonomía de la especie	8
2.3.2 Características dendrológicas.....	9
2.3.3 Requerimientos edáficos	10
2.3.4 Hábitat y ecología	10
2.3.5 Usos.....	10
2.3.6 Propagación.....	11
2.4 VIVERO FORESTAL	11
2.4.1 Tipos	11

	Págs.
2.4.1.1	Temporales 11
2.4.1.2	Permanentes 12
2.4.2	Áreas 12
2.4.2.1	Área de germinación (almacigos o semilleros)..... 12
2.4.2.2	Área de crecimiento (platabandas)..... 12
2.4.2.3	Área de almacenamiento (bodega para insumos y herramientas)..... 12
2.4.2.4	Área para preparación de tierra (mezcla de sustratos) 12
2.4.3	Ubicación del vivero 13
2.4.3.1	Agua..... 13
2.4.3.2	Clima..... 13
2.4.3.3	Fisiografía 13
2.4.3.4	Accesos 13
2.4.3.5	Protección 14
2.5	SUSTRATOS 14
2.5.1	Definición 14
2.5.2	Propiedades 14
2.5.2.1	Propiedades químicas y físico-químicas 15
2.5.2.2	Propiedades físicas..... 16
2.5.3	Sustrato ideal..... 16
2.5.4	Componentes del sustrato 16
2.5.4.1	Cascarilla de arroz 16
2.5.4.2	Tierra negra..... 17
2.5.4.3	Humus..... 17
2.5.4.4	Arena..... 17
2.6	REMINERALIZACIÓN 17
2.6.1	Requerimientos nutricionales de las plántulas 18
2.6.1.1	Macronutrientes 18
2.6.1.2	Micronutrientes..... 18
2.6.2	Efecto de la nutrición 19
2.6.3	Efecto de la composición mineral en las propiedades físicas del suelo 19
2.6.4	Roca fosfórica 20
2.6.5	Forma física de la roca 20
2.6.6	Beneficios de remineralización 21
2.7	GEOLOGÍA DE LA PARROQUIA LA ESPERANZA 21

	Págs.
2.8	RESULTADOS DE INVESTIGACIONES SIMILARES 21
3	MATERIALES Y MÉTODOS 25
3.1	DESCRIPCIÓN DEL SITIO 25
3.1.1	Ubicación Política..... 25
3.1.2	Ubicación Geográfica 25
3.1.3	Condiciones edafoclimáticas..... 26
3.2	MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS 26
3.2.1	Materiales..... 26
3.2.2	Instrumentos y equipos 27
3.2.3	Insumos 27
3.3	METODOLOGÍA 27
3.3.1	Propagación..... 27
3.3.1.1	Desinfección del almacigo..... 28
3.3.1.2	Obtención de sustratos y semillas 28
3.3.1.3	Construcción de los microsemilleros y sustrato utilizado..... 29
3.3.1.4	Tratamientos pregerminativos 29
3.3.1.5	Siembra 29
3.3.2	Instalación del ensayo 29
3.3.2.1	Preparación de los sustratos para repique 30
a)	Tamizado..... 30
b)	Mezcla..... 30
c)	Desinfección de los sustratos 31
3.3.2.2	Enfundado..... 31
3.3.2.3	Preparación del sitio de repique..... 31
3.3.2.4	Distribución del ensayo 31
3.3.2.5	Repique 33
3.3.3	Labores culturales 34
3.3.4	Riego 34
3.3.5	Deshierba 34
3.3.6	Remoción 34
3.4	TOMA DE DATOS 34
3.4.1	Germinación..... 34
3.4.2	Sobrevivencia..... 35
3.4.3	Diámetro basal 35

	Págs.
3.4.4	Altura total 35
3.4.5	Forma 35
3.4.6	Sanidad..... 35
3.4.7	Costos de producción 36
3.5	VARIABLES EN ESTUDIO 36
3.6	FACTORES DE ESTUDIO 36
3.6.1	Factor A (Especies Forestales)..... 36
3.6.2	Factor B (Sustratos) 36
3.6.3	Factor C (Remineralización)..... 37
3.6.4	Tratamientos en estudio 37
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL 38
3.7.1	Modelo estadístico 38
3.7.2	Análisis de la varianza 39
3.7.3	Análisis de correlación..... 39
3.7.4	Características del campo experimental..... 40
3.7.5	Superficie del ensayo 40
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN 41
4.1	GERMINACIÓN 41
4.2	ALTURA TOTAL 41
4.2.1	Altura total a los 30 días 41
4.2.1.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 42
4.2.1.2	Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato 43
4.2.1.3	Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización 43
4.2.1.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B..... 44
4.2.1.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C..... 44
4.2.1.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C..... 45
4.2.1.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 46
4.2.2	Altura total a los 60 días 47
4.2.2.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 48
4.2.2.2	Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato 49
4.2.2.3	Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización 49
4.2.2.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B..... 50
4.2.2.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C..... 50
4.2.2.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C..... 51

	Págs.
4.2.2.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 52
4.2.3	Altura total a los 90 días 53
4.2.3.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 54
4.2.3.2	Análisis matemático del factor B: Sustrato..... 55
4.2.3.3	Análisis matemático del factor C: Remineralización..... 55
4.2.3.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B 56
4.2.3.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C 56
4.2.3.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C 57
4.2.3.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 58
4.2.4	Altura total a los 120 días 59
4.2.4.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 60
4.2.4.2	Análisis matemático del factor B: Sustrato..... 61
4.2.4.3	Medias del factor C: Remineralización..... 61
4.2.4.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B 62
4.2.4.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C 62
4.2.4.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C 63
4.2.4.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 64
4.3	DIÁMETRO BASAL A LOS 120 DÍAS 65
4.3.1.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 66
4.3.1.2	Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato 67
4.3.1.3	Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización 67
4.3.1.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B 68
4.3.1.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C 68
4.3.1.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C 69
4.3.1.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 70
4.4	FORMA A LOS 120 DÍAS 71
4.4.1.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 72
4.4.1.2	Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato 73
4.4.1.3	Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización 73
4.4.1.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B 74
4.4.1.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C 74
4.4.1.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C 75
4.4.1.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 76
4.5	SANIDAD A LOS 120 DÍAS 77

	Págs.
4.5.1.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 78
4.5.1.2	Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato 79
4.5.1.3	Análisis matemático del factor C: Remineralización..... 79
4.5.1.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B..... 80
4.5.1.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C..... 80
4.5.1.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C..... 81
4.5.1.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 82
4.6	SOBREVIVENCIA 83
4.6.1	Sobrevivencia a los 30 días 83
4.6.1.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 84
4.6.1.2	Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato 85
4.6.1.3	Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización 85
4.6.1.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B..... 86
4.6.1.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C..... 87
4.6.1.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C..... 87
4.6.1.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 88
4.6.2	Sobrevivencia a los 60 días 89
4.6.2.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 90
4.6.2.2	Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato 91
4.6.2.3	Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización 91
4.6.2.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B..... 92
4.6.2.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C..... 93
4.6.2.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C..... 93
4.6.2.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 94
4.6.3	Sobrevivencia a los 90 días 95
4.6.3.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 96
4.6.3.2	Análisis matemático para el factor B: Sustrato..... 97
4.6.3.3	Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización 98
4.6.3.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B..... 98
4.6.3.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C..... 99
4.6.3.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C..... 100
4.6.3.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C..... 100
4.6.4	Sobrevivencia a los 120 días 102
4.6.4.1	Prueba de Duncan para el factor A: Especie..... 102

	Págs.
4.6.4.2	Análisis matemático del factor b: Sustrato 103
4.6.4.3	Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización 104
4.6.4.4	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B 104
4.6.4.5	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C 105
4.6.4.6	Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C 106
4.6.4.7	Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C 106
4.7	ANÁLISIS DE TENDENCIA DE LA SOBREVIVENCIA 108
4.7.1	Tendencia por especie 108
4.7.2	Tendencia por sustrato 108
4.7.3	Tendencia por remineralización 109
4.8	COSTOS DE PRODUCCIÓN 110
4.9	DISCUSIÓN 111
4.9.1	Germinación 111
4.9.2	Altura total 112
4.9.3	Diámetro basal 113
4.9.4	Sobrevivencia 114
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 115
5.1	CONCLUSIONES 115
5.2	RECOMENDACIONES 116
6	BIBLIOGRAFÍA 117
7	ANEXOS 120

ÍNDICE DE TABLAS

	Págs.
<i>Tabla 1.</i>	Propiedades de algunos sustratos comunes 15
<i>Tabla 2.</i>	Mezcla de los sustrato 30
<i>Tabla 3.</i>	Factor A: Especies 36
<i>Tabla 4.</i>	Factor B: Sustratos 36
<i>Tabla 5.</i>	Factor C: Remineralización 37
<i>Tabla 6.</i>	Descripción de los tratamientos 37
<i>Tabla 7.</i>	Análisis de varianza (ADEVA) 39
<i>Tabla 8.</i>	Porcentaje de germinación 41
<i>Tabla 9.</i>	Análisis de varianza de la altura total a los 30 días 42
<i>Tabla 10.</i>	Prueba de Duncan para el factor A: Especie 42
<i>Tabla 11.</i>	Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato 43
<i>Tabla 12.</i>	Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización 43

Tabla 13. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	44
Tabla 14. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	44
Tabla 15. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	45
Tabla 16. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	46
Tabla 17. Análisis de varianza para la variable altura total a los 60 días	48
Tabla 18. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	48
Tabla 19. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato	49
Tabla 20. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización.....	49
Tabla 21. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	50
Tabla 22. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	50
Tabla 23. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	51
Tabla 24. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	52
Tabla 25. Análisis de varianza para la variable altura total a los 90 días	54
Tabla 26. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	54
Tabla 27. Análisis matemático del factor B: Sustrato	55
Tabla 28. Análisis matemático del factor C: Remineralización	55
Tabla 29. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	56
Tabla 30. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	56
Tabla 31. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	57
Tabla 32. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	58
Tabla 33. Análisis de varianza para la variable altura total a los 120 días	60
Tabla 34. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	60
Tabla 35. Análisis matemático del factor B: Sustrato	61
Tabla 36. Medias del factor C: Remineralización	61
Tabla 37. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	62
Tabla 38. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	62
Tabla 39. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	63
Tabla 40. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	64
Tabla 41. Análisis de varianza para la variable diámetro basal a los 120 días.....	66
Tabla 42. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	66
Tabla 43. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato	67
Tabla 44. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización.....	67
Tabla 45. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	68
Tabla 46. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	68
Tabla 47. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	69
Tabla 48. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	70
Tabla 49. Análisis de varianza para la variable forma a los 120 días.....	72
Tabla 50. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	72
Tabla 51. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato	73
Tabla 52. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización.....	73
Tabla 53. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	74
Tabla 54. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	74
Tabla 55. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	75
Tabla 56. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	76
Tabla 57. Análisis de varianza para la variable sanidad a los 120 días	78
Tabla 58. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	78

	Págs.
Tabla 59. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato	79
Tabla 60. Análisis matemático del factor C: Remineralización	79
Tabla 61. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	80
Tabla 62. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	80
Tabla 63. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	81
Tabla 64. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	82
Tabla 65. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia a los 30 días	84
Tabla 66. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	84
Tabla 67. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato	85
Tabla 68. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización.....	85
Tabla 69. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	86
Tabla 70. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	87
Tabla 71. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	87
Tabla 72. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	88
Tabla 73. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia a los 60 días	90
Tabla 74. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	90
Tabla 75. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato	91
Tabla 76. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización.....	91
Tabla 77. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	92
Tabla 78. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	93
Tabla 79. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	93
Tabla 80. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	94
Tabla 81. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia a los 90 días	96
Tabla 82. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	96
Tabla 83. Análisis matemático para el factor B: Sustrato	97
Tabla 84. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización.....	98
Tabla 85. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	98
Tabla 86. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	99
Tabla 87. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	100
Tabla 88. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	100
Tabla 89. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia a los 120 días	102
Tabla 90. Prueba de Duncan para el factor A: Especie	102
Tabla 91. Análisis matemático del factor B: Sustrato	103
Tabla 92. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización.....	104
Tabla 93. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B	104
Tabla 94. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C	105
Tabla 95. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C.....	106
Tabla 96. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C	106
Tabla 97. Costo de producción por tratamiento y plántula.....	110

INDICE DE GRÁFICOS

	Págs.
<i>Gráfico 1.</i> Altura total promedio (mm) por especie a los 30 días.....	42
<i>Gráfico 2.</i> Altura total promedio (mm) por sustrato a los 30 días.....	43
<i>Gráfico 3.</i> Altura total promedio (mm) por tratamiento a los 30 días.....	47
<i>Gráfico 4.</i> Altura total promedio (mm) por especie a los 60 días.....	48
<i>Gráfico 5.</i> Altura total promedio (mm) por sustrato a los 60 días.....	49
<i>Gráfico 6.</i> Altura total promedio (mm) por tratamiento a los 60 días.....	53
<i>Gráfico 7.</i> Altura total promedio (mm) por especie a los 90 días.....	54
<i>Gráfico 8.</i> Altura total promedio (mm) por sustrato a los 90 días.....	55
<i>Gráfico 9.</i> Altura total promedio (mm) por tratamiento a los 90 días.....	59
<i>Gráfico 10.</i> Altura total promedio (mm) por especie a los 120 días.....	60
<i>Gráfico 11.</i> Altura total promedio (mm) por sustrato a los 120 días.....	61
<i>Gráfico 12.</i> Altura total promedio (mm) por tratamiento a los 120 días.....	65
<i>Gráfico 13.</i> Diámetro basal promedio (mm) por especie a los 120 días.....	66
<i>Gráfico 14.</i> Diámetro basal promedio (mm) por sustrato a los 120 días.....	67
<i>Gráfico 15.</i> Diámetro basal promedio (mm) por tratamiento a los 120 días.....	71
<i>Gráfico 16.</i> Valores promedio de forma, por especie a los 120 días.....	72
<i>Gráfico 17.</i> Valores promedio de forma, por sustrato a los 120 días.....	73
<i>Gráfico 18.</i> Valores promedio de forma, por tratamiento a los 120 días.....	77
<i>Gráfico 19.</i> Valores promedio de sanidad, por especie a los 120 días.....	78
<i>Gráfico 20.</i> Valores promedio de sanidad, por sustrato a los 120 días.....	79
<i>Gráfico 21.</i> Valores promedio de sanidad por tratamiento a los 120 días.....	83
<i>Gráfico 22.</i> Porcentaje de sobrevivencia por especie a los 30 días.....	84
<i>Gráfico 23.</i> Porcentaje de sobrevivencia por sustrato a los 30 días.....	85
<i>Gráfico 24.</i> Porcentaje de sobrevivencia por remineralización a los 30 días.....	86
<i>Gráfico 25.</i> Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento a los 30 días.....	89
<i>Gráfico 26.</i> Porcentaje de sobrevivencia por especie a los 60 días.....	90
<i>Gráfico 27.</i> Porcentaje de sobrevivencia por sustrato a los 60 días.....	91
<i>Gráfico 28.</i> Porcentaje de sobrevivencia por remineralización a los 60 días.....	92
<i>Gráfico 29.</i> Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento a los 60 días.....	95
<i>Gráfico 30.</i> Porcentaje de sobrevivencia por especie a los 90 días.....	97
<i>Gráfico 31.</i> Porcentaje de sobrevivencia por sustrato a los 90 días.....	97
<i>Gráfico 32.</i> Porcentaje de sobrevivencia por remineralización a los 90 días.....	98
<i>Gráfico 33.</i> Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento a los 90 días.....	101
<i>Gráfico 34.</i> Porcentaje de sobrevivencia por especie a los 120 días.....	103
<i>Gráfico 35.</i> Porcentaje de sobrevivencia por sustrato a los 120 días.....	103
<i>Gráfico 36.</i> Porcentaje de sobrevivencia por remineralización a los 120 días.....	104
<i>Gráfico 37.</i> Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento a los 120 días.....	107
<i>Gráfico 38.</i> Tendencia de sobrevivencia por especie.....	108
<i>Gráfico 39.</i> Tendencia de sobrevivencia por sustrato.....	109
<i>Gráfico 40.</i> Tendencia de sobrevivencia por remineralización.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
<i>Figura 1.</i> Mapa de ubicación del ensayo.....	25
<i>Figura 2.</i> Tratamientos por unidad experimental.....	32
<i>Figura 3.</i> Tratamientos por repetición.....	32
<i>Figura 4.</i> Distribución de los tratamientos en el ensayo	33

ÍNDICE DE ANEXOS

	Págs.
ANEXO A: CUADROS	
CUADRO A1: PREPARACIÓN DE SUSTRATOS SIN REMINERALIZACIÓN.....	120
CUADRO A2: PREPARACIÓN DE SUSTRATOS CON REMINERALIZACIÓN...	121
CUADRO A3: COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	122
ANEXO B: FOTOGRAFÍAS	123

TITULO: PRODUCCIÓN EN VIVERO DE TRES ESPECIES FORESTALES ACACIA, ALISO Y PUMAMAQUI, MEDIANTE APLICACIÓN DE DIFERENTES SUSTRATOS, EN LA PARROQUIA LA ESPERANZA DEL CANTÓN PEDRO MONCAYO.

Autor: Morocho Coyago Darwin Vinicio

Director de Trabajo de titulación: Ing. For. Lenin Paspuel

Año: 2016

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo principal: Evaluar el comportamiento en vivero de tres especies forestales: acacia negra, aliso y pumamaqui, empleando tres tipos de sustratos, con y sin remineralización y se consideró los siguientes objetivos específicos: Evaluar la germinación, sobrevivencia, diámetro basal y altura total de los diferentes tratamientos y determinar los costos de producción de plántulas por tratamiento. Las semillas de pumamaqui y aliso se recolectaron en el sector Paja Blanca de la Provincia del Carchi, las semillas de acacia se obtuvieron en la Comunidad de Cubinche de la parroquia La Esperanza, para la germinación de las semillas de aliso y acacia se utilizó un sustrato compuesto por 30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio y para la germinación del pumamaqui se utilizó un sustrato compuesto por 70% tierra negra + 30% arena, en cuanto a los sustratos utilizados para el establecimiento del ensayo se preparó un total de 1,64 m³ para llenar 1440 fundas, las cuales se ubicaron dentro de un invernadero para dar protección. Se empleó el diseño irrestricto al azar con arreglo factorial A x B x C con 18 tratamientos y cuatro repeticiones, cada unidad experimental contuvo 20 plántulas, se aplicó la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística a las variables: germinación, altura total, diámetro basal, sobrevivencia, forma y sanidad para identificar los mejores tratamientos. El mayor valor con respecto al porcentaje de germinación lo presentó la Acacia. En cuanto a crecimiento en altura total los mejores tratamientos fueron: para el Pumamaqui el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización; mientras que para el Aliso y la Acacia los tratamientos 5 y 8 respectivamente y correspondientes al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización. En lo que respecta al crecimiento en diámetro basal para las tres especies, el mejor tratamiento fue el correspondiente al sustrato 2 sin remineralización y en cuanto a la variable sobrevivencia los mejores tratamientos fueron: para el Pumamaqui, el tratamiento 1; mientras que para el Aliso, los tratamientos 5 y 6, finalmente para la Acacia el mayor porcentaje de sobrevivencia se presentó en todos los tratamientos. El tratamiento que registró menor costo de producción fue T9 (acacia + S3) sin remineralización.

SUMMARY

The main objective of this research: To evaluate the behavior in nursery of three forest species: black acacia, alder and pumamaqui, using three types of substrates, with and without remineralization and the following secondary objectives considered is: Evaluate the germination, survival, basal diameter and total height of the different treatments and determine the costs of producing seedlings per treatment. The seeds were collected pumamaqui & Alder in Paja Blanca in the Carchi Province, acacia seeds were obtained in the Community of Cubinche parish (La Esperanza), for seed germination and acacia alder was used a substrate it comprises 30% black earth + 30% Pomina + 40% land site and germination pumamaqui a substrate composed of 70% topsoil + 30% sand was used as the substrates used in establishing the test was prepared a total of 1.64 m³ to fill 1440 cases, which are placed inside a greenhouse to provide protection. Unrestricted random design was used with factorial arrangement A x B x C with 18 treatments and four replications, each experimental unit contained 20 seedlings, the Duncan test was applied to 95% statistical probability variables: germination, total height, basal diameter, survival, and healing way to identify the best treatments. The highest value in the percentage of germination was presented by the Acacia. As growth in overall height the best treatments were: for treatment Pumamaqui 1 corresponding to the substrate 1 (30% ground + 30% black + 40% Pomina land site) without remineralization; while for the Aliso and Acacia treatments 5 and 8, respectively and corresponding to the substrate 2 (30% humus + 30% + 40% sandy soil site) without remineralization. With regard to growth in basal diameter for all three species, it was the best treatment for the substrate 2 without remineralization and as for the survival varying the best treatments were: for Pumamaqui, treatment 1; while for the Aliso, treatments 5 and 6, Acacia finally for the highest percentage of survival occurred in all treatments. The treatment recorded lower production cost was T9 (acacia + S3) without remineralization

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Las especies forestales son fuente de innumerables beneficios; una diversidad de bienes como: forraje, leña, madera, frutos, abono orgánico (Carrión, 2000); y una serie de servicios como: sombra, protección de fuentes de agua, belleza paisajística, entre otros. Su sostenibilidad depende de una adecuada propagación.

La propagación de especies nativas en los viveros a nivel de la Región Andina del Ecuador se realiza con el sustrato tradicional, tierra negra mezclada con arena en proporción 3-1 (Joseau, Conles, & Verzino, 2013), esto ha influido en el crecimiento y por ende en la calidad de las plántulas, afectando principalmente las características morfológicas, debido a que no todas las especies responden de la misma manera a la aplicación de este sustrato.

Debido a la falta de información que se tiene acerca de los sustratos adecuados para la propagación de las especies en estudio: Acacia negra, Aliso y Pumamaqui (especies con mayor acogida dentro de la Parroquia La Esperanza) y; siendo esto una limitante para su propagación, los resultados de esta investigación permitirán determinar los tipos de sustratos que se pueden utilizar para un mejor desarrollo de estas especies, así como también conocer el efecto de la remineralización como aporte de minerales esenciales para las plántulas en su crecimiento inicial. Como se ha demostrado en recientes investigaciones “la remineralización con diferentes tipos de roca, han demostrado su efecto como un fertilizante de liberación lenta, manteniendo plántulas vigorosas con una vida biológica extensa en el suelo y también son elemento de disuasión de plagas siendo muy eficaz”. (Campe, 2011).

Las tres especies en estudio fueron seleccionadas en base a la gran demanda que presentan por parte de los proyectos ambientales, que ejecutan tanto el Gobierno Parroquial de La Esperanza así como la Junta de Agua Potable.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Evaluar el comportamiento en vivero de tres especies forestales: Acacia negra, Aliso y Pumamaqui, empleando tres tipos de sustratos, con y sin remineralización.

1.1.2 Específicos

- Evaluar la germinación, sobrevivencia, diámetro basal, altura total, de los diferentes tratamientos.
- Determinar los costos de producción de plántulas por tratamiento.

1.2 HIPÓTESIS

1.2.1 Nula (H₀)

Las tres especies presentan un crecimiento similar en todos los tratamientos.

$$u_1 = u_2 \dots \dots \dots = u_n$$

1.2.2 Alterna (H_a)

El crecimiento de las tres especies es diferente en al menos uno de los tratamientos.

$$u_1 \neq u_2 \dots \dots \dots \neq u_n$$

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

El presente trabajo se enmarca en la línea de investigación “Producción y tecnologías para el uso eficiente de los recursos genéticos forestales y ambientales”; la misma que considera el manejo y conservación de suelos por la agenda zonal para el buen vivir (2010) de la zona de planificación 2: Provincias de Pichincha (excepto el cantón Quito), Napo y Orellana), sustentado al Plan Nacional de Buen Vivir (2013-2017), objetivo N°7. Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental territorial y global. Respaldada en las políticas y lineamientos estratégicos 7.3 Consolidar la gestión sostenible de los bosques, enmarcada en el modelo de gobernanza forestal y en la política, literal a. Desarrollar actividades de forestación, reforestación y revegetación con especies nativas y adaptadas a las zonas afectadas por procesos de deforestación, degradación, fragmentación, erosión, desertificación e incendios forestales.

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUMAMAQUI

2.1.1 Taxonomía de la especie

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fagales
Familia:	ARALIACEAE
Género:	Oreopanax
Especie:	<i>Oreopanax cf. ecuadorensis</i> Seem
Nombre Común:	Pumamaqui, mano de puma, maqui maqui

2.1.2 Características dendrológicas

➤ **Árbol**

El árbol de Pumamaqui alcanza una altura entre 5 m y 10 m, la copa a menudo en forma de corona (Borja & Lasso, 1990). Diámetro a la altura del pecho (DAP) de 25 a 30 cm. Además se caracteriza por tener un fuste de forma cilíndrica, su corteza externa es lisa de color blanca plomiza, con un espesor de 0.58 cm (Ordoñez, 2004).

➤ **Hojas**

Hojas alternas lobuladas o enteras; simples, enteras, arriba verdes, por debajo de blanquizcas a café grisáceas, (Ulloa & Jergensen, 1995). Pecíolo largo con el limbo partido, tomando la forma de una mano, la inserción de las hojas en las ramas es esparcida (Borja & Lasso, 1990).

➤ **Flores**

Flores blancas con 5 estambres blancos muy prominentes, agrupadas en cabezuelas pedunculares (Borja & Lasso, 1990). Cáliz asépalo y corola pentámera, con 5 pétalos blancos, anteras amarillas (Spier & Biederbick, 1980).

➤ **Fruto**

El fruto es una pequeña baya que puede medir entre 5 mm a 7 mm (Spier & Biederbick, 1980). Por lo general son de color negro y contienen de 3 a 5 semillas (Lojan, 1992).

2.1.3 Requerimientos edáficos

La especie pumamaqui se desarrolla de mejor forma en suelos húmedos y con preferencia en valles o cañadas abrigadas (Spier & Biederbick, 1980).

2.1.4 Hábitat y ecología

El género *Oreopanax* es un importante elemento de los bosques andinos superiores en las laderas oriental y occidental. De los remanentes desparramados de los bosques interandinos, su madera además de la buena reputación como leña es flexible y de buena trabajabilidad. Ha sido sobre explotado, por lo que actualmente el Pumamaqui es una especie rara a nivel local (Acosta Solis, 1960).

2.1.5 Usos

En cuanto al producto principal (Lojan, 1992), determinó que la madera tiene buena trabajabilidad para artesanías tales como cucharas, cucharones, bateas, juguetes de madera y también se ha utilizado para producir carbón.

En el año 1989, CESA realizó un estudio sobre las propiedades físico-mecánicas del pumamaqui, indicando que es una madera de mediana resistencia al cizallamiento y recomendable para chapas y torneado, y por su mediana densidad, para pulpa y papel.

2.1.6 Propagación

El fruto debe ser recolectado en cuanto tome un color morado, para separar las semillas de la parte carnosa se aconseja dejar en remojo de dos a cuatro días. Para su almacenamiento es recomendable ponerlas en refrigeración a 3 °C

El crecimiento de la planta germinada es lento, por lo que a partir de los dos meses de la emergencia es cuando empiezan a aparecer las hojas verdaderas con una altura de 3cm a 4 cm ideales para realizar el repique CESA (1989).

2.2 DESCRIPCIÓN DEL ALISO

2.2.1 Taxonomía de la especie

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fagales
Familia	BETULACEAE
Género:	<i>Alnus</i>
Especie:	<i>Alnus acuminata</i> H.B.K.
Nombres Comunes:	Aliso, cerezo, chaquiro, fresno, lambrán y rambrán.

2.2.2 Características dendrológicas

➤ *Árbol*

El árbol de aliso en Ecuador alcanza una altura entre 15 m y 30 m, diámetro a la altura del pecho (DAP) de hasta 80 cm (Añazco, 1996). Fuste cilíndrico, su copa amplia y ramificada con follaje esparcido. Corteza interna rosada, fácilmente desprendible de la albura (Cuamacás & Tipaz, 1995).

➤ *Hojas*

Las hojas son simples, alternas pecioladas con borde aserrado, estípulas presentes, prominentemente penninerviadas, de color verde oscuro por el haz y gris por el envés, glabras en el haz y pubescentes en el envés (Flores & Muñoz, 1989). El limbo es peciolado y ovado, el tamaño varía entre 8 cm a 20 cm de largo y de 3 cm a 6 cm de ancho. Sus nervaduras son pinnadas, con 12 a 16 pares de nervios secundarios muy rectos y un poco ásperos y bien diferenciados; el ápice es agudo y obtuso, a veces acuminado; la base aguda a obtusa (Añazco, 1996).

➤ **Flores**

La inflorescencia masculina es alargada con numerosas brácteas deltoides, posee tres flores con un cáliz cada una, este cáliz es membranoso e imbricado, las brácteas se muestran duras y cada una de ellas se encuentra protegiendo una cima triflora.

