

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA DE ESTUDIO EN INGENIERÍA AGRÓNOMA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

**Evaluación de sustratos en diferentes proporciones utilizando eucalipto
(Eucalyptus globulus) como indicador, en la provincia de Contumazá - Cajamarca**

Área de Investigación:

Suelos

Autor:

Díaz castillo, Jerson Paul

Jurado Evaluador:

Presidente: Pinna Cabrejos, Jorge

secretario: Holguín Del Río, José Luis

Vocal: San Martín Loyaga, María Isabel

Asesor:

Valdivia Vega, Sergio Adrian

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1427-7081>

TRUJILLO – PERÚ

2023

Fecha de sustentación: 2023/09/28

Tesis Jerson

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.upct.es

Fuente de Internet

2%

2

rua.ua.es

Fuente de Internet

1%

3

repositorio.lamolina.edu.pe

Fuente de Internet

1%

4

Submitted to Universidad de Los Llanos, UNILLANOS

Trabajo del estudiante

1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Sergio Adrián Valdivia Vega, docente del Programa de Estudio de Ingeniería en Agrónoma, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “Evaluación de sustratos en diferentes proporciones utilizando eucalipto (*Eucalyptus globulus*) como indicador, en la provincia de Contumazá - Cajamarca”, autor Jerson Paul Díaz castillo, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 4%.

Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (16 de octubre de 2023)

- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 17 de octubre del 2023

Asesor: Sergio Adrián Valdivia Vega

Autor: Jerson Paul Díaz castillo

DNI: 17810216

DNI:75933974

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1427-7081>

Firma:

Firma:



La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:



Ing. Dr. Jorge Pinna Cabrejos
PRESIDENTE



Ing. Mg. Sc. José Luis Holguín Del Río
SECRETARIO



Ing. Mg. Sc. María Isabel San Martín Loyaga
VOCAL



Ing. Mg. Sc. Sergio Adrián Valdivia Vega
ASESOR

DEDICATORIA

A Dios por ser el autor y guía de mis días y por darme la fuerza para levantarme en los momentos difíciles.

A mi querida madre Livia, mujer guerrera, siempre diste todo de ti para criarme y guiarme por el buen camino.

A mi padre Roger por todo su apoyo incondicional durante este viaje llamado vida.

Hasta el cielo para mis abuelos “papá Lucho” y “mamá Antonia”

A mis abuelos Pedro y Lusbinda.

A mi familia: tíos, primos y demás familiares que confiaron en mí.

A mis hermanas Rosita y Ariana.

A mi sobrino Gael.

A mis amigos y personas especiales en mi vida, gracias por ayudarme y hacer de mí una mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la vida, la sabiduría para realizar este trabajo de investigación y por ser mi soporte en todo momento.

A mis padres Roger y Livia por ser mi apoyo incondicional en cada uno de mis proyectos.

A mi familia de modo general por su apoyo y en especial a mis tíos: Ramiro, Vilma, Luisa Y Anita.

A mi abuelita Lusbinda por todo el apoyo que me brinda.

A mis profesores por sus enseñanzas en especial al Dr. Jorge Pinna por impartir sus enseñanzas, brindarme su amistad y sus conocimientos.

A mi asesor Ing. Sergio Valdivia por sus conocimientos, ser mi guía y tutor durante la realización de este trabajo de investigación.

Al personal de la agencia agraria de Contumazá por haber impartido sus conocimientos técnicos y haberme facilitado sus instalaciones para la realización de este trabajo de investigación.

A mis amigos por la ayuda y soporte emocional durante la ejecución y redacción de este trabajo, en especial Freider, Jheison, Kerlin y Tony.

Son tantas las personas, que de una u otra manera han contribuido en mi vida académica y profesional, a las cuales me encantaría agradecer: Por su apoyo emocional, ánimo, consejos, por haberme impulsado a ser la mejor versión de mí, por su compañía en momentos difíciles, etc. Algunas están acá conmigo y otras se encuentran en mi corazón y mis recuerdos, sin importar el lugar físico donde se encuentren gracias por haber hecho de mí una mejor persona.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
RESUMEN	xxii
ABSTRACT	xxiii
I) INTRODUCCIÓN.	26
II) REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.	29
2.1. El eucalipto especie globulus.....	29
2.1.1 Fases en vivero	30
2.1.1.1. Fase de establecimiento.....	30
2.1.1.2. Fase de pleno crecimiento	30
2.1.1.3. Fase de endurecimiento	31
2.2. Sustratos.....	31
2.2.2 Características que deben cumplir los sustratos para la producción de plantas.....	33
2.2.2.1. Físicas	33
2.2.2.2. Características Químicas	35
2.2.2.3. Características biológicas.....	36
2.2.3. Clasificación de sustratos	37
2.2.4. Componentes de los sustratos más utilizados en los viveros de Contumazá	38
2.2.4.1. Tierra negra	38
2.2.4.2. Arena	39
2.2.4.3. Tierra agrícola.....	40
III) MATERIALES Y MÉTODOS.....	41

3.1 Lugar de experimentación.....	41
3.2 Materiales	42
3.2.1 Insumos	42
3.2.1.1 Insumos biológicos	42
3.2.1.2 Sustratos	42
3.2.2 Equipos.....	44
3.2.3 Materiales	44
3.3 Metodología	44
3.3.1 Almacigo	44
3.2.5. Diseño en campo	49
3.2.6. Riego	50
3.2.7. Deshierbos.....	51
3.3.8. Control de plagas y enfermedades	51
3.3.9 Variables.....	52
3.3.9.1 Variables independientes	52
3.3.9.2 Variables dependientes	52
3.3.10 Análisis de datos.....	57
A) Análisis de suelos	57
IV) RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	58
4.1 Caracterización de los componentes de los sustratos utilizados en vivero.....	58
4.2.1 Primera evaluación.	60
4.2.2 Segunda evaluación.	64
4.2.3 Tercera evaluación.	72
4.2.4. Cuarta evaluación.....	78
4.2.5. Quinta evaluación	85
4.2.6. Sexta evaluación	92
4.2.7. Séptima evaluación	99
4.2.8. Octava evaluación	106

4.2.9. Novena evaluación	113
4.3 Resultados de los pesos fresco y seco (total, radicular y aéreo)	128
4.3.1 Peso fresco.....	128
4.3.2. Peso seco.....	134
4.4 Índices morfológicos.	144
4.3 CORRELACIONES.....	158
4.4. Análisis económico.	169
V.CONCLUSIONES	172
VI. RECOMENDACIONES.....	¡Error! Marcador no definido.
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	174
ANEXOS	178

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tratamientos.....	47
Cuadro 2. Análisis de fertilidad de suelos.	58
Cuadro 3. Análisis textural.	59
Cuadro 4. Promedios del número de hojas para los cuatro bloques en la primera evaluación.	60
Cuadro 5. Análisis de varianza para número de hojas, primera evaluación.	61
Cuadro 6. Promedios de altura (cm) para los cuatro bloques en la primera evaluación.	62
Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable altura, primera evaluación.	63
Cuadro 8. Comparación de los promedios de altura utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la primera evaluación.	63
Cuadro 9. Promedio de número de hojas para los cuatro bloques en la segunda evaluación.	64
Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de hojas de la segunda evaluación	65
Cuadro 11. Comparación de los promedios de número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la segunda evaluación.	66
Cuadro 12. Promedio de diámetro de la base del tallo (mm) para los cuatro bloques en la segunda evaluación.....	67
Cuadro 13. Análisis de varianza del diámetro de la base del tallo en la segunda evaluación.	68
Cuadro 14. Comparación de los promedios del DBT utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la segunda evaluación.	69
Cuadro 15. Promedio de altura (cm) para los cuatro bloques en la segunda evaluación.	70
Cuadro 16. Análisis de la altura (cm) en la segunda evaluación.	71
Cuadro 17. Comparación de los promedios de la altura utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la segunda evaluación	71

Cuadro 18. Promedios de número de hojas para los cuatro bloques en la tercera evaluación.....	72
Cuadro 19. Análisis de varianza para el número de hojas en la tercera evaluación	73
Cuadro 20. Comparación de los promedios de número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la tercera evaluación	73
Cuadro 21. Promedios de los cuatro bloques para DBT en la tercera evaluación. ..	74
Cuadro 22. Análisis de varianza del DBT (mm) en la tercera evaluación.....	75
Cuadro 23. Comparación de los promedios del diámetro de la base del tallo (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la tercera evaluación.	75
Cuadro 24. Promedios de altura (cm) para los cuatro bloques en la tercera evaluación.....	76
Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en la tercera evaluación.	77
Cuadro 26. Comparación de altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la tercera evaluación.....	77
Cuadro 27. Promedio del número de hojas para los cuatro bloques en la cuarta evaluación.	78
Cuadro 28. Análisis de varianza para el número de hojas en la cuarta evaluación.	78
Cuadro 29. Comparación del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la cuarta evaluación.	79
Cuadro 30. Promedios de los cuatro bloques para DBT (mm) en la cuarta evaluación.....	80
Cuadro 31. Análisis de varianza para DBT (mm) en la cuarta evaluación.	81
Cuadro 32. Comparación del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la cuarta evaluación.....	81
Cuadro 33. Promedios de altura (cm) en la cuarta evaluación.....	82
Cuadro 34. Análisis de varianza de la altura (cm) en la cuarta evaluación.	83

Cuadro 35. Comparación de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la cuarta evaluación.....	83
Cuadro 36. Promedios de número de hojas en la quinta evaluación	85
Cuadro 37. Análisis de varianza del número de hojas en la quinta evaluación.....	86
Cuadro 38. Comparación de los promedios del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la quinta evaluación	86
Cuadro 39. Promedios de DBT (mm) en la quinta evaluación.	87
Cuadro 40. Análisis de varianza del DBT (mm) en la quinta evaluación.	88
Cuadro 41. Comparación de los promedios del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la quinta evaluación.	88
Cuadro 42. Promedios de altura (cm) en la quinta evaluación.....	89
Cuadro 43. Análisis de varianza de la altura (cm) en la quinta evaluación.	90
Cuadro 44. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la quinta evaluación.	91
Cuadro 45. Promedio de número de hojas, sexta evaluación.	92
Cuadro 46. Análisis de varianza del número de hojas en la sexta evaluación.	93
Cuadro 47. Comparación de los promedios del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la sexta evaluación.....	93
Cuadro 48. Resumen de DBT (mm) en la sexta evaluación.	94
Cuadro 49. Análisis de varianza del DBT (mm) en la sexta evaluación	95
Cuadro 50. Comparación de los promedios del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la sexta evaluación.....	96
Cuadro 51. Promedio de altura (mm) en la sexta evaluación.....	97
Cuadro 52. Análisis de varianza de la altura (cm) en la sexta evaluación.....	98
Cuadro 53. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la sexta evaluación.....	98
Cuadro 54. Promedio del número de hojas en la séptima evaluación	99
Cuadro 55. Análisis de varianza del número de hojas en la séptima evaluación. ...	100

Cuadro 56. Comparación del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la séptima evaluación.	100
Cuadro 57. Promedios de DBT (mm) en la séptima evaluación.....	101
Cuadro 58. Análisis de varianza del DBT (mm) en la séptima evaluación.	102
Cuadro 59. Comparación de los promedios del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la séptima evaluación.....	102
Cuadro 60. Promedio de altura (cm) en la séptima evaluación.....	103
Cuadro 61. Análisis de varianza de la altura (cm) en la séptima evaluación.....	104
Cuadro 62. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la séptima evaluación.....	105
Cuadro 63. Promedio de número de hojas en la octava evaluación.	106
Cuadro 64. Análisis de varianza del número de hojas en la octava evaluación.	107
Cuadro 65. Comparaciones en pareja del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la octava evaluación.....	107
Cuadro 66. Promedio de DBT (mm) en la octava evaluación	108
Cuadro 67. Análisis de varianza del DBT (mm) en la octava evaluación.	109
Cuadro 68. Comparación de los promedios del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la octava evaluación.....	109
C) Altura	110
Cuadro 69. Promedio de altura (cm) en la octava evaluación.....	110
Cuadro 70. Análisis de varianza de la altura (cm) en la octava evaluación.....	111
Cuadro 71. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la octava evaluación.....	112
Cuadro 72. Promedios de número de hojas en la novena evaluación.	113
Cuadro 73. Análisis de varianza del número de hojas en la novena evaluación.	114
Cuadro 74. Comparación de los promedios del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la novena evaluación.....	114
Cuadro 75. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable número de hojas.	115

Cuadro 76. Promedio de hojas durante las evaluaciones	116
Cuadro 77. Promedios de DBT (mm) en la novena evaluación.	118
Cuadro 78. Análisis de varianza del DBT (mm) en la novena evaluación.	119
Cuadro 79. Comparación de los promedios del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la novena evaluación.	119
Cuadro 80. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable número de hojas	121
Cuadro 81. Promedio de DBT (mm) durante las evaluaciones	122
Cuadro 82. Promedios de altura (cm) en la novena evaluación.	123
Cuadro 83. Análisis de varianza de la altura (cm) en la novena evaluación.	124
Cuadro 84. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la novena evaluación	124
Cuadro 85. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable altura.	126
Cuadro 86. Dinámica de crecimiento (cm) durante las evaluaciones.	126
Cuadro 87. Promedios de peso fresco total (g) en las cuatro repeticiones.	128
Cuadro 88. Análisis de varianza del peso fresco total (g)	129
Cuadro 89. Comparación de los promedios del del peso fresco total (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	129
Cuadro 90. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable peso fresco total.	130
Cuadro 91. Peso fresco radicular (g).....	130
Cuadro 92. Análisis de varianza del peso fresco radicular.	131
Cuadro 93. Promedios de peso fresco aéreo (g)	132
Cuadro 94. Análisis de varianza del peso fresco aéreo (g)	133
Cuadro 95. Comparación de los promedios del peso fresco de la parte aérea (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	133
Cuadro 96. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable peso fresco de las hojas y tallo.	134

Cuadro 97. Peso seco total (g).....	134
Cuadro 98. Análisis de varianza del peso seco total.	135
Cuadro 99. Comparaciones de los promedios del peso seco total (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	136
Cuadro 100. Comparaciones en pareja para la variable peso seco total.	137
Cuadro 101. Promedios del peso seco radicular.....	138
Cuadro 102. Análisis de varianza del peso seco radicular.	139
Cuadro 103. Comparaciones en pareja del del peso seco radicular (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	139
Cuadro 104. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro; para la variable peso seco radicular.....	140
Cuadro 105. Promedios del peso seco de la parte aérea (g).	141
Cuadro 106. Análisis de varianza del peso seco de la parte aérea.....	141
Cuadro 107. Comparación de los promedios del peso seco de la parte aérea (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	142
Cuadro 108. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable peso seco de la parte aérea	143
Cuadro 109. Índice de esbeltez.....	144
Cuadro 110. Análisis de varianza del índice de esbeltez.	145
Cuadro 111. Comparaciones en pareja del índice de esbeltez utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	145
Cuadro 112. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para el indicador índice de esbeltez.....	146
Cuadro 113. Relación parte aérea / parte radicular.	147
Cuadro 114. Análisis de varianza de la relación parte aérea / parte radicular.	148
Cuadro 115. Comparaciones en pareja de la relación parte aérea/ parte radicular, utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	148
Cuadro 116. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la relación PA/PR.....	149

Cuadro 117. Balance hídrico de la planta (BAP)	150
Cuadro 118. Análisis de varianza del balance hídrico de la planta.	151
Cuadro 119. Comparaciones en pareja del balance hídrico de la planta, utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	151
Cuadro 120. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para el balance hídrico de la planta.	152
Cuadro 121. Índice de calidad de Dickson.	153
Cuadro 122. Análisis de varianza del índice de calidad de Dickson.	154
Cuadro 123. Comparaciones en pareja del índice de calidad de Dickson, utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.	154
Cuadro 124. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para el índice de calidad de Dickson.	155
Cuadro 125. Porcentaje de lignificación.	156
Cuadro 126. Análisis de varianza del porcentaje de lignificación.	157
Cuadro 127. Precios aproximados del m ³ de arena de río, de cerro, tierra negra y agrícola puestos en vivero según precios locales (2023).	169
Cuadro 128. Costos (en soles) de los componentes de sustrato utilizados para producir 1000 plántones en cada tratamiento bajo las características del recipiente utilizado.	169
Cuadro 129. Costo del, sustrato ordenado de manera ascendente, para los tratamientos evaluados para producir 1 000 plántones de eucalipto con el recipiente utilizado.	170
Cuadro 130. Comparaciones en pareja del costo de los sustratos al utilizar arena de río o cerro para producir mil plántones de eucalipto bajo las formulaciones de trabajo de investigación y con las dimensiones del recipiente utilizado	171

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Cartel de ingreso al vivero.....	41
Figura 2. vista parcial del vivero el pino soñador.	41
Figura 3. Etiqueta de la semilla de Eucalyptus globulus.	42
Figura 4. Extracción de tierra agrícola.....	43
Figura 5. Extracción de arena de cerro.	43
Figura 6. Siembra en camas de almacigo.....	45
Figura 7. Emergencia de plántulas después de 10 días de la siembra	46
Figura 8. Plántulas tres semanas después de la siembra	46
Figura 9. Llenado de bolsas.	48
Figura 10. Repique de plántulas	48
Figura 11. Croquis en campo.	49
Figura 12. Instalación de experimento en campo.....	49
Figura 13. Riego.....	50
Figura 14. Planta con síntomas de enfermedad.....	51
Figura 15. Planta con ramificaciones.	52
Figura 16. Medición diámetro base del tallo.....	53
Figura 17. Pesaje de raíces.	53
Figura 18. Plantas cosechadas.	54
Figura 19. Pesaje de follaje.....	54
Figura 20. Secado en estufa	55
Figura 21. Raíz seca	55
Figura 22. Tallo y hojas secos.....	56
Figura 23. Representación gráfica del número de hojas en la primera evaluación ..	61
Figura 24. Representación gráfica de la altura (cm) en la primera evaluación.....	62

Figura 25. Representación gráfica del número de hojas en la segunda evaluación.	65
Figura 26. Representación gráfica del DBT (mm) en la segunda evaluación.....	68
Figura 27. Representación gráfica de la altura (cm) en la segunda evaluación.	70
Figura 28. Representación gráfica del número de hojas en la tercera evaluación ...	72
Figura 29. Representación gráfica del DBT (mm) en la tercera evaluación.	74
Figura 30. Representación gráfica de la altura (cm) en la tercera evaluación.....	76
Figura 31. Representación gráfica del número de hojas en la cuarta evaluación. ...	79
Figura 32. Representación gráfica del DBT (mm) en la cuarta evaluación.	80
Figura 33. Representación gráfica de la altura (cm) en la cuarta evaluación.....	82
Figura 34. Representación gráfica del número de hojas en la quinta evaluación ...	85
Figura 35. Representación gráfica de la DBT (mm) en la quinta evaluación.....	87
Figura 36. Representación gráfica de la altura (cm) en la quinta evaluación.	90
Figura 37. Representación gráfica del número de hojas en la sexta evaluación.....	92
Figura 38. Representación gráfica del DBT (mm) en la sexta evaluación.....	95
Figura 39. Representación gráfica de la altura (cm) en la sexta evaluación	97
Figura 40. Representación gráfica del número de hojas en la séptima evaluación..	99
Figura 41. Representación gráfica del DBT (mm) en la séptima evaluación.....	101
Figura 42. Representación gráfica de la altura (cm) en la séptima evaluación.	104
Figura 43. Representación gráfica del número de hojas en la octava evaluación..	106
Figura 44. Representación gráfica del DBT (mm) en la octava evaluación.....	108
Figura 45. Representación gráfica de la altura (cm) en la octava evaluación.	111
Figura 46. Representación gráfica del número de hoja en la novena evaluación.	113
Figura 47. Representación gráfica del número de hojas durante las evaluaciones	117
Figura 48. Representación gráfica del DBT en la novena evaluación.	118
Figura 49. Representación gráfica del DBT (mm) durante las evaluaciones.....	122
Figura 50. Representación gráfica de la altura (cm) en la novena evaluación.	123
Figura 51. Dinámica de crecimiento durante las evaluaciones	127

Figura 52. Representación gráfica del peso fresco total (g).	128
Figura 53. Representación gráfica del peso fresco radicular (g)	131
Figura 54. Representación gráfica del peso fresco aéreo (g).....	132
Figura 55. Representación gráfica del peso total (g).....	135
Figura 56. Representación gráfica del peso seco radicular (g)	138
Figura 57. Representación gráfica del peso seco de la parte aérea (g)	142
Figura 58. Índice de esbeltez	144
Figura 59. Relación parte aérea / parte radicular	147
Figura 60. Representación gráfica del balance hídrico de la planta (BAP)	150
Figura 61. Representación gráfica del índice de calidad de Dickson.	153
Figura 62. Representación gráfica del % de lignificación.....	156
Figura 63. Relación entre el DBT (mm) y el peso fresco total, radicular y aéreo (g)	158
Figura 64. Relación entre el DBT (mm) y el peso seco total, radicular y aéreo (g)	159
Figura 65. Relación entre el DBT (mm) y la altura (cm), N° de hojas.....	159
Figura 66. Relación entre el BHP; PA/PR e índice de Dickson vs DBT (mm)	160
Figura 67. Relación entre el DBT (mm) y el % de lignificación.....	161
Figura 68. Relación entre el DBT (mm) y el índice de esbeltez.	161
Figura 69. Relación entre el número de hojas y la altura (cm)	162
Figura 70. Relación entre el número de hojas y el peso fresco total, radicular y aéreo (g).....	164
Figura 71. Relación entre el número de hojas y el peso seco total, radicular y aéreo (g).....	164
Figura 72. Relación entre el número de hojas y el BHP; relación PA/PR e índice de Dickson.	165
Figura 73. Relación entre el número de hojas y el índice de esbeltez	165
Figura 74. Relación entre el número de hojas y el % de lignificación.	166

Figura 75. Relación entre la altura (cm) y el peso fresco total, aéreo y radicular (g)	166
Figura 76. Relación entre la altura (cm) y el peso seco total, radicular y aéreo (g)	167
Figura 77. Relación entre la altura (cm) y el BHP, relación PA/PR e índice de Dickson.	167
Figura 78. Relación entre la altura (cm) y el % de lignificación.	168
Figura 79. Relación entre la altura (cm) y el índice de esbeltez.	168

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Promedio del número de ramificaciones	178
Anexo 2. Dinámica de aumento del número de ramificaciones.....	178
Anexo 3. Promedio del número de hojas de las ramificaciones.	179
Anexo 4. Dinámica de aumento del número hojas de las ramificaciones.....	179
Anexo 5. Medidas de la maceta (bolsa de polietileno) utilizada.	180

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló en el caserío de Silacot, distrito y provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca. Los objetivos fueron evaluar la influencia de las distintas combinaciones de sustratos y evaluar el comportamiento de las plantas ante el uso de arena de cerro o río como componente del sustrato, teniendo como indicador plantas de eucalipto variedad globulus en la fase de vivero. El diseño usado fue el de bloques complemente al azar con 240 plantas distribuidas en 15 tratamientos con cuatro repeticiones y cuatro plantas por unidad experimental. De los 15 tratamientos 6 tuvieron combinaciones diferentes de arena, tierra negra y tierra agrícola (3 con arena de cerro y 3 con arena de río) 5 tratamientos con un factor limitante (arena de cerro o río, tierra negra o tierra agrícola) y 4 tratamientos 100% de un solo componente. Se evaluó el número de hojas, la altura y el diámetro de la base del tallo (DBT) de forma quincenal durante cuatro meses, Al finalizar la fase de campo se procedió a cosechar las plantas y evaluar la masa fresca de la parte aérea y radicular. Después de organizar los datos obtenidos se hizo interactuar las variables para evaluar indicadores de calidad como índice de Dickson, índice de esbeltez, relación de la parte aérea con la parte radicular, balance hídrico de la planta y porcentaje de lignificación. Se realizó un análisis de varianza donde las diferencias eran significativas, se realizó una prueba de agrupación por el método de LSD de Fisher con una confianza del 95%. Los resultados obtenidos muestran que ningún tratamiento tiene los mejores resultados para todas las variables. Sin embargo, el tratamiento L (50% tierra agrícola + 50% de tierra negra) obtuvo el primer lugar en las variables: Número de hojas (23.750 hojas), peso fresco aéreo (6.756 g), peso seco total (6.604 g) y peso seco aéreo. (2.863 g). El tratamiento G (15% arena de cerro + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) mostró los mejores resultados para las variables: DBT (3.373 mm), peso seco radicular (0.7788 g) e índice de Dickson (0.33808). Para la variable altura el tratamiento B (20% arena de río + 40% tierra agrícola + 40% tierra negra) obtuvo matemáticamente el mejor resultado (23.575 cm). Se comparó en parejas si existían diferencias estadísticas significativas al utilizar arena de río o cerro donde se pudo determinar que no existe diferencia significativa en ninguna de las parejas evaluadas en las variables: DBT, altura y peso seco aéreo. En las variables peso fresco total y peso fresco aéreo de los 6 pares evaluados dos muestran diferencias estadísticas significativas favorables a la utilización de arena de río mientras que, para el número de hojas, peso seco total, radicular e índice de Dickson al menos una de las 6 parejas evaluadas mostró diferencias estadísticas favorables a la utilización de arena de cerro. Según el análisis económico la arena de cerro es 33.3% más barata que la arena de río.

Palabras clave: sustratos, eucalipto, *Eucalyptus globulus*, Dickson

ABSTRACT

This research was carried out in the Silacot hamlet, district and province of Contumazá, department of Cajamarca, the objectives were to evaluate the influence of the different combinations of substrates and to evaluate the behavior of the plants when using sand from a hill or river as a component of the substrate, having as an indicator eucalyptus plants of the globulus variety in the nursery phase. The design used was the complete randomized block with 240 plants distributed in 15 treatments with four repetitions and 4 plants per experimental unit. Of the 15 treatments, 6 had different combinations of sand, black earth and agricultural earth (3 with sand from the hill and 3 with sand from the river) 5 treatments with a limiting factor (sand from the hill or river, black earth or agricultural earth) and 4 100% single component treatments. The number of leaves, the height and the diameter of the stem base (DBT) were evaluated biweekly for four months. At the end of the field phase, the plants were harvested and the fresh mass of the aerial and root parts was evaluated. After organizing the data obtained, the variables were interacted to evaluate quality indicators such as Dickson's index, slenderness index, relationship of the aerial part with the root part, water balance of the plant and percentage of lignification. An analysis of variance was performed and where the differences were significant, a grouping test was performed using Fisher's LSD method with a confidence of 95%. The results obtained show that no treatment has the best results for all variables, however treatment L (50% agricultural land + 50% black earth) obtained first place in the variables: Number of leaves (23,750 leaves), fresh weight aerial (6.756 g), total dry weight (6.604 g) and aerial dry weight (2.863g). Treatment G (15% hill sand + 50% agricultural land + 35% black earth) showed the best results for the variables: DBT (3.373 mm), root dry weight (0.7788 g) and Dickson index (0.33808). For the height variable, treatment B (20% river sand + 40% agricultural land + 40% black earth) mathematically obtained the best result (23,575 cm). It was compared in pairs if there were significant statistical differences when using river or hill sand where it could be determined that there is no significant difference in any of the pairs evaluated in the variables: DBT, height and aerial dry weight. In the variables total fresh weight and aerial fresh weight of the 6 pairs evaluated, two show significant statistical differences favorable to the use of river sand while, for the number of leaves, total dry weight, root weight and Dickson index, at least one of the 6 pairs evaluated showed statistical differences favorable to the use of hill sand. According to the economic analysis, sand from the hill is 33.3% cheaper than sand from the river.

Key words: substrates, eucalyptus, *Eucalyptus globulus*, Dickson

I) INTRODUCCIÓN.

El eucalipto (*Eucalipto glóbulus*) en la actualidad está catalogado como especie maderable de rápido crecimiento, con mayor valor económico y ambiental aprovechable. Se adapta con gran facilidad a las diversas condiciones climáticas propias del territorio nacional, estimándose en 536,530 ha el área sembrada con eucalipto en el Perú (Velázquez, 2019).

Una de las principales ventajas de esta especie es la amplia gama de usos que posee, principalmente para la producción de papel, de postes eléctricos, tutores para cultivos, leña, carbón, fabricación de componentes de casas, además de sus propiedades medicinales. Esta diversidad de uso crea una gran demanda nacional, por lo que es muy utilizada en proyectos de reforestación con fines económico. Carrillo 2001, citado por Quillca,2011)

Anteriormente era una práctica común en viveros utilizar suelo del lugar, in situ, para llenar los contenedores en los cuales se producirían los plántones, sin embargo esta práctica tenía muchas limitantes como alta incidencia de patógenos, problemas al transportar debido al alto peso del sustrato, baja productividad en los viveros asimismo pérdida de la productividad de los suelos y erosión, todo esto llevó a que se formulen distintas mezclas que tengan las características adecuadas para la producción y cultivo de plantas en macetas. (Abad et al., 2004, citado por Carcaño,2021)

Existe una gran diversidad en sustratos utilizados en plantaciones frutícolas y forestales; muchos de ellos no son adecuados en sus características físico - químicas como: densidad, porosidad, retención de agua, contenido y disponibilidad de nutrientes, pH, entre otros, lo cual puede originar problemas en la calidad de la plántula, presencia de enfermedades y plagas, así como en el transporte y adaptación de la planta en campo definitivo. Esta situación impulsa investigaciones en la actividad de los viveros, que permitan desarrollar innovaciones en materiales que sean accesibles, económicamente viables y sobre todo que en conjunto se obtengan plántones de calidad (Portilla, 2013, citado por Sánchez, 2017).

A pesar de que se ha trabajado en caracterizar y conocer la composición de los sustratos sus usos están enfrentados a retos relacionados con los costos, el

impacto ambiental que genera su extracción, su disponibilidad y su estandarización (Abad et al, 2004, citado por Gayosso et al, 2016)

La accesibilidad y disponibilidad futura, el impacto ambiental generado en los ecosistemas y los altos precios de los materiales usados como sustratos hacen que se busque alternativas que tengan disponibilidad local (FIRA, 2003, citado por Gayosso et al, 2016)

La provincia de Contumazá, en el departamento de Cajamarca se caracteriza por tener muchas áreas sembradas con frutales como manzana, viñedos, mangos, paltos y especies arbóreas en las que predomina el eucalipto, sin embargo, el resultado en campo no es el más adecuado debido al manejo que se les da a las plantaciones, con la siembra de plántones de mala calidad, y un manejo agronómico deficiente, parte de la solución a estos problemas debe encontrarse en la fase de vivero, con la obtención de plantas de calidad que tengan un desarrollo vigoroso en campo definitivo, es por este motivo es que se ha escogido esta especie como planta indicadora de la calidad de sustratos utilizados en este vivero.

Desde hace ya bastantes años en la provincia de Contumazá, para utilizar como sustrato o componente del mismo, se extrae tierra negra del caserío de Cascabamba y se comercializa en la zona con el nombre de turba, esto se ha hecho bastante popular entre los productores de plantas y la población los cuales suelen comprar la tierra antes mencionada para sus jardines y macetas pues le atribuyen propiedades físico - químicas que influyen en el crecimiento de las plantas.

Un problema en la zona es la obtención de arena, la cual es un material ampliamente utilizado en las composiciones de sustratos en la fase de vivero en Contumazá. Este material se extrae casi en su totalidad de dos lugares: Chilete, río Jequetepeque ubicado a 40 km aproximadamente de la ciudad de Contumazá y del Río Chicama, a 60 km aproximadamente, por lo cual el material resulta demasiado costoso, por esta razón se ha planteado como alternativa evaluar la utilización de arena proveniente de las canteras cercanas de Contumazá de las cuales se extrae material para afirmado de trochas y en menor cantidad para construcción.

Por tales razones es que se planteó este trabajo de investigación en el que se evaluó distintos tipos de sustratos que se utilizan actualmente para la fase de vivero

en Contumazá, combinando sus componentes en proporciones diferentes, comparando arena de río vs arena de cerro y de esta manera determinar la composición que muestre los mejores resultados en la fase de vivero, en base a evaluar la respuesta de las plántulas de eucalipto, como cultivo indicador, desde de la fase de repique y durante el proceso de desarrollo en la bolsa de polietileno.

II) REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. El eucalipto especie globulus

Es conocido también como eucalipto blanco o eucalipto azul, es un árbol perennifolio, de rápido crecimiento, de gran tamaño, que alcanza los 70 metros de altura y un diámetro de 2 m, a una altura aproximada de 1.50 m del suelo. Es una de las especies madereras más difundida y sembrada en el mundo, gracias a que está adaptada a zonas muy diversas en climas y suelos, lo mismo que a diferentes altitudes, por lo que es utilizado mundialmente en proyectos de reforestación, para siembras industriales (Balmell 1995, citado por Medina,2018).

Una característica de esta especie es que su corteza se desprende en segmentos longitudinales, por efectos del viento, pudiéndose observar una corteza pruinosa, blanca-plateada o azulada. Otra característica es su “heterofilia” es decir tiene diferentes tipos de hojas en el mismo árbol, cuya disposición y forma en el raquis es diferente según la edad de la misma, siendo sésiles y opuestas las juveniles y alternas y pecioladas las más antiguas. Las hojas contienen glándulas que segregan aceites esenciales que son sustancias volátiles utilizados en la industria química y farmacéutica (Carrillo 2001, citado por Quillca,2011).

Por otro lado, las propiedades de la madera de esta especie, tales como la densidad, contenido de lignina y celulosa, longitud y dirección de fibras hacen que se utilice como principal materia prima en la fabricación de papel (Raymond 2002, citado por Granda,2015)

La clasificación taxonómica del eucalipto es como sigue (García, 2015, citado por Arauz, 2019):

Reino.....	Plantae
División.....	Magnoliophyta
Clase.....	Magnoliopsida
Orden.....	Myrtales
Familia.....	Myrtaceae
Género.....	Eucalyptus
Especie.....	<u>Eucalyptus globulus</u>

2.1.1 Fases en vivero

Para obtener plántulas forestales de calidad a un valor económico y comercial adecuado es necesario que el sustrato tenga el nivel de acidez apto para la especie, textura liviana y con buen drenaje y que su composición asegure un alto contenido de nutrientes, estas características se pueden mejorar utilizando por ejemplo materia orgánica, cal, arena, compost en las dosis adecuadas (Montenegro,2001, citado por Alcocer,2013).

Todo tipo de producción de plantas de eucalipto en vivero, independientemente de las técnicas de manejo específicas que se dé, tiene tres fases bien marcadas cada una con diferentes objetivos y técnicas de manejo (Castillo,2006)

2.1.1.1. Fase de establecimiento

En el caso de producción de plantas con semilla botánica esta fase comienza con la colocación de la semilla en los contenedores y termina con la aparición de las primeras dos hojas verdaderas, esta fase es determinante para el comportamiento futuro de la planta, se estima que durante esta fase se ocupa el 70% del presupuesto destinado a la fase de vivero de producción de plántulas en vivero. Esta fase puede durar entre 1- 4 semanas, dependiendo de la tecnología y manejo que se tenga en el vivero (Rodríguez, 2007).

2.1.1.2. Fase de pleno crecimiento

Tiene su inicio cuando las plántulas poseen dos hojas verdaderas o han sido inoculadas con micorrizas y termina cuando los plántulas tienen la altura deseada respecto a la fase de vivero. En esta etapa se busca dar a la planta las mejores condiciones ambientales y de manejo para su crecimiento; la planta, debe estar en un ambiente que permita elevadas tasas de transpiración y actividad fotosintética de tal forma que tenga el máximo desarrollo y acumule reservas necesarias para las fases posteriores. Durante esta etapa los plántulas deben alcanzar la altura deseada o mejor aún sobrepasarla. Dependiendo de las condiciones de manejo que se den en este proceso suele durar entre 6 y 24 semanas para *E. globulus*. Si la producción se ejecuta a cielo abierto y con manejo de tallo se puede acortar a entre 10y 12 semanas. (Rodríguez 2007).

2.1.1.3. Fase de endurecimiento

Se dice que un vegetal se endurece cuando incrementa su resistencia al estrés hídrico. Esta fase tiene como finalidad frenar el crecimiento apical del plantón, antes de almacenarla o transportarla. El procedimiento consiste en limitar el riego para producir en la planta un nivel de marchitamiento controlado induciendo un estrés hídrico determinado (Oliet 2021, citado por Castillo,2006).

Este manejo, hace que el plantón entre a una etapa de endurecimiento, que es un estado fisiológico en el cual las plantas presentan mayor resistencia al estrés provocado durante el transporte, sequía y frío (Rodríguez, 2007).

2.2. Sustratos

Es todo material sólido distinto del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en un contenedor puro o mezclado permite el anclaje y soporte de la planta a través de su sistema radicular (Sánchez, 2013). Los medios de crecimiento o sustratos en el caso de los viveros tienen como funciones proporcionar agua, aire, nutrientes minerales y sostén o soporte físico hasta su plantación en campo definitivo (Rodríguez, 2007).

El sustrato según las características que posea puede o no intervenir de manera directa en el proceso de nutrición mineral.

Es importante conocer las características físicas, químicas y biológicas de los sustratos, antes de su uso para producción de cualquier especie vegetal.

Los sustratos utilizados para la propagación y producción de plantas a raíz cubierta son variados. Estos se formulan en base a la disponibilidad de sus componentes, a las exigencias del productor y la especie a propagar (Quiroz et al., 2009).

El sustrato para producción de plantas es un material o combinación que permita el anclaje de la raíz y proporcione agua y oxígeno suficiente para el óptimo desarrollo de los plantones, pudiendo o no ser fuente de nutrición para las plantas (Cruz *et al* 2003, citado por Granados, 2010).

El sustrato tiene tres fracciones: 1) una parte sólida que asegura el anclaje y estabilidad de la planta, así como el mantenimiento del sistema radicular. 2) una

fracción líquida que aporta a la planta el agua y los nutrientes necesarios 3) una parte gaseosa que es la encargada de facilitar los intercambios de oxígeno y dióxido de carbono (Lemaire et al 2015, citado por Sandoval, 2012)

2.2.1 Criterios para la elección de un buen sustrato

A. Suministro y homogeneidad: Los materiales a utilizar deben de encontrarse en abundancia y ser homogéneos ya que al cambiar una o varias características del sustrato altera la totalidad del sistema de producción lo cual puede verse reflejado en pérdidas de productividad o escasos rendimientos.

B. Costo. Es un factor relevante ya que en un vivero se trata de producir las mejores plantas en un menor tiempo y con costo de producción bajo para poder tener competitividad comercial, sin embargo, no se debe dejar de lado otros factores solo para considerar costo ya que la formulación de sustrato elegida debe alcanzar los objetivos propuestos con los menores inconvenientes y riesgos.

C. Sus propiedades. Es necesario caracterizar los componentes del sustrato a utilizar para conocer sus características físicas, químicas y biológicas con el fin de realizar las correcciones de ser necesario y aprovechar todo su potencial.

D. Experiencias locales de su utilización. Es un factor relevante investigar las experiencias que otros productores han tendido durante su utilización, así como experiencias personales y conjugar todo esto para hacer la elección correcta.

E. El impacto ambiental que genera su uso. Existe un impacto ambiental, positivo o negativo, que genera la obtención, extracción o generación y uso de un sustrato el cual debe analizarse. Por ejemplo hacer uso irracional de recursos no renovables como la turba puede generar un impacto ambiental negativo en el ecosistema, así como extraer tierra agrícola para usarla como sustrato podría incrementar la erosión y causar un deterioro físico de los terrenos agrícolas, mientras que usar residuos urbanos, ganaderos, agrícolas, forestales o industriales podría generar un impacto ambiental positivo debido a la utilización y neutralización del mismos (Bunt 1998, Handreck y black 1991 y García 1993, citado por Sandoval, 2012)

2.2.2 Características que deben cumplir los sustratos para la producción de plantas.

Los sustratos deben tener buenas propiedades para tener buenos rendimientos en vivero. Estas características se agrupan en físicas, químicas y biológicas.