La inflorescencia femenina es una espiga de forma cilíndrica de 0,7cm a 2,5cm de largo y de 0,5cm a 1,2cm de diámetro, posee brácteas imbricadas con dos flores por bráctea, el ovario se presenta desnudo-aplanado con dos celdas biloculares, los óvulos están adheridos cerca del ápice de cada celda y el estigma bífido (Añazco, 1996).

➤ **Fruto**

El fruto tiene la forma de cono o pequeñas piñas, se lo encuentra durante todo el año aunque en algunos lugares son más frecuentes de enero a junio. La recolección de la semilla se debe hacerlo cuando están de color amarillo oscuro o marrón claro antes de que se sequen en el árbol. Se recomienda secarlos bajo la sombra en lugares ventilados sobre una superficie lisa (Lojan, 1992).

2.2.3 Requerimientos edáficos

La especie suele crecer con facilidad y de modo espontáneo en suelos de textura arenosa, a veces pedregosos y a menudo en las cercanías de las fuentes de agua; pero es muy bien adaptable a diversos tipos de suelos y condiciones de humedad (Arica, 2014).

No es exigente en cuanto a la calidad de suelo, crece bien en suelos ácidos, no requiere de materia orgánica en altas cantidades (Añazco, 1996).

2.2.4 Hábitat y ecología

Añazco (1996) afirma que: En Ecuador, el aliso se encuentra en toda la sierra desde la provincia del Carchi hasta la provincia de Loja, y en las estribaciones de las cordilleras hacia la costa y la Amazonía, en especial en la boca y ceja de montaña donde existe por lo general una gran condensación de neblina.

2.2.5 Usos

En la investigación sobre usos posibles de *Alnus acuminada* (Flores & Muñoz, 1989) mencionan que los principales usos son: contrachapados, interiores de muebles, cajonería, material aislante, alma de tableros, revestimientos, construcciones ligeras con cargas bajas, formaletas para concreto, cajas medianas para empaques, elaboración de lápices de calidad media, tableros aglomerados, plataformas, hormas, utensillos de cocina.

2.2.6 Propagación

Añazco (1996) manifiesta que: para obtener semillas de calidad y garantizar su germinación, los frutos deben ser recolectados cuando empiezan a tomar un color marrón, se deben secar a la sombra entre 3 y 5 días, para proceder inmediatamente a la siembra, debido a que la semilla pierde rápidamente su poder germinativo.

Para la siembra se recomienda utilizar un sustrato con buena porosidad y de textura suelta para reducir la resistencia mecánica a la germinación, entre los materiales recomendados están: tierra negra, tierra de aliso, arena, abono seco, etc. Se coloca entre 30gr a 60gr de semillas para obtener entre 4500 a 8000 plántulas.

2.3 DESCRIPCIÓN DE LA ACACIA

2.3.1 Taxonomía de la especie

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Fabales
Familia:	FABACEAE
Género:	Acacia
Especie:	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.
Nombres comunes:	Acacia negra

2.3.2 Características dendrológicas

➤ **Árbol**

Árbol de entre 8 y 15 m de altura, sin espinas, de corteza agrietada y color bastante oscuro, las ramas son angulosas y pubescentes (Trujillo, 2013). Alcanza de 60 cm a 80 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), copa amplia redondeada con follaje tupido y denso, cuando crece sola es de forma piramidal (Cardenas & Rojas, 1989).

➤ **Hojas**

En las plántulas jóvenes bipinnandas, las hojas carecen de estipulas, mientras que en las adultas están reducidas, peciolo ensanchando, no presenta limbo, formando una estructura llamada filodio. Estos filodios son elípticos – lanceolados de ápice obtuso que se atenúa en el peciolo y miden de 6 cm a 14 cm de largo y de 1,2 cm a 3 cm de ancho (Menedez, 2006).

➤ **Las flores**

Inflorescencia a modo de glomérulos, de forma globosa, de 10 mm a 12 mm de diámetro contienen cada uno entre 30 y 50 flores.

Las flores son actinomorfas, pentámeras, de color amarillo, el cáliz puede medir hasta 1,25mm, es obconico glabro con 5 lóbulos cortos semicirculares y ciliados; la corola mide hasta 1,75 mm es tubulosa glabra, con un tubo más o menos cilíndrico con 5 lóbulos triangulares, los

estambres son libres y miden hasta 4 mm sobrepasando la corola (Menedez, 2006).

➤ **El fruto**

Es una legumbre elipsoidal de entre 4cm y 12 cm, recurvada y comprimida entre las semillas. Las semillas son negruzcas, elipsoidales, con un funículo largo plegado que da varias vueltas a la semilla (Menedez, 2006)

2.3.3 Requerimientos edáficos

Trujillo (2013) manifiesta que: la acacia requiere suelos profundos con buen drenaje, de textura arcillosa, franco arcillosa, franco arenosa o arenosa, soporta suelos ligeramente ácidos con tendencia a la neutralidad, además tolera suelos pobres, pero no aguas estancadas ni suelos excesivamente arenosos o lateríticos.

2.3.4 Hábitat y ecología

Se ha cultivado como ornamental o forestal para asentar suelos, como dunas, pero se naturaliza y muestra comportamiento invasor especialmente tras los incendios. Vive en suelos húmedos pero especialmente en aquellos en los que haya un buen drenaje, bastante materia orgánica que aporten humedad y sean ácidos, desarrollados sobre sustratos silíceos.

Se reproduce por semillas, las cuales tienen una gruesa cubierta que las aísla del exterior durante mucho tiempo sin perder su capacidad germinativa, y son procesos agresivos los que las hacen germinar. (Menedez, 2006)

2.3.5 Usos

Los principales productos que ofrece la especie son: pilotes para mina, pulpa de fibra, madera rolliza, estacas, postes para la construcción, la corteza se utiliza para la obtención de taninos, leña y carbón, además sirve como forraje en época de escasez (Trujillo Navarrete, 2013).

2.3.6 Propagación

La semilla de acacia debe ser recolectada cuando el fruto esté maduro y presente una coloración café, puede ser conservada hasta dos años por su alto poder germinativo. Con 60gr por m² se puede obtener cerca de 500 plántulas y su tiempo de germinación está entre 30 y 40 días (Trujillo Navarrete, 2013).

Según (Cardenas & Rojas, 1989) se pueden realizar los siguientes tratamientos germinativos: escarificación mecánica, hervir durante 1 minuto retirar del calor y dejar la semilla dentro durante 24 horas e inmersión en agua hirviendo, retirar y dejar por 24 horas

2.4 VIVERO FORESTAL

Se conoce como vivero forestal al lugar destinado a la producción de plántulas de especies nativas y exóticas de alta calidad, capaces de abastecer las necesidades de los programas de forestación y reforestación, garantizando una buena supervivencia, prendimiento y crecimiento a fin de establecer plantaciones forestales homogéneas.

2.4.1 Tipos

Teniendo en cuenta la vida útil y el ritmo de producción, los viveros forestales se clasifican en: temporales y permanentes.

2.4.1.1 Temporales

Aquellos que tienen como objetivo la producción y abastecimiento de plántulas de diferentes especies a proyectos de reforestación localizados en sitios donde el acceso es difícil, ocupando un terreno únicamente por un tiempo determinado y cerca de la zona de plantación. Por lo general, los viveros forestales temporales tienen construcciones sencillas, desarmables y fáciles de transportar. (CONIF, 2002)

2.4.1.2 Permanentes

Son aquellos cuyo objetivo generalmente es abastecer las necesidades de material vegetal para regiones extensas, produciendo grandes cantidades de plántulas en forma sostenida, cuenta con construcciones e infraestructuras costosa como invernaderos, bodegas, sistemas de riego, canteros, oficinas, por lo cual, requieren de estudios detallados en cuanto a su ubicación, tamaño y distribución (CONIF, 2002).

2.4.2 Áreas

Sanchez & Sierra (2010) manifiestan que las principales áreas que requiere un vivero son las siguientes:

2.4.2.1 Área de germinación (almacigos o semilleros)

Es el área que se dispone para la germinación de las semillas. También se les denomina almacigos. Estos se ubican en lugares específicos donde se facilite su manejo y control.

2.4.2.2 Área de crecimiento (platabandas)

Las eras de crecimiento, por lo general, tienen de 1.00m a 1.20m de ancho y de 10m a 20 m de longitud, y una separación de 50 o 60 centímetros entre eras a fin de permitir el desarrollo de actividades como traslado de plántulas, deshierbe, fertilización, entre otras.

2.4.2.3 Área de almacenamiento (bodega para insumos y herramientas)

Para la bodega es suficiente un espacio de 18 m² (3m x 6m) y debe tener una sección ventilada y seca para el almacenamiento de los químicos. Desde el punto de vista de la supervisión y el control, la mejor ubicación es a la entrada del vivero.

2.4.2.4 Área para preparación de tierra (mezcla de sustratos)

El área destinada al almacenaje del sustrato debe tener acceso directo por la calle principal del vivero, para permitir el ingreso de los diferentes materiales para la preparación de las proporciones.

2.4.3 Ubicación del vivero

Los factores a tener en cuenta para definir la ubicación del vivero son los siguientes: agua, clima, fisiografía, accesos y protección.

2.4.3.1 Agua

Recurso fundamental para la irrigación del material vegetal, durante todas las fases de producción, el vivero debe ubicarse cerca de un río, lago o cruce de agua, evitando el uso de agua de acueductos por su alto costo económico (Sanchez & Sierra, 2010).

2.4.3.2 Clima

En cuanto a temperatura, el clima debe ser lo más similar al del sitio donde se va a realizar la repoblación, de lo posible debe ubicarse en un sitio más riguroso para asegurar un mejor prendimiento y sobrevivencia (Joseau, Conles, & Verzino, 2013).

2.4.3.3 Fisiografía

El terreno que se va a seleccionar para la ubicación del vivero forestal debe tener de preferencia una superficie llana, caso contrario el vivero puede estar expuesto a heladas, causadas principalmente por inversiones térmicas o por la mala evacuación del aire frío en zonas de ladera y en fondos de valle (Joseau et al. 2013).

2.4.3.4 Accesos

El vivero forestal de preferencia debe ubicarse cerca de carreteras transitables, con la finalidad de movilización de los vehículos, tanto para ingreso con los materiales de trabajo como para la salida de plántulas. Aunque el acceso no representa un factor limitante, puesto que se pueden habilitar accesos cómodos más o menos amplios (Joseau et al. 2013).

2.4.3.5 Protección

Debe evitarse los sitios con vientos rápidos que puedan alterar la orientación de las plántulas sembradas, además deberá colocarse una cerca en todo el sitio para evitar ingreso de animales que causen daños a las plántulas e instalaciones (Sanchez & Sierra, 2010).

2.5 SUSTRATOS

2.5.1 Definición

El sustrato puede ser natural o artificial, se conoce como sustrato al medio en el cual se desarrolla el sistema radicular, las principales funciones de un sustrato son: servir de sostén de las plántulas, proporcionar aireación a las raíces, proveer nutrientes y facilitar el transporte y absorción de agua. (Joseau et al. 2013).

2.5.2 Propiedades

Existen tres tipos de propiedades que influyen directamente en el crecimiento de las plántulas y son: físicas, químicas y físico-químicas. A continuación se muestra en la tabla 1 los valores de las principales características de ciertos sustratos utilizados en la propagación de plántulas.

Tabla 1. Propiedades de algunos sustratos comunes

Material	pH en agua 1:2,5	M.O. % sobre S.S.	P.T. %Vol.	P.L. % Vol.	C.R.A. % Vol.	Densidad aparente (g/l)
Turba rubia	3,5-4,0	80-90	85-95	8-23,5	60-70	65-160
Turba morena	5,5-7,0	80-90	85-90	ago-15	56-65	100-200
Turba negra	6,5-8,0	60-75	80-95	5,7	51-68	330-410
Hojas de haya	4,5-6,0	60-80	90	33,6	43	100-250
Agujas de pino	4,5-5,5	70-80	85-95	45-60	15-20	75-100
Aserrín	5,0-6,0	80-90	80-85	36-42	45-55	130-160
Corteza de pino (3-5cm)	4,5-5,0	80-90	70-80	35-50	05-oct	175-300
Compost de corteza	6,0-7,2	75-85	75-90	dic-25	25-40	120-300
Compost de residuos	6,0-8,5	45-70	65-70	15-20	18-23	600-700
Fibra de coco (pulverizada)	5,5-6,0	93	95	40	35	660
Valores óptimos según						
diversas fuentes	4,0-6,5	> 50	75-85	15-30	40-50	400-500

Fuente: (Joseau et al. 2013)

Referencias: M.O.: Materia orgánica; M.S.: Materia seca; P.T.: Porosidad total; P.L.: Porosidad libre; C.R.A.: Capacidad de retención de agua

2.5.2.1 Propiedades químicas y físico-químicas

Joseau et al. (2013) manifiesta que las principales propiedades químicas y físico-químicas que presentan los sustratos son:

- pH y poder tampón.
- Relación carbono / nitrógeno (C/N).
- Salinidad.
- Materia orgánica.
- Capacidad de intercambio catiónico (CIC).
- Potencial de nutrientes.

2.5.2.2 Propiedades físicas

Estas propiedades están relacionadas directamente con la fase porosa del sustrato, es decir el equilibrio entre el agua retenida y la aireación en el medio de crecimiento. Por lo tanto debe existir poros pequeños y poros grandes, los poros pequeños servirán para la retención de agua y los poros grandes permiten el intercambio de aire con el exterior. Además el sustrato debe ser lo suficientemente compacto, para mantener la posición vertical de las plántulas. (Joseau et al. 2013)

2.5.3 Sustrato ideal

En cuanto al crecimiento de las plántulas el sustrato ideal resulta de realizar combinaciones de diferentes materiales, el cual debe proporcionar las mejores condiciones, representando bajo impacto hacia el ambiente y cuyo costo/beneficio sea adecuado para el sistema utilizado Además presentará las siguientes cinco condiciones. (Joseau et al. 2013).

- pH ligeramente ácido.
- Alta capacidad de intercambio catiónico (CIC).
- Baja fertilidad intrínseca.
- Alta capacidad de rehidratación.
- Adecuado equilibrio del tamaño de los poros.

2.5.4 Componentes del sustrato

2.5.4.1 Cascarilla de arroz

La cascarilla es de peso ligero, uniforme en grado y calidad por lo que es incorporada con facilidad en un medio para mejorar el drenaje, está disponible a un bajo costo y puede ser utilizado en sustitución o junto con la turba. Sus características se pueden mejorar con la molienda.

2.5.4.2 Tierra negra

También conocida como tierra de páramo o tierra virgen, ya que no a sido sometida a producción de cultivos, resulta de la descomposición de diferentes tipos de vegetación, y su uso es preferencial por el alto contenido mineral.

2.5.4.3 Humus

No se refiere a un material específico sino a un proceso de descomposición de la materia orgánica, mejorando las propiedades físicas, resultando un material con casi todas las características de un buen sustrato, peso ligero, buena capacidad de retención de humedad, sin ser demasiado caro.

2.5.4.4 Arena

Es un medio utilizado en para enraizamiento de esquejes, también se usa para ofrecer drenaje y aireación en mezclas que incluyen turba, tierra negra y humus, Es preferible una arena limpia con tamaños de partículas de 0,5 a 2 mm de diámetro.

2.6 REMINERALIZACIÓN

Es el proceso de añadir los polvos de rocas para los suelos con deficiencias de minerales, estos se dividen en dos categorías: nueve macronutriente esenciales (nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio y magnesio más el carbón, hidrógeno y oxígeno), y los siete micronutrientes esenciales (hierro, manganeso, cobre, zinc, molibdeno, boro y cloro). El sodio, silicio y el cobalto son esenciales para algunas plántulas, mientras el vanadio, es esencial para algunos microorganismos. (Jhonstom, J. 1997)

2.6.1 Requerimientos nutricionales de las plántulas

Para que las plántulas se desarrollen de forma normal se requiere que en el suelo, así como también en el aire y el agua estén presentes los nutrientes que ellas necesitan durante su ciclo de vida; cada nutriente desempeña una función bien definida en las plántulas, es decir si faltan o se encuentran en proporciones bajas, pueden alterar el desarrollo normal de las plántulas. Los micronutrientes son también necesarios para las plántulas pero en bajas cantidades (Sanchez & Sierra, 2010).

2.6.1.1 Macronutrientes

Los macronutrientes son aquellos que las plántulas los requieren en grandes cantidades (kilos/hectárea), y dentro de ellos están: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. A continuación se presenta un resumen de las funciones de estos nutrientes.

- Nitrógeno (N): Promueve la producción de follaje y la fotosíntesis.
- Fósforo (P): Estimula el desarrollo radicular y la floración.
- Potasio (K): Regulador osmótico y participa en la formación de los azúcares.
- Calcio (Ca): Da consistencia a los tejidos de hojas, tallos y frutos, y mejora la resistencia a enfermedades.
- Magnesio (Mg): Promueve la pigmentación verde y la actividad fotosintética.
- Azufre (S): Responsable del sabor de frutas y verduras, y también fomenta la producción de clorofila (OIRSA, 2005).

2.6.1.2 Micronutrientes

Los micronutrientes son requeridos en pequeñas cantidades (gramos/hectárea), como: hierro, zinc, boro, manganeso, cobre y molibdeno.

A continuación se presenta un resumen de las funciones de estos nutrientes.

- Hierro (Fe): Componente importante en la síntesis de la clorofila y reacciones de óxido-reducción.
- Boro (B): Responsable directo de la polinización de los óvulos por el grano de polen y en transporte de azúcares.
- Zinc (Zn): Ayuda a la síntesis de hormonas del crecimiento y promueve la formación de granos y raíces.
- Manganeso (Mn): Participa en los procesos de respiración de la planta y es un activador de enzimas.
- Cobre (Cu): Promueve el desarrollo de raíces y actúa en el metabolismo del nitrógeno.
- Molibdeno (Mo): Interviene en la síntesis de proteínas y es un catalizador enzimático de diversas reacciones. (OIRSA, 2005)

2.6.2 Efecto de la nutrición

Las plántulas son autótrofas, ya que fabrican por si mismas las moléculas orgánicas que necesitan para su crecimiento y desarrollo. Sin embargo, necesitan de ciertos minerales que generalmente son absorbidos en forma de sales. De los 92 elementos clasificados, 16 se consideran indispensables y alrededor de ellos giran los programas de nutrición. Hay ciertos elementos como el cobalto, el silicio, el vanadio, el galio y el aluminio que pueden ser necesarios, pero no indispensables. (Padilla, 2014)

2.6.3 Efecto de la composición mineral en las propiedades físicas del suelo

(Padilla, 2014) El contenido mineral del suelo afecta las propiedades físicas y químicas del suelo. Aquellos suelos altos en el contenido de cuarzo (arenas), son suelos de textura gruesa. Ellos no solo tienen bajas reservas de nutrientes si no que son por lo general suelos secos. El agua se mueve rápido a través del perfil

del suelo llevándose consigo a los nutrientes (lixiviación), con la excepción del fósforo y muy poca agua es acumulada para uso de la planta.

Por otra parte, algunos minerales primarios se degradan químicamente para soltar nutrientes, tal es el caso del potasio.

Los suelos de textura fina que son el resultado de esta acción, son generalmente más fértiles y tienen la capacidad de almacenar grandes cantidades de agua disponible para el crecimiento de las plántulas. Estos suelos de textura fina tienen densidades más altas y un movimiento del agua más lento y por lo general requieren de drenajes. La fuerza utilizada para su preparación es mayor y se debe tener un buen cuidado para mantener una buena estructura del suelo.

2.6.4 Roca fosfórica

La roca fosfórica, es un mineral orgánico sedimentario que contiene fosfato tricálcico o apatita, su principal característica es su alta reactividad, posee una serie de nutrientes imprescindibles para la planta (P, Ca, K, Mg, S, Na y Br), y presenta un alto poder residual para suelos ácidos mejorando el pH del suelo. (Tierra Gestión Agrícola, 2011)

2.6.5 Forma física de la roca

Se recomienda que las rocas utilizadas sean finamente molidas, con características de polvo fino, cuanto más fino mayor es el grado de contacto entre la harina de roca y el suelo, por lo tanto más alta la tasa de disolución y los pelos radiculares de las plántulas absorberán fácilmente los nutrientes minerales. (Pinheiro & Restrepo, 2009)

2.6.6 Beneficios de remineralización

Según Trujillo (2013) los beneficios de la remineralización son los siguientes:

- Proporciona liberación lenta, natural de elementos y minerales.
- Aumenta la ingesta de nutrientes de las plántulas.
- Aumenta el rendimiento y proporciona una mayor lectura brix.
- Reequilibra pH del suelo.
- Aumenta la actividad de las lombrices y el crecimiento de microorganismos.
- Construye humus de complejos.
- Previene la erosión del suelo.
- El suelo aumenta la capacidad de almacenamiento.
- Aumenta la resistencia a los insectos, las enfermedades, las heladas y la sequía.
- Produce cultivos más nutritivos.
- Mejora el sabor de los cultivos.
- Disminuye la dependencia de fertilizantes, pesticidas y herbicidas

2.7 GEOLOGÍA DE LA PARROQUIA LA ESPERANZA

Suelos arenosos derivados de materiales volcánicos, poco meteorizados, con baja retención de humedad y con menos de 1% de materia orgánica de 0 a 20 cm.

Suelos negros, profundos, francos a arenosos, derivados de materiales piroclásticos.

Suelos poco profundos, erosionados, sobre una capa dura cementada (cangagua).

Suelos severamente erosionados en los cuales la cangagua se encuentra en superficie. (PDOT La Esperanza, 2016)

2.8 RESULTADOS DE INVESTIGACIONES SIMILARES

Evaluación de tres tratamientos pregerminativos con cuatro tipos de sustratos para la propagación de pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis* Kunt).

Esta investigación fue realizada por la ingeniera Gladys Ledesma, en el año 2010 en el vivero forestal de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

Tuvo como objetivo principal evaluar el efecto de tres tratamientos pregerminativos con cuatro tipos de sustratos en la propagación del Pumamaqui, para lo cual se recolectó semillas de árboles ubicados en la plaza de la Independencia de la ciudad de Quito.

A demás se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con arreglo bifactorial con tres repeticiones, se instalaron 16 tratamientos en tres repeticiones dando un total de 48 unidades y se aplicó la prueba de rango múltiple de tukey al 5%.

Los resultados obtenidos fueron un 62% de porcentaje de emergencia para las semillas sometidas al tratamiento de inmersión en agua caliente a 50° C por 5 minutos en un sustrato compuesto por tierra negra 75% + arena 25%, alcanzando las plántulas niveles máximos en cuanto a altura y diámetro, en comparación con las semillas que no recibieron ningún tratamiento pregerminativo cuyo porcentaje fue de 48%, confirmando que el agua caliente ablanda el tegumento de la semilla y facilita la emergencia del embrión.

“Métodos de reproducción de tres especies forestales en cuatro proporciones de sustratos en vivero, en la comuna Tesalia, provincia Carchi”

Esta investigación fue realizada por la ingeniera Angélica Cuasapud en el año 2010, en la comuna Tesalia de la parroquia La Paz, Cantón Montufar, provincia del Carchi. Su principal objetivo fue producir en forma sexual y asexual, tres especies forestales (*Alnus acuminata* HBK, *Acacia melanoxylon* R.Br. y *Cedrela montana* Moritz ex Turcz) en cuatro proporciones de sustratos, además en el ensayo se evaluó el porcentaje de germinación, sobrevivencia, diámetro basal y altura para determinar los tratamientos y mezclas óptimas de crecimiento para cada especie y para cada método de producción.

En esta investigación se utilizó un diseño de Bloques al Azar (D.B.A), con 12 tratamientos y cuatro repeticiones.

Los tratamientos y sus codificaciones fueron:

Semillas

Tratamientos	Especie	Sustrato	Código (semilla)
T ₁	Se ₁	S ₁	Se ₁ S ₁
T ₂	Se ₁	S ₂	Se ₁ S ₂
T ₃	Se ₁	S ₃	Se ₁ S ₃
T ₄	Se ₁	S ₄	Se ₁ S ₄
T ₅	Se ₂	S ₁	Se ₂ S ₁
T ₆	Se ₂	S ₂	Se ₂ S ₂
T ₇	Se ₂	S ₃	Se ₂ S ₃
T ₈	Se ₂	S ₄	Se ₂ S ₄
T ₉	Se ₃	S ₁	Se ₃ S ₁
T ₁₀	Se ₃	S ₂	Se ₃ S ₂
T ₁₁	Se ₃	S ₃	Se ₃ S ₃
T ₁₂	Se ₃	S ₄	Se ₃ S ₄

Fuente: Cuasapud, (2012)

Estacas

Tratamientos	Especie	Sustrato	Código (estacas)
T ₁	E ₁	S ₁	E ₁ S ₁
T ₂	E ₁	S ₂	E ₁ S ₂
T ₃	E ₁	S ₃	E ₁ S ₃
T ₄	E ₁	S ₄	E ₁ S ₄
T ₅	E ₂	S ₁	E ₂ S ₁
T ₆	E ₂	S ₂	E ₂ S ₂
T ₇	E ₂	S ₃	E ₂ S ₃
T ₈	E ₂	S ₄	E ₂ S ₄
T ₉	E ₃	S ₁	E ₃ S ₁
T ₁₀	E ₃	S ₂	E ₃ S ₂
T ₁₁	E ₃	S ₃	E ₃ S ₃
T ₁₂	E ₃	S ₄	E ₃ S ₄

Fuente: Cuasapud, (2012)

Los resultados obtenidos en cuanto a porcentaje de germinación fueron: para el aliso un valor de 90%, mientras que para la Acacia un valor de 97,6% y finalmente el cedro registró un valor de 46,4%

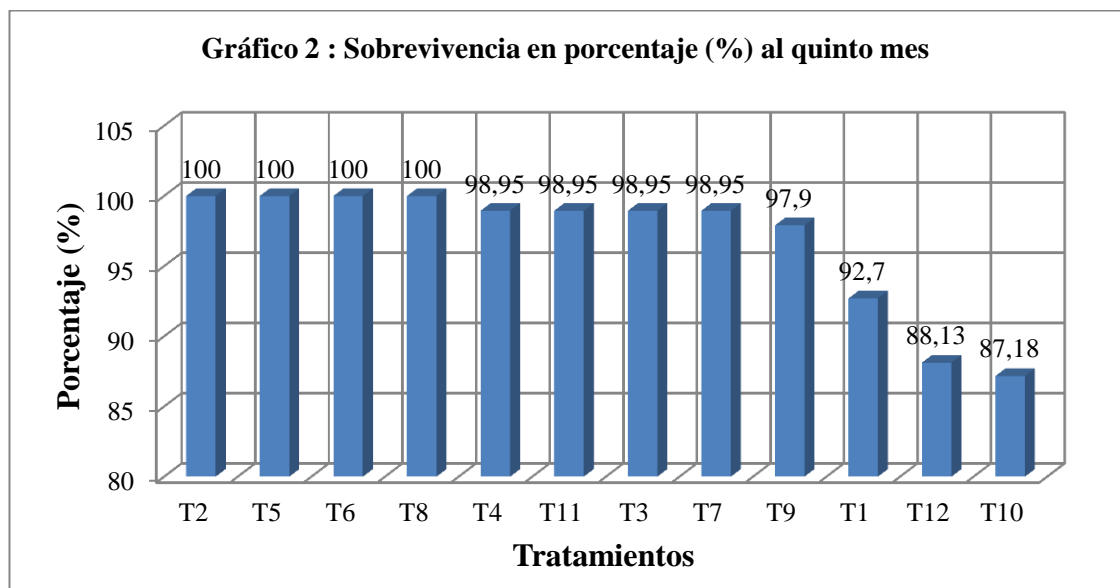
El crecimiento acumulado en diámetro basal y altura total a los 120 días de establecido el ensayo en las especies de Aliso, Acacia y Cedro.

Especies	Tratamientos	Db (cm)	H(cm)
Aliso	T ₁	0,25	12,61
	T ₂	0,27	13,81
	T ₃	0,28	14,09
	T ₄	0,26	13,37
Acacia	T ₅	0,27	18,93
	T ₆	0,21	14,22
	T ₇	0,23	17,13
	T ₈	0,24	17,48
Cedro	T ₉	0,24	8,54
	T ₁₀	0,20	8,64
	T ₁₁	0,20	8,84
	T ₁₂	0,19	7,09

Fuente: Cuasapud, (2012)

En cuanto a la sobrevivencia a los 150 días en las especies de aliso (*Alnus acuminata*), acacia (*Acacia melanoxylon*) y cedro (*Cedrela montana*) se registró los siguientes valores:

Que el tratamientos T₂ (Aliso con el 33,33 % de tierra de sitio; 16,66% de tierra negra y 50 de pomina), T₅ (Acacia con el 50 % de tierra de sitio; 33,33% de tierra negra y 16,66 de pomina), T₆ (Acacia con el 33,33 % de tierra de sitio; 16,66% de tierra negra y 50 de pomina) y T₈ (Acacia con el 33,33% de tierra de sitio; 50% de tierra negra y 16,66 de pomina) tuvieron el 100% de sobrevivencia, mientras que el tratamiento de más baja sobrevivencia fue el T10 (Cedro con el 33,33 % de tierra de sitio; 16,66% de tierra negra y 50% de pomina) con 87,18 %.