2.2.2.1. Físicas

Se suele dar más importancia a las características físicas por sobre las químicas ya que una vez que se formula y elige un sustrato como medio de cultivo resulta difícil modificar su estructura física. Sin embargo, sus características químicas pueden cambiarse mediante riego, abonos y fertilizantes (Castillo, 2006)

A) Porosidad.

Es el volumen del medio que no está ocupado por la fase sólida, expresado en términos porcentuales, es decir la fracción que contiene la fase líquida y gaseosa (Pinna, 2013)

Los poros deben estar conectados o abiertos pues al estar ocluidos no ocurre intercambio de fluidos por lo cual no son útiles para las raíces. Los poros ocluidos o taponados solo disminuyen el peso del sustrato (Infoagro Systems 2015, citado por Prado, 2016)

El valor no debería ser inferior al 70% del total del volumen ocupado por el medio, sin embargo, sustratos con % de porosidad menores podrían ser utilizados en ciertas condiciones (Prado, 2016)

B) Densidad

La densidad aparente es la relación que existe entre la masa del suelo llevada a la estufa y el volumen total en el cual se incluye el espacio poroso. Es expresada en g/cm^3 (Pinna, 2013)

La densidad debe ser suficiente para permitir el anclaje de la planta en el medio, pero no tan alta pues dificulta las labores de manejo en el vivero y el transporte de plántones en caso se requiera.

Un valor óptimo de densidad aparente para la mayoría de plantas de maceta se encuentra entre 0.1 y 0.8 g/cm^3 con excepción de las plantas altas

para las cuales se debe considerar una D_a entre 0.5 y 0.75 g/cm³. (Castillo,2006)

En invernaderos donde no se tenga influencia directa del viento la densidad puede ser hasta de 0.15 g/cm³ mientras que en viveros al aire libre con alta incidencia del viento se debe utilizar sustratos con una densidad aparente comprendida entre 0.5 y 0.75 g/cm³ (Abad 1995, citado por Monge 2007)

C) Capacidad de retención de agua.

La cantidad de agua que puede retener un sustrato está directamente influenciada por el volumen del contenedor usado y por la proporción de microporos, sin embargo, en algunos casos, aunque la retención de agua sea elevada puede ser que esta sea absorbida por las partículas de la parte sólida del sustrato por lo cual está agua podría no estar disponible para las plantas. Esto dependerá del tamaño de los poros y de la concentración de sales existente en la solución acuosa del sustrato.

Un sustrato con buenas características debería poseer entre un 20 y 30% de agua que sea fácilmente disponible para las plantas (Ansorena, 1994. Abad, 1993, Citados por Sánchez, 2013).

D) Granulometría

La granulometría en un buen sustrato debe ser media a gruesa con tamaño de partículas de 0.25 a 2.6 mm, la cual permita una buena aireación y retención de agua, además de esto otra característica relevante es que el tamaño de sus partículas sea estable y no se modifique con el tiempo (Aguilar,2002, citado por Sanchez,2013).

En los sustratos granulares las partículas no tienen forma esférica y son de diferentes tamaños lo que hace que en la práctica la porosidad aumenta mientras más grande sea el tamaño medio de las partículas. Las partículas muy pequeñas hacen que sea menor la porosidad total de los sustratos y que aumente la capacidad de retención de agua. Esto ocurre porque aumenta el número de microporos los cuales son los que retienen el agua, además de esto el espacio o porosidad ocupada por la fase gaseosa disminuirá ya que se baja la cantidad de macroporos (Castillo, 2006).

2.2.2.2. Características Químicas

A) pH

Una de los principales efectos que tiene el pH en los medios de crecimiento es la influencia en la disponibilidad o no de los nutrientes.

En suelos de naturaleza orgánica, como la mayor parte de componentes utilizados en los sustratos, la mayor disponibilidad de nutrientes está cercano a 5.5. *Eucalyptus globulus* se desarrolla de buena manera en viveros con sistema de producción a raíz cubierta en rangos de pH que se encuentran entre 4.5 y 6 (Escobar,2007).

El crecimiento de las plantas se ve limitado en condiciones de pH extremos.

B) Relación C/N

Una relación carbono nitrógeno inferior a 20 en el sustrato se considera óptima para la mayor cantidad de plantas cultivadas a raíz cubierta. Sin embargo, se sugiere buscar medios de cultivo que se encuentren entre 10y 12. si la relación carbono nitrógeno es alta el N del sustrato será aprovechado primero por los microorganismos presentes antes que por la planta y en consecuencia se verá reflejado en una mayor deficiencia de nitrógeno. (Picón 2013, citado por Lloclla y López, 2019).

Es relevante la proporción C/N pues la materia orgánica se descompone fundamentalmente por la acción de microbios. El carbono es el principal componente de la materia orgánica (50 % o más) el cual es utilizado por los microbios. El nitrógeno en la materia orgánica debe estar disponible para ser usado por los microbios en al menos una proporción de un kilogramo por cada 30 de carbono, de no ser así la descomposición disminuye. Si la relación C/N es superior a 30 el nitrógeno en el sustrato o añadido como fertilizante será utilizado los microbios y no por las plantas viéndose todo esto reflejado en una deficiencia de N para las plantas, esto puede solucionarse haciendo aplicaciones de elementos que contengan N (Sandoval y Stuardo, 2000, citado por Castillo, 2006).

C) Capacidad de intercambio catiónico

La CIC es la capacidad que tienen los coloides (humus y arcilla) del medio de crecimiento para absorber los iones que presentan carga positiva, es el total de cationes que un sustrato puede adsorber por unidad de volumen (Landis et al.1990 citado por Escobar, 2007).

Los sustratos con alta CIC son responsables de mantener a los nutrientes en el medio de crecimiento o sustrato lo cual permite a las plantas tener los nutrientes necesarios para poder subsistir por largos periodos de tiempo (Cabrera 1999, citado por Lloclla y López, 2019).

Los sustratos con baja o nula CIC solo actúan como anclaje y soporte físico de la planta sin tener incidencia en el intercambio de minerales los cuales utiliza la planta en el proceso de nutrición, estos sustratos, con baja CIC, suelen ser usados en sistemas hidropónicos (Martínez y Roca 2015, Citado por Araúz, 2019).

La FAO 2002, citado por Granados, 2010 establece, como una de las características más apropiadas de un sustrato, que la capacidad de intercambio catiónico se encuentre entre 10 y 30 meq/100 g de suelo seco.

D) Capacidad de amortiguación de pH.

Suele variar según los componentes utilizados en el sustrato, a mayor CIC mayor capacidad Buffer o de amortiguación de pH y esto a la vez está relacionado con los sustratos orgánico (Granados, 2010).

Los sustratos orgánicos poseen mayor capacidad Buffer o tampón que los inorgánicos y esto se ve reflejado en mayor capacidad para mantener valores de pH constantes (Miranda, 2013).

E) Nutrimientos

En sustratos minerales resulta relevante conocer los nutrientes asimilables para utilizarla en la formulación de un plan de fertirriego(Cenobio 2006, citado por Sandoval, 2012).

Dentro de las características químicas de los sustratos también se considera la cantidad de nutrientes que estos contienen, la disponibilidad de estos para ser absorbidos por las plantas y la velocidad con lo que son liberados para las plantas (Lloclla & López, 2009).

2.2.2.3. Características biológicas

Un sustrato ideal debe estar libre de sustancias fitotóxicas, semillas de malezas, nemátodos y otros patógenos que puedan atacar a las plántulas que se producirán (Prado,2016).

Las propiedades biológicas están dadas por los materiales orgánicos, se debe evaluar la estabilidad biológica del sustrato a través del tiempo y de los componentes que pueden inhibir o estimular el crecimiento vegetal (Teres 2001, citado por Tut, 2014).

Todos los sustratos orgánicos son susceptibles a procesos de degradación por los agentes microbianos presentes en el medio. Por este motivo una característica biológica relevante es la velocidad de descomposición de los componentes del sustrato en especial los de naturaleza orgánica (Tut 2014).

Materia orgánica

Es un componente activo de los sustratos, su presencia mejora la estructura, el espacio poroso, aumenta la retención de humedad y baja la densidad lo que se ve reflejado en una mejor permeabilidad del sustrato. Además de esto durante su descomposición libera ácidos orgánicos y dióxido de carbono lo que reduce el pH del sustrato liberando calcio y otros nutrientes, debido a la solubilización de carbonatos y otros minerales primarios (Fuentes y Oropeza 1996, citado por Castillo, 2006).

2.2.3. Clasificación de sustratos

Existen diversos criterios para clasificar a los sustratos, pero los más generales se clasifican según el origen de los materiales, su naturaleza, las propiedades que tiene y su capacidad de degradación. Tut (2014) clasifica a los sustratos de la siguiente manera en base a sus componentes orgánicos e inorgánicos:

A) Materiales orgánicos

De origen natural: su característica es que están sujetos a la descomposición biológica. El más usado es la turba.

De síntesis: son polímeros de orgánicos no sujetos a biodegradación, obtenidos mediante síntesis química. Ejemplo la espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.

Residuos y subproductos de diversas actividades: se originan como residuo o subproducto de actividades industriales, agrícolas ganaderas, urbanas u otras. Gran parte de estos materiales deben pasar por un proceso

previo de compostaje para poder ser utilizados en los sustratos. Ejemplo: aserrín, estiércol, fibra de coco, corteza de árboles, residuos domésticos urbanos, etc.

B) Materiales inorgánicos o minerales

De origen natural: son obtenidos de rocas o minerales similares, los cuales se los transformados mediante procesos físicos simples. No están sujetos a procesos de biodegradación: arena, grava, tierra volcánica, etc.

Transformados mediante procesos industriales: con procesos físicos, a veces también químicos, más complicados, que modifican de forma considerable las características iniciales de los materiales. Ejemplos: perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.

Residuos industriales: son subproductos que se derivan de variadas actividades industriales, ejemplo de ellos son los ladrillos molidos, escorias de horno alto, carbón estéril, Etc.

2.2.4. Componentes de los sustratos más utilizados en los viveros de Contumazá

2.2.4.1. Tierra negra

La tierra negra presenta las siguientes características: color oscuro, alto contenido de carbón vegetal y alta fertilidad (Malvarez, 1999, citado por Huamán 2019).

Sus propiedades más importantes son: alta retención de humedad, suministro de nutrientes como: nitrógeno, azufre y otros elementos, altas bases intercambiables, buena aireación y una alta capacidad estructural. Estas características tienden a variar según el contenido de materia orgánica (Agenjo, 1964, citado por Cholota, 2013)

La tierra negra aumenta la capacidad de retener agua, proporciona mejores condiciones para la supervivencia de microorganismos benéficos y tiene un alto nivel de fertilidad Landín, 2019, citado por Choes, 2020).

Si bien es cierto que su uso como sustrato debido a sus características y propiedades benéficas se ha hecho popular, el impacto ambiental que genera su extracción irracional podría traer problemas relacionados a la erosión y pérdida de

productividad en los suelos donde se extrae este material (Diario oficial de la federación, 1996, citado por Gayosso et al.,2016).

2.2.4.2. Arena

Es un material de composición silícea, procede de canteras, ríos o arroyos, sus características físicas están sujetas a su granulometría, haciendo variar sus propiedades físicas se considera un material inerte. Para usarlo en los sustratos debe estar lavada y limpia de limos y arcilla pues con los riegos se lavarán y colocaran en el fondo del recipiente, esto afectaría significativamente las propiedades hidrofísicas del sustrato, además de esto no debe contener carbonatos pues podría hacer variar el pH del sustrato conllevando a posibles desordenes nutricionales en las plantas (Hernández, 2002).

Una de las desventajas de la arena es su peso, si se trasporta a largas distancias su costo se vería incrementado (Burés 1997, citado por Hernández, 2002).

Es un material muy utilizado como componente de los sustratos debido a su bajo costo y disponibilidad, su granulometría suele variar entre 0.5 y 2 mm de diámetro, su capacidad de retención de agua es media (20% de su peso y 35% su volumen). Dado que su contenido de caliza suele estar entre 8 y10% se tiene que lavar para su uso en algunos casos. No contiene nutrientes ni capacidad amortiguadora o buffer (Villaizán, 2018).

Es un material que por el diámetro de sus partículas permite buena aireación, tiene escaso contenido de nutrientes, alta velocidad de infiltración con una baja retención de agua (Landin,2019, citado por Choes,2020).

La arena es utilizada como componente de los sustratos pues separa las partículas y abre grandes poros que facilitan la aireación (Abarca y Aguilar 2022, citado por Castillo, 2006).

Una arena óptima para la utilización en sustratos deberá tener partículas medianas y gruesas en un porcentaje superior al 70% con respecto a su peso, el uso de arenas de diversa granulometría no resulta favorable ya que esto podría conllevar a tener un sustrato con baja capacidad de aireación.

El uso de arena como componente de un sustrato deberá limitarse a un porcentaje menor al 33.3% (tercera parte del volumen total) ya que porcentajes superiores podrían conllevar a tener una alta densidad aparente es decir demasiado peso por unidad de volumen, lo que no resulta favorable. (Cabrera 1998, citado por Miranda,2013)

La aireación en la arena suele disminuir con el tiempo a causa de la compactación. Su velocidad de infiltración es alta, su capacidad de retención de agua es media mientras que su CIC es nula (Sanchez,2017).

2.2.4.3. Tierra agrícola

Se conoce como tierra agrícola al suelo que se extrae del primer horizonte de suelo que por sus características de un suelo que se encuentra normalmente en descanso, se utiliza como componente de sustrato en viveros. Sin embargo hay algunos problemas relacionados a esta práctica ya que en el lugar donde se extrae la tierra agrícola el suelo pierde sus características físicas y aumenta la erosión pudiendo causar un impacto ambiental en el ecosistema.

Este tipo de suelo suele carecer de uniformidad por lo que se debe tener en cuenta sus propiedades físico, químicas y biológicas antes de usarlo como componente de sustratos. Se suele obtener de las áreas cercanas de cultivo, es de fácil acceso y suele tener un bajo costo, mundialmente se está tratando de evitar su uso ya que ocasiona impacto ambiental en el ecosistema por la degradación y erosión de suelos, así como es un riesgo sanitario para las plántulas. Su % de materia orgánica, así como cantidad de nutrientes pueden ser óptimos sin embargo existe gran variabilidad según las características del área donde se extrae este componente (Tut 2014, citado por Sanchez,2017).

III) Materiales y Métodos

3.1 Lugar de experimentación

El trabajo de investigación se desarrolló en las instalaciones del vivero de la Agencia Agraria de Contumazá ubicado en el caserío de Silacot, distrito y provincia de Contumazá, departamento de Cajamarca

Coordenadas del vivero donde se ubicó el trabajo de investigación.

- Latitud: -7.365974° S
- Longitud: -78.817794° W
- Elevación: 2546 msnm



Figura 1. Cartel de ingreso al vivero.



Figura 2. vista parcial del vivero el pino soñador.

3.2 Materiales

3.2.1 Insumos

3.2.1.1 Insumos biológicos

Semilla de eucalipto globulus

CARACTERÍSTICAS DE LAS SEMILLAS	
Eucalyptus globulus "Eucalipto"	
Procedencia: Huancayo	Altitud (msnm): 3,000
Precipitación (mm): 700	Temperatura X anual (°C): 10
Nº semillas / kilo: 300,000	Pureza (%): 99
Germinación (%): 80	Fecha de recolección: Mayo 2021
Peso (kg.): 5	Peso de 1000 semillas (gr.): 3.34
Fecha de análisis: Julio 2021	Observaciones:
Tratado con TIFÓN	
Fecha: Noviembre 2021	

Figura 3. Etiqueta de la semilla de Eucalyptus globulus.

3.2.1.2 Sustratos

A) Tierra negra

Fue facilitado por el vivero el cual compra a proveedores locales que extraen el material en el caserío de Cascabamba, se tamizó para eliminar restos de raíces y terrones.

C) Tierra agrícola.

Se extrajo de una parcela cultivada con arveja (*Pisum sativum*) la cual se encuentra cerca al vivero, se obtuvo tierra de los 40 centímetros superficiales del terreno, se tamizó y utilizó.



Figura 4. Extracción de tierra agrícola

D) Arena de río

Fue adquirido de vendedores locales los cuales extraen este material de la ribera del río Jequetepeque en el distrito de Chilete.

E) Arena de cerro

Fue extraída de una cantera artesanal ubicada en el caserío de Salcot. Después de esto se tamizó y se llevó al vivero para su uso.



Figura 5. Extracción de arena de cerro.

3.2.2 Equipos

- Mochila de aplicación

3.2.3 Materiales

- Pie de rey.
- Cinta métrica.
- Probeta plástica graduada.
- Balde plástico.
- Malla raschel.
- Postes de madera.
- Rafia.
- Malla de seguridad.
- Estacas.
- Micas plásticas.
- Bolsas para vivero.
- Picota.
- Sustratos.
- Laptop.
- Palana.
- Bibliografía de bibliotecas virtuales.
- Manuales del manejo del eucalipto en vivero.
- Lapiceros.
- Cuaderno de campo.

3.3 Metodología

3.3.1 Almacigo

La preparación de los sustratos se inició con el tamizaje y mezcla de tierra negra extraída del caserío de Cascabamba y arena obtenida del río Jequetepeque para utilizarlos como sustratos en el almacigo.

La esterilización del sustrato se realizó con una solución de formol (250 ml) y agua (16 litros). Luego se procedió a la preparación de las camas de almacigo, las que fueron esterilizadas y se hizo mantenimiento correctivo ya que fueron usadas en la campaña anterior. Se llenó las camas de almacigo hasta una altura de 25 cm

del sustrato preparado y se niveló de forma minuciosa para que todas las semillas tengan condiciones ideales de germinación.

Una vez que se completó el acondicionamiento de las camas de almacigo, que tuvieron 10 m de largo y un metro de ancho, se procedió a la siembra de la semilla, lo que se hizo al voleo tratando de distribuirla de manera uniforme. Se empleó un kilogramo de semilla de eucalipto, por cama de almacigo, que se cubrió con medio centímetro de sustrato.



Figura 6. Siembra en camas de almacigo

Luego de la siembra se realizó un regado con 10 litros de agua aplicados con una bomba de mochila, las camas de almacigo se cubrieron con un plástico doble el cual se colocó en forma de semi túnel, a 2 metros altura se instaló una cobertura de malla rashel con 50% de luz. Finalmente, una semana después se aplicó Orius (funguicida) utilizando 2 cucharas del producto y 6 litros de agua.

Se realizó riegos diarios y monitoreo para evaluar la emergencia de plántulas.



Figura 7. Emergencia

de plántulas después de 10 días de la siembra



Figura 8. Plántulas tres semanas después de la siembra

Se realizaban deshierbos semanales en las camas de almácigo en las cuales emergieron las plántulas hasta a los 25 días ocupar casi la totalidad del espacio.

3.2.2 Preparación de camas de repique

Se realizaron las labores de eliminación de maleza, trazado, nivelación y acondicionamiento de camas de repique las cuales servirán para instalar el proyecto de investigación. Se instaló además una malla Rachel al 50% a 2 metros del suelo para evitar el golpe de sol y acondicionar las plantas durante la etapa de repique.

3.2.3 Preparación de sustratos

Después de tamizar los sustratos se procedió a realizar las mezclas.

Cuadro 1. Tratamientos

Tratamiento	Arena de rio (%)	Tierra agrícola (%)	Tierra negra (%)
A	15	50	35
B	20	40	40
C	30	50	20
D	50	50	0
E	50	0	50
F	100	0	0
N° tratamiento	Arena de cerro (%)	Tierra agrícola (%)	Tierra negra (%)
G	15	50	35
H	20	40	40
I	30	50	20
J	50	50	0
K	50	0	50
L	0	50	50
M	100	0	0
N	0	0	100
O	0	100	0

Se utilizaron bolsas de polietileno negro de 15 cm de alto por 3 cm de radio.