Fuente: Cuasapud, (2012)

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DESCRIPCIÓN DEL SITIO

3.1.1 Ubicación Política

Provincia: Pichincha

Cantón: Pedro Moncayo

Parroquia: La Esperanza

Sector: 6 de Enero

3.1.2 Ubicación Geográfica

Latitud N: $0^{\circ} 02' 29,22''$ Longitud W: $78^{\circ} 14' 53,57''$ Altitud: 2880 m.s.n.m

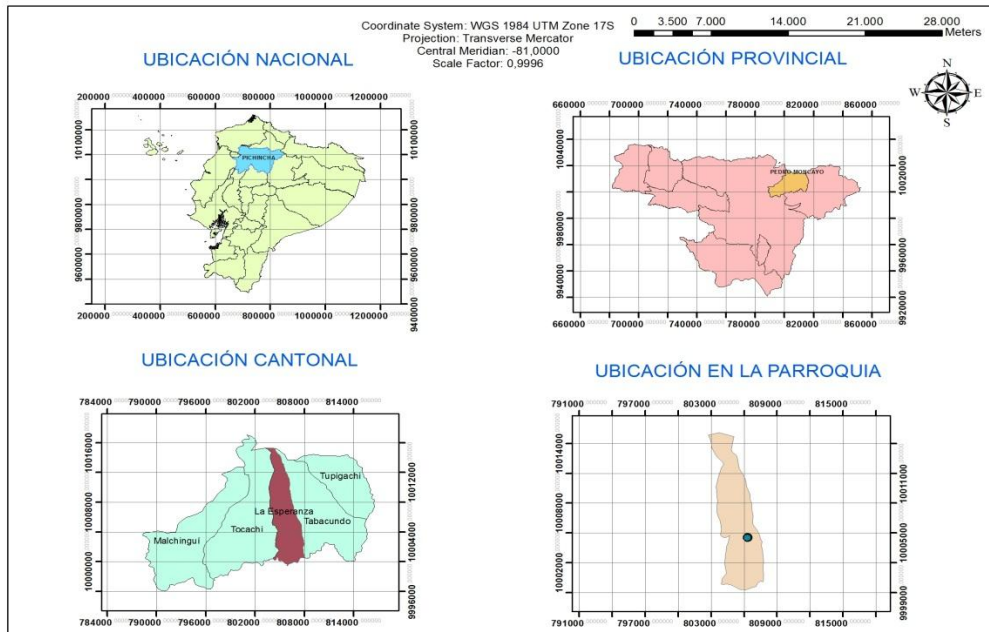


Figura 1. Mapa de ubicación del ensayo

Elaborado por: Vinicio Morocho

3.1.3 Condiciones edafoclimáticas

Precipitación:	700 mm/año
Temperatura promedio:	14.77 °C
Humedad Relativa:	75.3°C
pH:	7.9 ligeramente alcalino
Suelo:	Franco-arcilloso

3.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

Los materiales, equipos e insumos que se emplearon en el desarrollo de la investigación se detallan a continuación.

3.2.1 Materiales

- Pala cuadrada
- Manguera
- Hoyadora
- Carretilla
- Rastrillo
- Segueta
- Plástico de invernadero
- Malla de zaranda
- Sarán
- Fundas
- Martillo
- Bomba de mochila
- Clavos
- Postes de madera
- Tablas

- Apoya manos
- Material de escritorio

3.2.2 Instrumentos y equipos

- Cámara fotográfica
- Calibrador pie de rey
- Computadora
- Flexómetro
- Regla
- GPS

3.2.3 Insumos

- Vitavax 300
- Semillas de Acacia negra, Aliso y Pumamaqui
- Arena
- Pomina
- Tierra de sitio
- Tierra negra
- Cascarilla
- Humus
- Roca fosfórica

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Propagación

Para la preparación del almácigo se desarrollaron las siguientes actividades. (*Ver anexo B*)

3.3.1.1 Desinfección del almácigo

Con la ayuda de una bomba de fumigación de mochila se aplicó Vitavax 300 en una dosis de 3 gr/l de agua, aplicando directamente sobre el suelo en donde posteriormente se ubicaron los microsemilleros.

3.3.1.2 Obtención de sustratos y semillas

Los sustratos así como las semillas utilizados se obtuvieron en los siguientes sitios.

a) Sustratos

- **Tierra negra.**- Se recolectó del páramo de Mojanda, sector Tabacundo.
- **Pomina.**- Se compró en la comunidad de Chimburlo, Parroquia Tocachi.
- **Tierra de sitio.**- Se recolectó en el mismo sitio.
- **Humus de lombriz.**- Se compró en el mismo sector.
- **Arena de río.**- Se recolectó en el río granobles.
- **Cascarilla de arroz.**- Se compró en el mismo sector.
- **Roca fosfórica.**- Se compró en una casa comercial.
- **Polvo de piedra.**- Se compró en Cayambe, el mismo que proviene de la cantera de Pomasqui-Quito-Pichincha.

b) Semillas

- **Acacia negra.**- Se recolectó en la Comunidad de Cubinche.
- **Aliso.**- Se recolectó en el sector Paja blanca, cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi.
- **Pumamaqui.**- Se recolectó en el sector Paja Blanca, cantón San Pedro de Huaca, provincia del Carchi.

3.3.1.3 Construcción de los microsemilleros y sustrato utilizado

Se construyó cajas de madera de 2,40 m de largo por 0,80 m de ancho y 0,15 m de alto, ubicadas dentro de un invernadero, bajo sombra y elevadas a 1m del suelo, en las cuales se colocó los siguientes sustratos; para la acacia negra y el aliso un sustrato compuesto por 30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio, y para el pumamaqui se utilizó una mezcla de 75% de arena + 25% de tierra negra.

3.3.1.4 Tratamientos pregerminativos

Los tratamientos pregerminativos que se utilizaron fueron distintos para cada especie; las semillas de acacia se sumergieron por 6 horas en agua a temperatura ambiente, mientras que las semillas de pumamaqui se colocaron en agua caliente a 50° C durante 5 minutos como explica (Ledesma, 2010). Cabe mencionar que para las semillas de aliso no se realizó ningún tratamiento pregerminativo.

3.3.1.5 Siembra

La siembra de las semillas de acacia negra, aliso y pumamaqui, se realizó en hileras con un espaciamiento de 2 cm entre semillas y 5 cm entre hileras. Luego se cubrió con una capa delgada de tierra, se irrigó con agua de riego con una regadera de mano dos veces al día, en la mañana y en la tarde, finalmente se cubrió con paja para mantener la humedad y evitar el ataque de pájaros.

3.3.2 Instalación del ensayo

Para proceder a la instalación del ensayo se realizaron las siguientes actividades que se detallan a continuación.

3.3.2.1 Preparación de los sustratos para repique

a) Tamizado

Se tamizó cada material utilizando una zaranda de malla fina con la finalidad de eliminar piedras, restos vegetales en descomposición y otros materiales gruesos, con el propósito de obtener un sustrato más homogéneo, facilitando así las labores culturales posteriores.

b) Mezcla

Los materiales utilizados para cada una de los sustratos, así como sus proporciones se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Mezcla de los sustrato

Sustrato	Composición			
S ₁	Tierra de sitio 40%	Tierra negra 30%	Pomina 30%	
S ₂	Tierra de sitio 40%	Humus 30%	Arena 30%	
S ₃	Tierra de sitio 40%	Tierra negra 30%	Cascarilla 30%	
S ₄	Tierra de sitio 40%	Tierra negra 30%	Pomina 30%	Roca fosfórica y polvo de roca 10%
S ₅	Tierra de sitio 40%	Humus 30%	Arena 30%	Roca fosfórica y polvo de roca 10%
S ₆	Tierra de sitio 40%	Tierra negra 30%	Cascarilla 30%	Roca fosfórica y polvo de roca 10%

Elaborado por: Vinicio Morocho

c) Desinfección de los sustratos

Para esta actividad se utilizó una bomba de mochila empleando Vitavax 300, con una dosis de 3 gr/l de agua, aplicando directamente a cada una de las mezclas y removiendo continuamente con la ayuda de una pala cuadrada. Se cubrió con plástico para mayor efectividad del producto y se dejó reposar por 3 días para su posterior utilización.

3.3.2.2 Enfundado

Se utilizó fundas de polietileno cuyas dimensiones fueron 5' x 6', las cuales se llenaron con los diferentes sustratos preparados para la investigación, dándole forma cilíndrica, con las esquinas de las bases dobladas a 0,5 cm del ras de la funda, con una compactación aceptable para evitar que se formen espacios de aire.

3.3.2.3 Preparación del sitio de repique

Se construyó un invernadero de 6m de largo por 5m de ancho y 2m de alto, cubierto la parte baja con plástico y la parte superior con sarán para disminuir la temperatura y reducir la fuerza del viento. En su interior se construyó las cajas de madera donde posteriormente se ubicaron los diferentes tratamientos.

3.3.2.4 Distribución del ensayo

a) Distribución de las plántulas por unidad experimental

Se construyó cajones de madera de 40 cm de largo por 40 cm de ancho en los cuales se colocaron 20 plántulas distribuidas en cinco filas de cuatro unidades, como se muestra en la figura 2.

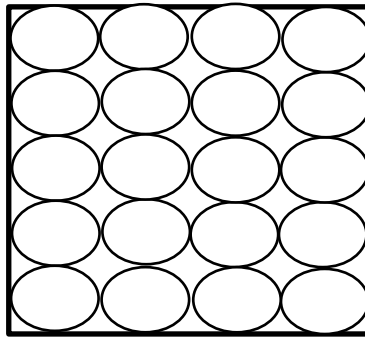


Figura 2. Tratamientos por unidad experimental

b) Distribución de los tratamientos por repetición

Se ubicaron los 18 tratamientos planteados para el ensayo distribuidos aleatoriamente en tres filas de 6 espacios al interior de los cajones de madera, como se muestra en la figura 2.

T10	T4	T13	T3	T9	T1
T2	T14	T18	T6	T7	16
T12	T5	T15	T8	T11	T17

Figura 3. Tratamientos por repetición

c) Distribución de las repeticiones en el terreno

Se ubicaron 4 repeticiones que contienen cada una los 18 tratamientos al interior del invernadero

REPETICIÓN 1						REPETICIÓN 2					
T6	T4	T9	T12	T13	T15	T9	T17	T14	T16	T3	T13
T11	T8	T18	T10	T17	T5	T11	T15	T2	T4	T12	T7
T3	T16	T1	T14	T2	T7	T10	T5	T6	T18	T1	T8
REPETICIÓN 3						REPETICIÓN 4					
T14	T9	T3	T11	T7	T6	T9	T3	T16	T6	T18	T12
T1	T8	T15	T2	T10	T16	T4	T8	T11	T14	T1	T5
T13	T4	T12	T17	T18	T5	T10	T2	T15	T7	T17	T13

Figura 4. Distribución de los tratamientos en el ensayo

3.3.2.5 Repique

El trasplante hacia las fundas que contienen los diferentes tratamientos, se lo realizó cuando las plantitas alcanzaron los 4 a 6 cm de altura, para lo cual se humedeció el sustrato del semillero y con la ayuda de una pala pequeña se procedió a retirar las plántulas cuidando de no romper las raíces, luego se colocó en un recipiente con agua para evitar que se deshidraten mientras se realizaba el repique.

3.3.3 Labores culturales

3.3.4 Riego

El riego se lo realizó dos veces por día, para garantizar la germinación de las semillas en su etapa inicial, y posteriormente 1 vez al día para contribuir la absorción de nutrientes y así obtener un buen desarrollo de las plántulas.

3.3.5 Deshierba

Con la finalidad de evitar la competencia de nutrientes entre la hierba y la plántula, esta labor se realizó manualmente una vez cada mes.

3.3.6 Remoción

Para realizar una poda de raíces, cada dos meses a partir del repique se levantó cada una de las fundas con el fin de romper cualquier raíz que haya traspasado la funda.

3.4 TOMA DE DATOS

La evaluación se realizó a partir de los 30 días de sembradas las semillas y posteriormente se marcaron cuatro plántulas aleatoriamente por tratamiento, para posteriormente cada 30 días por cuatro ocasiones a partir del repique evaluar los siguientes parámetros:

3.4.1 Germinación

La evaluación se realizó a partir de los 30 días de sembradas las semillas, aplicando la siguiente ecuación.

$$\frac{\# \text{ de semillas sembradas}}{\# \text{ de semillas germinadas}} \times 100$$

Para lo cual se distribuyó de la siguiente manera:

- ❖ Especie 1 (Pumamaqui): 5 filas de 15 semillas

- ❖ Especie 2 (Aliso): 5 filas de 20 semillas
- ❖ Especie 3 (Acacia): 5 filas de 15 semillas

3.4.2 Sobrevivencia

Cada 30 días a partir del establecimiento se procedió a contar las plántulas vivas y muertas en cada uno de los tratamientos.

3.4.3 Diámetro basal

La medición de diámetro basal se la realizó una sola vez a los 120 días a partir del repique, para lo cual se utilizó un calibrador.

3.4.4 Altura total

La medición de altura total se la realizó a los 30, 60, 90 y 120 días a partir del repique, para lo cual se utilizó una regla graduada al centímetro completo.

3.4.5 Forma

La variable forma se determinó en base a los siguientes criterios:

- Recto 3
- Torcido 2
- Bifurcado 1

3.4.6 Sanidad

La sanidad se determinó en base a los siguientes criterios:

- Mala Plántulas muertas, secas
- Regular Plántulas con un porcentaje inferior al 50% de hojas verdes
aparición de un brote
- Buena Plántulas con por lo menos el 50% de hojas verdes
- Excelente Plántulas con el 100% de hojas verdes

3.4.7 Costos de producción

Para realizar el análisis de costos se tomó en cuenta los siguientes valores: Costo de insumos + transporte de sustrato + costo de materiales + costo de mano de obra.

Una vez determinado el costo total del ensayo se procedió a realizar el cálculo de costos por tratamiento y plántula, ver Anexo A3.

3.5 VARIABLES EN ESTUDIO

- Germinación
- Altura total
- Diámetro basal
- Forma
- Sanidad
- Supervivencia
- Costos de producción

3.6 FACTORES DE ESTUDIO

3.6.1 Factor A (Especies Forestales)

Tabla 3. Factor A: Especies

Especie	Simbología
Pumamaqui	Sp1
Aliso	Sp2
Acacia negra	Sp3

Elaborado por: Vinicio Morocho

3.6.2 Factor B (Sustratos)

Tabla 4. Factor B: Sustratos

Composición			Simbología
Tierra de sitio	Tierra negra	Pomina	S ₁
Tierra de sitio	humus	Arena	S ₂
Tierra de sitio	Tierra negra	Cascarilla	S ₃

Elaborado por: Vinicio Morocho

3.6.3 Factor C (Remineralización)

Ya que, todo sustrato contiene minerales, pero en bajas cantidades, se ha denominado remineralización a este factor.

Tabla 5. Factor C: Remineralización

Remineralización	Simbología
Con Roca fosfórica y harina de rocas	CR
Sin Roca fosfórica y harina de rocas	SR

Elaborado por: Vinicio Morocho

3.6.4 Tratamientos en estudio

Tabla 6. Descripción de los tratamientos

Tratamientos	Clave	Simbología	Descripción
1	T ₁	Sp ₁ S ₁ SR	Pumamaqui + pomina + tierra negra + tierra de sitio
2	T ₂	Sp ₁ S ₂ SR	Pumamaqui + arena + humus + tierra de sitio
3	T ₃	Sp ₁ S ₃ SR	Pumamaqui + cascarilla + tierra negra + tierra de sitio
4	T ₄	Sp ₂ S ₁ SR	Aliso + pomina + tierra negra + tierra de sitio
5	T ₅	Sp ₂ S ₂ SR	Aliso + arena + humus + tierra de sitio
6	T ₆	Sp ₂ S ₃ SR	Aliso + cascarilla + tierra negra + tierra de sitio
7	T ₇	Sp ₃ S ₁ SR	Acacia + pomina + tierra negra + tierra de sitio
8	T ₈	Sp ₃ S ₂ SR	Acacia + arena + humus + tierra de sitio
9	T ₉	Sp ₃ S ₃ SR	Acacia + cascarilla + tierra negra + tierra de sitio
10	T ₁₀	Sp ₁ S ₁ CR	Pumamaqui + pomina + tierra negra + tierra de sitio + roca fosfórica y harina de rocas
11	T ₁₁	Sp ₁ S ₂ CR	Pumamaqui + arena + humus + tierra de sitio + roca fosfórica y harina de rocas
12	T ₁₂	Sp ₁ S ₃ CR	Pumamaqui + cascarilla + tierra negra + tierra de sitio + roca fosfórica y harina de rocas
13	T ₁₃	Sp ₂ S ₁ CR	Aliso + pomina + tierra negra + tierra de sitio + roca fosfórica y harina de rocas
14	T ₁₄	Sp ₂ S ₂ CR	Aliso + arena + humus + tierra de sitio + roca fosfórica y harina de rocas
15	T ₁₅	Sp ₂ S ₃ CR	Aliso + cascarilla + tierra negra + tierra de sitio + roca fosfórica y harina de rocas
16	T ₁₆	Sp ₃ S ₁ CR	Acacia + pomina + tierra negra + tierra de sitio + roca fosfórica y harina de rocas
17	T ₁₇	Sp ₃ S ₂ CR	Acacia + arena + humus + tierra de sitio + roca fosfórica y harina de rocas
18	T ₁₈	Sp ₃ S ₃ CR	Acacia + cascarilla + tierra negra + tierra de sitio + roca fosfórica y harina de rocas

Elaborado por: Vinicio Morocho

Tal como se observa en la tabla 6, se describen los 18 tratamientos en estudio con su respectiva clave y simbología composición.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el diseño irrestricto al azar con arreglo factorial A x B x C con 18 tratamientos y cuatro repeticiones.

3.7.1 Modelo estadístico

El cálculo de los datos se realizó en base a un diseño irrestricto al azar en arreglo factorial A x B x C, cuyo modelo estadístico es:

$$Y_{ij} = \underbrace{\mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}}_{\alpha + \theta + \lambda + \alpha\theta + \alpha\lambda + \theta\lambda + \alpha\theta\lambda}$$

Dónde: Y_{ij} = observación individual

μ = media común

τ_i = efecto de tratamientos

{	α = Efecto de la especie θ = Efecto del sustrato λ = Efecto de la remineralización $\alpha\lambda$ = Interacción $\alpha \times \lambda$ $\theta\lambda$ = Interacción $\theta \times \lambda$ $\alpha\theta\lambda$ = Interacción $\alpha \times \theta \times \lambda$
---	---

ε_{ij} = error experimental

3.7.2 Análisis de la varianza

Se calcularon los respectivos análisis de varianza una vez obtenida la información de cada una de las mediciones y luego se compararon los promedios de: sobrevivencia, altura total y diámetro basal, mediante la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de significancia de 0,05.

Tabla 7. Análisis de varianza (ADEVA)

FV (Fuentes de variación)	gl (grados de libertad)
Tratamiento	$(18 - 1) = 17$
<i>Factor A (especie)</i>	$(3 - 1) = 2$
<i>Factor B (sustrato)</i>	$(3 - 1) = 2$
<i>Factor C (remineralización)</i>	$(2 - 1) = 1$
<i>Interacción A × B</i>	$(3 - 1)(3 - 1) = 4$
<i>Interacción A × C</i>	$(3 - 1)(2 - 1) = 2$
<i>Interacción B × C</i>	$(3 - 1)(2 - 1) = 2$
<i>Interacción A × B × C</i>	$(3 - 1)(3 - 1)(2 - 1) = 4$
Error	$18(4 - 1) = 54$
Total	$(4 \times 18) - 1 = 71$

Elaborado por: Vinicio Morocho

3.7.3 Análisis de correlación

Se realizó el análisis de correlación para determinar el grado de asociación entre las siguientes variables:

Diámetro basal - Altura total

3.7.4 Características del campo experimental

Unidad experimental	20
Tratamientos	18
Número de repeticiones	4
Número de plántulas por tratamiento	80
Total de plántulas en el ensayo	1440

3.7.5 Superficie del ensayo

Para cada tratamiento $(0,5\text{m} \times 0,4\text{m}) = 0,2\text{m}^2$

18 tratamientos $(0,2\text{m}^2 \times 18) = 3,6\text{m}^2$

Área del ensayo $(3,6\text{m}^2 \times 4) = 14,4\text{m}^2$

Área de caminos = $14,4\text{m}^2$

Área total del ensayo $(14,4\text{m}^2 + 14,4\text{m}^2) = \mathbf{28,8\text{m}^2}$

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presenta los resultados obtenidos en base a los objetivos planteados, los cuales se presentan a continuación.

4.1 GERMINACIÓN

Realizado el análisis de germinación de cada especie durante los primeros meses de investigación en los microsemilleros, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 8. Porcentaje de germinación

Especie	Medición (días)	Porcentaje (%)
Pumamaqui (<i>Oreopanax cf. ecuadorensis</i> Seem)	60	65,3
Aliso (<i>Alnus acuminata</i> H.B.K.)	60	60
Acacia (<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.)	30	96

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2 ALTURA TOTAL

4.2.1 Altura total a los 30 días

Del análisis de varianza de altura total a los 30 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos de 4,26, valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se evidencia que, para el factor A se registró diferencias altamente significativas entre las especies investigadas, en cambio para el factor B y la interacción A*B se registró únicamente diferencias significativas; por el contrario para el factor C y las demás interacciones no se detectó diferencias significativas. El coeficiente de variación de 13,45 indica que los datos de altura son homogéneos en el ensayo. (Tabla 9)

Tabla 9. Análisis de varianza de la altura total a los 30 días

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamientos	3693,31	14	263,81	4,26 **	1,915	2,51
Factor A: Especie	2384,11	2	1192,1	19,26 **	3,205	5,11
Factor B: Sustrato	433,14	2	216,57	3,5 *	3,205	5,11
Factor C: Remineralización	10,39	1	10,39	0,17 ns	4,055	7,225
Factor A * Factor B	747,87	4	186,97	3,02 *	2,575	3,77
Factor A * Factor C	5,56	1	5,56	0,09 ns	4,055	7,225
Factor B * Factor C	49,37	2	24,69	0,4 ns	3,205	5,11
Factor A * Factor B * Factor C	62,89	2	31,44	0,51 ns	3,205	5,11
Error	2784,78	45	61,88			
Total	6478,09	59				
		CV		13,45		

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.1.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 10. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media (mm)	Rangos
Sp2 Aliso	64,06	A
Sp3 Acacia	63,15	A
Sp1 Pumamaqui	50,78	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 10 y el gráfico 1, se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron dos rangos, donde se destacan el aliso con una altura promedio de 64,06mm y la acacia con 63,15 mm.

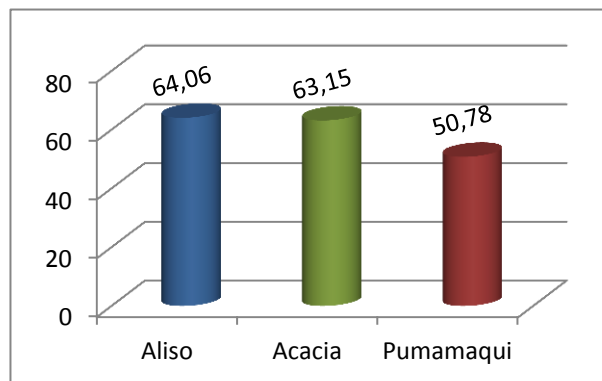


Gráfico 1. Altura total promedio (mm) por especie a los 30 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.1.2 Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Tabla 11. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media (mm)	Rangos
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	62,94	A
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	58,83	A B
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	56,21	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 11 y gráfico 2, se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron dos rangos, destacándose con el mayor valor promedio de altura el sustrato 2 correspondiente a la mezcla: 30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio, con una media de 62,94 mm, por el contrario el sustrato que presentó el menor valor promedio fue el sustrato 3 correspondiente a la mezcla: 30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio, con una media de 56,21 mm.

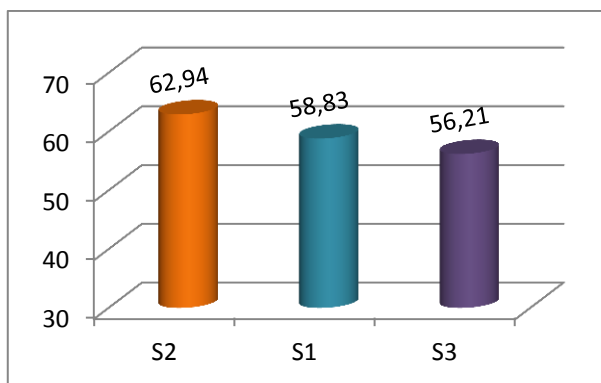


Gráfico 2. Altura total promedio (mm) por sustrato a los 30 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.1.3 Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Tabla 12. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media (mm)
SR	Sin Remineralización	59,79
CR	Con Remineralización	58,86

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística, se evidencia que los tratamientos sin remineralización fueron los mejores, obteniendo una media de 59,79 mm. (Tabla 13)

4.2.1.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 13. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	S2	69,34	A
Sp2 Aliso	S1	68,63	A
Sp2 Aliso	S2	68,13	A
Sp3 Acacia	S3	62,94	A B
Sp3 Acacia	S1	57,16	B C
Sp2 Aliso	S3	55,42	B C
Sp1 Pumamaqui	S2	51,34	C
Sp1 Pumamaqui	S1	50,72	C
Sp1 Pumamaqui	S3	50,27	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

Realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor B, se evidencia en la tabla se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) y el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con una media de 69,34 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la especie 1 (Pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con una media de 50,27mm. (Tabla 13)

4.2.1.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 14. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos
Sp2 Acacia	SR Sin remineralización	64,52	A
Sp3 Aliso	SR Sin remineralización	63,27	A
Sp3 Acacia	CR Con remineralización	63,02	A
Sp1 Pumamaqui	SR Sin remineralización	51,58	B
Sp1 Pumamaqui	CR Con remineralización	49,97	B
Sp2 Aliso	CR Con remineralización	0	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 2 (Aliso) sin remineralización con una media de 64,52 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la especie 1 (Pumamaqui) con remineralización con una media de 49,97 mm; cabe señalar que la interacción entre la especie 2 (Aliso) con remineralización no presentó valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 14)

4.2.1.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 15. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
S2	SR Sin remineralización	64,69	A
S2	CR Con remineralización	61,19	A B
S1	SR Sin remineralización	59,21	A B
S1	CR Con remineralización	58,46	A B
S3	CR Con remineralización	56,94	A B
S3	SR Sin remineralización	55,48	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron dos rangos; donde se enfatiza que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin aplicar la remineralización con una media de 64,69 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la interacción entre el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) sin aplicar la remineralización con una media de 55,48 mm. (Tabla 15)

4.2.1.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 16. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos			
T8	Sp3	Acacia	S2	SR	72	A			
T5	Sp2	Aliso	S2	SR	70	A	B		
T4	Sp2	Aliso	S1	SR	69	A	B		
T17	Sp3	Acacia	S2	CR	67	A	B	C	
T18	Sp3	Acacia	S3	CR	65	A	B	C	
T9	Sp3	Acacia	S3	SR	60	A	B	C	
T7	Sp3	Acacia	S1	SR	57		B	C	D
T16	Sp3	Acacia	S1	CR	57		B	C	D
T6	Sp2	Aliso	S3	SR	55			C	D
T2	Sp1	Pumamaqui	S2	SR	52				D
T1	Sp1	Pumamaqui	S1	SR	51				D
T3	Sp1	Pumamaqui	S3	SR	51				D
T11	Sp1	Pumamaqui	S2	CR	51				D
T10	Sp1	Pumamaqui	S1	CR	50				D
T12	Sp1	Pumamaqui	S3	CR	49				D
T13	Sp2	Aliso	S1	CR	0				E
T14	Sp2	Aliso	S2	CR	0				E
T15	Sp2	Aliso	S3	CR	0				E

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la Tabla 16 y gráfico 3 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron cinco rangos, donde se destaca con el mayor valor de altura total para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 2, correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 52 mm; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 5 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 70 mm, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 8 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 72 mm. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor valor de altura total de todo el ensayo fue el tratamiento 12 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización, con una media de 49 mm. Cabe mencionar que los tratamientos 13, 14 y 15 correspondientes a la especie 2 (Aliso) no presentaron valores en

esta variable ya que no existió sobrevivencia en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

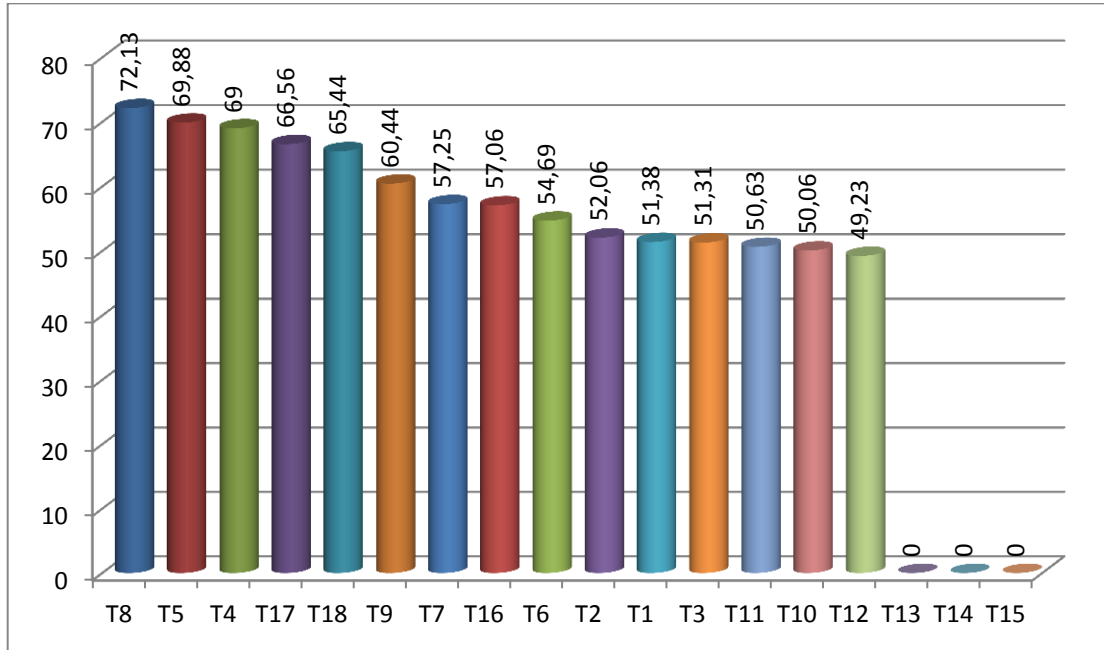


Gráfico 3. Altura total promedio (mm) por tratamiento a los 30 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.2 Altura total a los 60 días

Del análisis de varianza de altura total a los 60 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 12,39 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se evidencia que, para el factor A, el factor B y la interacción entre los factores A y B se registró diferencias altamente significativas, en cambio para el factor C y la interacción entre los factores A y B se registró únicamente diferencias significativas; por el contrario para la interacción entre los factores A y C tanto como la interacción entre los factores A, B y C no se registró diferencias significativas. El coeficiente de variación de 14,1 indica que los datos de altura son homogéneos en el ensayo. (Tabla 17)

Tabla 17. Análisis de varianza para la variable altura total a los 60 días

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamientos	19711,21	14	1407,9	12,39	**	1,96	2,59
<i>Factor A: Especie</i>	9846,31	2	4923,2	43,33	**	3,25	5,21
<i>Factor B: Sustrato</i>	4974,47	2	2487,2	21,89	**	3,25	5,21
<i>Factor C: Remineralización</i>	624,36	1	624,36	5,49	*	4,10	7,35
<i>Factor A * Factor B</i>	2687,64	4	671,91	5,91	**	2,62	3,86
<i>Factor A * Factor C</i>	31,32	1	31,32	0,28	ns	4,10	7,35
<i>Factor B * Factor C</i>	811,79	2	405,9	3,57	*	3,25	5,21
<i>Factor A * Factor B * Factor C</i>	735,31	2	367,66	3,24	ns	3,25	5,21
Error	4317,78	38	113,63				
Total	24028,99	52					
			CV	14,1			

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.2.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 18. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	86,64	A
Sp2 Aliso	77,16	B
Sp1 Pumamaqui	54,99	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 18 y el gráfico 4 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron tres rangos, donde se destaca con la mayor altura la especie 3 (acacia) con una media de 86,64 mm. Por el contrario la menor altura se registró en la especie 1 (pumamaqui) con una media de 54,99 mm.