Figura 9. Llenado de bolsas.

3.2.4. Repique

Después de aproximadamente un mes de haber sembrado la semilla en la cama de almacenado se procedió a elegir plántulas uniformes que tenían de dos a tres pares de hojas las cuales se sumergieron en un fungicida para luego ser repicadas en las bolsas de polietileno.

El repique consiste en trasplantar las plántulas seleccionadas de las camas de almacenado a la bolsa de polietileno, esto se hizo con ayuda del personal del vivero los cuales tenían bastante pericia para la ejecución del proceso.



Figura 10. Repique de plántulas.

3.2.5. Diseño en campo

Se aleatorizó los tratamientos según la siguiente figura:

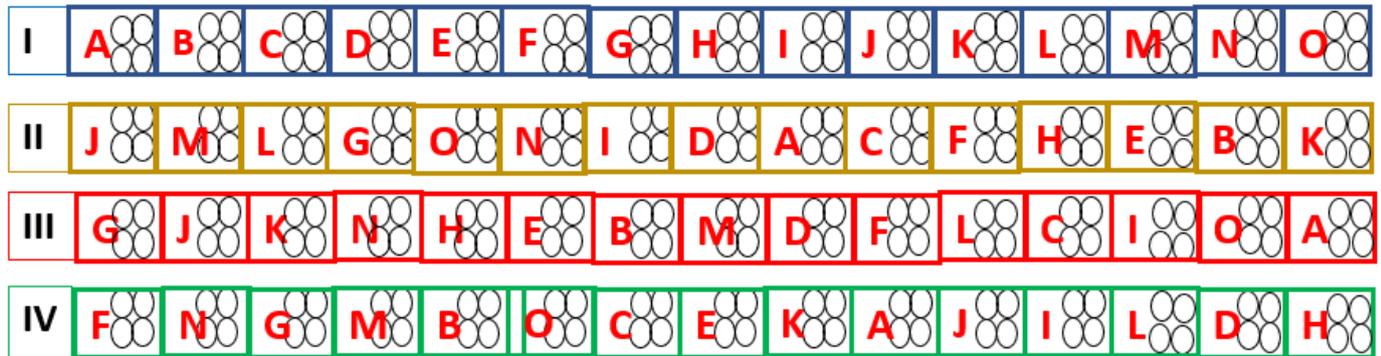


Figura 11. Croquis en campo.

La muestra fue 240 plantas de eucalipto distribuidas en 15 tratamientos, 4 repeticiones por tratamiento y 4 plantas por unidad experimental.

Los grupos de unidades experimentales fueron rotulados y ubicados, por cuestiones de espacio se colocó dos repeticiones continuadas, entre cada repetición había un metro por donde se podía transitar y realizar las actividades agrícolas y evaluaciones.

Entre cada unidad experimental había una separación de 15 centímetros



Figura 12. Instalación de experimento en campo

Después de tres días se realizó un recalce para las plantas que no sobrevivieron al proceso de repique las cuales fueron 5 (2.08%) después de esto a los 5 días se volvió a realizar un segundo recalce a 3 plantas (1.25%) las cuales murieron debido al estrés provocado por el repique.

Al mes de haber sido instalado el experimento y asegurándose que las plantas ya habían pasado el proceso de aclimatación previo al repique se cambió de lugar el experimento a un espacio con luz solar directa.

3.2.6. Riego

Los riegos se efectuaron inicialmente haciendo uso de un programa llamado Soil Water Characteristics para lo cual se regó hasta que los sustratos estén a capacidad de campo antes del repique y después se regó mediante riego en lámina con la misma cantidad para todas las macetas dejando un día. Esta metodología se realizó durante dos meses y medio sin embargo para evitar variaciones por riego debido a las características físicas de los sustratos se procedió a realizar el riego hasta ver que cada sustrato se encuentre a capacidad de campo esto se realizó desde los dos meses y medio hasta culminar con la fase de campo de esta investigación.



Figura 13. Riego.

3.2.7. Deshierbos

Se realizó el control de malezas de forma manual, cada 15 días, eliminando las malezas que se desarrollaban en el sustrato asimismo también se eliminó las malezas contiguas al área de experimentación para evitar que estas hospeden insectos que podrían atacar a las plantas objeto de esta investigación.

3.3.8. Control de plagas y enfermedades

Durante la fase de crecimiento lento se pudo observar la presencia de *Ctenarytaina eucalypti* la cual se encontraba en las hojas jóvenes de los ápices sin embargo poco a poco se suprimió sin causar daños significativos en las plantas.

Se pudo observar signos de enfermedad no identificada que causaba deformación y arrosamiento de hojas y tallos, así como achaparramiento, en las plantas con mayor incidencia, en 5 plantas, (2.08%) por lo que no se aplicó ningún producto al no sobrepasar el umbral establecido (5%)



Figura 14. Planta con síntomas de enfermedad

3.3.9 Variables

3.3.9.1 Variables independientes

Se estudió el efecto de 15 composiciones de sustrato en diferentes proporciones y combinando los siguientes componentes: arena de cerro, arena de río, tierra negra y tierra agrícola.

3.3.9.2 Variables dependientes

A. Número de hojas

Se contó el número de total de hojas verdaderas de cada plantón y se registró el promedio de cada unidad experimental.

Una práctica de manejo agronómico en viveros es eliminar las ramificaciones laterales, sin embargo para que esta práctica no sesgue los resultados de esta investigación se procedió a registrar el número de ramificaciones y hojas en cada ramificación que iban apareciendo, en algunas plantas, a partir de la cuarta evaluación que se realizó (dos meses después del repique) de esta manera evitamos que la actividad de podar ramificaciones pueda influir en otras variables que se evaluaron en esta investigación.

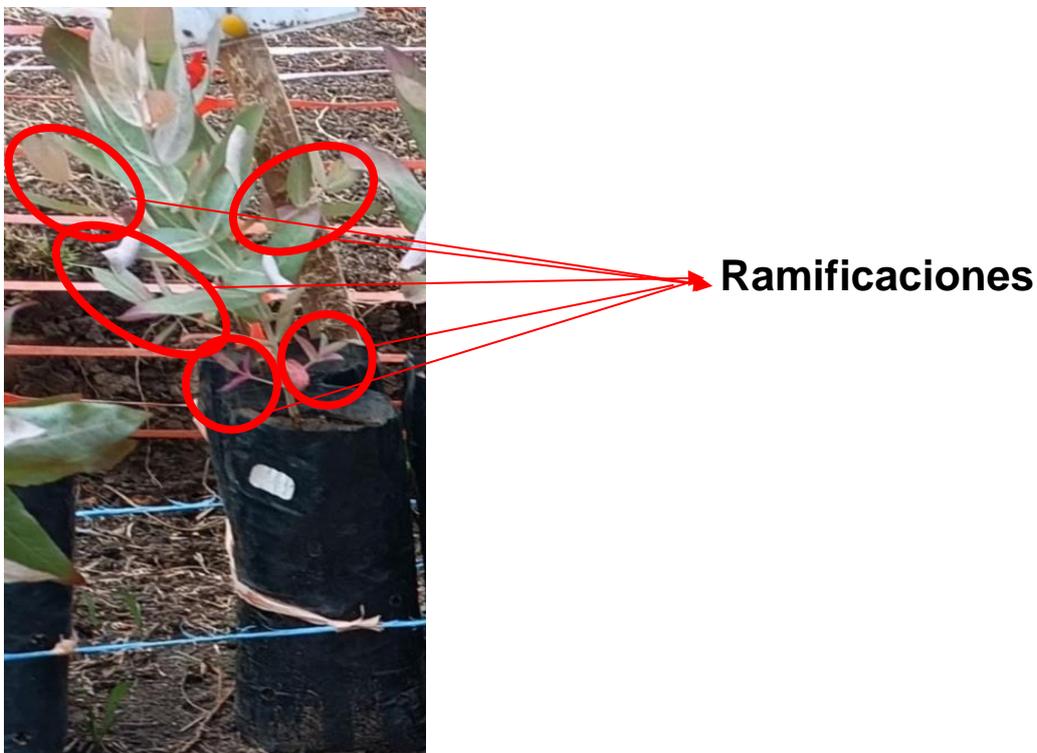


Figura 15. Planta con ramificaciones.

B) Altura de planta

Una vez que la planta fue trasplantada en la bolsa de polietileno, con una regla graduada, se midió desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la planta, cada 15 días.

C) Diámetro base del tallo (DBT)

Es también conocido como diámetro del cuello de la raíz.

Se realizó con ayuda de un pie de rey digital cada quince días a partir del primer mes ya que durante las primeras semanas este procedimiento causaba lesiones debido a la fragilidad del tallo de las plántulas.



Figura 16. Medición diámetro base del tallo.

D) Peso fresco de la raíz

Una vez concluida la fase de campo del experimento se procedió a cortar el tallo, lavar raíces y pesarlas con una balanza de precisión para obtener el peso fresco de la parte radicular.



Figura 17. Pesaje de raíces.



Figura 18. Plantas cosechadas.

E) Peso Fresco parte área

Se midió en gramos pesando el follaje en una balanza de precisión una vez que se cortó la raíz para evitar pérdidas de humedad.



Figura 19. Pesaje de follaje.

F) Peso seco total.

Se calculó sumando el peso seco de la raíz + el fresco seco del follaje.

G) Peso seco de la raíz

Se colocó y rotuló la parte radicular en folders manila y se llevó a la estufa por 1 hora a 100 °C y luego se bajó la temperatura a 75 °C por un periodo de 48 horas, después se realizó el pesaje.



Figura 20. Secado en estufa.

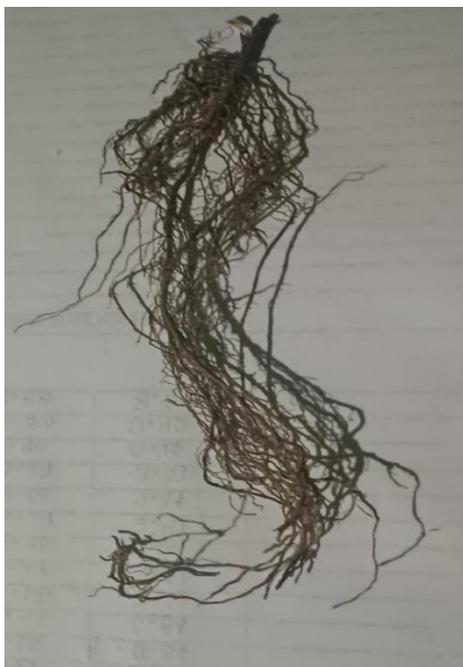


Figura 21. Raíz seca

H) Peso seco de las hojas y tallo

Se pesó teniendo como unidad el gramo, en una balanza de precisión después de haber secado en la estufa.

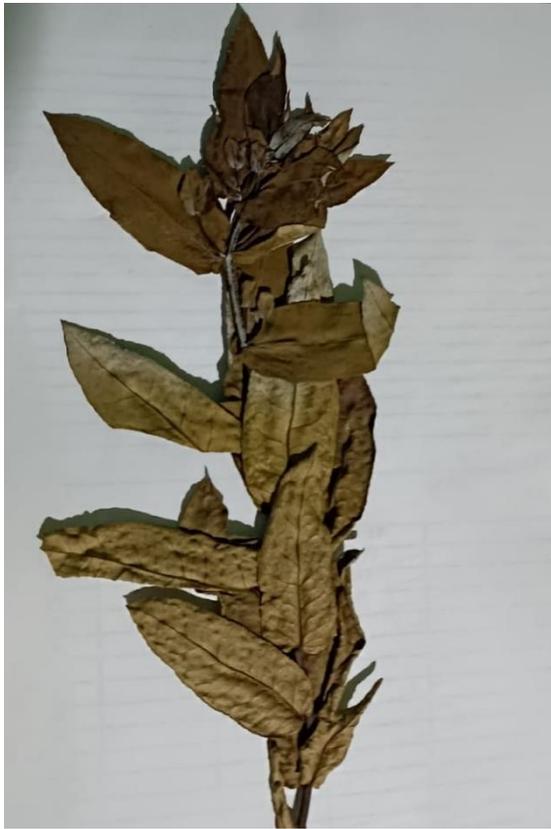


Figura 22. Tallo y hojas secos

F) Peso seco total

Se calculó sumando el peso seco de la raíz más el peso seco del tallo y las hojas.

G) Índices de calidad- interacción de variables

G.1. Índice de calidad de Dickson

Se realizó haciendo interactuar las variables en la siguiente ecuación:

$$\text{ICD} = (\text{peso seco total (g)} / (\text{altura (cm)} / \text{diámetro (mm)}) + (\text{peso seco aéreo (g)} / \text{peso seco de la raíz (g)})$$

G.2. Índice de biomasa Parte aérea – parte radicular (BPA/BPR)

Se realizó dividiendo la biomasa de la parte aérea entre la biomasa de parte radicular.

G.3. Índice de Robustez

Se obtuvo dividiendo la altura sobre el diámetro base del tallo.

3.3.10 Análisis de datos

Se realizó el análisis estadístico ANOVA para determinar el efecto de los sustratos en cada una de las variables estudiadas. Si mostraban diferencias estadísticas significativas se realizaba un agrupamiento por el método de LSD (diferencia mínima significativa) de Fisher con una confianza del 95 % en el software Minitab. De esta forma se identificó cuales tratamientos tenían diferencias estadísticas y poder identificar los mejores y deficientes tratamientos para cada variable.

A) Análisis de suelos

Se tomo muestras de suelo de cada material (tierra negra, arena de cerro, arena de río y tierra agrícola) y se llevó al laboratorio para determinar sus características físico- químicas.

IV) RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Caracterización de los componentes de los sustratos utilizados en vivero

Cuadro 2. Análisis de fertilidad de suelos.

MUESTRA	M.O %	P Ppm	K ppm	pH 1:1	% SATURAC.	CE _{ES} mS/cm (Estimado)	CaCO ₃ %
Tierra negra	2.91	56.30	131.30	4.10	40.0	0.323	0.20
Tierra agrícola	1.65	22.44	366.95	6.17	41.0	1.342	3.880
Arena de cerro	0.45	13.73	102.59	6.10	30.0	0.280	0.00
Arena de río	0.16	11.60	66.08	6.60	31.0	0.512	5.70

La tierra negra posee un % de materia orgánica de 2.91 %, siendo del más elevado entre todos los sustratos, lo cual podría tener múltiples beneficios como aportar mayor contenido de nutrientes y aumentar la capacidad buffer del suelo.

La arena de cerro contiene mayor contenido de P y K que la arena de río. Esto podría traer beneficios al suministrar nutrientes a la planta, sin embargo, el pH es inferior, así como la CE.

El % de carbonato de calcio en la arena de río (5.7%) es superior a la arena de cerro (0.0%) esto según Hernández, (2002) podría ser una ventaja ya que menciona que una arena ideal para ser usada como componente de un sustrato no debería tener carbonato de calcio debido que esto podría alterar el pH del medio llevando a tener desordenes nutricionales.

Existe gran variación entre los valores de pH de los materiales desde un 4.1 de la tierra negra, 6.10 de la arena de cerro, 6.17 la tierra agrícola hasta un 6.6 de la arena de río. Según Landis et al (2000) citado por Castillo 2006 hay una mayor disponibilidad de nutrientes en valores de pH comprendidos entre 5.0 y 5.5.

Castillo (2006) cita a Symonds et al. (2001) el cual realizó estudios con 35 especies de eucalipto en vivero utilizando como sustrato una mezcla de turba + caliza y dolomita para tener valores de pH entre 5.1 y 8.9 en el cual obtuvo un mayor crecimiento en valores de pH entre 5.1 y 5.6.

La CE del suelo agrícola (1.342 mS/cm) es superior a los demás componentes utilizados mientras que la tierra negra ocupa el segundo lugar (0.323 mS/cm) esto se podría deber a que en la zona donde se extrae tierra negra hay precipitaciones más fuertes y seguidas lo cual podría lavar las sales con mayor facilidad que en la tierra agrícola donde por su localización es una zona de menor precipitación.

Cuadro 3. Análisis textural.

ANALISIS TEXTURAL				
MUESTRA	PORCENTAJE DE PARTÍCULAS			TEXTURA (U.S.D.A)
	ARENA	LIMO	ARCILLA	
Tierra negra	62.37	32.50	5.13	Franco arenosa
Tierra agrícola	54.87	25.00	20.13	Franco arcillo arenosa
Arena de cerro	89.95	7.50	2.55	Arena
Arena de río	93.95	4.00	2.05	Arena

La arena de cerro posee superior % de limo y arcilla con respecto a la arena de río, esto según Hernández (2002) es una desventaja pues estas partículas de limo y arcilla se lavarán con los riegos y se depositarán en el fondo del recipiente lo cual afectaría las propiedades hidrostáticas del sustrato.

Si bien es cierto que la tierra agrícola en este caso se clasifica como franco arcillo arenosa sin embargo según Tut (2014), citado por Sánchez 2017) las características de este material son muy variables según la zona donde se extrae.

4.2 Análisis de los atributos morfológicos (número de hojas, altura, diámetro de la base del tallo) evaluados quincenalmente.

4.2.1 Primera evaluación.

A) Número de hojas

De acuerdo con los datos obtenidos para la primera evaluación en cuanto al número de hojas y al ANOVA realizado (cuadro 4 se puede corroborar que no es estadísticamente significativa esto es porque el sustrato aún no tenía influencia en el número de hojas y porque se trató de escoger plantas con condiciones morfológicas similares.

Cuadro 4. Promedios del número de hojas para los cuatro bloques en la primera evaluación.

CUADRO RESUMEN		NÚMERO DE HOJAS			
primera evaluación					
		REPETICIONES			
REP.	I	II	III	IV	
A	6.0	6.0	6.0	6.0	
B	6.5	6.0	6.5	5.5	
C	6.0	6.0	6.0	6.0	
D	5.5	5.0	5.5	5.5	
E	6.0	5.5	6.5	6.0	
F	6.0	5.5	5.5	5.5	
G	6.0	5.5	6.5	6.0	
H	6.0	6.0	6.0	6.0	
I	5.5	6.0	6.0	5.5	
J	5.5	6.0	5.5	5.5	
K	5.0	5.5	6.5	6.0	
L	5.0	4.5	6.0	5.5	
M	6.5	5.5	6.0	6.0	
N	5.5	6.0	6.5	7.0	
O	6.0	4.5	6.0	6.0	

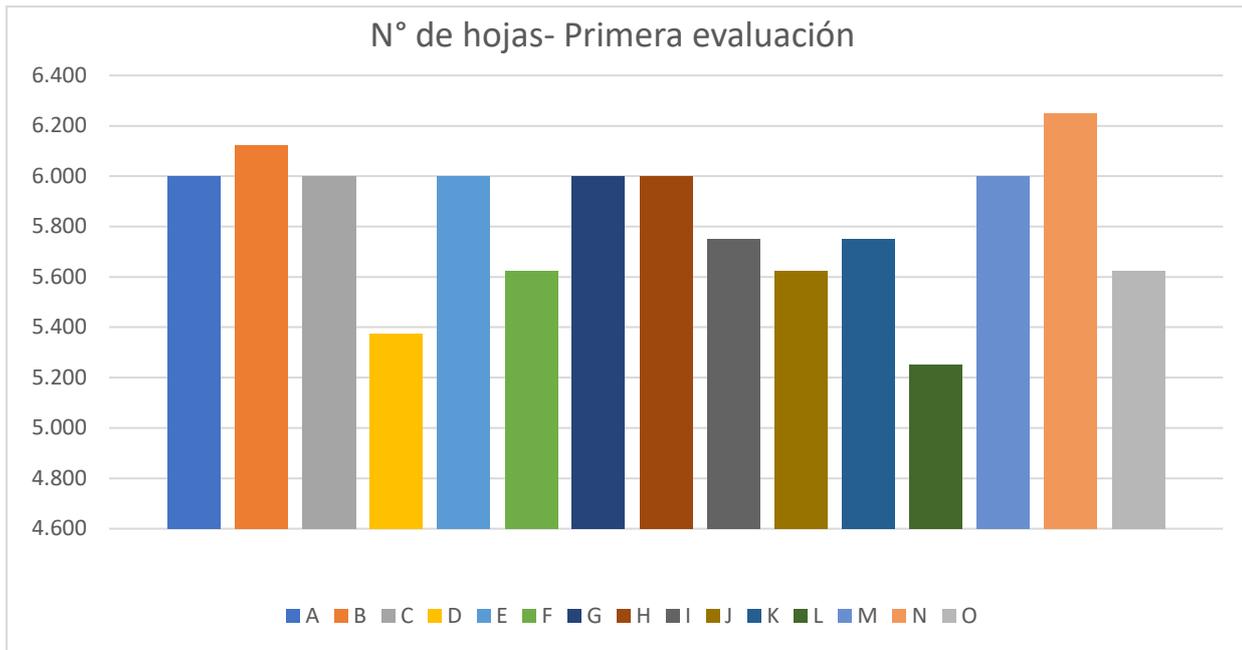


Figura 23. Representación gráfica del número de hojas en la primera evaluación.

Cuadro 5. Análisis de varianza para número de hojas, primera evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	
Entre grupos	4.475	14	0.31964286	1.7047619	0.08849008	
Dentro de los grupos	8.4375	45	0.1875		Ns	
Total	12.9125	59				

En la figura 23 se puede apreciar que aun existiendo diferencias en cuanto a número de hojas de los 15 tratamientos no es mayor a 1, dado que el sustrato con mayor número de hojas (N) posee 6.25 hojas en promedio mientras que el menor valor le corresponde al sustrato L con 5.25 hojas en promedio.

B) Altura.

Para la altura tomada en la primera evaluación el ANOVA (cuadro 7) es altamente significativo sin embargo esto se podría deber a las diferencias en altura de las plantas como tal y no la influencia del sustrato pues durante el proceso de repique la profundidad de trasplante varía según la pericia de la persona que ejecuta esta actividad, esto sumado a las diferencias que traen consigo las plantas desde la cama de repique llevaría a esta interpretación estadística.

Cuadro 6. Promedios de altura (cm) para los cuatro bloques en la primera evaluación.

CUADRO RESUMEN		ALTURA (cm)			
Primera evaluación					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	3.875	4.200	4.200	4.700	
B	3.925	4.025	3.950	4.725	
C	4.675	3.975	4.200	4.075	
D	4.000	4.300	4.050	4.400	
E	3.675	3.975	4.150	3.850	
F	3.750	3.575	3.550	3.525	
G	3.350	3.725	3.725	3.400	
H	3.700	3.925	3.700	3.375	
I	4.325	3.825	3.375	2.825	
J	3.700	4.350	3.775	4.350	
K	3.375	3.400	3.750	3.025	
L	3.225	3.825	3.700	3.100	
M	3.250	3.550	3.850	3.750	
N	3.650	3.575	3.450	3.825	
O	3.475	3.800	4.075	3.950	

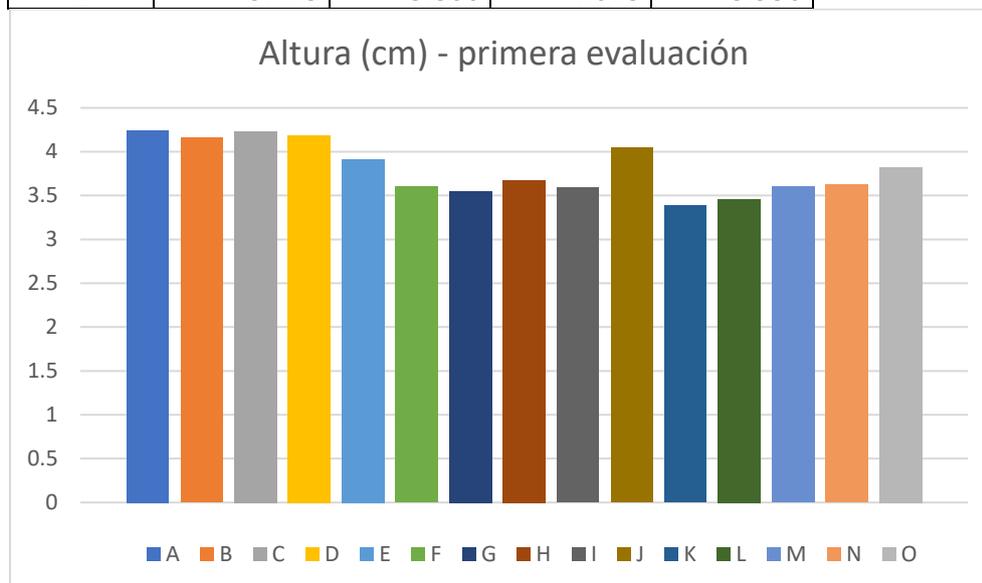


Figura 24. Representación gráfica de la altura (cm) en la primera evaluación.

Cuadro 7. Análisis de varianza para la variable altura, primera evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA; ALTURA, PRIMERA EVALUACIÓN						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	5.00045833	14	0.357175595	3.7013	0.00041117	1.9182485
Dentro de los grupos	4.3425	45	0.0965		**	
Total	9.34295833	59				

Cuadro 8. Comparación de los promedios de altura utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la primera evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
A	4	4.244	A
C	4	4.231	A
D	4	4.1875	A
B	4	4.156	A
J	4	4.044	A B
E	4	3.913	A B C
O	4	3.825	A B C D
H	4	3.675	B C D
N	4	3.6250	B C D
M	4	3.600	C D
F	4	3.6000	C D
I	4	3.587	C D
G	4	3.550	C D
L	4	3.463	D
K	4	3.387	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

4.2.2 Segunda evaluación.

Cuadro 9. Promedio de número de hojas para los cuatro bloques en la segunda evaluación.

CUADRO RESUMEN		N°HOJAS			
Segunda evaluación					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	7.0	6.5	7.0	6.5	
B	6.5	6.5	7.0	6.5	
C	6.0	6.0	6.5	6.0	
D	5.5	6.0	6.0	6.5	
E	6.0	7.0	6.5	6.0	
F	6.5	6.0	5.5	6.0	
G	7.0	6.5	7.0	6.5	
H	6.5	6.5	6.0	6.5	
I	6.0	7.0	7.0	6.5	
J	6.5	6.5	6.0	6.0	
K	6.0	6.5	7.0	7.0	
L	6.5	6.0	6.5	6.0	
M	7.0	6.5	6.5	6.0	
N	6.5	7.0	7.5	7.0	
O	7.3	6.5	7.0	6.0	

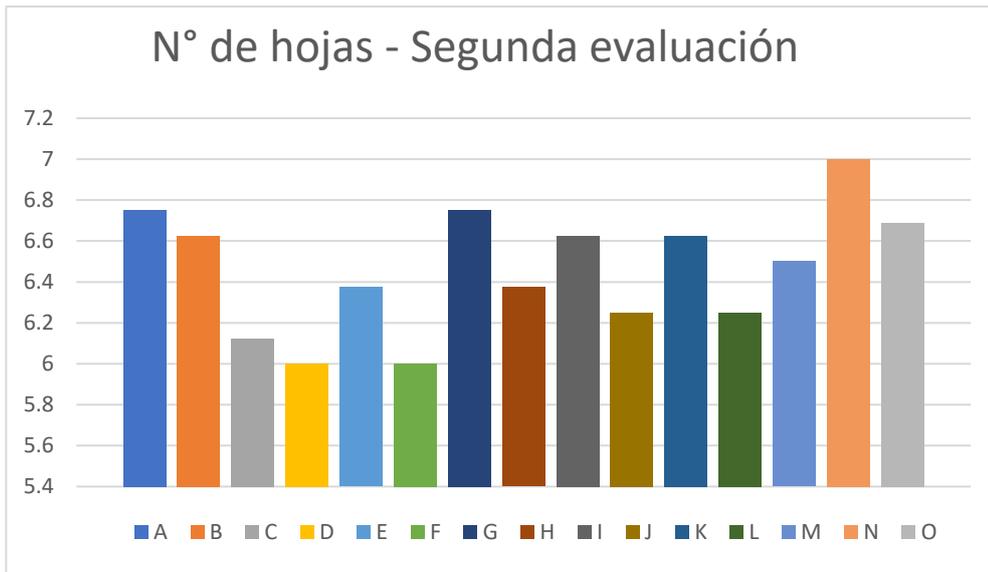


Figura 25. Representación gráfica del número de hojas en la segunda evaluación.

Cuadro 10. Análisis de varianza para el número de hojas de la segunda evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA NÚMERO DE HOJAS- SEGUNDA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4.93125	14	0.35223214	2.42107058	0.01262838	1.91824856
Dentro de los grupos	6.546875	45	0.14548611		*	
Total	11.478125	59				

Según el análisis de varianza del cuadro 10 existen diferencias significativas para la variable número de hojas por lo que se procedió a realizar la prueba de promedios por el método LSD de Fisher para determinar cuáles son los tratamientos que varían significativamente.

Cuadro 11. Comparación de los promedios de número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la segunda evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
N	4	7.000	A
G	4	6.750	A B
A	4	6.750	A B
O	4	6.688	A B
K	4	6.625	A B C
I	4	6.625	A B C
B	4	6.625	A B C
M	4	6.500	A B C D
H	4	6.375	B C D
E	4	6.375	B C D
L	4	6.250	B C D
J	4	6.250	B C D
C	4	6.125	C D
F	4	6.000	D
D	4	6.000	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según la comparación del cuadro número 11 se observa que existen cuatro grupos que difieren estadísticamente entre ellos.

B) Diámetro base del tallo (DBT)

Cuadro 12. Promedio de diámetro de la base del tallo (mm) para los cuatro bloques en la segunda evaluación.

CUADRO RESUMEN	D.B. T (mm)			
Segunda evaluación				
	REPETICIONES			
REP.	I	II	III	IV
A	0.898	0.883	0.863	0.850
B	0.900	0.825	0.725	0.805
C	0.850	0.758	0.780	0.753
D	0.795	0.833	0.725	0.745
E	0.678	0.735	0.690	0.660
F	0.775	0.600	0.610	0.620
G	0.915	0.800	0.758	0.690
H	0.915	0.815	0.768	0.738
I	0.778	0.873	0.790	0.710
J	0.768	0.903	0.825	0.760
K	0.698	0.710	0.660	0.593
L	0.758	0.835	0.688	0.713
M	0.810	0.728	0.635	0.645
N	0.705	0.698	0.668	0.648
O	0.798	0.798	0.810	0.705

En la segunda evaluación ya se midió la variable diámetro de la base del tallo (DBT) tratando de ser cuidadosos para no causar lesiones al manipular el pie de rey digital.

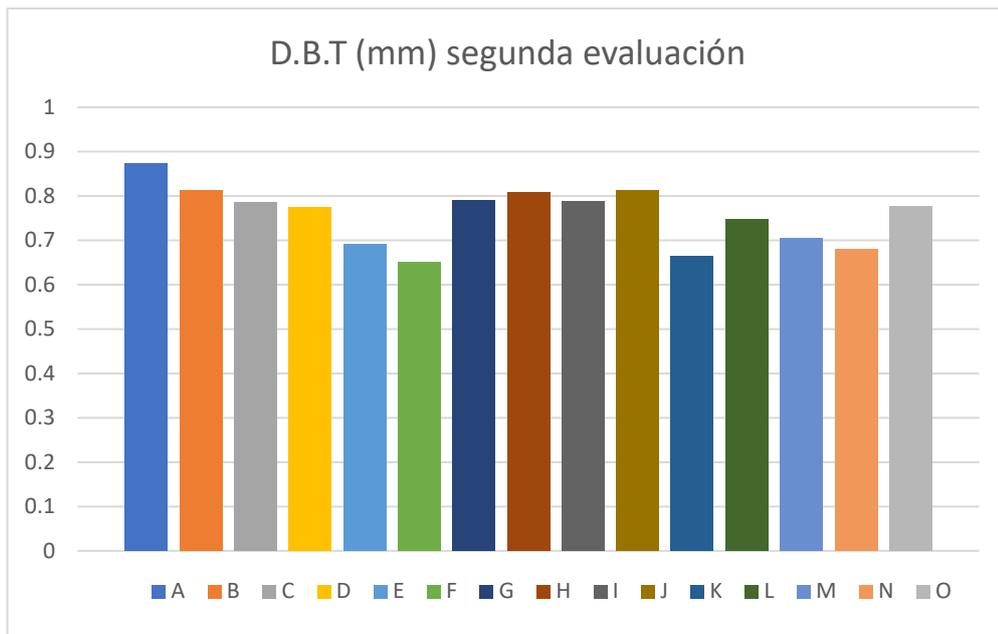


Figura 26. Representación gráfica del DBT (mm) en la segunda evaluación.

Cuadro 13. Análisis de varianza del diámetro de la base del tallo en la segunda evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA- DBT- SEGUNDA EVALUACIÓN

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.23637333	14	0.01688381	4.33671094	8.3752E-05	1.91824856
Dentro de los grupos	0.17519531	45	0.00389323		**	
Total	0.41156865	59				

Según el cuadro 13 se puede determinar que los datos procesados son altamente significativos por lo que se procedió a agruparlos mediante el método de diferencias mínimas significativas de Fisher.

Cuadro 14. Comparación de los promedios del DBT utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la segunda evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
A	4	0.8731	A
B	4	0.8138	A B
J	4	0.8137	A B
H	4	0.8087	A B
G	4	0.7906	A B C
I	4	0.7875	A B C
C	4	0.7850	A B C
O	4	0.7775	B C D
D	4	0.7744	B C D
L	4	0.7481	B C D E
M	4	0.7044	C D E F
E	4	0.6906	D E F
N	4	0.6794	E F
K	4	0.6650	E F
F	4	0.6512	F

medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

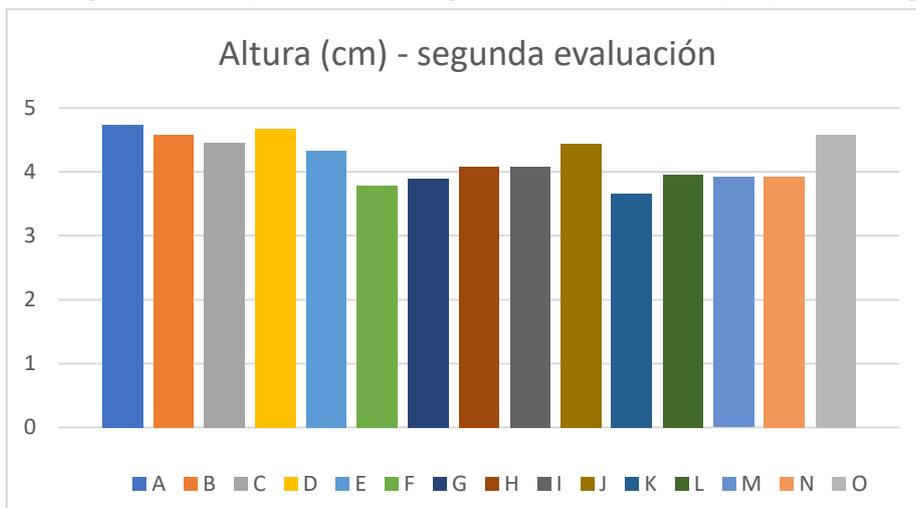
Se puede observar que existen 6 grupos que difieren estadísticamente para la variable DBT de los cuales el tratamiento A (15 % arena de río + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) posee el promedio mayor (0.87 mm) no teniendo diferencias significativas con los tratamientos: B, J, H, G, I, y C, pero siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.

C) Altura

Cuadro 15. Promedio de altura (cm) para los cuatro bloques en la segunda evaluación.

CUADRO RESUMEN		ALTURA (cm)			
Segunda evaluación					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	4.200	5.150	4.375	5.225	
B	4.275	4.200	4.525	5.325	
C	5.000	4.275	4.650	3.925	
D	4.525	4.350	4.775	5.025	
E	4.175	4.325	4.450	4.375	
F	3.950	3.850	3.750	3.600	
G	3.825	4.100	3.900	3.750	
H	4.350	4.150	3.925	3.925	
I	4.975	4.075	3.750	3.550	
J	4.350	4.500	4.400	4.525	
K	3.650	3.500	3.950	3.550	
L	3.975	4.550	3.800	3.500	
M	3.667	3.725	3.975	4.300	
N	4.400	3.950	3.525	3.850	
O	4.325	4.600	4.650	4.775	

Figura 27. Representación gráfica de la altura (cm) en la segunda evaluación.



Cuadro 16. Análisis de la altura (cm) en la segunda evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA-ALTURA- SEGUNDA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	6.95418981	14	0.49672784	4.0634058	0.00016438	1.91824856
Dentro de los grupos	5.50098958	45	0.12224421		**	
Total	12.4551794	59				

El análisis de varianza muestra que los datos evaluados son altamente significativos con una probabilidad de 0.00016438 por lo que se procedió a realizar una agrupación de Fisher.

Cuadro 17. Comparación de los promedios de la altura utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la segunda evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
A	4	4.737	A
D	4	4.669	A
O	4	4.5875	A
B	4	4.581	A B
C	4	4.463	A B
J	4	4.4437	A B C
E	4	4.3312	A B C D
I	4	4.088	B C D E
H	4	4.088	B C D E
L	4	3.956	C D E
N	4	3.931	D E
M	4	3.917	D E
G	4	3.8937	D E
F	4	3.7875	E
K	4	3.663	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los tratamientos A, D, O, B, C, J y E no presentan diferencias significativas entre ellas.

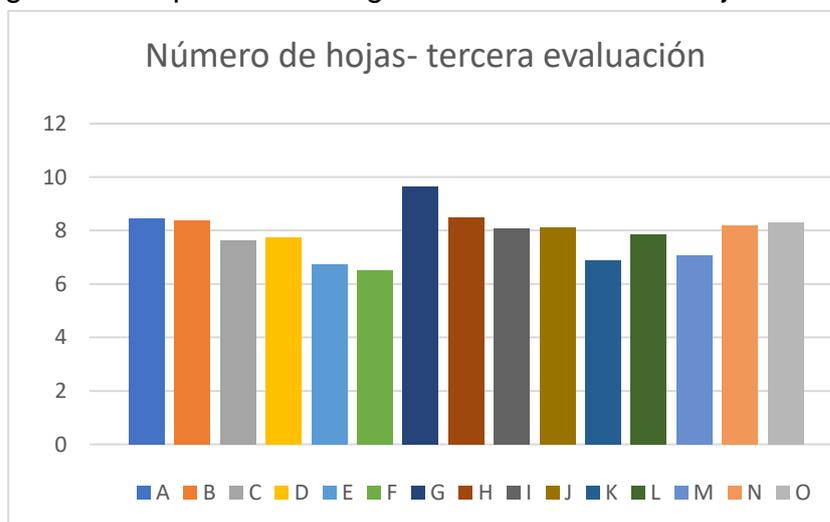
4.2.3 Tercera evaluación.

A) Número de hojas

Cuadro 18. Promedios de número de hojas para los cuatro bloques en la tercera evaluación.

CUADRO RESUMEN		NÚMERO DE HOJAS			
TERCERA EVALUACIÓN					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	9.000	8.500	7.750	8.500	
B	8.000	7.000	9.500	9.000	
C	7.500	7.000	8.500	7.500	
D	7.000	8.000	8.000	8.000	
E	6.500	7.500	6.500	6.500	
F	7.000	6.500	6.500	6.000	
G	10.500	8.500	10.000	9.500	
H	9.000	7.500	9.000	8.500	
I	8.500	7.750	8.000	8.000	
J	8.500	8.000	8.000	8.000	
K	6.000	7.000	7.750	6.750	
L	7.500	6.500	9.000	8.500	
M	8.500	6.500	6.500	6.750	
N	7.500	8.000	8.750	8.500	
O	8.000	8.750	8.500	8.000	

Figura 28. Representación gráfica del número de hojas en la tercera evaluación.