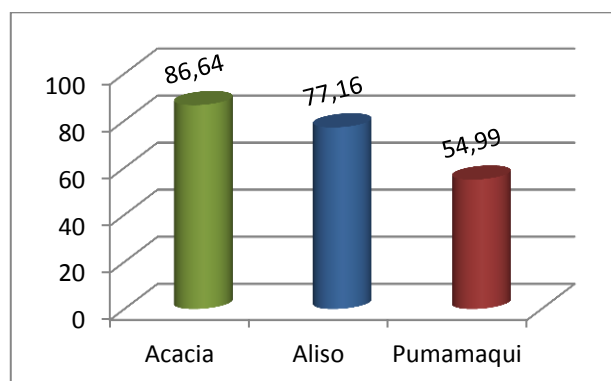


Gráfico 4. Altura total promedio (mm) por especie a los 60 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.2.2 Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Tabla 19. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media (mm)	Rangos
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	83,47	A
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	72,94	B
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	62,37	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 19 y el gráfico 5 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron tres rangos, destacándose con el mayor valor promedio de altura el sustrato 2 correspondiente a la mezcla (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con una media de 83,47 mm, por el contrario el sustrato que presentó el menor valor promedio fue el sustrato 3 correspondiente a la mezcla (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con una media de 62,37 mm.

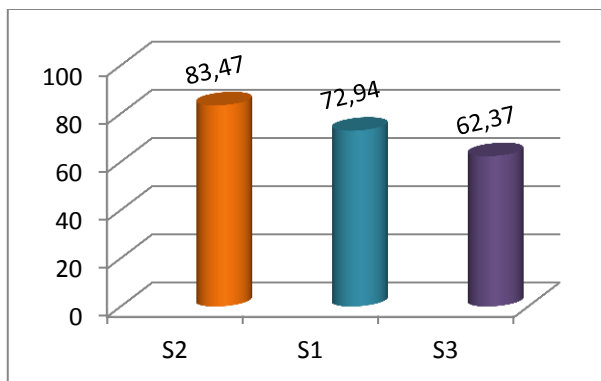


Gráfico 5. Altura total promedio (mm) por sustrato a los 60 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.2.3 Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Tabla 20. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media (mm)	Rangos
SR	Sin Remineralización	77,02	A
CR	Con Remineralización	68,83	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

Realizada la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se puede evidenciar que los tratamientos sin remineralización fueron los mejores, obteniendo una media de 77,02 mm. (Tabla 20)

4.2.2.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 21. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	S2	107,3	A
Sp2 Acacia	S1	86,2	B
Sp2 Acacia	S3	84,88	B
Sp3 Aliso	S2	77,03	B
Sp3 Aliso	S1	75,56	B
Sp2 Aliso	S3	60,39	C
Sp1 Pumamaqui	S1	56,91	C
Sp1 Pumamaqui	S2	56,91	C
Sp1 Pumamaqui	S3	51,16	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor B al 95% de probabilidad estadística, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) y el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con una media de 107,3 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la especie 1 (Pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con una media de 51,16 mm. (Tabla 21)

4.2.2.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 22. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	SR Sin remineralización	91,83	A
Sp3 Acacia	CR Con remineralización	81,44	B
Sp2 Aliso	SR Sin remineralización	81,25	B
Sp1 Pumamaqui	SR Sin remineralización	57,98	C
Sp1 Pumamaqui	CR Con remineralización	52	C
Sp2 Aliso	CR Con remineralización	0	D

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor C, se formaron cuatro rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) sin remineralización con una media de 91,83 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la especie 1 (Pumamaqui) con remineralización con una media de 52 mm; cabe señalar que la interacción entre la especie 2 (Aliso) con remineralización no presentó valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 22)

4.2.2.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 23. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos
S2	SR Sin remineralización	91,96	A
S2	CR Con remineralización	74,99	B
S1	SR Sin remineralización	74,94	B
S1	CR Con remineralización	70,94	B C
S3	SR Sin remineralización	64,17	B C
S3	CR Con remineralización	60,57	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin aplicar remineralización con una media de 91,96 mm; mientras que la interacción que tuvo el menor valor de altura total fue entre el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 60,57 mm. (Tabla 23)

4.2.2.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 24. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Trat	Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos
T8	Sp3	Acacia	S2	SR	123	A
T5	Sp2	Aliso	S2	SR	95	B
T17	Sp3	Acacia	S2	CR	91	B C
T4	Sp2	Aliso	S1	SR	87	B C
T7	Sp3	Acacia	S1	SR	79	B C D
T18	Sp3	Acacia	S3	CR	78	B C D
T16	Sp3	Acacia	S1	CR	75	C D E
T9	Sp3	Acacia	S3	SR	73	C D E
T6	Sp2	Aliso	S3	SR	62	D E F
T1	Sp1	Pumamaqui	S1	SR	59	E F G
T2	Sp1	Pumamaqui	S2	SR	58	E F G
T3	Sp1	Pumamaqui	S3	SR	57	E F G
T11	Sp1	Pumamaqui	S2	CR	56	F G
T10	Sp1	Pumamaqui	S1	CR	55	F G
T12	Sp1	Pumamaqui	S3	CR	51	G
T13	Sp2	Aliso	S1	CR	0	H
T14	Sp2	Aliso	S2	CR	0	H
T15	Sp2	Aliso	S3	CR	0	H

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 24 y el gráfico 6 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron ocho rangos, donde se destaca con el mayor valor de altura total para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 59 mm; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 5 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 95 mm, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 8 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 123 mm. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor valor de altura total de todo el ensayo fue el tratamiento 12 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización, con una media de 51 mm. Cabe destacar que los tratamientos 13, 14 y 15 correspondientes a la especie 2 (Aliso) no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

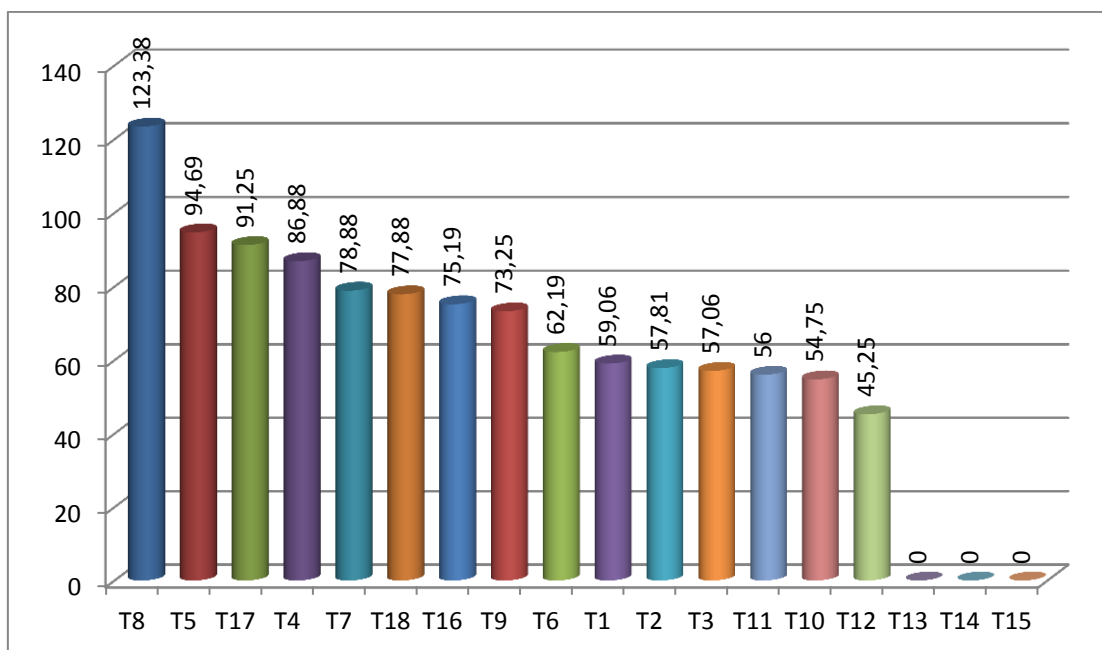


Gráfico 6. Altura total promedio (mm) por tratamiento a los 60 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.3 Altura total a los 90 días

Del análisis de varianza de altura total a los 90 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 7,93 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se demuestra que, para el factor A y el factor B se registró diferencias altamente significativas, en cambio para la interacción B*C se registró únicamente diferencias significativas; por el contrario para el factor C y las demás interacciones no se detectaron diferencias significativas. El coeficiente de variación de 23,27 indica que los datos de altura son relativamente homogéneos en el ensayo. (Tabla 25)

Tabla 25. Análisis de varianza para la variable altura total a los 90 días

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamientos	59407,37	13	4569,8	7,93	**	1,99	2,64
<i>Factor A: Especie</i>	39581,32	2	19791	34,35	**	3,25	5,21
<i>Factor B: Sustrato</i>	8396,25	2	4198,1	7,29	**	3,25	5,21
<i>Factor C: Remineralización</i>	1190,04	1	1190	2,07	ns	4,10	7,35
<i>Factor A * Factor B</i>	3937,05	4	984,26	1,71	ns	2,62	3,86
<i>Factor A * Factor C</i>	0,35	1	0,35	0,00	ns	4,10	7,35
<i>Factor B * Factor C</i>	6302,21	2	3151,1	5,47	*	3,25	5,21
<i>Factor A * Factor B * Factor C</i>	0,15	1	0,15	0,00	ns	4,10	7,35
Error	21893,88	38	576,15				
Total	81301,24	51					
CV 23,27							

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.3.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 26. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	132,02	A
Sp2 Aliso	90,06	B
Sp1 Pumamaqui	61,77	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 26 y el gráfico 7 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron tres rangos, donde se destaca con la mayor altura la especie 3 (acacia) con una media de 132,02 mm. Por el contrario la menor altura se registró en la especie 1 (pumamaqui) con una media de 55,77 mm.

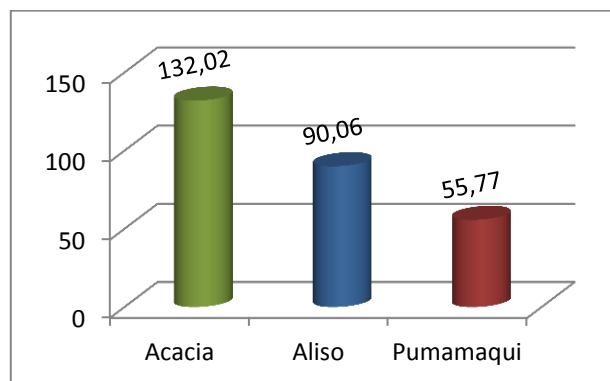


Gráfico 7. Altura total promedio (mm) por especie a los 90 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.3.2 Análisis matemático del factor B: Sustrato

Tabla 27. Análisis matemático del factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media (mm)
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	97,27
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	92,54
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	88,04

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 27 y el gráfico 8 se evidencia que realizado el análisis matemático del factor B, se registró el mayor valor de altura en el sustrato 2 correspondiente a la mezcla: 30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio con una media de 97,27 mm, por el contrario el sustrato que presentó el menor valor promedio fue el sustrato 3 correspondiente a la mezcla: 30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio con una media de 88,04 mm.

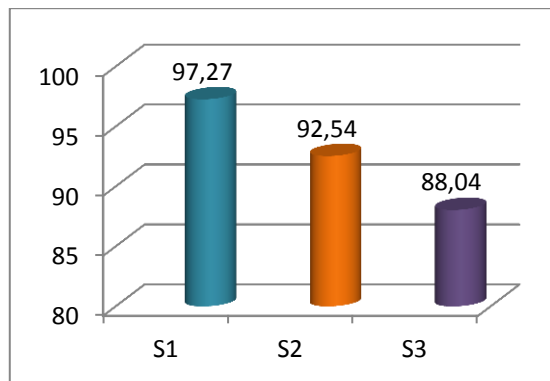


Gráfico 8. Altura total promedio (mm) por sustrato a los 90 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.3.3 Análisis matemático del factor C: Remineralización

Tabla 28. Análisis matemático del factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media (mm)
SR	Sin remineralización	99,66
CR	Con remineralización	85,58

Elaborado por: Vinicio Morocho

En el análisis matemático del factor C, se puede evidenciar que los tratamientos sin remineralización fueron los mejores, obteniendo una media de 99,66 mm. (Tabla 28)

4.2.3.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 29. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	S2	156,4	A
Sp3 Acacia	S1	123,7	B
Sp3 Acacia	S3	116	B C
Sp2 Aliso	S2	103,7	B C D
Sp2 Aliso	S1	89,06	C D E
Sp2 Aliso	S3	77,44	D E
Sp1 Pumamaqui	S1	70,69	D E
Sp1 Pumamaqui	S2	64,44	E
Sp1 Pumamaqui	S3	59,19	F

Elaborado por: Vinicio Morocho

Realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor B, se formaron seis rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) y el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con una media de 156,4 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la especie 1 (Pumamaqui) y el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con una media de 59,19mm. (Tabla 29)

4.2.3.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 30. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	SR Sin remineralización	139,06	A
Sp3 Acacia	CR Con remineralización	124,98	A
Sp2 Aliso	SR Sin remineralización	97,1	B
Sp1 Pumamaqui	SR Sin remineralización	62,81	C
Sp2 Aliso	CR Con remineralización	0	D
Sp1 Pumamaqui	CR Con remineralización	0	D

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor C, se formaron cuatro rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) sin remineralización con una media de 139,06 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la especie 1 (Pumamaqui) sin remineralización con una media de 62,81 mm; cabe señalar que la interacción entre la especie 2 (Aliso) con remineralización, así como la interacción entre la especie 1 (Pumamaqui) con remineralización no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 30)

4.2.3.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 31. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización		Media (mm)	Rangos
S2	SR	Sin remineralización	122,2	A
S1	CR	Con remineralización	98,15	A B
S1	SR	Sin remineralización	96,4	A B
S3	CR	Con remineralización	95,67	A B
S3	SR	Sin remineralización	80,42	B C
S2	CR	Con remineralización	62,92	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó en el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin aplicar remineralización con una media de 122,2 mm; mientras que la interacción que tuvo el menor valor de altura total fue el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 62,92 mm. (Tabla 31)

4.2.3.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 32. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos
T8	Sp3 Acacia	S2	SR	186	A
T17	Sp3 Acacia	S2	CR	127	B
T16	Sp3 Acacia	S1	CR	125	B
T18	Sp3 Acacia	S3	CR	124	B
T7	Sp3 Acacia	S1	SR	123	B
T5	Sp2 Aliso	S2	SR	129	B
T9	Sp3 Acacia	S3	SR	108	B
T4	Sp2 Aliso	S1	SR	103	B C
T6	Sp2 Aliso	S3	SR	70	C D
T1	Sp1 Pumamaqui	S1	SR	64	D
T3	Sp1 Pumamaqui	S2	SR	63	D
T2	Sp1 Pumamaqui	S3	SR	62	D
T12	Sp1 Pumamaqui	S3	CR	0	E
T13	Sp2 Aliso	S1	CR	0	E
T14	Sp2 Aliso	S2	CR	0	E
T15	Sp2 Aliso	S3	CR	0	E
T10	Sp1 Pumamaqui	S1	CR	0	E
T11	Sp1 Pumamaqui	S2	CR	0	E

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 32 y el gráfico 9 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron ocho rangos, donde se destaca con el mayor valor de altura total para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 64 mm; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 5 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 119 mm, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 8 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 186 mm. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor valor de altura total de todo el ensayo fue el tratamiento 2 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 62 mm. Tal como se mencionó anteriormente los tratamientos 13, 14 y 15 correspondientes a la especie 2 (Aliso) con remineralización no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad desde la primera medición y los tratamientos 10, 11 y 12 correspondientes a la especie 1 (Pumamaqui)

presentaron mortalidad progresiva hasta alcanzar el 100% en la tercera medición en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

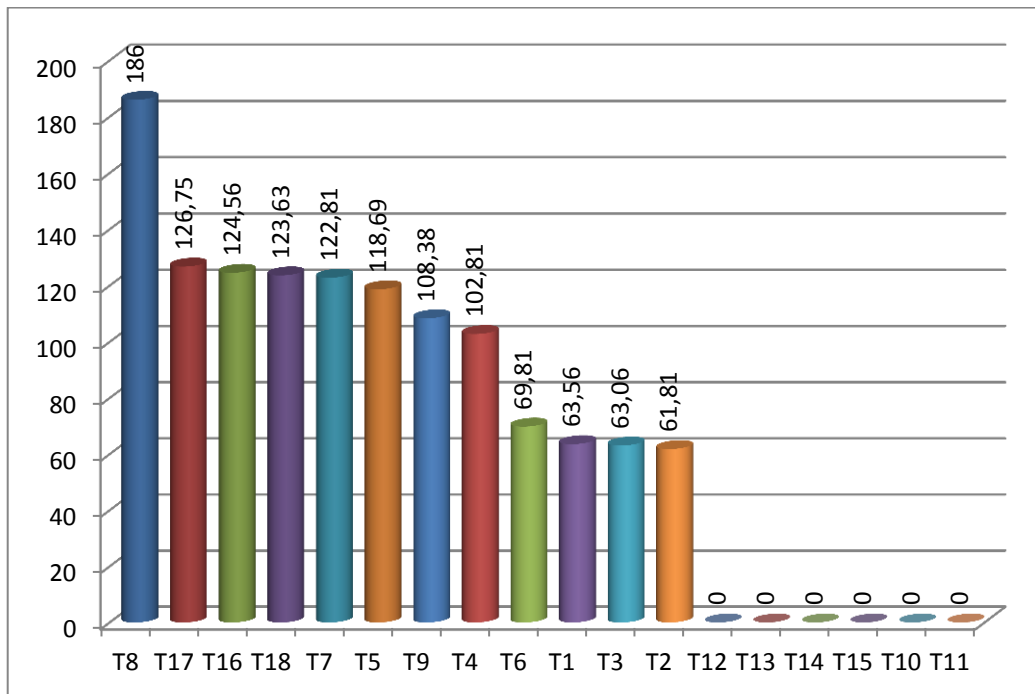


Gráfico 9. Altura total promedio (mm) por tratamiento a los 90 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.4 Altura total a los 120 días

Del análisis de varianza de altura total a los 120 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 6,56 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se demuestra que, para el factor A se registró diferencias altamente significativas; por el contrario para para el factor B, el factor C y todas las interacciones no se detectó diferencias significativas. El coeficiente de variación de 46,65 indica que los datos de altura son relativamente homogéneos en el ensayo. (Tabla 33)

Tabla 33. Análisis de varianza para la variable altura total a los 120 días

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamientos	527192,12	13	47927	6,56 **		1,99	2,64
<i>Factor A: Especie</i>	479529,36	2	239765	32,80 **		3,25	5,21
<i>Factor B: Sustrato</i>	5363,11	2	2681,6	0,37 ns		3,25	5,21
<i>Factor C: Remineralización</i>	3636,07	1	3636,1	0,49 ns		4,10	7,35
<i>Factor A * Factor B</i>	26167,25	4	6541,8	0,89 ns		2,62	3,86
<i>Factor A * Factor C</i>	0,85	1	0,85	0,12 ns		4,10	7,35
<i>Factor B * Factor C</i>	12494,35	2	6247,2	0,86 ns		3,25	5,21
<i>Factor A * Factor B * Factor C</i>	1,13	1	1,13	0,02 ns		4,10	7,35
Error	277749,65	38	7309,2				
Total	804941,77	51					
			CV	46,65			

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.4.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 34. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	286,8	A
Sp2 Aliso	125,9	B
Sp1 Pumamaqui	78,27	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 34 y el gráfico 10 se evidencia que realizada la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron dos rangos, donde se destaca con la mayor altura la especie 3 (acacia) con una media de 286,8 mm. Por el contrario la menor altura se registró en la especie 1 (pumamaqui) con una media de 78,27 mm.

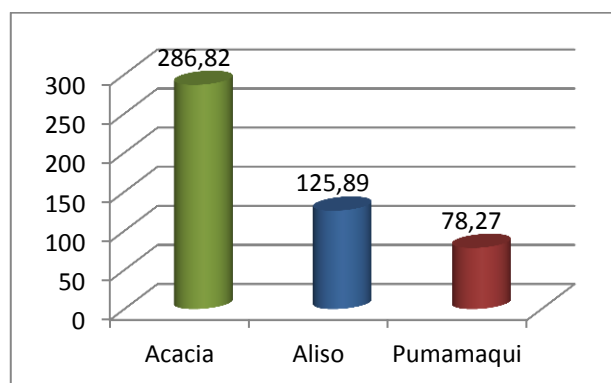


Gráfico 10. Altura total promedio (mm) por especie a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.4.2 Análisis matemático del factor B: Sustrato

Tabla 35. Análisis matemático del factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media (mm)
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	172,8
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	167,6
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	150,6

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 35 y el gráfico 11 se evidencia que realizado el análisis matemático del factor B, se registró el mayor valor de altura en el sustrato 2 correspondiente a la mezcla: 30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio con una media de 172,8 mm, por el contrario el sustrato que presentó el menor valor promedio fue el sustrato 3 correspondiente a la mezcla: 30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio con una media de 150,6 mm.

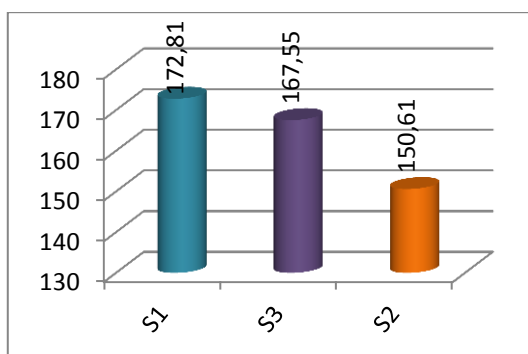


Gráfico 11. Altura total promedio (mm) por sustrato a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.2.4.3 Medias del factor C: Remineralización

Tabla 36. Medias del factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media (mm)
SR	Sin Remineralización	176
CR	Con Remineralización	151,4

Elaborado por: Vinicio Morocho

En el análisis matemático del factor C, se puede evidenciar que el mayor valor en cuanto a altura total se registró en los tratamientos sin remineralización, obteniendo una media de

176 mm, en comparación a los tratamientos con remineralización que obtuvieron una media de 151,4mm. (Tabla 36)

4.2.4.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 37. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Media (mm)	Rangos		
Sp3	Acacia	S2	328,2	A		
Sp3	Acacia	S1	277,3	A		
Sp3	Acacia	S3	255	A	B	
Sp2	Aliso	S2	158,4	B		C
Sp2	Aliso	S1	126,1	C		
Sp1	Aliso	S3	105	C		
Sp2	Pumamaqui	S1	93,15	C		
Sp1	Pumamaqui	S2	81,33	C		
Sp1	Pumamaqui	S3	68,47	C		

Elaborado por: Vinicio Morocho

Realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor B, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) y el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con una media de 328,2 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la especie 1 (Pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con una media de 68,47 mm. (Tabla 37)

4.2.4.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 38. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie		Factor C: Remineralización		Media (mm)	Rangos
Sp3	Acacia	SR	Sin remineralización	299,13	A
Sp3	Acacia	CR	Con remineralización	274,51	A
Sp2	Aliso	SR	Sin remineralización	113,58	B
Sp1	Pumamaqui	SR	Sin remineralización	65,96	B
Sp2	Aliso	CR	Con remineralización	0	C
Sp1	Pumamaqui	CR	Con remineralización	0	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) sin remineralización con una media de 299,13 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la especie 1 (Pumamaqui) sin remineralización con una media de 65,96 mm; como ya se mencionó la interacción entre la especie 2 (Aliso) con remineralización, así como la interacción entre la especie 1 (Pumamaqui) con remineralización no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 38)

4.2.4.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 39. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos
S2	SR Sin remineralización	211,1	A
S1	CR Con remineralización	183,5	A
S2	SR Sin remineralización	167,9	A B
S3	CR Con remineralización	151,6	B
S1	SR Sin remineralización	134,6	C
S3	CR Con remineralización	133,3	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin aplicar remineralización con una media de 211,1 mm; mientras que la interacción que tuvo el menor valor de altura total fue entre el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 113,3 mm. (Tabla 39)

4.2.4.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 40. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos
T8	Sp3 Acacia	S2	SR	344	A
T9	Sp3 Acacia	S3	SR	312	A
T18	Sp3 Acacia	S3	CR	295	A
T16	Sp3 Acacia	S1	CR	293	A
T17	Sp3 Acacia	S2	CR	260	A B
T7	Sp3 Acacia	S1	SR	217	A B C
T5	Sp2 Aliso	S2	SR	163	B C D
T4	Sp2 Aliso	S1	SR	120	C D
T6	Sp2 Aliso	S3	SR	77	D
T1	Sp1 Pumamaqui	S1	SR	67	D
T2	Sp1 Pumamaqui	S2	SR	66	D
T3	Sp1 Pumamaqui	S3	SR	65	D
T12	Sp1 Pumamaqui	S3	CR	0	E
T13	Sp2 Aliso	S1	CR	0	E
T14	Sp2 Aliso	S2	CR	0	E
T15	Sp2 Aliso	S3	CR	0	E
T10	Sp1 Pumamaqui	S1	CR	0	E
T11	Sp1 Pumamaqui	S2	CR	0	E

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 40 y el gráfico 12 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron cinco rangos, donde se destaca con el mayor valor de altura total para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 67 mm; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 5 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 163 mm, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 8 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 344 mm. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor valor de altura total de todo el ensayo fue el tratamiento 12 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización, con una media de 49 mm. Tal como se mencionó anteriormente los tratamientos 13, 14 y 15 correspondientes a la especie 2 (Aliso) con remineralización no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad desde la primera medición y los tratamientos 10, 11 y 12 correspondientes a la

especie 1 (Pumamaqui) presentaron mortalidad progresiva hasta alcanzar el 100% en la tercera medición en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

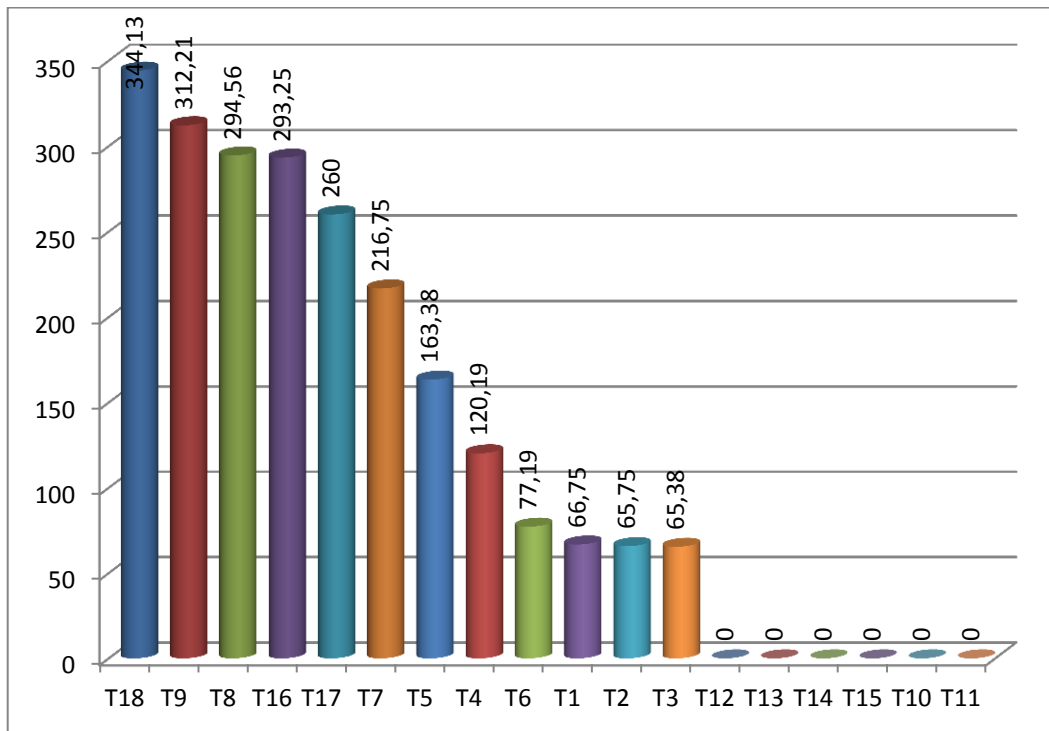


Gráfico 12. Altura total promedio (mm) por tratamiento a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.3 DIÁMETRO BASAL A LOS 120 DÍAS

Del análisis de varianza para la variable diámetro basal a los 120 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 2,87 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se evidencia que, para el factor A se registró diferencias altamente significativas entre las especies investigadas, por el contrario para el factor B, el factor C y las demás interacciones no se detectó diferencias significativas. El coeficiente de variación de 20,75 indica que los datos de altura son relativamente homogéneos en el ensayo. (Tabla 41)

Tabla 41. Análisis de varianza para la variable diámetro basal a los 120 días

FV	SC	GL	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamientos	21,53	13	1,66	2,87	**	2,005	2,67
Factor A: Especie	16,09	2	8,05	13,92	**	3,25	5,21
Factor B: Sustrato	0,77	2	0,39	0,67	ns	3,25	5,21
Factor C: Remineralización	0,04	1	0,04	0,07	ns	4,1	7,35
Factor A * Factor B	3,29	4	0,82	1,42	ns	2,62	3,86
Factor A * Factor C	0,07	1	0,07	0,12	ns	4,1	7,35
Factor B * Factor C	1,18	2	0,59	1,02	ns	3,25	5,21
Factor A * Factor B * Factor C	0,09	1	0,09	0,16	ns	4,1	7,35
Error	20,8	36	0,58				
Total	42,33	49					
			CV	20,75			

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.3.1.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 42. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	4,24	A
Sp2 Aliso	3,26	B
Sp1 Pumamaqui	3,02	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 42 y el gráfico 13 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron dos rangos, donde se observa que la acacia tuvo un valor promedio en cuanto a diámetro de 4,24mm, el aliso presentó un valor promedio de 3,26 mm y el pumamaqui registró un valor promedio de 3,02.

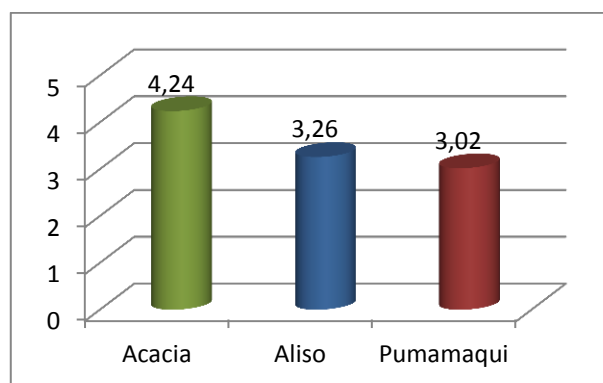


Gráfico 13. Diámetro basal promedio (mm) por especie a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.3.1.2 Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Tabla 43. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media	Rango
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	3,78	A
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	3,66	B
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	3,2	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 43 y el gráfico 14 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron dos rangos, destacándose con el mayor valor promedio en cuanto a diámetro, el sustrato 1 correspondiente a la mezcla (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) con una media de 3,78 mm, por el contrario el sustrato que presentó el menor valor promedio fue el sustrato 3 correspondiente a la mezcla (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con una media de 3,2 mm.

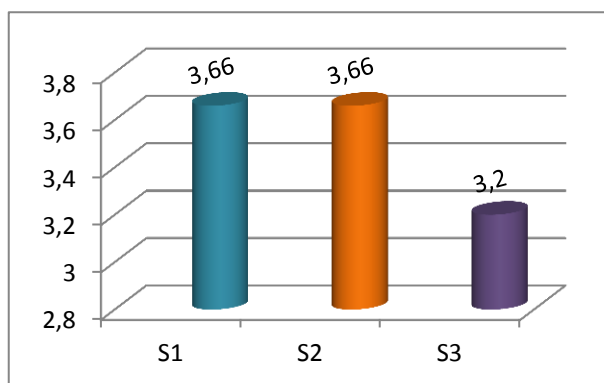


Gráfico 14. Diámetro basal promedio (mm) por sustrato a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.3.1.3 Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Tabla 44. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización	Media (mm)
SR Sin Remineralización	25,73
CR Con Remineralización	24,75

Elaborado por: Vinicio Morocho

En el análisis matemático del factor C, se evidencia que los tratamientos a los que no se aplicó remineralización fueron los mejores, obteniendo una media de 25,73 mm. (Tabla 44)

4.3.1.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 45. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Media	Rangos			
Sp3	Acacia	S2	4,51	A			
Sp3	Acacia	S1	4,21	A	B		
Sp3	Acacia	S3	4	A	B		
Sp2	Aliso	S2	3,61	A	B	C	
Sp1	Pumamaqui	S1	3,5	A	B	C	
Sp2	Aliso	S1	3,48	A	B	C	
Sp1	Pumamaqui	S2	3,15		B	C	D
Sp2	Aliso	S3	2,68			C	D
Sp1	Pumamaqui	S3	2,4				D

Elaborado por: Vinicio Morocho

Realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor B, se formaron cuatro rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) y el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con una media de 4,51 mm; mientras que la interacción que tuvo la menor altura total fue la especie 1 (Pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con una media de 2,4 mm. (Tabla 45)

4.3.1.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 46. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie		Factor C: Remineralización		Media	Rangos
Sp3	Acacia	SR	Sin remineralización	4,29	A
Sp3	Acacia	CR	Con remineralización	4,19	A
Sp2	Aliso	SR	Sin remineralización	3,21	B
Sp1	Pumamaqui	SR	Sin remineralización	2,97	B
Sp2	Aliso	CR	Con remineralización	0	C
Sp1	Pumamaqui	CR	Con remineralización	0	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Aliso) sin remineralización con una media de 4,29 mm; mientras que la interacción que tuvo el menor valor de diámetro fue la especie 1 (Pumamaqui) sin remineralización con una media de 2,97 mm; cabe señalar que las interacciones entre la especie 1 (Pumamaqui) con remineralización y la especie 2 (Aliso) con remineralización no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 46)

4.3.1.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 47. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
S1	SR Sin remineralización	4,03	A
S2	SR Sin remineralización	3,76	A B
S2	CR Con remineralización	3,55	A B
S3	SR Sin remineralización	3,31	A B
S1	CR Con remineralización	3,3	A B
S3	CR Con remineralización	3,09	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron dos rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin aplicar remineralización con una media de 4,03 mm; mientras que la interacción que tuvo el menor valor de altura total fue entre el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 3,09 mm. (Tabla 47)

4.3.1.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 48. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
T8	Sp3 Acacia	S2	SR	4,63	A
T18	Sp3 Acacia	S3	CR	4,2	A B
T16	Sp3 Acacia	S1	CR	4,16	A B C
T7	Sp3 Acacia	S1	SR	4,11	A B C
T17	Sp3 Acacia	S2	CR	3,9	A B C
T5	Sp2 Aliso	S2	SR	3,52	A B C D
T9	Sp3 Acacia	S3	SR	3,43	A B C D
T1	Sp1 Pumamaqui	S1	SR	3,05	B C D
T2	Sp1 Pumamaqui	S2	SR	2,94	C D
T4	Sp2 Aliso	S1	SR	2,92	C D
T6	Sp2 Aliso	S3	SR	2,59	D
T3	Sp1 Pumamaqui	S3	SR	2,32	D
T12	Sp1 Pumamaqui	S3	CR	0	E
T13	Sp2 Aliso	S1	CR	0	E
T14	Sp2 Aliso	S2	CR	0	E
T15	Sp2 Aliso	S3	CR	0	E
T10	Sp1 Pumamaqui	S1	CR	0	E
T11	Sp1 Pumamaqui	S2	CR	0	E

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 48 y el gráfico 15 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron cinco rangos, donde se destaca con el mayor valor de diámetro basal para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 2, correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 3,05 mm; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 5 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 3,52 mm, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor valor lo presentó el tratamiento 8 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 4,63 mm. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor valor de diámetro basal de todo el ensayo fue el tratamiento 3 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 2,32 mm. Cabe destacar que los tratamientos 10, 11, 12, 13, 14 y 15 correspondientes a las especies 1 (Pumamaqui) y 2

(Aliso) no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

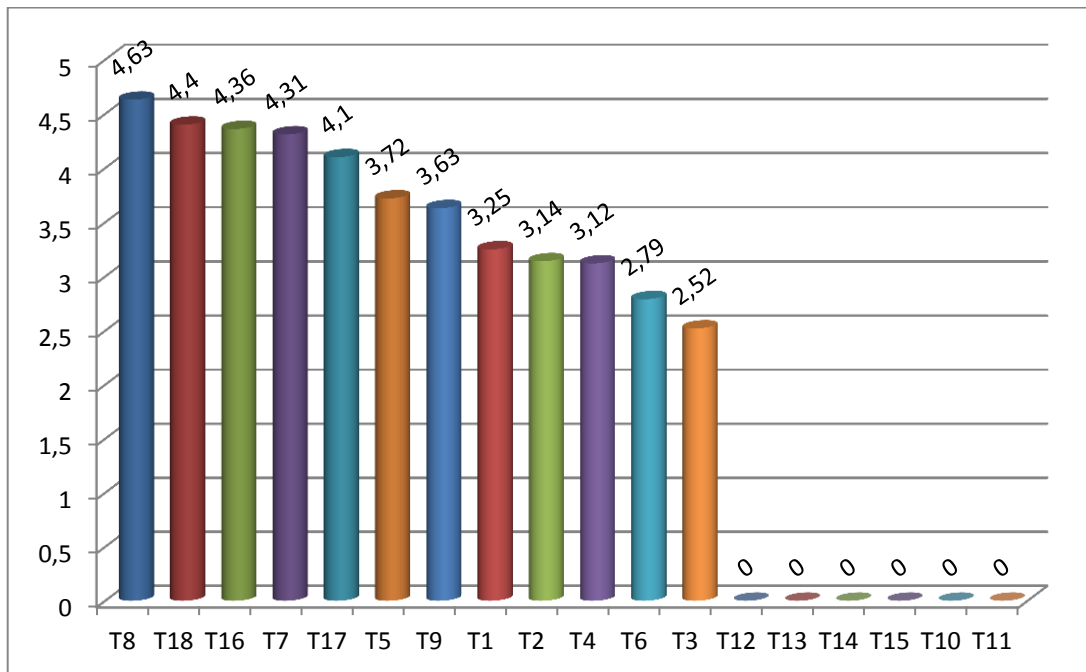


Gráfico 15. Diámetro basal promedio (mm) por tratamiento a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.4 FORMA A LOS 120 DÍAS

Del análisis de varianza del factor forma a los 120 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 10,62 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se evidencia que, para el factor A se registró diferencias altamente significativas entre las especies investigadas, en cambio para el factor B y la interacción A*B se registró únicamente diferencias significativas; por el contrario para el factor C y las demás interacciones no se detectó diferencias significativas. El coeficiente de variación de 13,45 indica que los datos correspondientes a la variable forma son homogéneos en el ensayo. (Tabla 49)

Tabla 49. Análisis de varianza para la variable forma a los 120 días

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamientos	0,98	12	0,082	10,62	**	2,01 2,675
Factor A: Especie	0,68	2	0,340	44,2	**	3,24 5,195
Factor B: Sustrato	0,11	2	0,055	7,15	*	3,24 5,195
Factor C: Remineralización	0,01	1	0,010	1,3	ns	4,09 7,33
Factor A * Factor B	0,11	4	0,028	3,575	*	2,615 3,845
Factor A * Factor C	0,03	1	0,030	3,9	ns	4,09 7,33
Factor B * Factor C	0,02	2	0,010	1,3	ns	3,24 5,195
Factor A * Factor B * Factor C	0,02	2	0,010	1,3	ns	3,24 5,195
Error	0,3	39	0,008			
Total	1,28	53				
		CV	13,45			

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.4.1.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 50. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	3	A
Sp1 Pumamaqui	2,78	B
Sp2 Aliso	1,72	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 50 y el gráfico 16 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron dos rangos, donde se destacan la especie 3 (Acacia) y la especie 1 (Pumamaqui) con valor promedios de 3 y 2,78 respectivamente, valores equivalentes a recto, por el contrario la especie 2 (Aliso) con una media de 1,72 se lo calificó como torcido.

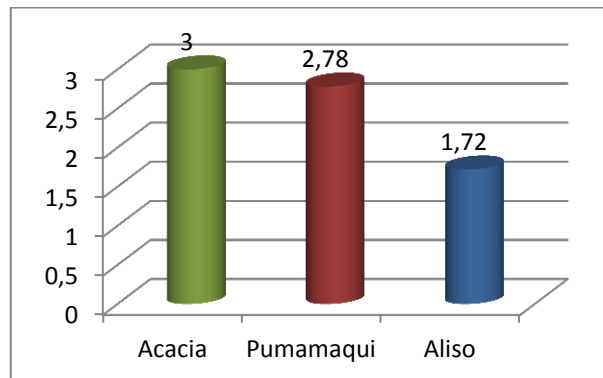


Gráfico 16. Valores promedio de forma, por especie a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.4.1.2 Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Tabla 51. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media	Rangos
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	2,94	A
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	2,85	A
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	2,75	B

Elaborado por: El autor

En la tabla 51 y el gráfico 17 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron dos rangos, observándose que el mayor valor en cuanto a forma se registró en el sustrato 1 correspondiente a la mezcla: 30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio, con una media de 2,94 correspondiente a recto, por el contrario el sustrato que presentó el menor valor promedio fue el sustrato 3 correspondiente a la mezcla: 30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio con una media de 2,75.

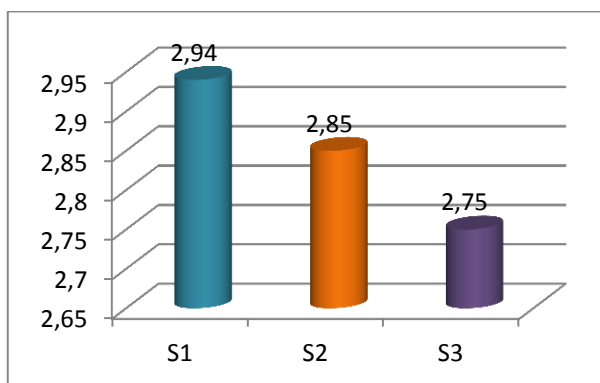


Gráfico 17. Valores promedio de forma, por sustrato a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.4.1.3 Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Tabla 52. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media
SR	Sin remineralización	2,91
CR	Con remineralización	2,83

Elaborado por: Vinicio Morocho

En el análisis matemático del factor C, se evidencia que los tratamientos a los que no se aplicó remineralización fueron los mejores, obteniendo una media de 2,91 equivalente a recto. (Tabla 52)

4.4.1.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 53. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Media	Rangos		
Sp3	Acacia	S1	3	A		
Sp3	Acacia	S2	3	A		
Sp3	Acacia	S3	3	A		
Sp1	Pumamaqui	S1	2,86	B		
Sp1	Pumamaqui	S2	2,84	B	C	
Sp2	Aliso	S1	2,84	B	C	
Sp2	Aliso	S2	2,72		C	D
Sp1	Pumamaqui	S3	2,65			D E
Sp2	Aliso	S3	2,6			E

Elaborado por: Vinicio Morocho

Realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor B, se formaron cinco rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) con los 3 tipos de sustratos, con una media de 3 equivalente a recto; cabe mencionar que en el ensayo se evidencio únicamente un individuo bifurcado en la especie 2 (aliso) mientras que la mayoría de las plántulas se calificaron como rectas. (Tabla 53)

4.4.1.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 54. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie		Factor C: Remineralización		Media	Rangos
Sp3	Acacia	CR	Con remineralización	3	A
Sp3	Acacia	SR	Sin remineralización	3	A
Sp1	Pumamaqui	SR	Sin remineralización	2,78	B
Sp2	Aliso	SR	Sin remineralización	2,72	B
Sp2	Aliso	CR	Con remineralización	0	C
Sp1	Pumamaqui	CR	Con remineralización	0	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) con y sin remineralización con una media de 3, equivalente a recto; cabe señalar que las interacciones entre las especies 1 (Pumamaqui) y 2 (Aliso) con remineralización no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 54)

4.4.1.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 55. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
S1	SR	Sin remineralización	2,9 A
S1	CR	Con remineralización	2,9 A
S2	SR	Sin remineralización	2,85 A B
S2	CR	Con remineralización	2,85 A B
S3	SR	Sin remineralización	2,75 B
S3	CR	Con remineralización	2,75 B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron dos rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) con y sin remineralización con una media de 2,9 correspondiente a recto; mientras que la interacción que tuvo el menor valor de altura total fue entre el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 2,75. (Tabla 55)

4.4.1.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 56. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
T16	Sp3	Acacia	S1	CR	3	A
T7	Sp3	Acacia	S1	SR	3	A
T17	Sp3	Acacia	S2	CR	3	A
T8	Sp3	Acacia	S2	SR	3	A
T18	Sp3	Acacia	S3	CR	3	A
T9	Sp3	Acacia	S3	SR	3	A
T1	Sp1	Pumamaqui	S1	SR	2,86	A B
T2	Sp1	Pumamaqui	S2	SR	2,84	B
T4	Sp2	Aliso	S1	SR	2,84	B
T5	Sp2	Aliso	S2	SR	2,72	B C
T3	Sp1	Pumamaqui	S3	SR	2,65	C
T6	Sp2	Aliso	S3	SR	2,6	C
T12	Sp1	Pumamaqui	S3	CR	0	D
T13	Sp2	Aliso	S1	CR	0	D
T14	Sp2	Aliso	S2	CR	0	D
T15	Sp2	Aliso	S3	CR	0	D
T10	Sp1	Pumamaqui	S1	CR	0	D
T11	Sp1	Pumamaqui	S2	CR	0	D

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 56 y el gráfico 18 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron cuatro rangos, donde se destaca con el mayor valor promedio en cuanto a forma para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 2,86 equivalente a recto; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor valor lo presentó el tratamiento 4 correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 2,84 equivalente a recto, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor valor se presentó en los tratamientos 7, 8, 9, 16, 17 y 18 correspondientes a los sustrato 1, 2 y 3 con y sin remineralización, con una media de 3. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor valor de diámetro basal de todo el ensayo fue el tratamiento 3 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 2,32. Cabe destacar que los tratamientos 10, 11, 12, 13, 14 y 15 correspondientes a las especies 1 (Acacia) y 2 (Aliso) no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

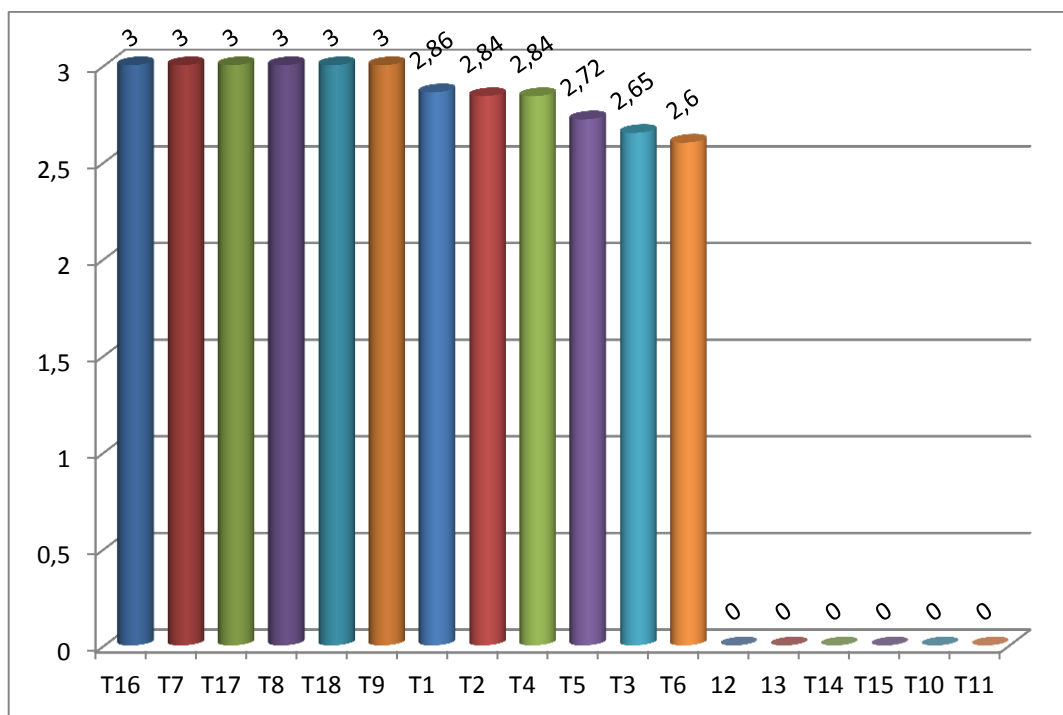


Gráfico 18. Valores promedio de forma, por tratamiento a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.5 SANIDAD A LOS 120 DÍAS

Del análisis de varianza del factor sanidad a los 120 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 17,88 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se evidencia que, para el factor A y la interacción entre los factores A y B se registró diferencias altamente significativas, en cambio para el factor B se registró únicamente diferencias significativas; por el contrario para el factor C y todas las interacciones con este factor no se detectó diferencias significativas. El coeficiente de variación de 13,45 indica que los datos de sanidad son homogéneos en el ensayo. (Tabla 57)

Tabla 57. Análisis de varianza para la variable sanidad a los 120 días

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamientos	5,90	11	0,54	17,88 **	2,06	2,78
Factor A: Especie	3,18	2	1,59	53,00 **	3,26	5,25
Factor B: Sustrato	0,68	2	0,34	11,33 *	3,26	5,25
Factor C: Remineralización	0,04	1	0,04	1,33 ns	4,11	7,39
Factor A * Factor B	1,93	4	0,48	16,08 **	2,63	3,89
Factor A * Factor C	0,02	1	0,02	0,67 ns	4,11	7,39
Factor B * Factor C	0,03	2	0,02	0,50 ns	3,26	5,25
Factor A * Factor B * Factor C	0,01	3	0,003	0,11 ns	2,86	4,38
Error	1,09	36	0,03			
Total	6,99					
	CV	13,45				

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.5.1.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 58. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media (mm)	Rangos
Sp3 Acacia	3	A
Sp2 Aliso	2,56	B
Sp1 Pumamaqui	2,42	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 58 y el gráfico 19 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron tres rangos, donde se destaca con el mayor promedio la especie 3 (acacia) con una media de 3, valor equivalente a planta excelente. Por el contrario el menor valor promedio se registró en la especie 1 (pumamaqui) con una media de 2,42, valor equivalente a planta buena.

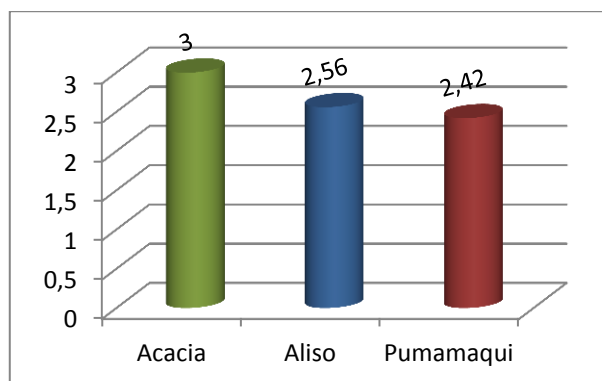


Gráfico 19. Valores promedio de sanidad, por especie a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.5.1.2 Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Tabla 59. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media	Rangos
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	2,79	A
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	2,76	A
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	2,43	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 59 y el gráfico 20 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron dos rangos, destacándose con el mayor valor promedio el sustrato 2 correspondiente a la mezcla (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con una media de 2,79, valor equivalente a plántulas excelentes, por el contrario el sustrato que presentó el menor valor promedio fue el sustrato 3 correspondiente a la mezcla (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con una media de 2,43, valor equivalente a plántulas buenas.