Cuadro 19. Análisis de varianza para el número de hojas en la tercera evaluación

ANÁLISIS DE VARIANZA- NÚMERO DE HOJAS- TERCERA EVALUACIÓN.

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	37.2020833	14	2.65729167	5.63134658	4.2096E-06	1.91824856
Dentro de los grupos	21.234375	45	0.471875		**	
Total	58.4364583	59				

En vista de que se encontró que el análisis de varianza era altamente significativo se procedió a realizar una agrupación de promedios por el método de Fisher.

Cuadro 20. Comparación de los promedios de número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la tercera evaluación.

Factor N Media Agrupación

G	4	9.625	A
H	4	8.500	B
A	4	8.438	B
B	4	8.375	B
O	4	8.313	B
N	4	8.188	B
J	4	8.125	B
I	4	8.063	B
L	4	7.875	B C
D	4	7.750	B C D
C	4	7.625	B C D E
M	4	7.063	C D E F
K	4	6.875	D E F
E	4	6.750	E F
F	4	6.500	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

En base al cuadro 20, el tratamiento G (15 % arena de cerro + 50 % de tierra agrícola + 35% tierra negra) el cual tiene en promedio 9.625 hojas es estadísticamente superior a los demás tratamientos.

B) Diámetro de la base del tallo (DBT)

Cuadro 21. Promedios de los cuatro bloques para DBT en la tercera evaluación.

CUADRO RESUMEN	D.B.T (mm)			
TERCERA EVALUACIÓN				
REP.	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
A	1.038	1.015	0.925	0.913
B	0.903	0.830	0.843	0.890
C	0.885	0.845	0.788	0.808
D	0.878	0.840	0.880	0.898
E	0.700	0.818	0.703	0.793
F	0.810	0.635	0.633	0.715
G	1.095	0.908	0.785	0.848
H	1.068	0.910	0.850	0.925
I	0.883	0.890	0.763	0.835
J	0.820	0.910	0.835	0.910
K	0.730	0.723	0.628	0.760
L	0.785	0.853	0.790	0.745
M	0.870	0.838	0.693	0.795
N	0.733	0.718	0.680	0.813
O	0.998	0.908	0.878	0.885

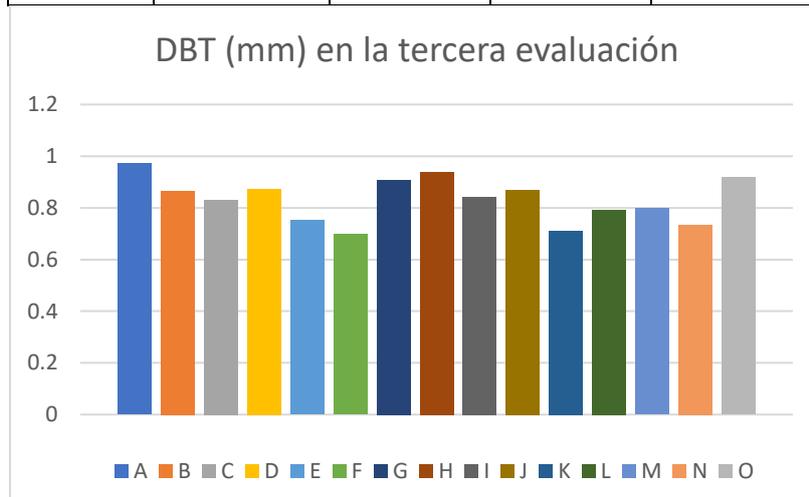


Figura 29. Representación gráfica del DBT (mm) en la tercera evaluación.

Cuadro 22. Análisis de varianza del DBT (mm) en la tercera evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DBT EN LA TERCERA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.39736002	14	0.02838286	6.26583592	1.0916E-06	1.91824856
Dentro de los grupos	0.2038401	45	0.00452978		**	
Total	0.60120013	59				

Los resultados generados a partir del análisis de varianza muestran que los valores analizados son altamente significativos.

Cuadro 23. Comparación de los promedios del diámetro de la base del tallo (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la tercera evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
A	4	0.9725	A
H	4	0.9381	A B
O	4	0.9169	A B C
G	4	0.9087	A B C
D	4	0.8738	B C D
J	4	0.8687	B C D
B	4	0.8663	B C D
I	4	0.8425	B C D E
C	4	0.8313	C D E F
M	4	0.7987	D E F G
L	4	0.7933	D E F G H
E	4	0.7531	E F G H
N	4	0.7356	F G H
K	4	0.7100	G H
F	4	0.6981	H

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se puede apreciar 8 grupos en los cuales, para la variable DBT, lideran los tratamientos A, H, O y G no existiendo diferencias significativas entre ellos y siendo superiores a los demás tratamientos.

C) Altura

Cuadro 24. Promedios de altura (cm) para los cuatro bloques en la tercera evaluación.

CUADRO RESUMEN	ALTURA (cm)			
TERCERA EVALUACIÓN				
REPETICIONES				
REP.	I	II	III	IV
A	5.225	5.900	5.000	5.825
B	4.475	4.650	5.075	5.550
C	5.675	4.700	5.000	4.600
D	4.775	5.300	5.125	5.875
E	4.350	4.575	4.750	4.075
F	4.050	4.000	3.900	3.650
G	5.000	4.400	4.775	4.750
H	4.975	4.367	4.850	4.750
I	5.525	4.725	4.450	4.425
J	4.600	5.000	4.475	4.825
K	3.850	3.650	4.600	3.600
L	4.730	5.425	4.603	3.975
M	4.425	3.975	4.250	4.575
N	4.475	4.375	3.700	3.950
O	6.178	5.375	5.900	5.950

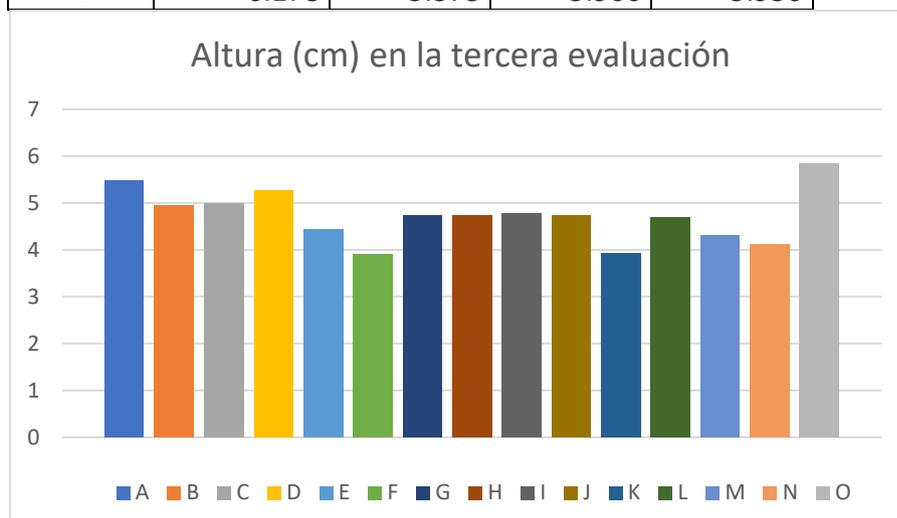


Figura 30. Representación gráfica de la altura (cm) en la tercera evaluación.

Cuadro 25. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en la tercera

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA EN LA TERCERA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	16.8206864	14	1.2014776	7.76612731	5.8508E-08	1.91824856
Dentro de los grupos	6.96183438	45	0.15470743		**	
Total	23.7825208	59				

evaluación.

Existe alta significancia entre los datos analizados por lo que se procedió a realizar una agrupación de medias mediante el método de Fisher.

Cuadro 26. Comparación de altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la tercera evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
O	4	5.851	A
A	4	5.487	A B
D	4	5.269	B C
C	4	4.994	B C D
B	4	4.938	B C D
I	4	4.781	C D E
H	4	4.735	C D E
G	4	4.731	C D E
J	4	4.725	C D E
L	4	4.683	D E F
E	4	4.438	D E F G
M	4	4.306	E F G
N	4	4.125	F G
K	4	3.925	G
F	4	3.9000	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según la comparación de Fisher existen 7 grupos los cuales difieren estadísticamente entre sí, los tratamientos O (100% tierra agrícola) y A (15 % arena de río + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) son estadísticamente superiores a los demás tratamientos para la variable altura.

4.2.4. Cuarta evaluación.

A) Número de hojas

Cuadro 27. Promedio del número de hojas para los cuatro bloques en la cuarta evaluación.

CUADRO RESUMEN		Número de hojas			
N° evaluación: cuarta					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	11.25	9	9.75	13	
B	11.25	9	11	10	
C	12	9.25	10.5	10	
D	11	11	11	12	
E	6.5	7.75	7	6.5	
F	7.5	6.5	6.5	6	
G	14	11.25	12.5	12.5	
H	13	11.5	11.5	11.5	
I	11.5	12.75	11	10.25	
J	11	10	11	11	
K	6	7.5	7	6.75	
L	11	11	9.75	12	
M	8.5	8.5	7	7	
N	7.5	8	8.5	8.25	
O	12	12	12.75	11.5	

Cuadro 28. Análisis de varianza para el número de hojas en la cuarta evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL NÚMERO DE HOJAS EN LA CUARTA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	238.7125	14	17.0508929	21.0577064	3.2988E-15	1.91824856
Dentro de los grupos	36.4375	45	0.80972222		**	
Total	275.15	59				

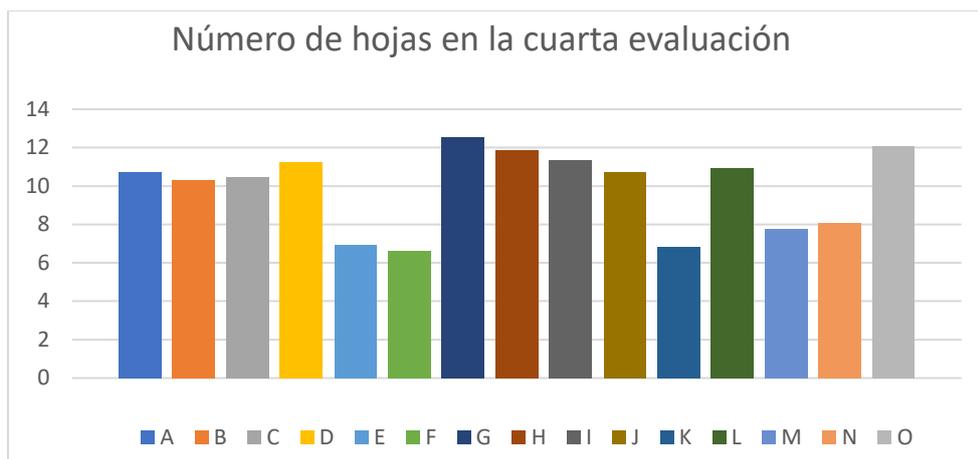


Figura 31. Representación gráfica del número de hojas en la cuarta evaluación.

Cuadro 29. Comparación del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la cuarta evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
G	4	12.563	A
O	4	12.063	A B
H	4	11.875	A B C
I	4	11.375	A B C D
D	4	11.250	B C D
L	4	10.938	B C D
J	4	10.750	C D
A	4	10.750	C D
C	4	10.438	D
B	4	10.313	D
N	4	8.063	E
M	4	7.750	E F
E	4	6.938	E F
K	4	6.813	E F
F	4	6.625	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento G (15% arena de cerro + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) tiene un promedio superior a los demás tratamientos no teniendo diferencia estadísticamente significativa con los tratamientos O (100% tierra agrícola), H (20% arena de cerro + 40% tierra agrícola + 40% tierra negra) e I (20% arena de cerro + 40% tierra agrícola + 40% tierra negra) pero siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.

B) Diámetro base del tallo (DBT)

Cuadro 30. Promedios de los cuatro bloques para DBT (mm) en la cuarta evaluación.

CUADRO RESUMEN		D.B. T (mm)			
N° evaluación: cuarta					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	1.075	1.205	1.055	1.0175	
B	0.9975	0.8775	0.9025	0.8925	
C	1.0575	0.8875	0.79	0.9225	
D	1.015	0.84	1.0375	0.94	
E	0.7825	0.76	0.7325	0.7525	
F	0.8375	0.6575	0.68	0.64	
G	1.1675	1.0475	1.21	0.9575	
H	1.1175	1.105	0.95	0.9925	
I	1.0175	1.0125	0.865	0.8925	
J	0.9	0.9175	0.9125	0.895	
K	0.775	0.74	0.7775	0.6675	
L	0.9675	0.9675	0.8825	0.865	
M	0.885	0.8475	0.7425	0.755	
N	0.7775	0.745	0.7625	0.76	
O	1.1	1.065	0.9625	1.0125	

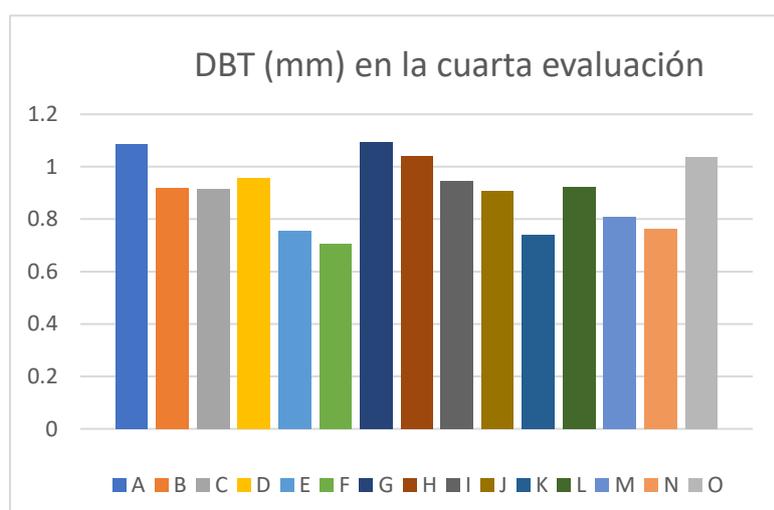


Figura 32. Representación gráfica del DBT (mm) en la cuarta evaluación.

Cuadro 31. Análisis de varianza para DBT (mm) en la cuarta evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA; DBT CUARTA EVALUACIÓN						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.92087333	14	0.06577667	12.4572924	3.7781E-11	1.91824856
Dentro de los grupos	0.23760781	45	0.00528017		**	
Total	1.15848115	59				

Cuadro 32. Comparación del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la cuarta evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
G	4	1.0956	A
A	4	1.0881	A
H	4	1.0413	A B
O	4	1.0350	A B
D	4	0.9581	B C
I	4	0.9469	B C
L	4	0.9206	C
B	4	0.9175	C
C	4	0.9144	C
J	4	0.90625	C D
M	4	0.8075	D E
N	4	0.76125	E F
E	4	0.7569	E F
K	4	0.7400	E F
F	4	0.7037	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los tratamientos G, A, H y O son estadísticamente superiores a los demás tratamientos, pero no presentando diferencias significativas entre los tratamientos mencionados para la variable DBT, los tratamientos G (15% arena de cerro + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) y A (15% arena de río + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) tienen composiciones similares variando el origen de la arena, de río en el tratamiento A y de cerro en el tratamiento G.

C) Altura

Cuadro 33. Promedios de altura (cm) en la cuarta evaluación.

CUADRO RESUMEN		ALTURA (cm)			
N° evaluación: cuarta					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	7.425	8.4	6.6	7.85	
B	6.35	6.025	6.325	7.65	
C	7.175	6.075	6.675	5.85	
D	6.275	7.025	7	7.225	
E	4.425	4.7	4.65	4.325	
F	4.175	4.125	4.05	3.825	
G	8.275	6.25	7.35	6.525	
H	5.7	6.15	7.3	7.125	
I	7.35	7.075	5.825	5.825	
J	5.975	6.475	6.25	6.65	
K	3.95	3.975	4.475	3.625	
L	6.875	6.875	5.05	6.475	
M	4.5	4.8	4.55	4.625	
N	4.575	4.7	3.85	4.05	
O	8.25	8.25	7.4	7.775	

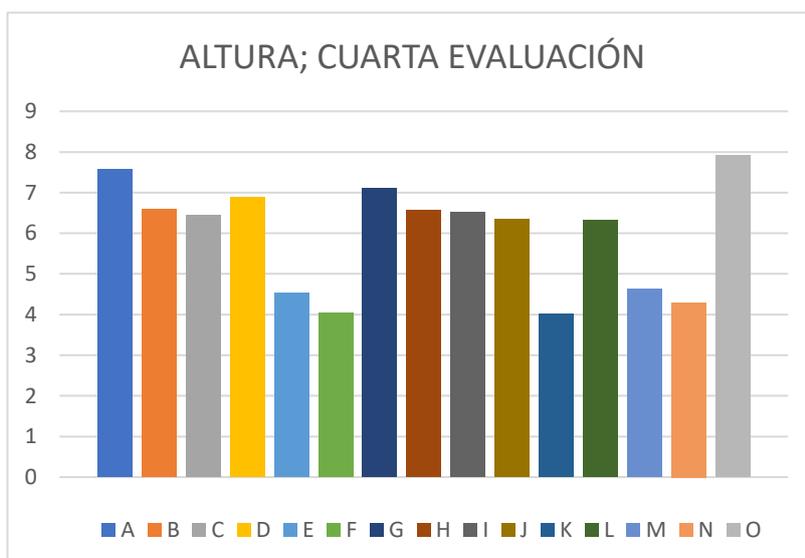


Figura 33. Representación gráfica de la altura (cm) en la cuarta evaluación.

Cuadro 34. Análisis de varianza de la altura (cm) en la cuarta evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA; ALTURA DE LA CUARTA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
	97.084958			20.479448		1.9182485
Entre grupos	3	14	6.93463988	4	5.5556E-15	6
Dentro de los grupos	15.237656	3	0.33861458		**	
	112.32261					
Total	5	59				

Cuadro 35. Comparación de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la cuarta evaluación.

Factor N Media Agrupación

O	4	7.919	A
A	4	7.569	A B
G	4	7.100	A B C
D	4	6.881	B C
B	4	6.588	C
H	4	6.569	C
I	4	6.519	C
C	4	6.444	C
J	4	6.338	C
L	4	6.319	C
M	4	4.6188	D
E	4	4.5250	D
N	4	4.294	D
F	4	4.0438	D
K	4	4.006	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento O (100% tierra agrícola) posee un promedio superior a los demás tratamientos sin embargo no presenta diferencias estadísticas significativas con los tratamientos A y G.

Los tratamientos A, G y D no presentan diferencias significativas entre ellos sin embargo son estadísticamente superiores a los demás tratamientos excepto al O.

Los tratamientos M, E, N, F y K son estadísticamente inferiores a los demás tratamientos sin presentar diferencias significativas entre ellos.

En la evaluación 4, comenzaron a evidenciarse pequeñas ramificaciones en las plantas evaluadas, cuando aparece esto en los viveros, debido a causas fisiológicas, enfermedades, plagas u otros factores, se poda las ramificaciones con el fin de que predomine la dominancia apical central, sin embargo, por cuestiones de investigación no se eliminó estas ramificaciones para que no influya en otras variables como número de hojas, peso seco, etc. Si bien es cierto tanto ramificaciones como las hojas de estas no se consideran variables sin embargo se registró cada vez que se realizó las evaluaciones tanto el número de ramificaciones y el número de hojitas de estas ramificaciones, esto con el fin de poder interpolar datos y argumentar ciertas interacciones que podría haber entre variables, los datos registrados se encuentran en los cuadros 132 y 133.

4.2.5. Quinta evaluación

A) Número de hojas

Cuadro 36. Promedios de número de hojas en la quinta evaluación.

CUADRO RESUMEN		Número de hojas			
QUINTA EVALUACIÓN					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	15.75	15.5	14.75	15.5	
B	14.75	13.5	15.5	14.5	
C	13.5	13.75	14.5	14	
D	13.5	15	13.5	14.5	
E	5	7	7.5	7	
F	8	5	5.75	6	
G	15	11	16.5	15.5	
H	15	15	16	15.5	
I	14	16.75	13.25	12.25	
J	14	14	14.5	14	
K	5.5	8.5	7.25	6.25	
L	15	13.75	13.25	14.5	
M	9	7.5	8.75	8	
N	8	7.25	7.5	8.5	
O	15	14.5	16	14	

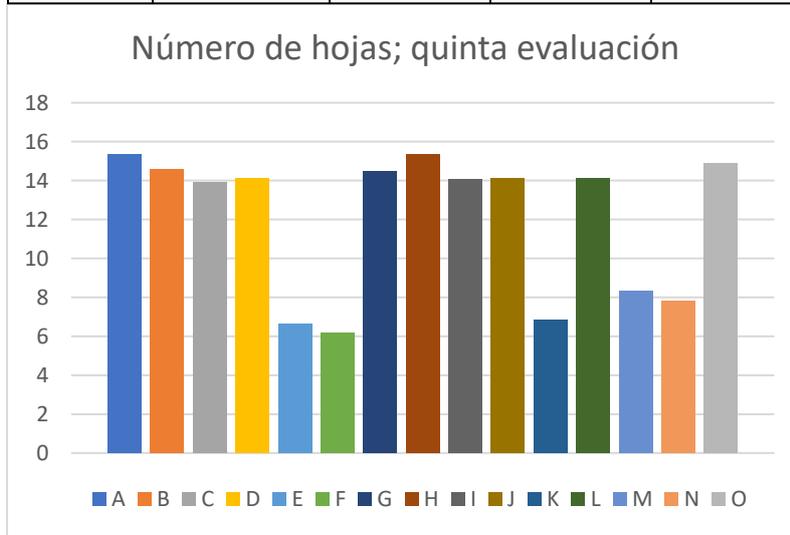


Figura 34. Representación gráfica del número de hojas en la quinta evaluación.

Cuadro 37. Análisis de varianza del número de hojas en la quinta evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA; NÚMERO DE HOJAS; QUINTA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	741.764583	14	52.9831845	43.8229671	1.6985E-21	1.91824856
Dentro de los grupos	54.40625	45	1.20902778		**	
Total	796.170833	59				

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Cuadro 38. Comparación de los promedios del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la quinta evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
H	4	15.375	A
A	4	15.375	A
O	4	14.875	A
B	4	14.563	A
G	4	14.50	A
L	4	14.125	A
J	4	14.125	A
D	4	14.125	A
I	4	14.063	A
C	4	13.938	A
M	4	8.313	B
N	4	7.813	B C
K	4	6.875	B C D
E	4	6.625	C D
F	4	6.188	D

B) DBT

Cuadro 39. Promedios de DBT (mm) en la quinta evaluación.

CUADRO RESUMEN		D.B. T			
QUINTA EVALUACIÓN					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	1.26	1.6	1.3325	1.48	
B	1.44	1.2325	1.2475	1.3975	
C	1.195	1.01	1.2475	1.24	
D	1.19	1.2325	1.2775	1.2425	
E	0.835	0.7675	0.7675	0.865	
F	0.8525	0.7075	0.7025	0.66	
G	1.505	1.5425	1.6925	1.4925	
H	1.59	1.3875	1.395	1.29	
I	1.1525	1.3825	1.1575	1.0875	
J	1.1875	1.2125	1.3525	1.2475	
K	0.82	0.79	0.8225	0.75	
L	1.45	1.2	1.3775	1.2675	
M	0.9125	0.8475	0.78	0.8275	
N	0.8325	0.7825	0.7925	0.82	
O	1.5075	1.2275	1.42	1.3725	

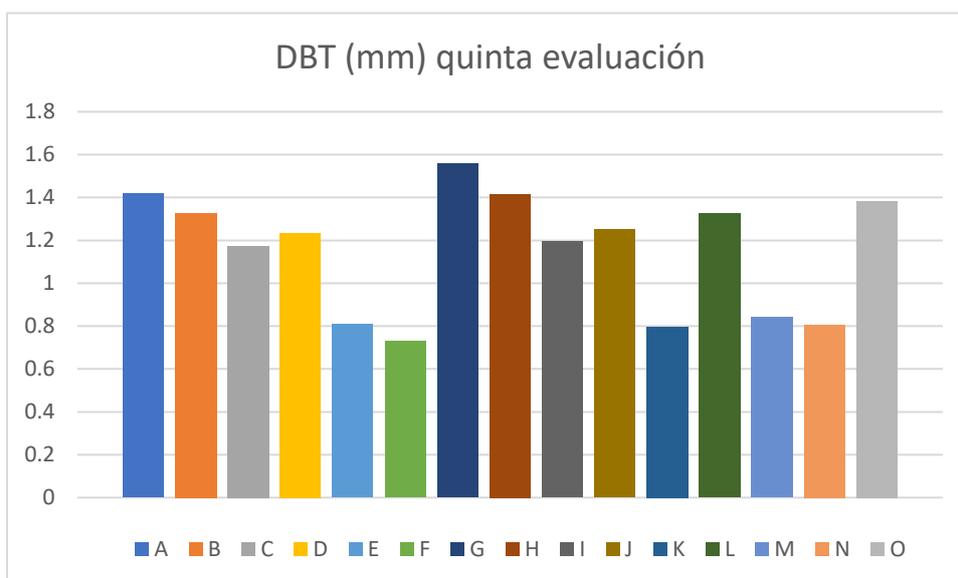


Figura 35. Representación gráfica de la DBT (mm) en la quinta evaluación

Cuadro 40. Análisis de varianza del DBT (mm) en la quinta evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA; D.B.T; QUINTA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	4.30242458	14	0.30731604	34.3347234	2.427E-19	1.91824856
Dentro de los grupos	0.40277656	45	0.00895059		**	
Total	4.70520115	59				

El análisis de varianza muestra una alta significancia por lo que se procedió a realizar una comparación de pares mediante el método de Fisher.

Cuadro 41. Comparación de los promedios del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la quinta evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
G	4	1.5581	A
A	4	1.4181	B
H	4	1.4156	B
O	4	1.3819	B C
B	4	1.3294	B C D
L	4	1.3237	B C D
J	4	1.2500	C D E
D	4	1.2356	D E
I	4	1.1950	D E
C	4	1.1731	E
M	4	0.8419	F
E	4	0.8088	F
N	4	0.8069	F
K	4	0.7956	F
F	4	0.7306	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento G (15% arena de cerro + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) es superior estadísticamente a los demás tratamientos con un promedio de 1.5581 mm es inmediato superior al tratamiento A (1.4181 mm) que contiene las mismas proporciones de sustratos, pero contiene arena de río existiendo ya una diferencia estadística significativa entre los dos tratamientos.

Los tratamientos M (100% arena de cerro), con una media de 0.8419 mm, y F (100% arena de río), 0.7606 mm, se localizan en el grupo final y no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos.

C) Altura

Cuadro 42. Promedios de altura (cm) en la quinta evaluación.

CUADRO RESUMEN		ALTURA (cm)			
QUINTA EVALUACIÓN					
	REPETICIONES				
REP.	I	II	III	IV	
A	11.325	11.75	10.5	11.625	
B	9.775	8.6	9.275	10.975	
C	10.675	8.15	9.55	8.75	
D	9.575	9.725	10.025	9.7	
E	4.65	4.775	5.175	4.475	
F	4.375	4.25	4.25	3.975	
G	11.95	10.25	10.25	10.125	
H	10.925	9.4	10.925	10.45	
I	10.575	10.125	8.65	8.45	
J	9.325	9.425	8.725	9.325	
K	4.075	4.6	4.675	3.7	
L	11.15	8.35	8.7	10.075	
M	5.025	4.8	4.875	4.9	
N	4.6	5.475	4.075	4.25	
O	9.075	10.525	11.775	11.175	

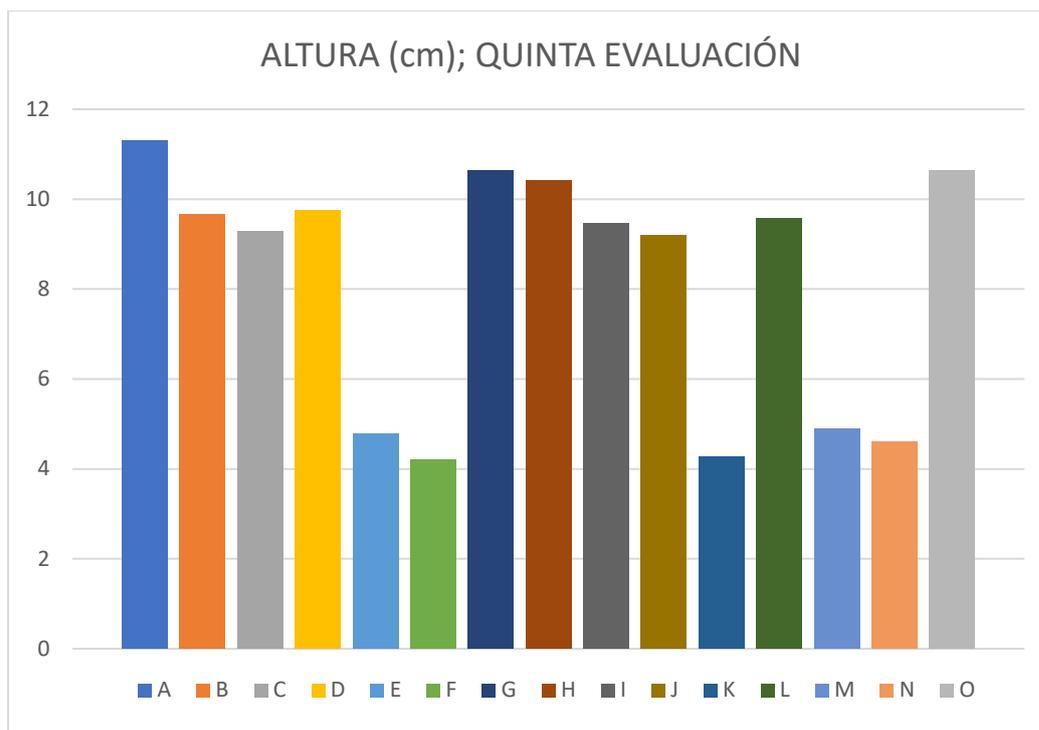


Figura 36. Representación gráfica de la altura (cm) en la quinta evaluación.

Cuadro 43. Análisis de varianza de la altura (cm) en la quinta evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA; ALTURA (cm); QUINTA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	414.566188	14	29.6118705	50.5423845	8.8708E-23	1.91824856
Dentro de los grupos	26.3646875	45	0.58588194		**	
Total	440.930875	59				

Cuadro 44. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la quinta evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
A	4	11.300	A
G	4	10.644	A B
O	4	10.637	A B
H	4	10.425	A B C
D	4	9.7563	B C D
B	4	9.656	B C D
L	4	9.569	B C D
I	4	9.450	C D
C	4	9.281	D
J	4	9.200	D
M	4	4.9000	E
E	4	4.769	E
N	4	4.600	E
K	4	4.263	E
F	4	4.2125	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento A (15% arena de río + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) presenta un promedio superior a los demás tratamientos para la variable altura, no teniendo diferencias estadísticas significativas con los tratamientos G, O y H, pero siendo estadísticamente superior a los demás tratamientos.

Los tratamientos M, E, N, K y F son estadísticamente inferiores a los demás tratamientos para la variable altura sin embargo no existen diferencias estadísticas significativas entre ellos.

4.2.6. Sexta evaluación

A) Número de hojas

Cuadro 45. Promedio de número de hojas, sexta evaluación.

CUADRO RESUMEN		NÚMERO DE HOJAS			
SEXTA EVALUACIÓN					
	REPETICIONES				
REP.	I	II	III	IV	
A	16.750	18.500	18.250	18.250	
B	17.250	17.500	19.250	17.500	
C	14.500	16.250	18.500	16.500	
D	17.000	17.000	15.500	16.500	
E	5.000	8.000	7.500	8.667	
F	9.000	5.000	5.250	5.000	
G	19.000	17.750	19.250	18.250	
H	15.500	16.500	18.000	16.000	
I	17.000	14.000	15.500	15.750	
J	17.250	13.500	16.000	16.000	
K	5.750	8.000	7.750	7.750	
L	16.750	16.000	16.250	18.500	
M	11.250	9.000	9.000	10.500	
N	8.250	6.250	7.250	7.750	
O	15.500	16.000	17.500	16.000	

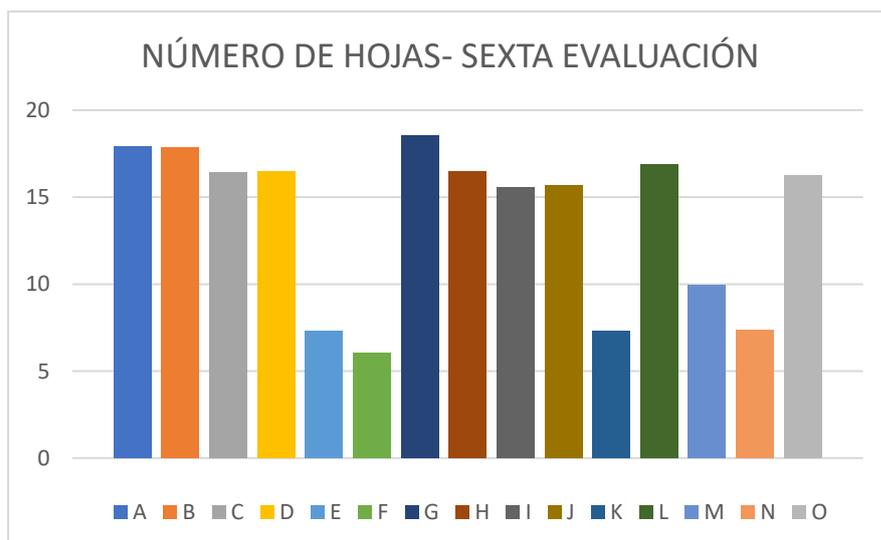


Figura 37. Representación gráfica del número de hojas en la sexta evaluación.

Cuadro 46. Análisis de varianza del número de hojas en la sexta evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA; NÚMERO DE HOJAS; SEXTA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	1202.15093	14	85.8679233	58.9932297	3.4884E-24	1.91824856
Dentro de los grupos	65.5	45	1.45555556		**	
Total	1267.65093	59				

Cuadro 47. Comparación de los promedios del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la sexta evaluación.

Factor N Media Agrupación

G	4	18.563	A
A	4	17.938	A B
B	4	17.875	A B
L	4	16.875	A B C
H	4	16.500	B C
D	4	16.500	B C
C	4	16.438	B C
O	4	16.250	B C
J	4	15.688	C
I	4	15.563	C
M	4	9.938	D
N	4	7.375	E
K	4	7.313	E
E	4	7.292	E
F	4	6.063	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Realizada la prueba de agrupación Fisher, el mayor promedio lo obtuvo el tratamiento G (15% arena de cerro + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) con 18.563 hojas seguido por el tratamiento A (17.938 hojas) con la misma composición del tratamiento G variando solamente la arena de cerro por la de río seguido por los tratamientos B (17.875 hojas) y L (16.875 hojas) sin encontrarse diferencias estadísticas entre ellos.

Los tratamientos estadísticamente inferiores al resto fueron N (100% tierra negra) con 7.375 hojas, K (50% arena de cerro + 50% tierra negra) con 7.313 hojas, E (50% arena de río + 50% tierra negra) con 7.292 hojas y F (100% arena de río) con 6.063 hojas, sin encontrarse diferencias estadísticas entre ellos.

B) DBT

Cuadro 48. Resumen de DBT (mm) en la sexta evaluación.

CUADRO RESUMEN		D.B.T (mm)			
SEXTA EVALUACIÓN					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	1.840	1.825	1.678	1.788	
B	1.695	1.528	1.753	1.658	
C	1.830	1.650	1.855	1.460	
D	1.643	1.640	1.753	1.808	
E	0.885	0.825	0.883	0.953	
F	0.870	0.760	0.730	0.710	
G	1.980	1.973	2.213	1.798	
H	1.925	1.695	2.048	1.723	
I	1.703	1.983	1.185	1.570	
J	1.498	1.510	1.740	1.660	
K	0.873	0.920	0.878	0.863	
L	1.945	1.905	1.834	1.800	
M	0.963	0.938	0.848	0.900	
N	0.915	0.835	0.863	0.890	
O	1.820	1.550	2.065	1.690	

Cuadro 49. Análisis de varianza del DBT (mm) en la sexta evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DBT (mm) EN LA SEXTA EVALUACIÓN						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	11.170527	14	0.79789479	39.809957	1.2145E-20	1.9182485
Dentro de los grupos	0.9019166	45	0.02004259	9	**	6
Total	12.072443	7	59			

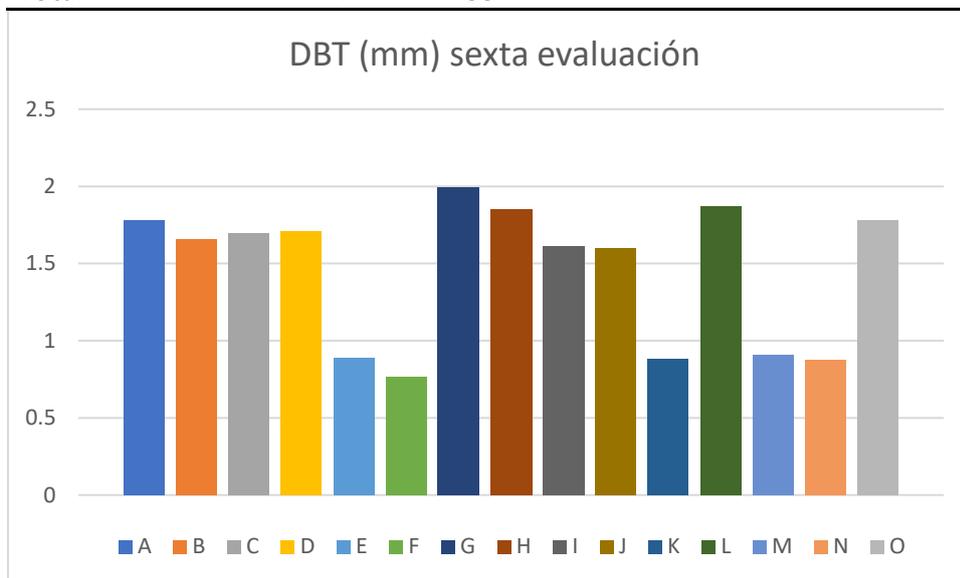


Figura 38. Representación gráfica del DBT (mm) en la sexta evaluación.

Cuadro 50. Comparación de los promedios del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la sexta evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
G	4	1.9906	A
L	4	1.8709	A B
H	4	1.8475	A B C
A	4	1.7825	B C D
O	4	1.781	B C D
D	4	1.7106	B C D
C	4	1.6987	B C D
B	4	1.6581	C D
I	4	1.610	D
J	4	1.6019	D
M	4	0.9119	E
E	4	0.8865	E
K	4	0.8831	E
N	4	0.8756	E
F	4	0.7675	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El promedio superior para la variable DBT lo obtiene el tratamiento G (15% arena de cerro + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) con 1.9906 mm seguido por los tratamientos L (50% tierra agrícola + 50% de tierra) con 1.8709 mm y por el tratamiento H (20% arena de cerro + 40% tierra agrícola + 40% tierra negra) con 1.8475 mm sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre ellos.

Los tratamientos estadísticamente inferiores para la variable DBT fueron M (0.9119 mm), E (0.8865 mm), K (0.8831 mm), N (0.8756 mm) y F (0.7675 mm) sin encontrarse diferencias estadísticas significativas entre ellos.