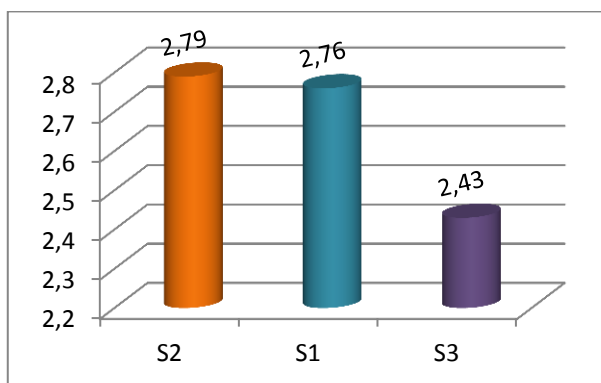


Gráfico 20. Valores promedio de sanidad, por sustrato a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.5.1.3 Análisis matemático del factor C: Remineralización

Tabla 60. Análisis matemático del factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media
SR	Sin remineralización	2,66
CR	Con remineralización	2,42

Elaborado por: Vinicio Morocho

En el análisis matemático del factor C, se evidencia que los tratamientos a los que no se aplicó remineralización fueron los mejores, obteniendo una media de 2,66, valor equivalente plántulas excelentes. (Tabla 60)

4.5.1.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 61. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Media	Rangos	
Sp3	Acacia	S1	3	A	
Sp3	Acacia	S2	3	A	
Sp3	Acacia	S3	3	A	
Sp1	Pumamaqui	S1	2,78	A	B
Sp1	Pumamaqui	S2	2,73	B	C
Sp2	Aliso	S2	2,65	B	C
Sp2	Aliso	S3	2,53		C
Sp2	Aliso	S1	2,5		C
Sp1	Pumamaqui	S3	1,76		D

Elaborado por: Vinicio Morocho

Realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor B, se formaron cuatro rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) con los 3 tipos de sustratos, con una media de 3 equivalente a plántulas excelentes; mientras que la interacción que tuvo el menor valor promedio fue la especie 1 (Pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con una media de 1,76, valor equivalente a plántulas buenas. (Tabla 61)

4.5.1.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 62. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie		Factor C: Remineralización		Media	Rangos
Sp3	Acacia	SR	Sin remineralización	3	A
Sp3	Acacia	CR	Con remineralización	3	A
Sp2	Aliso	SR	Sin remineralización	2,56	B
Sp1	Pumamaqui	SR	Sin remineralización	2,42	B
Sp2	Aliso	CR	Con remineralización	0	C
Sp1	Pumamaqui	CR	Con remineralización	0	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) con y sin remineralización con una media de 3, valor equivalente a plántulas excelentes; mientras que la interacción que tuvo el menor valor promedio fue la especie 1 (Pumamaqui) sin remineralización con una media de 2,42, valor equivalente a plántulas buenas; cabe señalar que la interacción entre la especie 2 (Aliso) con remineralización, así como la interacción entre la especie 1 (Pumamaqui) con remineralización no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 62)

4.5.1.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 63. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
S2	SR Sin remineralización	2,79	A
S2	CR Con remineralización	2,79	A
S1	SR Sin remineralización	2,76	A
S1	CR Con remineralización	2,76	A
S3	SR Sin remineralización	2,43	B
S3	CR Con remineralización	2,43	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron dos rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con y sin remineralización con una media de 2,79, valor equivalente a plántulas excelentes; mientras que la interacción que tuvo el menor valor promedio fue entre el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 2,43, valor equivalente a plántulas buenas. (Tabla 63)

4.5.1.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 64. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
T8	Sp3	Acacia	S2	SR	3 A
T7	Sp3	Acacia	S1	SR	3 A
T9	Sp3	Acacia	S3	SR	3 A
T16	Sp3	Acacia	S1	CR	3 A
T17	Sp3	Acacia	S2	CR	3 A
T18	Sp3	Acacia	S3	CR	3 A
T1	Sp1	Pumamaqui	S1	SR	2,78 A B
T2	Sp1	Pumamaqui	S2	SR	2,73 A B
T5	Sp2	Aliso	S2	SR	2,65 B
T6	Sp2	Aliso	S3	SR	2,53 B
T4	Sp2	Aliso	S1	SR	2,5 B
T3	Sp1	Pumamaqui	S3	SR	1,76 C
T12	Sp1	Pumamaqui	S3	CR	0 D
T13	Sp2	Aliso	S1	CR	0 D
T14	Sp2	Aliso	S2	CR	0 D
T15	Sp2	Aliso	S3	CR	0 D
T10	Sp1	Pumamaqui	S1	CR	0 D
T11	Sp1	Pumamaqui	S2	CR	0 D

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 64 y el gráfico 21 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron cuatro rangos, donde se destaca con el mayor valor promedio en cuanto a sanidad para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 2,78 equivalente a plántulas excelentes; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor valor lo presentó el tratamiento 5 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 2,65 equivalente a plántulas excelentes, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor valor se presentó en los tratamientos 7, 8, 9, 16, 17 y 18 correspondientes a los sustrato 1, 2 y 3 con y sin remineralización, con una media de 3, valor equivalente a plántulas excelentes. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor valor de diámetro basal de todo el ensayo fue el tratamiento 3 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 1,76, valor equivalente a plántulas buenas. Cabe destacar que los tratamientos 10, 11, 12, 13, 14 y 15 correspondientes a las especies 1

(Acacia) y 2 (Aliso) no presentaron valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

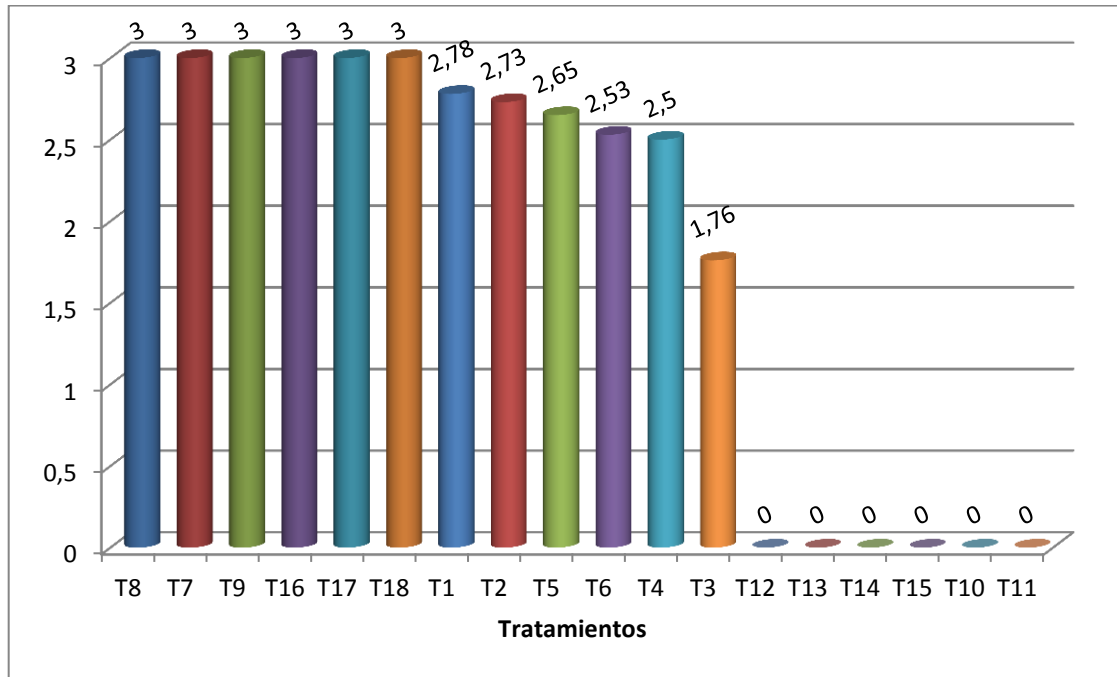


Gráfico 21. Valores promedio de sanidad por tratamiento a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6 SOBREVIVENCIA

4.6.1 Sobrevivencia a los 30 días

Del análisis de varianza de la variable sobrevivencia a los 30 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 272,6 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se evidencia que, para el factor A, B y C así como todas sus interacciones registró diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación de 6,48 indica que los datos de sobrevivencia son muy homogéneos en el ensayo. (Tabla 65)

Tabla 65. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia a los 30 días

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$	
Tratamientos	106723	17	6277,8	272,6	**	1,817	2,36
<i>Factor A: Especie</i>	31775,7	2	15887,9	689,8	**	3,17	5,02
<i>Factor B: Sustrato</i>	1054,86	2	527,43	22,9	**	3,17	5,02
<i>Factor C: Remineralización</i>	40375,4	1	40375,4	1753	**	4,022	7,13
<i>Factor A * Factor B</i>	2951,39	4	737,85	32,04	**	2,544	3,688
<i>Factor A * Factor C</i>	27842,4	2	13921,2	604,4	**	3,17	5,02
<i>Factor B * Factor C</i>	1163,19	2	581,6	25,25	**	3,17	5,02
<i>Factor A * Factor B * Factor C</i>	1559,72	4	389,93	16,93	**	2,544	3,688
Error	1243,75	54	23,03				
Total	6478,09	59					
			CV	6,48			

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.1.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 66. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media	Rangos
Sp3 Acacia	99,79	A
Sp1 Pumamaqui	74,17	B
Sp2 Aliso	48,33	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 66 y el gráfico 22 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron tres rangos, donde se destaca la especie 3 (Acacia) con un promedio de sobrevivencia de 99,79%, mientras que la especie que presento el menor promedio de sobrevivencia fue la especie 2 (Aliso) con un porcentaje de 74,17%.

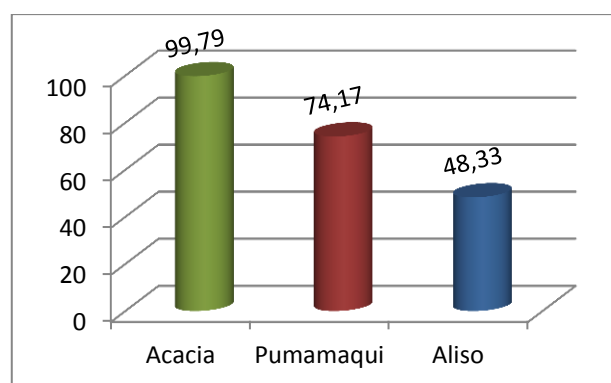


Gráfico 22. Porcentaje de sobrevivencia por especie a los 30 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.1.2 Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Tabla 67. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media	Rangos
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	79,38	A
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	72,5	B
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	70,42	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 67 y el gráfico 23 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron dos rangos, destacándose con el mayor porcentaje de sobrevivencia el sustrato 1 correspondiente a la mezcla: 30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio, con una media de 79,38%, por el contrario el sustrato que presentó el menor porcentaje de sobrevivencia fue el sustrato 3 correspondiente a la mezcla: 30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio, con una media de 70,42%.

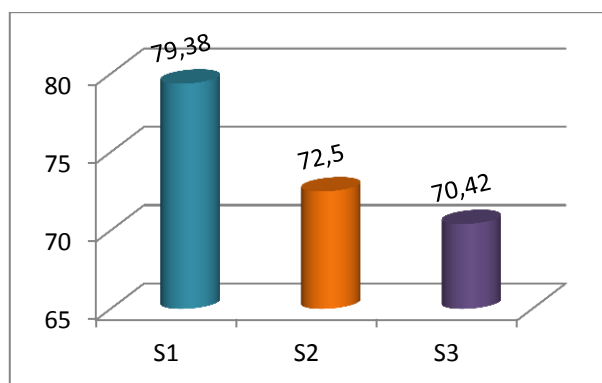


Gráfico 23. Porcentaje de sobrevivencia por sustrato a los 30 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.1.3 Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Tabla 68. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media	Rangos
SR	Sin remineralización	97,78	A
CR	Con remineralización	50,42	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 68 y el gráfico 24 se evidencia que realizada la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron dos rangos, donde se evidencia que los tratamientos sin remineralización fueron los mejores, obteniendo un promedio de sobrevivencia de 97,78%.

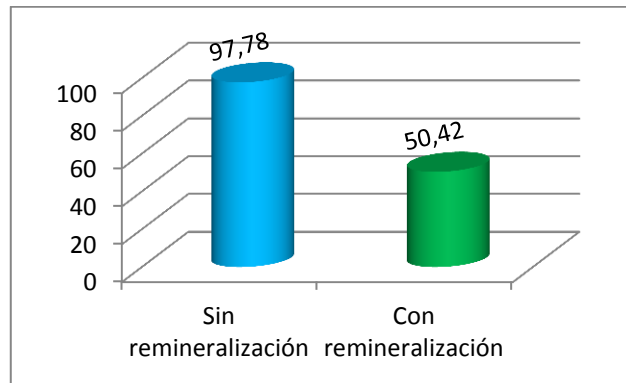


Gráfico 24. Porcentaje de sobrevivencia por remineralización a los 30 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.1.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 69. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Media	Rangos
Sp3	Acacia	S3	100	A
Sp3	Acacia	S1	100	A
Sp3	Acacia	S2	99,38	A
Sp1	Pumamaqui	S1	91,88	B
Sp1	Pumamaqui	S2	68,75	C
Sp1	Pumamaqui	S3	61,88	D
Sp2	Aliso	S2	49,38	E
Sp2	Aliso	S3	49,38	E
Sp2	Aliso	S1	46,25	E

Elaborado por: Vinicio Morocho

Realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor B, se formaron cinco rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) con los sustratos 1 y 3, con un promedio de sobrevivencia de 100%; mientras que la interacción que tuvo el menor porcentaje de sobrevivencia fue la especie 2 (Aliso) y el sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) con una media de 46,25%. (Tabla 69)

4.6.1.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 70. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie		Factor C: Remineralización		Media	Rangos
Sp3	Acacia	SR	Sin remineralización	100	A
Sp3	Acacia	CR	Con remineralización	99,58	A
Sp2	Aliso	SR	Sin remineralización	96,67	A
Sp1	Pumamaqui	SR	Sin remineralización	96,67	A
Sp1	Pumamaqui	CR	Con remineralización	51,67	B
Sp2	Aliso	CR	Con remineralización	0	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) sin remineralización con un promedio de sobrevivencia de 100%; mientras que la interacción que tuvo el menor porcentaje de sobrevivencia fue la especie 1 (Pumamaqui) con remineralización con una media de 51,67%; cabe señalar que la interacción entre la especie 2 (Aliso) con remineralización no presentó valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 70)

4.6.1.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 71. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización		Media	Rangos
S2	SR	Sin remineralización	97,92	A
S3	SR	Sin remineralización	97,92	A
S1	SR	Sin remineralización	97,5	A
S1	CR	Con remineralización	61,25	B
S2	CR	Con remineralización	47,08	C
S3	CR	Con remineralización	42,92	D

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron cuatro rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin aplicar remineralización y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) sin aplicar remineralización las dos interacciones con un promedio de sobrevivencia de 97,92%; mientras que la interacción que presentó el menor porcentaje de sobrevivencia fue entre el

sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 42,92%. (Tabla 71)

4.6.1.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 72. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
T18	Sp3 Acacia	S3	CR	100	A
T16	Sp3 Acacia	S1	CR	100	A
T9	Sp3 Acacia	S3	SR	100	A
T1	Sp1 Pumamaqui	S1	SR	100	A
T8	Sp3 Acacia	S2	SR	100	A
T7	Sp3 Acacia	S1	SR	100	A
T17	Sp3 Acacia	S2	CR	98,75	A
T5	Sp2 Aliso	S2	SR	98,75	A
T6	Sp2 Aliso	S3	SR	98,75	A
T3	Sp1 Pumamaqui	S3	SR	95	A
T2	Sp1 Pumamaqui	S2	SR	95	A
T4	Sp2 Aliso	S1	SR	92,5	A
T10	Sp1 Pumamaqui	S1	CR	83,75	B
T11	Sp1 Pumamaqui	S2	CR	42,5	C
T12	Sp1 Pumamaqui	S3	CR	28,75	D
T13	Sp2 Aliso	S1	CR	0	E
T14	Sp2 Aliso	S2	CR	0	E
T15	Sp2 Aliso	S3	CR	0	E

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 72 y el gráfico 25 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron cinco rangos, donde se destaca con el mayor porcentaje de sobrevivencia para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 100%; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 5 y 6 correspondientes a los sustratos 1 y 2 sin remineralización, con una media de 98,75%, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 7, 8, 9, 16 y 18 correspondientes a los sustratos 1, 2 y 3 con y sin remineralización, con una media de 100%. Por otra parte el tratamiento que presentó el

menor promedio de sobrevivencia de todo el ensayo fue el tratamiento 12 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización, con una media de 28,75%. Cabe destacar que los tratamientos 13, 14 y 15 correspondientes a la especie 2 (Aliso) no presentaron valores en esta variable ya que no existió sobrevivencia en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

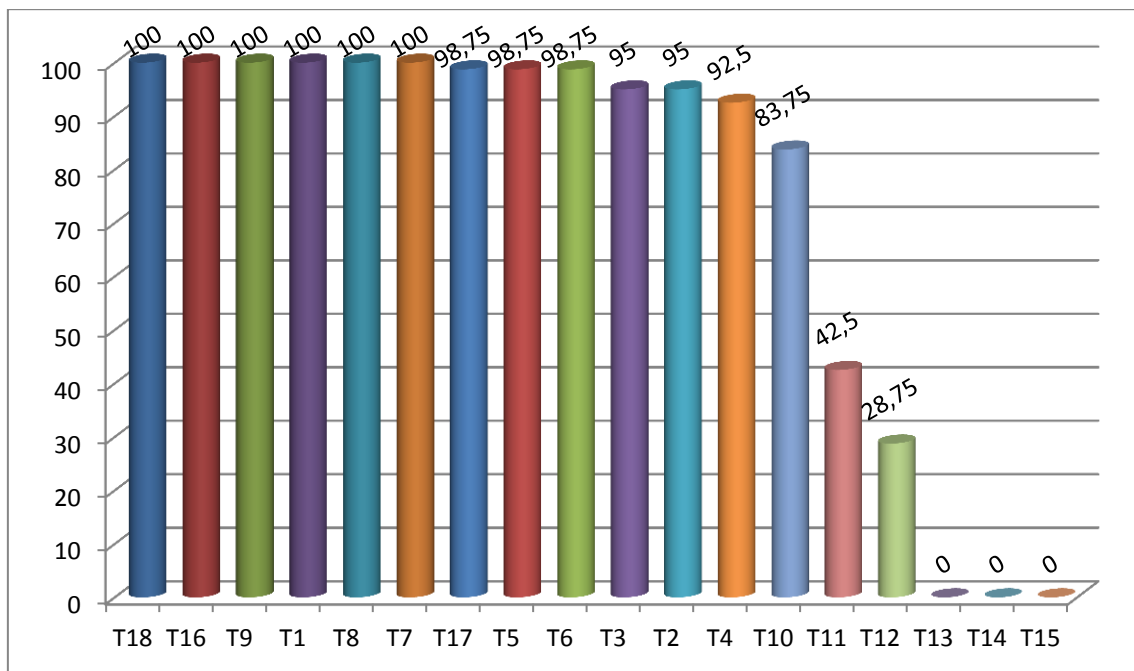


Gráfico 25. Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento a los 30 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.2 Sobrevivencia a los 60 días

Del análisis de varianza de la variable sobrevivencia a los 60 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 135,6 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se evidencia que, para el factor A, el factor C así como para las interacciones A*B y A*C se registró diferencias altamente significativas, por el contrario para el factor B y las demás interacciones no se detectó diferencias significativas. El coeficiente de variación de 11,16 indica que los datos de sobrevivencia son homogéneos en el ensayo. (Tabla 73)

Tabla 73. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia a los 60 días

FV	SC	GL	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$	
Tratamientos	132815	17	7812,66	135,6	**	1,817	2,36
<i>Factor A: Especie</i>	36971,5	2	18485,8	320,7	**	3,17	5,02
<i>Factor B: Sustrato</i>	250,69	2	125,35	2,17	ns	3,17	5,02
<i>Factor C: Remineralización</i>	62422,2	1	62422,2	1083	**	4,022	7,13
<i>Factor A * Factor B</i>	930,56	4	232,64	4,04	**	2,544	3,688
<i>Factor A * Factor C</i>	31646,5	2	15823,3	274,5	**	3,17	5,02
<i>Factor B * Factor C</i>	325,69	2	162,85	2,83	ns	3,17	5,02
<i>Factor A * Factor B * Factor C</i>					ns		
C	268,06	4	67,01	1,16		2,544	3,688
Error	3112,5	54	57,64				
Total	6478,09	59					
			CV	11,16			

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.2.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 74. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media	Rangos
Sp3 Acacia	99,79	A
Sp1 Pumamaqui	56,04	B
Sp2 Aliso	48,33	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 74 y el gráfico 26 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron tres rangos, donde se destaca la especie 3 (Acacia) con un promedio de sobrevivencia de 99,79%, mientras que la especie que presento el menor promedio de sobrevivencia fue la especie 2 (Aliso) con un porcentaje de 48,33%.

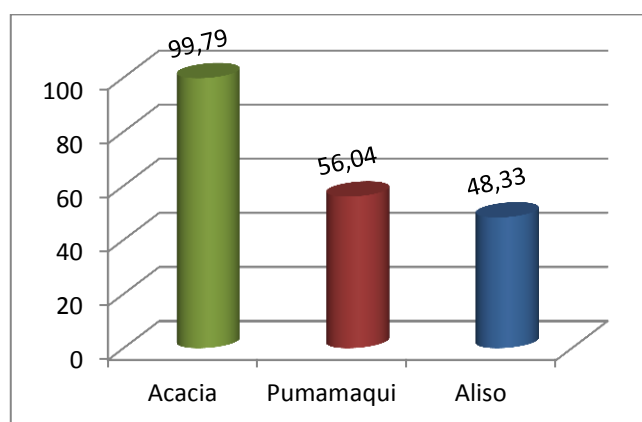


Gráfico 26. Porcentaje de sobrevivencia por especie a los 60 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.2.2 Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Tabla 75. Prueba de Duncan para el factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media	Rangos
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	70,63	A
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	67,29	A
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	66,25	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 75 y el gráfico 27 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística se formaron dos rangos, destacándose con el mayor porcentaje de sobrevivencia el sustrato 1 correspondiente a la mezcla: 30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio, con un promedio de 70,63%, por el contrario el sustrato que presentó el menor porcentaje de sobrevivencia fue el sustrato 3 correspondiente a la mezcla: 30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio, con una media de 66,25%.

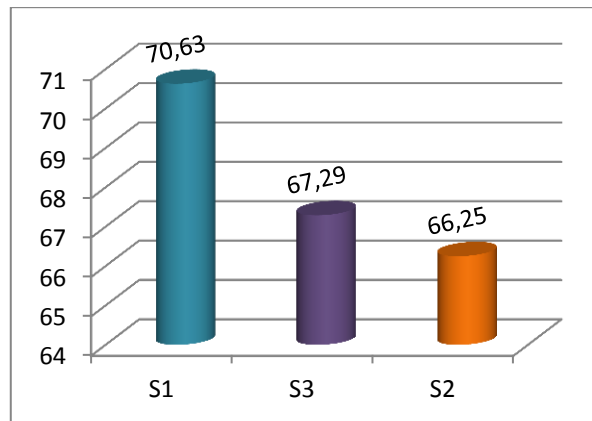


Gráfico 27. Porcentaje de sobrevivencia por sustrato a los 60 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.2.3 Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Tabla 76. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media	Rangos
SR	Sin remineralización	97,5	A
CR	Con remineralización	38,61	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 76 y el gráfico 28 se evidencia que realizada la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se puede evidenciar que los tratamientos sin remineralización fueron los mejores, obteniendo un porcentaje de sobrevivencia de 97,5% a comparación con los tratamientos con remineralización que registraron un porcentaje de sobrevivencia de 38,61%.

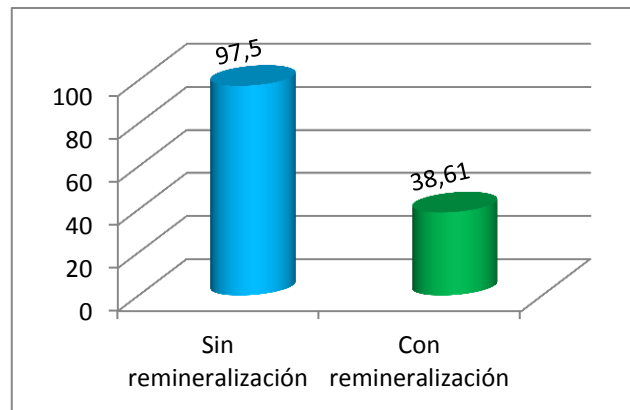


Gráfico 28. Porcentaje de sobrevivencia por remineralización a los 60 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.2.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 77. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Media	Rangos
Sp3	Acacia	S3	100	A
Sp3	Acacia	S1	100	A
Sp3	Acacia	S2	99,38	A
Sp1	Pumamaqui	S1	65,63	B
Sp1	Pumamaqui	S3	52,5	C
Sp1	Pumamaqui	S2	50	C
Sp2	Aliso	S2	49,38	C
Sp2	Aliso	S3	49,38	C
Sp2	Aliso	S1	46,25	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor B al 95% de probabilidad estadística, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) con los sustratos 1 y 3, con un promedio de sobrevivencia de 100%; mientras que la interacción que tuvo el menor porcentaje de

sobrevivencia fue la especie 2 (Aliso) y el sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) con una media de 46,25%. (Tabla 77)

4.6.2.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 78. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie		Factor C: Remineralización		Media	Rangos
Sp3	Acacia	SR	Sin remineralización	100	A
Sp3	Acacia	CR	Con remineralización	99,58	A
Sp2	Aliso	SR	Sin remineralización	96,67	A
Sp1	Pumamaqui	SR	Sin remineralización	95,83	A
Sp1	Pumamaqui	CR	Con remineralización	16,25	B
Sp2	Aliso	CR	Con remineralización	0	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) sin remineralización con un promedio de sobrevivencia de 100%; mientras que la interacción que presentó el menor porcentaje de sobrevivencia fue la especie 1 (Pumamaqui) con remineralización con una media de 16,25%; cabe señalar que la interacción entre la especie 2 (Aliso) con remineralización no presentó valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 78)

4.6.2.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 79. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato		Factor C: Remineralización		Media	Rangos
S3	SR	Sin remineralización	97,92	A	
S2	SR	Sin remineralización	97,5	A	
S1	SR	Sin remineralización	97,08	A	
S1	CR	Con remineralización	44,17		B
S3	CR	Con remineralización	36,67		C
S2	CR	Con remineralización	35		C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) sin aplicar remineralización con un promedio de sobrevivencia de 97,92%; mientras que la interacción que presentó el menor porcentaje de sobrevivencia fue entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 35%. (Tabla 79)

4.6.2.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 80. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
T8	Sp3 Acacia	S2	SR	100	A
T17	Sp3 Acacia	S1	SR	100	A
T9	Sp3 Acacia	S3	SR	100	A
T18	Sp3 Acacia	S3	CR	100	A
T16	Sp3 Acacia	S1	CR	100	A
T6	Sp2 Aliso	S3	SR	98,75	A
T1	Sp1 Pumamaqui	S1	SR	98,75	A
T5	Sp2 Aliso	S2	SR	98,75	A
T17	Sp3 Acacia	S2	CR	98,75	A
T3	Sp1 Pumamaqui	S3	SR	95	A
T2	Sp1 Pumamaqui	S2	SR	93,75	A
T4	Sp2 Aliso	S1	SR	92,5	A
T10	Sp1 Pumamaqui	S1	CR	32,5	B
T12	Sp1 Pumamaqui	S3	CR	10	C
T11	Sp1 Pumamaqui	S2	CR	6,25	C
T13	Sp2 Aliso	S1	CR	0	C
T14	Sp2 Aliso	S2	CR	0	C
T15	Sp2 Aliso	S3	CR	0	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 80 y el gráfico 29 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron ocho rangos, donde se destaca con el mayor porcentaje de sobrevivencia para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 98,75%; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 5 y 6 correspondientes a los sustratos 1 y 2 sin remineralización, con una media de 98,75%, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor porcentaje de germinación se presentó en

los tratamientos 7, 8, 9, 16 y 18 correspondientes a los sustratos 1, 2 y 3 con y sin remineralización, con una media de 100%. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor promedio de sobrevivencia de todo el ensayo fue el tratamiento 11 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con remineralización, con un promedio de 6,25%. Cabe destacar que los tratamientos 13, 14 y 15 correspondientes a la especie 2 (Aliso) no presentaron valores en esta variable ya que no existió sobrevivencia en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

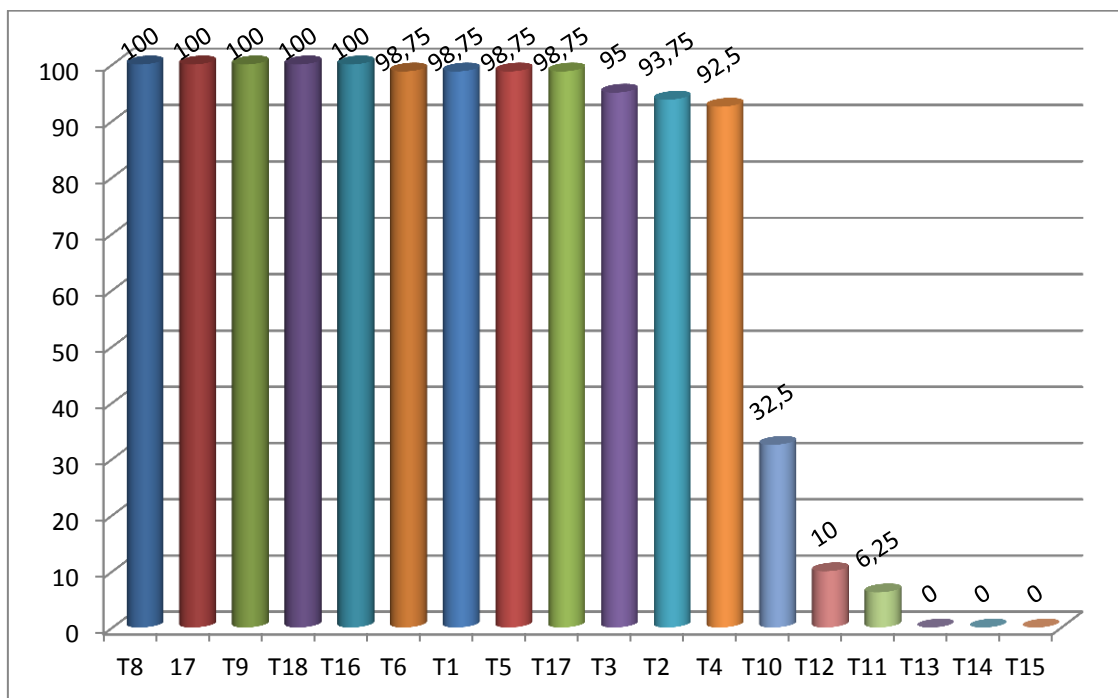


Gráfico 29. Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento a los 60 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.3 Sobrevivencia a los 90 días

Del análisis de varianza de la variable sobrevivencia a los 90 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 642 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se evidencia que, para el factor A, el factor C así como para la interacción A*C se registró diferencias altamente significativas, en cambio para la interacción A*B se registró únicamente diferencias significativas; por el contrario para el

factor B y las demás interacciones no se detectó diferencias significativas. El coeficiente de variación de 5,68 indica que los datos de sobrevivencia son muy homogéneos en el ensayo. (Tabla 81)

Tabla 81. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia a los 90 días

FV	SC	GL	CM	FC	F$\alpha_{0,05}$	F$\alpha_{0,01}$
Tratamientos	150323	17	8842,5	642 **	1,817	2,36
<i>Factor A: Especie</i>	42713,2	2	21356,6	1551 **	3,17	5,02
<i>Factor B: Sustrato</i>	2,78	2	1,39	0,1 ns	3,17	5,02
<i>Factor C: Remineralización</i>	71883,7	1	71883,7	5219 **	4,022	7,13
<i>Factor A * Factor B</i>	140,97	4	35,24	2,56 *	2,544	3,688
<i>Factor A * Factor C</i>	35521,5	2	17760,8	1290 **	3,17	5,02
<i>Factor B * Factor C</i>	36,11	2	18,06	1,31 ns	3,17	5,02
<i>Factor A * Factor B * Factor C</i>	24,31	4	6,08	0,44 ns	2,544	3,688
Error	743,75	54	13,77			
Total	6478,09	59				
	CV 5,68					

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.3.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 82. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie		Media	Rangos
Sp3	Acacia	99,79	A
Sp2	Aliso	48,33	B
Sp1	Pumamaqui	47,92	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 82 y el gráfico 30 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron tres rangos, donde se destaca la especie 3 (Acacia) con un promedio de sobrevivencia de 99,79%, mientras que la especie que presentó el menor promedio de sobrevivencia fue la especie 1 (Pumamaqui) con un porcentaje de 47,92%.

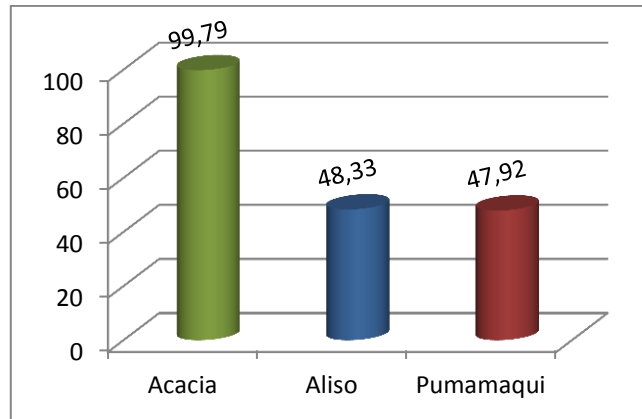


Gráfico 30. Porcentaje de supervivencia por especie a los 90 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.3.2 Análisis matemático para el factor B: Sustrato

Tabla 83. Análisis matemático para el factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	65,63
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	65,21
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	65,21

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 83 y el gráfico 31 se evidencia que realizado el análisis matemático del factor B, se evidencia que el porcentaje de supervivencia es similar en los tres tipos de sustratos, por lo que no requiere realizar la prueba de Duncan.

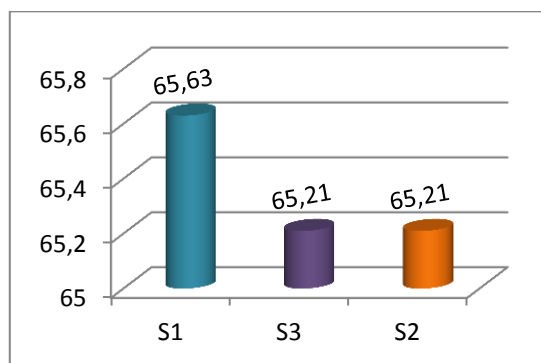


Gráfico 31. Porcentaje de supervivencia por sustrato a los 90 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.3.3 Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Tabla 84. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media	Rangos
SR	Sin remineralización	96,94	A
CR	Con remineralización	33,75	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

Realizada la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se puede evidenciar que los tratamientos sin remineralización fueron los mejores, obteniendo porcentaje de sobrevivencia de 96,94%. (Tabla 84)

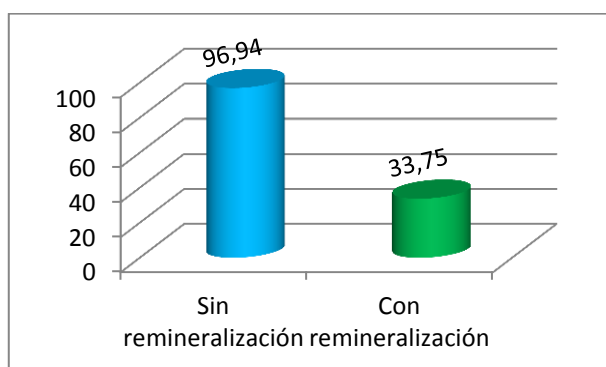


Gráfico 32. Porcentaje de sobrevivencia por remineralización a los 90 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.3.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 85. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Media	Rangos
Sp3	Acacia	S1	100	A
Sp3	Acacia	S3	100	A
Sp3	Acacia	S2	99,38	A
Sp1	Pumamaqui	S1	50,63	B
Sp2	Aliso	S3	49,38	B C
Sp2	Aliso	S2	49,38	B C
Sp1	Pumamaqui	S2	46,88	B C
Sp1	Pumamaqui	S3	46,25	C
Sp2	Aliso	S1	46,25	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor B al 95% de probabilidad estadística, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) con los sustratos 1 y 3, con un promedio de sobrevivencia de 100%; mientras que la interacción que tuvo el menor porcentaje de sobrevivencia fue la especie 2 (Aliso) y el sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) con una media de 46,25%. (Tabla 85)

4.6.3.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 86. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie		Factor C: Remineralización		Media	Rangos
Sp3	Acacia	SR	Sin remineralización	100	A
Sp3	Acacia	CR	Con remineralización	99,58	A B
Sp2	Aliso	SR	Sin remineralización	96,67	B C
Sp1	Pumamaqui	SR	Sin remineralización	94,17	C
Sp1	Pumamaqui	CR	Con remineralización	1,67	D
Sp2	Aliso	CR	Con remineralización	0	D

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor C, se formaron cuatro rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) sin remineralización con un promedio de sobrevivencia de 100%; mientras que la interacción que tuvo el menor porcentaje de sobrevivencia fue la especie 1 (Pumamaqui) con remineralización con una media de 1,67%; cabe señalar que la interacción entre la especie 2 (Aliso) con remineralización no presentó valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 86)

4.6.3.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 87. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización		Media	Rangos
S2	SR	Sin remineralización	97,5	A
S3	SR	Sin remineralización	97,08	A
S1	SR	Sin remineralización	96,25	A
S1	CR	Con remineralización	35	B
S3	CR	Con remineralización	33,33	B
S2	CR	Con remineralización	32,92	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron dos rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin aplicar remineralización con un promedio de sobrevivencia de 97,5%; mientras que la interacción que presentó el menor porcentaje de sobrevivencia fue entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 32,92%. (Tabla 87)

4.6.3.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 88. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media	Rangos
T16	Sp3	Acacia	S1	CR	100	A
T18	Sp3	Acacia	S3	CR	100	A
T8	Sp3	Acacia	S2	SR	100	A
T7	Sp3	Acacia	S1	SR	100	A
T9	Sp3	Acacia	S3	SR	100	A
T17	Sp3	Acacia	S2	CR	98,75	A B
T6	Sp2	Aliso	S3	SR	98,75	A B
T5	Sp2	Aliso	S2	SR	98,75	A B
T1	Sp1	Pumamaqui	S1	SR	96,25	A B
T2	Sp1	Pumamaqui	S2	SR	93,75	B C
T3	Sp1	Pumamaqui	S3	SR	92,5	C
T4	Sp2	Aliso	S1	SR	92,5	C
T10	Sp1	Pumamaqui	S1	CR	5	C
T11	Sp1	Pumamaqui	S2	CR	0	D
T12	Sp1	Pumamaqui	S3	CR	0	D
T13	Sp2	Aliso	S1	CR	0	D
T14	Sp2	Aliso	S2	CR	0	D
T15	Sp2	Aliso	S3	CR	0	D

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 88 y el gráfico 33 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron ocho rangos, donde se destaca con el mayor porcentaje de sobrevivencia para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 96,25%; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 5 y 6 correspondientes a los sustratos 1 y 2 sin remineralización, con una media de 98,75%, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 7, 8, 9, 16 y 18 correspondientes a los sustratos 1, 2 y 3 con y sin remineralización, con una media de 100%. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor promedio de sobrevivencia de todo el ensayo fue el tratamiento 12 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización, con una media de 28,75%. Cabe destacar que los tratamientos 13, 14 y 15 correspondientes a la especie 2 (Aliso) no presentaron valores en esta variable ya que no existió sobrevivencia en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

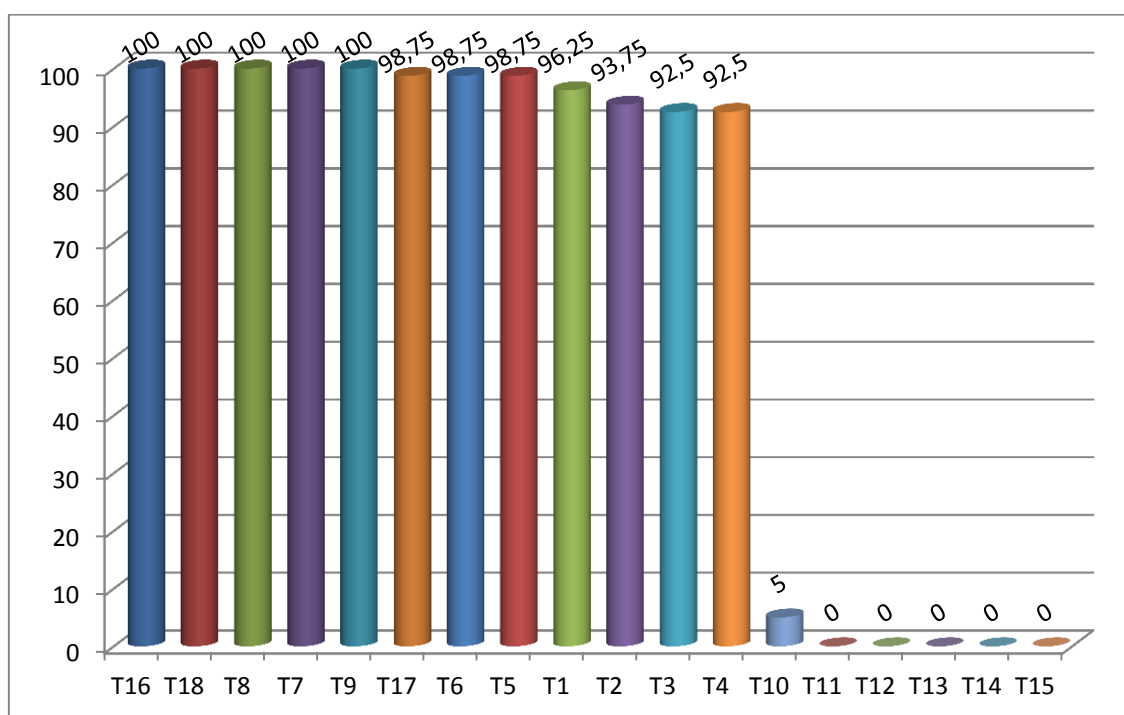


Gráfico 33. Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento a los 90 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.4 Supervivencia a los 120 días

Del análisis de varianza de la variable supervivencia a los 120 días se determinó un Fisher calculado, para la fuente de variación tratamientos, de 994,1 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; en el desglose del arreglo factorial se evidencia que, para el factor A, el factor C así como para la interacción A*C se registró diferencias altamente significativas, en cambio para la interacción A*B se registró únicamente diferencias significativas; por el contrario para el factor B y las demás interacciones no se detectó diferencias significativas. El coeficiente de variación de 4,62 indica que los datos de supervivencia son muy homogéneos en el ensayo. (Tabla 89)

Tabla 89. Análisis de varianza para la variable supervivencia a los 120 días

FV	SC	GL	CM	FC	F$\alpha_{0,05}$	F$\alpha_{0,01}$
Tratamientos	152563	17	8974,26	994,1 **	1,817	2,36
<i>Factor A: Especie</i>	43602,1	2	21801	2415 **	3,17	5,02
<i>Factor B: Sustrato</i>	2,08	2	1,04	0,12 ns	3,17	5,02
<i>Factor C: Remineralización</i>	72834,7	1	72834,7	8068 **	4,022	7,13
<i>Factor A * Factor B</i>	77,08	4	19,27	2,13 ns	2,544	3,688
<i>Factor A * Factor C</i>	35967,4	2	17983,7	1992 **	3,17	5,02
<i>Factor B * Factor C</i>	9,03	2	4,51	0,5 ns	3,17	5,02
<i>Factor A * Factor B * Factor C</i>	70,14	4	17,53	1,94 ns	2,544	3,688
Error	487,5	54	9,03			
Total	153050	71				
			CV 4,62			

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.4.1 Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Tabla 90. Prueba de Duncan para el factor A: Especie

Factor A: Especie	Media	Rangos
Sp3 Acacia	99,79	A
Sp2 Aliso	48,33	B
Sp1 Pumamaqui	46,88	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 90 y el gráfico 34 se evidencia que realizada la prueba de Duncan se formaron tres rangos, donde se destaca la especie 3 (Acacia) con un promedio de supervivencia de 99,79%, mientras que la especie que presento el menor promedio de supervivencia fue la especie 2 (Aliso) con un porcentaje de 46,88%.

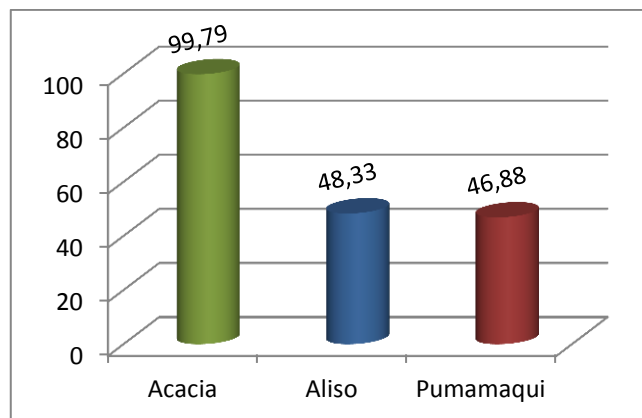


Gráfico 34. Porcentaje de supervivencia por especie a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.4.2 Análisis matemático del factor b: Sustrato

Tabla 91. Análisis matemático del factor B: Sustrato

Factor B: Sustrato		Media
S2	40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena	65,21
S3	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla	65
S1	40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina	64,79

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 91 y el gráfico 35 se evidencia que realizado el análisis matemático del factor B, se evidencia que el porcentaje de supervivencia es similar en los tres tipos de sustratos, por lo que no requiere realizar la prueba de Duncan.

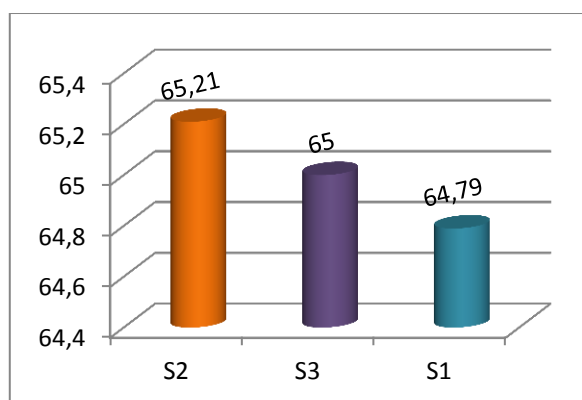


Gráfico 35. Porcentaje de supervivencia por sustrato a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.4.3 Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Tabla 92. Prueba de Duncan para el factor C: Remineralización

Factor C: Remineralización		Media	Rangos
SR	Sin remineralización	96,81	A
CR	Con remineralización	33,19	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 92 y el gráfico 36 se evidencia que realizada la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística se puede evidenciar que los tratamientos sin remineralización fueron los mejores, obteniendo una media de 96,81 mm.

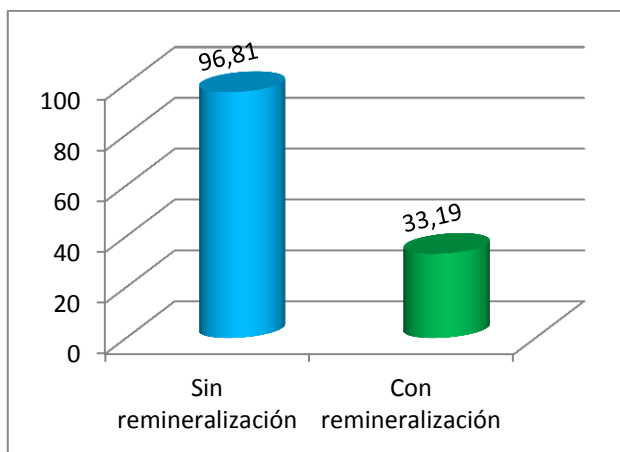


Gráfico 36. Porcentaje de sobrevivencia por remineralización a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.6.4.4 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Tabla 93. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor B

Factor A: Especie		Factor B: Sustrato	Media	Rangos
Sp3	Acacia	S3	100	A
Sp3	Acacia	S1	100	A
Sp3	Acacia	S2	99,38	A
Sp2	Aliso	S3	49,38	B
Sp2	Aliso	S2	49,38	B
Sp1	Pumamaqui	S1	48,13	B C
Sp1	Pumamaqui	S2	46,88	B C
Sp2	Aliso	S1	46,25	B C
Sp1	Pumamaqui	S3	45,63	C

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de Duncan de la interacción del factor A y el factor B al 95% de probabilidad estadística, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) con los sustratos 1 y 3, con un promedio de sobrevivencia de 100%; mientras que la interacción que tuvo el menor porcentaje de sobrevivencia fue la especie 1 (Pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla+ 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con una media de 45,63%. (Tabla 93)

4.6.4.5 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Tabla 94. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor A y el factor C

Factor A: Especie		Factor C: Remineralización		Media	Rangos
Sp3	Acacia	SR	Sin remineralización	100	A
Sp3	Acacia	CR	Con remineralización	99,58	A
Sp2	Aliso	SR	Sin remineralización	96,67	B
Sp1	Pumamaqui	SR	Sin remineralización	93,75	C
Sp2	Aliso	CR	Con remineralización	0	D
Sp1	Pumamaqui	CR	Con remineralización	0	D

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan al 95% de probabilidad estadística de la interacción del factor A y el factor C, se formaron cuatro rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre la especie 3 (Acacia) sin remineralización con un promedio de sobrevivencia de 100%; mientras que la interacción que tuvo el menor porcentaje de sobrevivencia fue la especie 1 (Pumamaqui) sin remineralización con una media de 93,75%; cabe señalar que la interacción entre la especie 1 (Pumamaqui) y 2 (Aliso) con remineralización no presentó valores en esta variable ya que existió 100% de mortalidad en las tres mezclas de sustratos. (Tabla 94)

4.6.4.6 Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Tabla 95. Prueba de Duncan para la interacción entre el factor B y el factor C

Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización		Media	Rangos
S2	SR	Sin remineralización	97,5	A
S3	SR	Sin remineralización	96,67	A
S1	SR	Sin remineralización	96,25	A
S3	CR	Con remineralización	33,33	B
S1	CR	Con remineralización	33,33	B
S2	CR	Con remineralización	32,92	B

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la prueba de rango múltiple de Duncan de la interacción del factor B y el factor C, se formaron tres rangos; donde se evidencia que la mejor interacción se presentó entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin aplicar remineralización con un promedio de sobrevivencia de 97,5%; mientras que la interacción que presentó el menor porcentaje de sobrevivencia fue entre el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) con remineralización con una media de 32,92%. (Tabla 95)

4.6.4.7 Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tabla 96. Prueba de Duncan para la interacción entre los tres factores A, B y C

Tratamiento	Factor A: Especie	Factor B: Sustrato	Factor C: Remineralización	Media (mm)	Rangos
T7	Sp3	Acacia	S1	SR	100 A
T8	Sp3	Acacia	S2	SR	100 A
T18	Sp3	Acacia	S3	CR	100 A
T9	Sp3	Acacia	S3	SR	100 A
T16	Sp3	Acacia	S1	CR	100 A
T5	Sp2	Aliso	S2	SR	98,75 A
T17	Sp3	Acacia	S2	CR	98,75 A
T6	Sp2	Aliso	S3	SR	98,75 A
T1	Sp1	Pumamaqui	S1	SR	96,25 A B
T2	Sp1	Pumamaqui	S2	SR	93,75 B C
T4	Sp2	Aliso	S1	SR	92,5 B C
T3	Sp1	Pumamaqui	S3	SR	91,25 C
T12	Sp1	Pumamaqui	S3	CR	0 D
T11	Sp1	Pumamaqui	S2	CR	0 D
T10	Sp1	Pumamaqui	S1	CR	0 D
T15	Sp2	Aliso	S3	CR	0 D
T14	Sp2	Aliso	S2	CR	0 D
T13	Sp2	Aliso	S1	CR	0 D

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 96 y el gráfico 37 se evidencia que realizada la prueba de Duncan al 95% de probabilidad estadística entre los factores A, B y C se formaron ocho rangos, donde se destaca con el mayor porcentaje de sobrevivencia para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 196,25%; mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 5 y 6 correspondientes a los sustratos 1 y 2 sin remineralización, con una media de 98,75%, finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor porcentaje de germinación se presentó en los tratamientos 7, 8, 9, 16 y 18 correspondientes a los sustratos 1, 2 y 3 con y sin remineralización, con una media de 96,25%. Por otra parte el tratamiento que presentó el menor promedio de sobrevivencia de todo el ensayo fue el tratamiento 12 correspondiente a la especie 1 (pumamaqui) y el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) con remineralización, con una media de 28,75%. Cabe destacar que los tratamientos 10,11 y 12 correspondientes a la especie (Pumamaqui) y los tratamientos 13, 14 y 15 correspondientes a la especie 2 (Aliso) no presentaron valores en esta variable ya que no existió sobrevivencia en las tres mezclas de sustratos con remineralización.

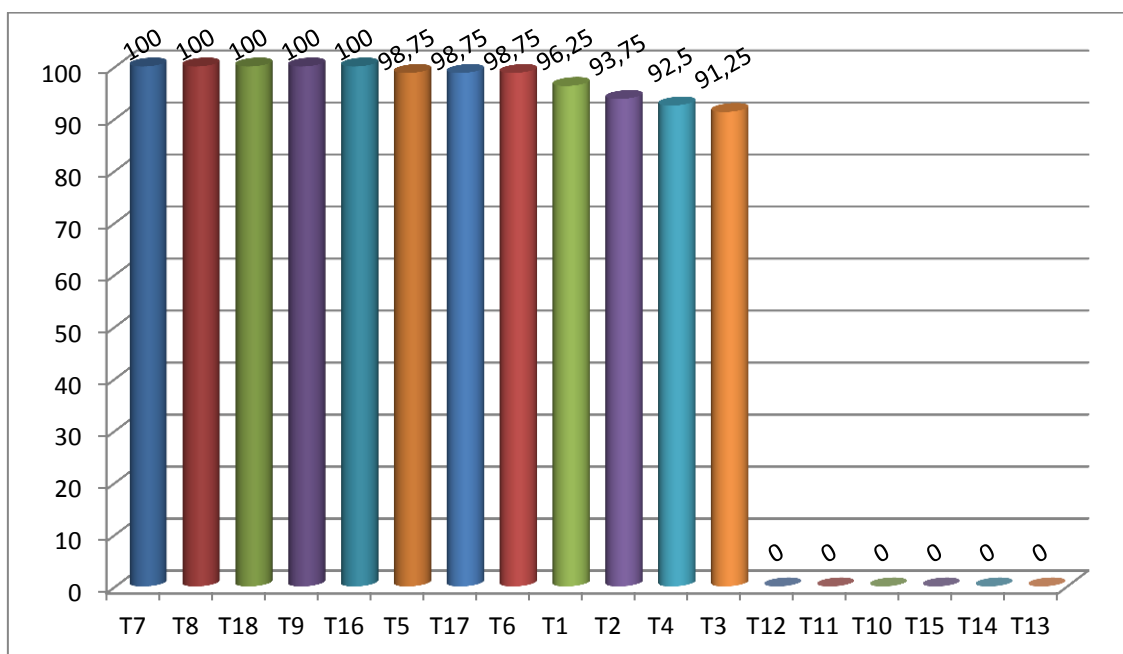


Gráfico 37. Porcentaje de sobrevivencia por tratamiento a los 120 días

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.7 ANÁLISIS DE TENDENCIA DE LA SOBREVIVENCIA

4.7.1 Tendencia por especie

Se evidencia que la especie 3 (Acacia) obtuvo el mejor porcentaje de sobrevivencia durante el periodo de evaluación, mientras que la especie 1 (Pumamaqui) presentó una reducción porcentual únicamente de 27,29 entre la evaluación de los 30 y 120 días, mientras que la especie 2 (Aliso) mantuvo su porcentaje de sobrevivencia (48,33) desde los 30 días hasta los 120 días. (Gráfico 38)

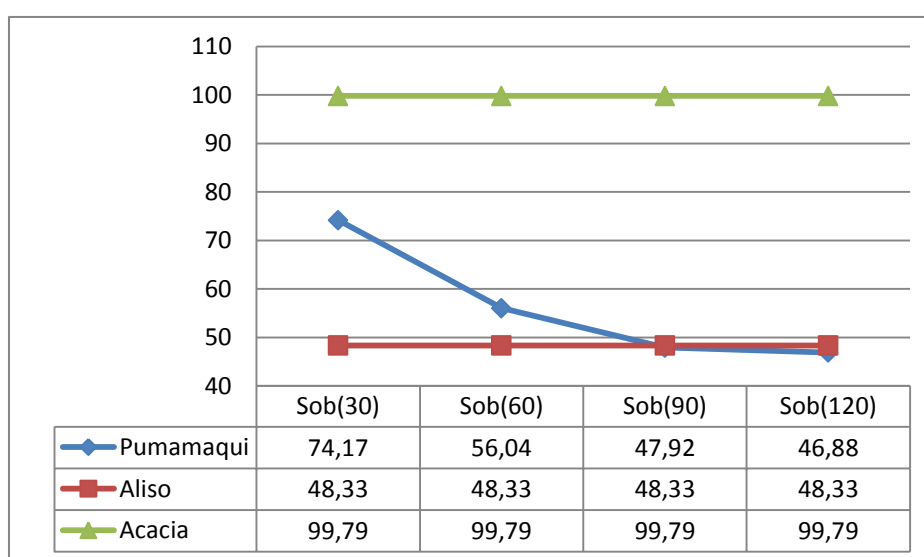


Gráfico 38. Tendencia de sobrevivencia por especie

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.7.2 Tendencia por sustrato

En lo que respecta a la tendencia de sobrevivencia del factor B, se evidencia que el sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) tuvo una reducción porcentual de 14,59 durante el periodo de evaluación, mientras que el sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) tuvo una reducción porcentual de 7,29 finalmente el sustrato 3 (30% cascarilla + 30% tierra negra + 40% tierra de sitio) tuvo una reducción porcentual de 5,42. (Gráfico 39)

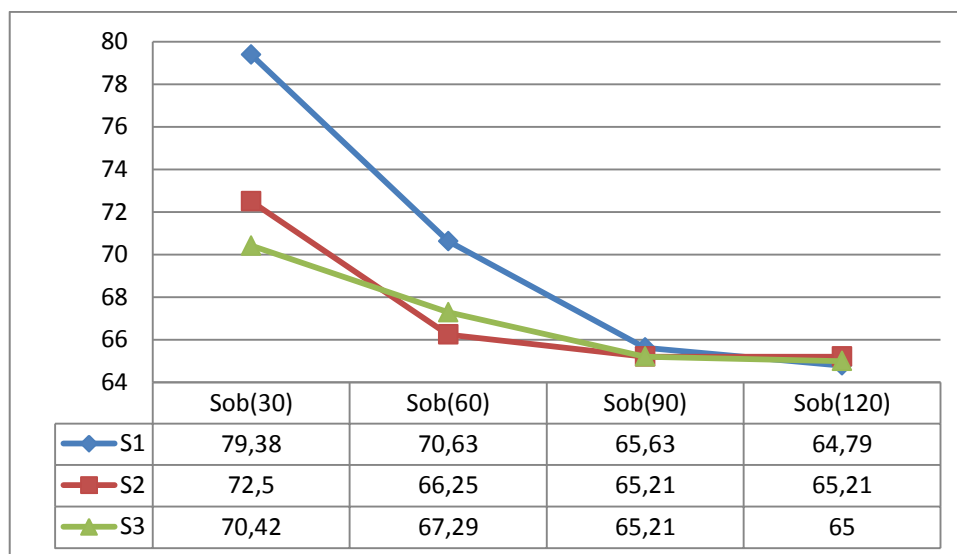


Gráfico 39. Tendencia de sobrevivencia por sustrato

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.7.3 Tendencia por remineralización

En lo que respecta a la tendencia de sobrevivencia del factor C, se evidencia que los tratamientos sin remineralización obtuvieron mejores porcentajes de sobrevivencia durante el periodo de evaluación, cabe recalcar que existió una reducción porcentual únicamente de 0,97 entre la evaluación a los 30 y 120 días, mientras que la reducción en los tratamientos sin mineralización fue de 17,23%. (Gráfico 40)

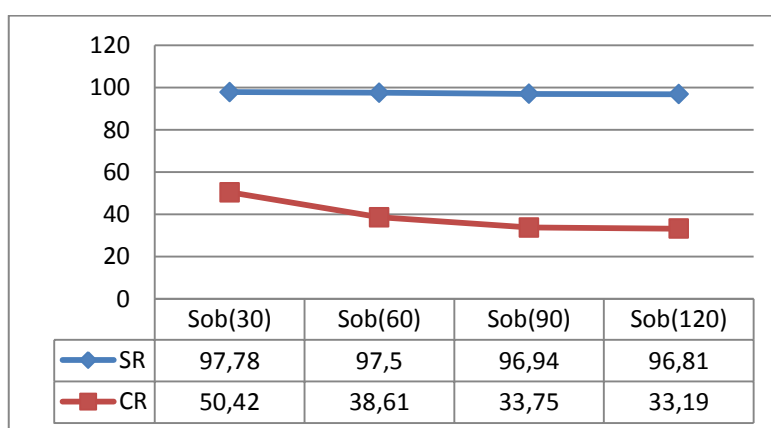


Gráfico 40. Tendencia de sobrevivencia por remineralización

Elaborado por: Vinicio Morocho

4.8 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Para determinar el costo de producción de las tres especies forestales (pumamaqui, aliso y acacia) se consideraron los siguientes valores: semillas, insumos agrícolas, herramientas, sustratos, mano de obra y transporte, determinando así un valor de \$ 644,24 dólares americanos (ver anexo B)

Tabla 97. Costo de producción por tratamiento y plántula

Tratamiento	Costo/tratamiento	Costo/plántula USD	Plántulas producidas	Costo/plántula producida USD
T1 (Pumamaqui + S1 + SR)	38,00	0,475	77	0,493
T2 (Pumamaqui + S2 + SR)	38,85	0,486	75	0,518
T3 (Pumamaqui + S3 + SR)	37,86	0,473	73	0,519
T4 (aliso + S1 + SR)	36,33	0,454	74	0,491
T5 (aliso + S2 + SR)	37,18	0,465	79	0,471
T6 (aliso + S3 + SR)	36,20	0,452	79	0,458
T7 (acacia + S1 + SR)	33,00	0,412	80	0,412
T8 (acacia + S2 + SR)	33,85	0,423	80	0,423
T9 (acacia + S3 + SR)	32,86	0,411	80	0,411
T10 (Pumamaqui + S1 +CR)	39,07	0,488	0	-
T11 (Pumamaqui + S2 + CR)	38,78	0,485	0	-
T12 (Pumamaqui + S3 + CR)	37,88	0,474	0	-
T13 (aliso + S1 + CR)	36,34	0,454	0	-
T14 (aliso + S2 + CR)	37,12	0,464	0	-
T15 (aliso + S3 + CR)	36,22	0,453	0	-
T16 (acacia + S1 + CR)	33,01	0,413	80	0,413
T17 (acacia + S2 + CR)	33,78	0,422	79	0,428
T18 (acacia + S3 + CR)	32,88	0,411	80	0,411

Elaborado por: Vinicio Morocho

En la tabla 97 se evidencia que el mejor tratamiento para la especie 1 (Pumamaqui) fue el T1 (Pumamaqui + S1 + SR) registrando un costo de \$0,493 cabe mencionar que este tratamiento fue el mejor en cuanto a la toma de datos de altura, lo cual hace que sea el tratamiento más conveniente.

En cuanto a la especie 2 (Aliso) el mejor tratamiento fue el T6 (aliso + S3 + SR) con un costo de \$0,458, a comparación de los \$0,471 registrados por el T5 (aliso + S2 + SR) que fue el mejor tratamiento en cuanto a la toma de datos de altura total y diámetro basal.

Finalmente para la especie 3 (Acacia) el mejor tratamiento fue el T9 (acacia + S3 + SR) con un costo de \$0,411 a comparación de los \$0,423 registrados por el T8 (acacia + S2 + SR) que fue el tratamiento que registró los valores más altos en cuanto a la toma de datos de altura total y diámetro basal.

Cabe destacar que los tratamientos T10 (Pumamaqui + S1 +CR), T11 (Pumamaqui + S2 + CR), T12 (Pumamaqui + S3 + CR), T13 (aliso + S1 + CR), T14 (aliso + S2 + CR) y T15 (aliso + S3 + CR) no presentaron valores de costo de plántula, ya que existió 100% de mortalidad.

4.9 DISCUSIÓN

4.9.1 Germinación

En la presente investigación se registró para la especie 1 (Pumamaqui) un valor promedio de 65,3% sometiendo las semillas a inmersión en agua a 50° C durante cinco minutos y empleando un sustrato compuesto por 75% arena y 25% tierra negra. Ledesma (2010) obtuvo para la especie pumamaqui un valor promedio de 62% sometiendo de igual forma la semilla al mismo tratamiento pregerminativo y utilizando la misma composición de sustrato, valor menor en comparación al registrado en la presente investigación, debido probablemente a la procedencia de la semilla o a las condiciones climáticas dentro del invernadero donde germinaron las semillas.

En cuanto a la especie 2 (Aliso) se registró un valor promedio de 60%, sin realizarse tratamiento pregerminativo y empleando un sustrato compuesto por 30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio. Cuasapud (2012) en su investigación registró para esta especie un valor promedio de 90%, no se menciona ningún tratamiento pregerminativo y empleando un sustrato compuesto por 50% de tierra de sitio, 33,33% de tierra negra y un 16,66% de pomina, valor mayor en comparación al registrado en la presente investigación, debido probablemente a la viabilidad de las semillas utilizadas y a las propiedades del sustrato empleado, que ayudaron a que la semillas germinen en un mayor porcentaje.

En lo que respecta a la especie 3 (Acacia) presentó un valor promedio de 96% sometiendo la semilla a inmersión en agua a temperatura ambiente durante 6 horas y empleando un

sustrato compuesto por 30% tierra negra + 30% pomina + 30% tierra de sitio. Cuasapud (2012) en su investigación registró para la especie acacia un valor promedio de 97,6%, empleando un sustrato compuesto por 50% de tierra de sitio, 33,33% de tierra negra y un 16,66% de pomina, valor mayor en comparación al registrado en la presente investigación, debido probablemente a las propiedades físico-químicas del sustrato utilizado, las cuales favorecieron en la germinación de las semillas.

4.9.2 Altura total

En la presente investigación se registró el mayor valor promedio en cuanto a altura total a los 120 días de establecido el ensayo para la especie 1 (Pumamaqui) el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 67 mm.

En cuanto a la especie 2 (Aliso), el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 5 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 163 mm. Cuasapud (2012) en su investigación registró para la especie aliso empleando un sustrato compuesto por 16,66% de tierra de sitio, 33,33% de tierra negra y un 50% de pomina, un valor promedio de altura total de 140,87 mm, valor menor en comparación al registrado en la presente investigación, debido probablemente a la incorporación de humus dentro del sustrato utilizado, ya que actúa como abono orgánico, facilitando la absorción de los elementos nutritivos (nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, etc.) por parte de la planta.

Finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 8 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización con una media de 344 mm. Cuasapud (2012) en su investigación registró para la mencionada especie un valor promedio de altura total de 189,27 mm, empleando un sustrato compuesto por 50% de tierra de sitio, 33,33% de tierra negra y un 16,66% de pomina, valor menor en comparación al registrado en la presente investigación, debido probablemente a que el 50% de la composición de este sustrato es tierra de sitio, la cual no contiene la cantidad suficiente de nutrientes requeridos para que la

planta se desarrolle de mejor forma a comparación del humus que se utilizó en la presente investigación.

4.9.3 Diámetro basal

En la presente investigación se obtuvo el mayor valor promedio en cuanto al diámetro basal a los 120 días de establecido el ensayo para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 2, correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 3,05 mm; valor mayor al registrado en el tratamiento 1 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, cuyo valor promedio fue de 2,94 mm.

Mientras que para la especie 2 (Aliso), el mayor valor de altura total lo presentó el tratamiento 5 correspondiente al sustrato 2 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 3,52 mm. Cuasapud (2012) en su investigación registró para la especie aliso un valor promedio en cuanto a diámetro basal de 2,8 mm en el Tratamiento 3 empleando un sustrato compuesto por 16,66 % de tierra de sitio; 33,33% de tierra negra y 50% de pomina, valor menor en comparación al registrado en la presente investigación, debido probablemente a la incorporación del 50% de pomina dentro del sustrato utilizado, la cual proporciona soltura al sustrato y mantiene la humedad por más tiempo, pero no aporta nutrientes necesarios para el desarrollo de las plántulas.

Finalmente para la especie 3 (Acacia) el mayor valor de diámetro basal lo presentó el tratamiento 8 correspondiente al sustrato 1 (30% humus + 30% arena + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 4,63 mm. Cuasapud (2012) en su investigación registró para la especie acacia un valor promedio en cuanto a diámetro basal de 2,7 mm en el tratamiento 6 empleando un sustrato compuesto por 50% de tierra de sitio, 33,33% de tierra negra y un 16,66% de pomina, valor menor en comparación al registrado en la presente investigación, cabe mencionar que en los dos ensayos se utilizó distintas composiciones y proporciones de sustratos lo cual probablemente influyó directamente en el crecimiento.

4.9.4 Sobrevivencia

En la presente investigación se obtuvo el mayor valor promedio en cuanto a sobrevivencia para la especie 1 (Pumamaqui), el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (30% tierra negra + 30% pomina + 40% tierra de sitio) sin remineralización, con una media de 100%.

En cuanto a la especie 2 (Aliso), el mayor porcentaje de sobrevivencia se presentó en los tratamientos 5 y 6 correspondientes a los sustratos 1 y 2 sin remineralización, con una media de 98,75%. Cuasapud (2012) en su investigación registró para la especie aliso un valor promedio en cuanto a sobrevivencia de 100% en empleando un sustrato compuesto por 33,33 % de tierra de sitio; 16,66% de tierra negra y 50% de pomina, valor mayor en comparación al registrado en la presente investigación, debido probablemente a las propiedades físico-químicas del sustrato utilizado, las cuales favorecieron a la sobrevivencia de las plántulas

Finalmente para la especie 3 (Acacia) tanto los tratamientos sin remineralización así como los tratamientos con remineralización presentaron un porcentaje de sobrevivencia de 100%. Cuasapud (2012) en su investigación registró para la especie acacia un valor promedio en cuanto a sobrevivencia de 100% en los Tratamientos 5 (50 % de tierra de sitio; 33,33% de tierra negra y 16,66% de pomina), 6 (33,33 % de tierra de sitio; 16,66% de tierra negra y 50% de pomina) y 8 (33,33 % de tierra de sitio; 50% de tierra negra y 16,66% de pomina), valor igual en comparación al registrado en la presente investigación, debido probablemente a la alta resistencia que presenta la especie, lo cual hace que se adapte a cualquier tipo de suelo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la investigación, se presenta las siguientes conclusiones.

- ❖ El mayor valor con respecto al porcentaje de germinación se presentó en la especie 3 (Acacia) con el 96% a los 30 días, debido a la alta viabilidad que presenta la semilla de esta especie.
- ❖ Para la especie 1 (Pumamaqui) el mejor tratamiento en cuanto a altura total y sobrevivencia fue el tratamiento 1, correspondiente al sustrato 1 (40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina), en cuanto al diámetro basal el mejor tratamiento fue el tratamiento 2, correspondiente al sustrato 2 (40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena) y el tratamiento con menor costo fue el T1 (40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina) registrando un valor de \$0,493
- ❖ Para la especie 2 (Aliso) el mejor tratamiento en cuanto a altura total, diámetro basal y sobrevivencia fue el tratamiento 5, correspondiente al sustrato 2 (40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena), el tratamiento que registró el menor costo fue el tratamiento 6 correspondiente al sustrato 2 (40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla) con un costo de \$0,458, a comparación de los \$0,471 registrados por el T5 que fue el mejor tratamiento en cuanto a la toma de datos.
- ❖ Para la especie 3 (Acacia negra) el mejor tratamiento en cuanto a altura total, diámetro basal y sobrevivencia fue el tratamiento 8, correspondiente al sustrato 2 (40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena), el tratamiento que registró el menor costo fue el tratamiento 9 (40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% cascarilla) con un costo de \$0,411 a comparación de los \$0,423 registrados por el T8 que fue el tratamiento que registró los valores más altos en cuanto a la toma de datos

- ❖ De acuerdo al análisis de costos, el tratamiento que registró el menor costo por plántula de todo el ensayo fue el T9 (Acacia + S3 + SR) con un valor de \$0,411 con una producción de 80 plántulas equivalente al 100% de sobrevivencia.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se sugiere a los viveristas o productores de plántulas que deseen propagar el Pumamaqui, emplear un sustrato compuesto por 75% arena y 25 % tierra negra y además realizar el tratamiento pregerminativo de inmersión en agua a 50° C durante 5 minutos.
- Los viveristas o productores de plántulas deben tener en cuenta para la propagación de plántulas de pumamaqui el tratamiento 1 (40% tierra de sitio + 30% tierra negra + 30% pomina) sin remineralización por su bajo costo y alto crecimiento en cuanto a altura y para la propagación de plántulas de aliso y acacia el tratamiento correspondiente a la mezcla (40% tierra de sitio + 30% humus + 30% arena) sin remineralización ya que registró los mayores valores en cuanto a altura total, diámetro basal y sobrevivencia.
- A los técnicos forestales y viveristas, no aplicar remineralización en la etapa inicial de crecimiento de las plántulas ya que esto ocasiona altos niveles de mortalidad, además que aumenta el costo de producción.
- A los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal deben investigar la autoecología de cada especie para poder considerar la ejecución de investigaciones similares, optando por diferentes especies y utilizando los mejores tratamientos registrados en esta investigación.

CAPITULO IV

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Solis, M. (1960). *MADERAS ECONOMICAS DEL ECUADOR Y SUS USOS*. Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- Aguirre Castillo, C., & Vizcaíno Pantoja, M. I. (2010). *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra: Universitaria.
- Añazco, M. (1996). *EL ALISO (Alnus acuminata) Proyecto Desarrollo Forestal Campesino en los Andes del Ecuador*. Quito: Graficas Iberia.
- Borja, C., & Lasso, S. (1990). *Plántulas Nativas para reforestar el Ecuador*. Quito: Libro-Mundi.
- Cardenas, F., & Rojas, W. (1989). *Breve descripcion silvicultural de las especies recomendadas para la region interandina*. Quito: Centro de Investigacion y Capacitacion Forestal "Luciano A ndrade Marín.
- Carrión, B. (2000). *Huertos agroforestales familiares*. (S. Camino, Ed.) Quito: Soboc Grafic.
- CESA. (1989). *estudio preliminar de las propiedades fisicas y mecanicas de 10 especies de la Sierra del Ecuador*. Quito.
- Cuamacás, S. B., & Tipaz, G. A. (1995). *Árboles de los bosques interandinos del norte del Ecuador*. Quito: Casa de la Cultura Ecuatoriana.
- Cuasapud, A. (2012). *Métodos de reproducción de tres especies forestales en cuatro proporciones de sustratos en vivero, en la comuna Tesalia, provincia Carchi*. Ibarra: Universidad Tecnica del Norte, Facultad de ingenieria en ciencias agropecuarias y ambientales, Escuela de Ingenieria Forestal.
- Flores Sanchez, C., & Muñoz, C. D. (1989). *DETERMINACION DE LOS USOS POSIBLES DE Alnus acuminata H.B.K Y Freziera canascens H.B.K., EN BASE AL ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FISICO-MECANICAS Y DE TRABAJABILIDAD*. Ibarra: Universidad Tecnica del Norte, Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Escuela de Ingenieria Forestal.

- Joseau, J., Conles, M., & Verzino, G. (2013). *Conservación de recursos forestales nativos de Argentina: el cultivo de plántulas leñosas en vivero y a campo*. Córdoba: Editorial Brujas.
- Ledesma Guachizaca, G. P. (2010). *EVALUACION DE TRES TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS CON CUATRO TIPOS DE SUSTRATOS PARA LA PROPAGACION DE PUMAMAQUI*. Riobamba: Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal.
- Lojan Hidrobo, L. (1992). *El verdor de los Andes : árboles y arbustos nativos para el desarrollo forestal altoandino*. Quito: Luz de America.
- Muñoz, V. (1971). *Apuntes sobre generalidades y manejo de plantación del Alnus jorullensis H.B.K.* Manizales, Colombia.
- OIRSA. (2005). *Manual técnico manejo de viveros en plántulas ornamentales y follajes*. El Salvador: OIRSA.
- Ruano, Martínez, J. R. (2008). *Viveros forestales: manual de cultivo y proyectos (2a. ed.)*. Madrid: Mundi Prensa.
- Sanchez, C., & Sierra, C. (2010). *Manual agropecuario: tecnologías orgánicas de la granja integral autosuficiente (Segunda ed.)*. Bogotá: Fundación Hogares Juveniles Campesinos.
- Spier, H., & Biederbick, C. (1980). *Árboles y Leñosas para reforestar las tierras altas de la Región Andina del Ecuador*. Quito.
- Ulloa, C., & Jorgensen, P. M. (1995). *Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador*. Quito: Abya-Yala.

LINCOGRAFIA

- Arica, D. S. (12 de Octubre de 2014). *Requerimientos del aliso*. Obtenido de CONDESAN.COM: <http://www.condesan.org/memoria/foresteria/DArica3.pdf>
- Menedez, J. L. (4 de Octubre de 2006). *Acacia Melanoxylon*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de Asturnatura.com (en línea): <http://www.asturnatura.com/especie/acacia-melanoxylon.html>

Organic conect. (20 de julio de 2015). Obtenido de www.organicconnectmag.com:
<http://organicconnectmag.com/wp/2010/09/farmer-bob-wilt-soil-biology-nutrition-and-taste>

Trujillo Navarrete, E. (2013). *Guía de reforestación*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2014, de El Semillero:
http://elsemillero.net/nuevo/semillas/listado_especies.php?id=9

CAPITULO VII

ANEXOS

Anexo A

CUADRO A1: PREPARACIÓN DE SUSTRATOS SIN REMINERALIZACIÓN

TRATAMIENTOS SIN REMINERALIZACIÓN	FUNDAS	COMPOSICION	%	CANTIDAD EN CARRETILLA	CANTIDAD EN m3
t1	80	tierra negra	30	0,6	0,027
		lomina	30	0,6	0,027
		tierra de sitio	40	0,8	0,036
		subtotal	100	2	0,091
t2	80	humus	30	0,6	0,027
		arena	30	0,6	0,027
		tierra de sitio	40	0,8	0,036
		subtotal	100	2	0,091
t3	80	cascarilla	30	0,6	0,027
		tierra negra	30	0,6	0,027
		tierra de sitio	40	0,8	0,036
		subtotal	100	2	0,091
t4	80	tierra negra	30	0,6	0,027
		lomina	30	0,6	0,027
		tierra de sitio	40	0,8	0,036
		subtotal	100	2	0,091
t5	80	humus	30	0,6	0,027
		arena	30	0,6	0,027
		tierra de sitio	40	0,8	0,036
		subtotal	100	2	0,091
t6	80	cascarilla	30	0,6	0,027
		tierra negra	30	0,6	0,027
		tierra de sitio	40	0,8	0,036
		subtotal	100	2	0,091
t7	80	tierra negra	30	0,6	0,027
		lomina	30	0,6	0,027
		tierra de sitio	40	0,8	0,036
		subtotal	100	2	0,091
t8	80	humus	30	0,6	0,027
		arena	30	0,6	0,027
		tierra de sitio	40	0,8	0,036
		subtotal	100	2	0,091
t9	80	cascarilla	30	0,6	0,027
		tierra negra	30	0,6	0,027
		tierra de sitio	40	0,8	0,036
		subtotal	100	2	0,091

Elaborado por: Vinicio Morocho

CUADRO A2: PREPARACIÓN DE SUSTRATOS CON REMINERALIZACIÓN

TRATAMIENTOS CON REMINERALIZACIÓN	FUNDAS	COMPOSICION	%	CANTIDAD EN CARRETILLA	CANTIDAD EN m ³
t10	80	tierra negra	26,7	0,534	0,024
		lomina	26,7	0,534	0,024
		tierra de sitio	36,7	0,734	0,033
		remineralización	10	0,2	0,009
		subtotal	100	2	0,091
t11	80	humus	26,7	0,53	0,024
		arena	26,7	0,53	0,024
		tierra de sitio	36,7	0,73	0,033
		remineralización	10	0,2	0,009
		subtotal	100	2	0,091
t12	80	cascarilla	26,7	0,53	0,024
		tierra negra	26,7	0,53	0,024
		tierra de sitio	36,7	0,73	0,033
		remineralización	10	0,2	0,009
		subtotal	100	2	0,091
t13	80	tierra negra	26,7	0,53	0,024
		lomina	26,7	0,53	0,024
		tierra de sitio	36,7	0,73	0,033
		remineralización	10	0,2	0,009
		subtotal	100	2	0,091
t14	80	humus	26,7	0,53	0,024
		arena	26,7	0,53	0,024
		tierra de sitio	36,7	0,73	0,033
		remineralización	10	0,2	0,009
		subtotal	100	2	0,091
t15	80	cascarilla	26,7	0,53	0,024
		tierra negra	26,7	0,53	0,024
		tierra de sitio	36,7	0,73	0,033
		remineralización	10	0,2	0,009
		subtotal	100	2	0,091
t16	80	tierra negra	26,7	0,53	0,024
		lomina	26,7	0,53	0,024
		tierra de sitio	36,7	0,73	0,033
		remineralización	10	0,2	0,009
		subtotal	100	2	0,091
t17	80	humus	26,7	0,53	0,024
		arena	26,7	0,53	0,024
		tierra de sitio	36,7	0,73	0,033
		remineralización	10	0,2	0,009
		subtotal	100	2	0,091
t18	80	cascarilla	26,7	0,53	0,024
		tierra negra	26,7	0,53	0,024
		tierra de sitio	36,7	0,73	0,033
		remineralización	10	0,2	0,009
		subtotal	100	2	0,091

Elaborado por: Vinicio Morocho

CUADRO A3: COSTOS DE PRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
insumos				
tierra negra	m ³	0,31	15	4,65
Pomina	m ³	0,155	13	2,015
tierra de sitio	m ³	0,628	9	5,652
humus de lombriz	m ³	0,155	40	6,2
Arena	m ³	0,155	20	3,1
cascarilla de arroz	m ³	0,155	8	1,24
roca fosfórica	50Kg	0,041	24	0,984
polvo de piedra	50Kg	0,041	2	0,082
Vitavax 300	kg	0,5	8	4
semillas de pumamaqui	kg	1	40	40
semillas de aliso	kg	1	30	30
semillas de acacia	kg	1	10	10
subtotal				107,92
transporte de sustrato				
transporte	carrera	5	10	50
subtotal				50
materiales				
Pala cuadrada	u	1	7,50	7,50
Manguera	u	20	1,20	24,00
hoyadora	u	1	20,97	20,97
Carretilla	u	1	50,00	50,00
Rastrillo	u	1	3,50	3,50
Segueta	u	1	5,25	5,25
Plástico de invernadero	m	25	3,00	75,00
Malla de zaranda	m	2	2,25	4,50
Sarán	m	25	1,50	37,50
bomba de mochila	u	1	25,00	25,00
Fundas polietileno 5´x 6´	paq. x 100	15	0,50	7,50
Martillo	u	1	10,00	10,00
Clavos	lb	4	0,90	3,60
Pingos (3,5m)	u	7	3,00	21,00
costanera (6m)	u	8	2,00	16,00
tiras de eucalipto (2,4m)	u	20	0,15	3,00
Tablas (2,4m)	u	40	1,60	64,00
subtotal				378,32
mano de obra				
preparación del sitio	j	1	12	12
construcción de invernadero	j	2	12	24
construcción de semillero	j	2	12	24
preparación de sustrato	j	2	12	24
enfundado	j	1	12	12
Repique de plántulas	j	1	12	12
subtotal				108
TOTAL				644,24

Elaborado por: Vinicio Morocho

ANEXO B: FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Pomina



Fotografía 5. Roca fosfórica



Fotografía 2. Tierra negra



Fotografía 6. Tamizado de sustratos



Fotografía 3. Humus de lombriz



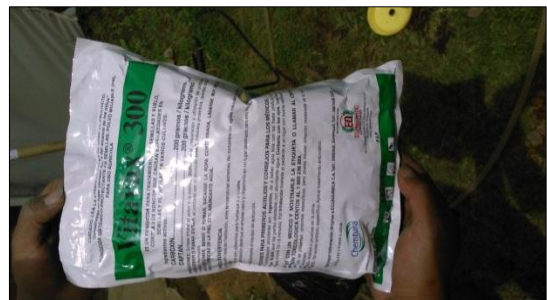
Fotografía 7. Mezcla de los sustratos



Fotografía 4. Cascarilla



Fotografía 8. Vitavax 300 (producto químico para la desinfección)



Fotografía 9. Bomba de mochila



Fotografía 10. Preparación de solución desinfectante



Fotografía 11. Desinfección de sustratos



Fotografía 12. Sustrato desinfectado



Fotografía 13. Construcción de microsemillero



Fotografía 14. Microsemilleros



Fotografía 15. Colocación de sustrato para la germinación



Fotografía 16. Construcción de surcos para la siembra



Fotografía 17. Semillas de aliso



Fotografía 18. Siembra del aliso



Fotografía 19. Semillas de acacia



Fotografía 20. Siembra de semillas de acacia



Fotografía 21. Semillas de pumamaqui



Fotografía 22. Siembra de semillas de pumamaqui



Fotografía 23. Sembrando en los microsemilleros.



Fotografía 24. Cubierta con paja para evitar ataque de pájaros.



Fotografía 25. Riego con regadera de mano



Fotografía 26. Cubierta con sarán al inicio de la germinación



Fotografía 27. Germinación de la Acacia



Fotografía 28. Germinación del Aliso



Fotografía 29. Germinación del Pumamaqui



Fotografía 30. Construcción del invernadero



Fotografía 31. Llenado de fundas con los diferentes sustratos



Fotografía 32. Plántulas de acacia listas para el repique



Fotografía 33. Plántulas de acacia listas para el repique



Fotografía 37. Repique de plántulas de pumamaqui



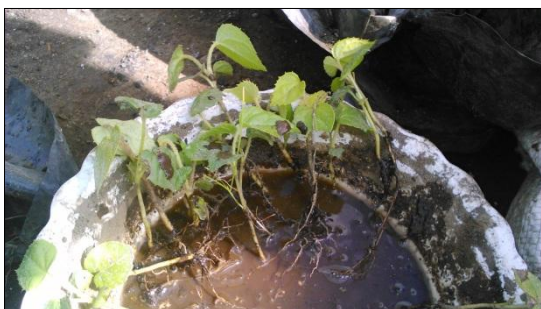
Fotografía 34. Plántulas de aliso listas para el repique



Fotografía 38. Construcción de separaciones para cada tratamiento



Fotografía 35. Plántulas de pumamaqui listas para el repique



Fotografía 39. Diferentes sustratos preparados para el repique



Fotografía 36. Repique de plántulas de acacia



Fotografía 40. Colocación de plántulas por tratamiento



Fotografía 41. Ensayo completamente establecido



Fotografía 45. Realizando las últimas mediciones



Fotografía 42. Medición de altura



Fotografía 46. Medición del diámetro a plántulas de pumamaqui



Fotografía 43. Registro de datos



Fotografía 47. Medición del diámetro a los 120 días



Fotografía 44. Muerte de plántulas en todo un tratamiento



Fotografía 48. Comparación de tamaño en plántulas de pumamaqui



Fotografía 49. Repetición 1 al final de la investigación



Fotografía 51. Visita del Director y Asesores



Fotografía 50. Visita del director y asesores



Fotografía 52. Rotulo de la investigación