C) Altura

Cuadro 51. Promedio de altura (mm) en la sexta evaluación

CUADRO RESUMEN	ALTURA (cm)			
SEXTA EVALUACIÓN				
	REPETICIONES			
REP.	I	II	III	IV
A	15.125	16.35	14.3	15.825
B	14.275	12.175	13.525	15.125
C	14.975	13.025	14.15	12.375
D	13.625	13.775	13.3	12.025
E	4.95	5.35	5.35	5.6
F	4.8	4.5	4.45	4.175
G	14.625	14.275	13.475	13.55
H	14.25	12.225	14	14.55
I	14.425	13.35	10.85	11.8
J	13.275	12.7	11.15	12.15
K	4.3	5.6	5	4.75
L	14.75	13.075	11.925	13.825
M	5.675	5.575	5.2	6
N	5.25	5.325	4.3	4.75
O	14.95	13.85	15.625	14.75

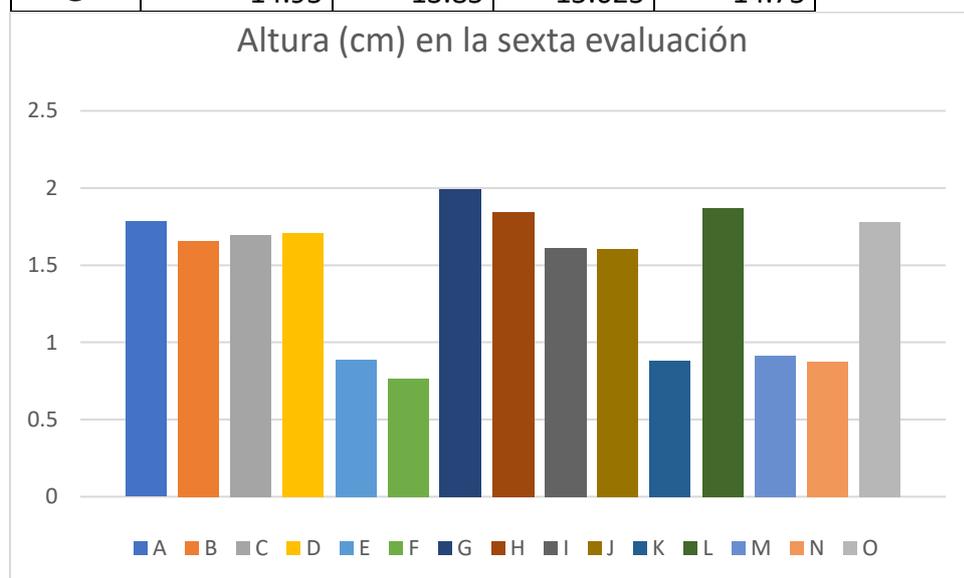


Figura 39. Representación gráfica de la altura (cm) en la sexta evaluación

Cuadro 52. Análisis de varianza de la altura (cm) en la sexta evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm) EN LA SEXTA EVALUACIÓN

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
				39.809957		1.9182485
Entre grupos	11.170527	14	0.79789479	9	1.2145E-20	6
Dentro de los grupos	0.9019166	9	0.02004259		**	
	12.072443					
Total	7	59				

Cuadro 53. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la sexta evaluación.

Factor N Media Agrupación

A	4	15.400	A
O	4	14.794	A B
G	4	13.981	B C
B	4	13.775	B C D
H	4	13.756	B C D
C	4	13.631	B C D
L	4	13.394	C D E
D	4	13.181	C D E
I	4	12.606	D E
J	4	12.319	E
M	4	5.612	F
E	4	5.313	F
K	4	4.912	F
N	4	4.906	F
F	4	4.481	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento que presenta un mayor promedio para la variable altura en la sexta evaluación es el A (15% arena de río + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) con 15.4 cm, seguido por el tratamiento O (100% tierra agrícola) con 14.794 sin recentrarse diferencias estadísticas significativas entre estos dos tratamientos.

4.2.7. Séptima evaluación

A) Número de hojas

Cuadro 54. Promedio del número de hojas en la séptima evaluación

CUADRO RESUMEN	NÚMERO DE HOJAS			
SÉPTIMA EVALUACIÓN				
	REPETIIONES			
REP.	I	II	III	IV
A	20.000	21.000	21.500	20.000
B	19.750	21.000	22.000	19.250
C	19.000	19.750	17.750	19.250
D	19.250	18.000	20.750	18.500
E	7.000	10.000	9.000	10.667
F	10.250	6.000	5.250	6.000
G	19.750	17.750	22.500	19.750
H	21.000	19.500	20.500	18.000
I	17.500	18.750	16.000	18.250
J	20.500	18.000	14.500	17.000
K	8.000	8.500	8.000	8.750
L	19.250	19.500	19.500	21.000
M	12.000	10.500	10.250	12.000
N	9.250	7.250	6.750	7.750
O	19.500	18.250	20.500	17.250

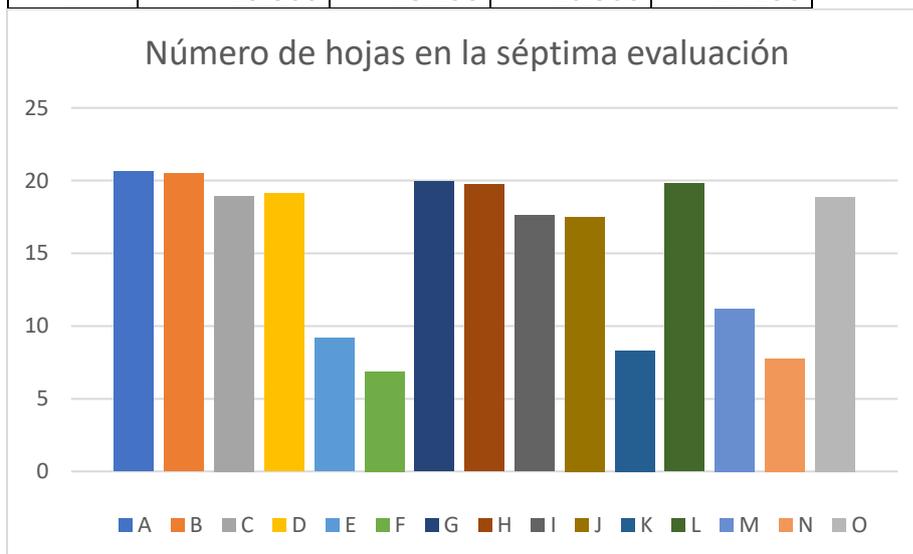


Figura 40. Representación gráfica del número de hojas en la séptima evaluación.

Cuadro 55. Análisis de varianza del número de hojas en la séptima evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE HOJAS EN LA SÉPTIMA EVALUACIÓN						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
	1585.9821			56.586550		1.9182485
Entre grupos	8	14	113.284441	9	8.3698E-24	6
Dentro de los grupos	90.088541	7	2.00196759		**	
	1676.0707					
Total	2	59				

Cuadro 56. Comparación del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la séptima evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
A	4	20.625	A
B	4	20.500	A
G	4	19.938	A
L	4	19.813	A
H	4	19.750	A
D	4	19.125	A B
C	4	18.938	A B
O	4	18.875	A B
I	4	17.625	B
J	4	17.50	B
M	4	11.188	C
E	4	9.167	D
K	4	8.313	D E
N	4	7.750	D E
F	4	6.88	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento A (15% arena de río + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) con 20.625 hojas presenta un promedio superior a los demás tratamientos seguido de los tratamientos B, G, L, H, D, C y O en los cuales no se encontró diferencias significativas entre ellos. Los tratamientos K (50% arena de cerro + 50% tierra negra), con 8.313 hojas, N (100 % tierra negra) con 7.75 hojas en promedio y F (100 % arena de río) con 6.88 hojas son estadísticamente inferiores a los demás tratamientos, pero no muestran diferencias significativas entre ellos.

B) DBT

Cuadro 57. Promedios de DBT (mm) en la séptima evaluación.

CUADRO RESUMEN		D.B.T (mm)			
SÉPTIMA EVALUACIÓN					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	2.593	2.323	2.083	2.763	
B	2.358	2.165	2.433	2.193	
C	2.460	2.355	2.368	2.268	
D	2.190	2.170	2.490	2.248	
E	0.915	0.840	0.943	1.103	
F	0.930	0.823	0.788	0.775	
G	2.583	2.325	2.510	2.453	
H	2.430	2.318	2.330	2.095	
I	2.145	2.798	1.865	1.948	
J	2.080	1.943	2.213	2.613	
K	0.888	1.670	0.978	1.025	
L	2.415	2.705	2.248	2.543	
M	1.005	0.963	1.023	1.033	
N	1.025	0.905	1.225	1.055	
O	2.250	2.078	2.445	2.020	

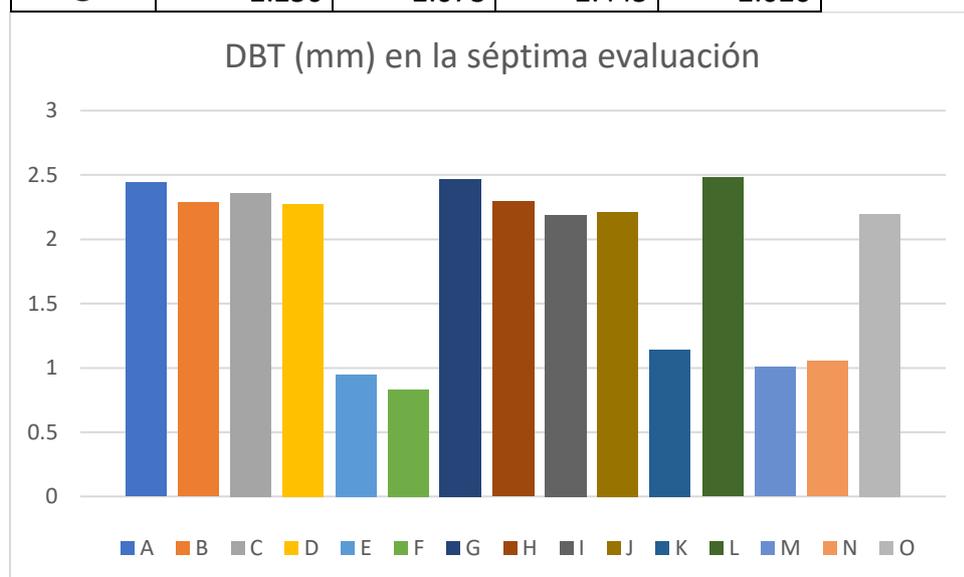


Figura 41. Representación gráfica del DBT (mm) en la séptima evaluación.

Cuadro 58. Análisis de varianza del DBT (mm) en la séptima evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DBT (mm) EN LA SÉPTIMA EVALUACIÓN						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	24.0539395	14	1.71813854	38.6959363	2.1648E-20	1.91824856
Dentro de los grupos	1.99804531	45	0.04440101		**	
Total	26.0519848	59				

Cuadro 59. Comparación de los promedios del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la séptima evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
L	4	2.4775	A
G	4	2.4675	A
A	4	2.440	A
C	4	2.3625	A
H	4	2.2931	A
B	4	2.2869	A
D	4	2.2744	A
J	4	2.212	A
O	4	2.1981	A
I	4	2.189	A
K	4	1.140	B
N	4	1.0525	B C
M	4	1.0056	B C
E	4	0.9502	B C
F	4	0.8287	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Hecho el análisis de comparaciones en pareja mediante el método LSD de Fisher se puede observar tres grupos en donde tratamiento L (50% tierra agrícola + 50% de tierra) con 2.4775 mm tiene un promedio superior, para la variable DBT, seguido por los tratamientos: G, A, C, H, B, D, J, O e I sin presentar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos mencionados, pero siendo estadísticamente superiores a los demás tratamientos. Otro grupo que no presenta diferencias estadísticas significativas está conformado por los tratamientos K, N, M y E.

El tratamiento F (100% arena de río) con 0.8287 mm presenta el promedio más bajo, pero no existe diferencias significativas con los tratamientos N, M y E.

C) Altura

Cuadro 60. Promedio de altura (cm) en la séptima evaluación

CUADRO RESUMEN		ALTURA (cm)			
SÉPTIMA EVALUACIÓN					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	18.000	20.350	17.367	19.525	
B	17.550	17.125	18.325	18.250	
C	17.250	17.600	18.575	16.300	
D	18.200	16.650	15.475	15.150	
E	18.450	6.600	5.600	6.367	
F	18.600	4.475	4.750	4.525	
G	18.600	17.600	16.875	16.400	
H	17.650	16.075	17.350	16.575	
I	18.050	16.775	13.100	13.750	
J	18.025	14.700	13.675	14.750	
K	17.650	6.500	5.700	4.850	
L	17.650	17.325	16.125	17.850	
M	17.125	6.200	5.825	6.725	
N	14.150	6.250	4.450	5.050	
O	11.125	16.000	19.400	16.300	

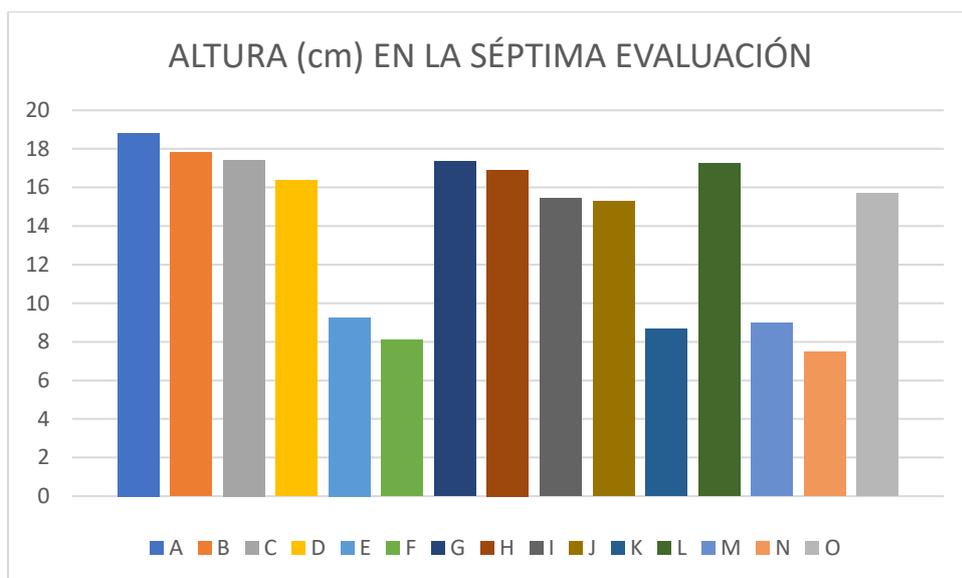


Figura 42. Representación gráfica de la altura (cm) en la séptima evaluación.

Cuadro 61. Análisis de varianza de la altura (cm) en la séptima evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (CM) EN LA SÉPTIMA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	982.540537	14	70.1814669	5.23352497	1.0189E-05	1.91824856
Dentro de los grupos	603.449115	45	13.4099803		**	
Total	1585.98965	59				

Cuadro 62. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la séptima evaluación

Factor	N	Media	Agrupación
A	4	18.810	A
B	4	17.813	A
C	4	17.431	A
G	4	17.369	A
L	4	17.237	A
H	4	16.912	A
D	4	16.369	A
O	4	15.71	A
I	4	15.42	A
J	4	15.287	A
E	4	9.25	B
M	4	8.97	B
K	4	8.67	B
F	4	8.09	B
N	4	7.47	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento A (15% arena de río + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) presenta un promedio superior (18.810 cm) para la variable altura en la séptima evaluación, seguida por los tratamientos: B, C, G, L, H, D, O, I y J entre los cuales no existen diferencias estadísticas significativas siendo superiores a los demás tratamientos.

Los tratamientos E, M, K, F y N presentan un promedio estadísticamente inferior sin embargo no presentan diferencias significativas entre ellos.

4.2.8. Octava evaluación

A) Número de hojas

Cuadro 63. Promedio de número de hojas en la octava evaluación.

CUADRO RESUMEN	NÚMERO DE HOJAS			
OCTAVA EVALUACIÓN				
REP.	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
A	21.250	22.250	23.250	23.250
B	20.250	24.500	24.000	20.000
C	22.000	21.750	21.250	23.000
D	21.000	21.500	19.500	21.500
E	10.000	12.000	9.000	13.000
F	11.000	6.750	5.750	7.250
G	21.000	21.500	22.500	22.000
H	21.500	21.250	23.000	20.500
I	20.500	22.250	19.000	22.000
J	22.000	21.500	19.750	18.500
K	12.500	11.000	11.250	10.750
L	20.750	23.000	17.500	23.000
M	13.500	12.250	13.000	13.500
N	12.000	9.250	9.000	12.250
O	20.750	20.000	21.500	18.000

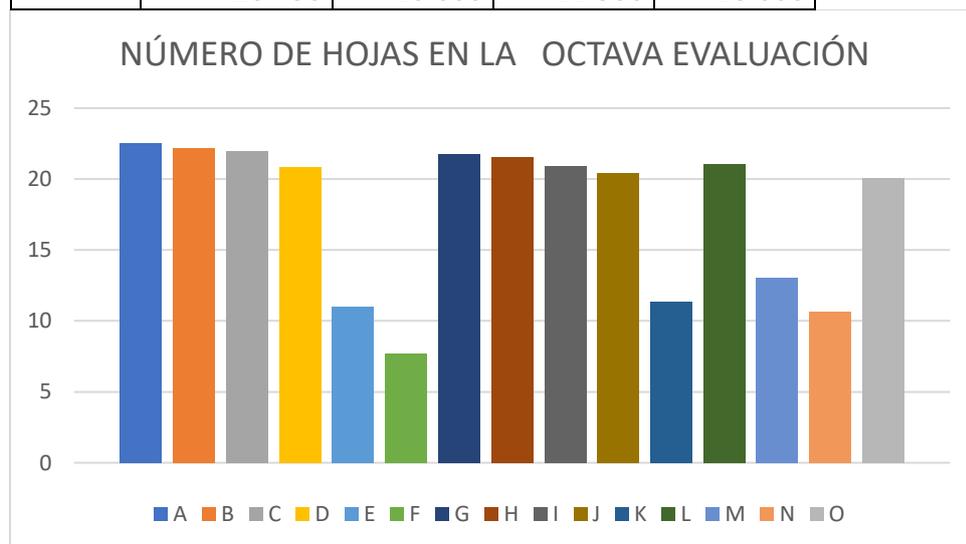


Figura 43. Representación gráfica del número de hojas en la octava evaluación.

Cuadro 64. Análisis de varianza del número de hojas en la octava evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE HOJAS EN LA OCTAVA EVALUACIÓN						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
	1577.8583			46.878682		1.9182485
Entre grupos	3	14	112.704167	8	4.2279E-22	6
Dentro de los grupos	108.1875	45	2.40416667		**	
Total	1686.0458	3				

Factor N Media Agrupación

A	4	22.500	A
B	4	22.19	A B
C	4	22.000	A B
G	4	21.750	A B
H	4	21.563	A B
L	4	21.06	A B
I	4	20.938	A B
D	4	20.875	A B
J	4	20.438	A B
O	4	20.063	B
M	4	13.063	C
K	4	11.375	C D
E	4	11.000	C D
N	4	10.625	D
F	4	7.69	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Cuadro 65. Comparaciones en pareja del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la octava evaluación.

El tratamiento A (15% arena de río + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) presenta un promedio superior con 22.5 hojas.

El tratamiento F (100% arena de río) es estadísticamente inferior a todos los tratamientos presentando un promedio de 7.69 hojas.

B) DBT

Cuadro 66. Promedio de DBT (mm) en la octava evaluación

CUADRO RESUMEN	D.B.T (mm)			
OCTAVA EVALUACIÓN				
REP.	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
A	2.770	2.755	2.645	2.823
B	2.690	2.640	3.115	2.378
C	2.675	3.005	2.705	2.640
D	2.693	2.600	2.430	2.525
E	1.003	1.238	1.035	1.143
F	1.078	0.913	0.848	0.728
G	2.708	2.660	2.845	3.078
H	2.698	3.218	2.763	2.715
I	2.450	2.930	2.195	2.403
J	2.353	2.098	2.290	2.405
K	1.085	1.073	1.120	1.260
L	2.820	2.823	2.875	3.178
M	1.025	1.053	1.088	1.083
N	1.185	0.963	1.168	1.090
O	2.648	2.323	2.738	2.425

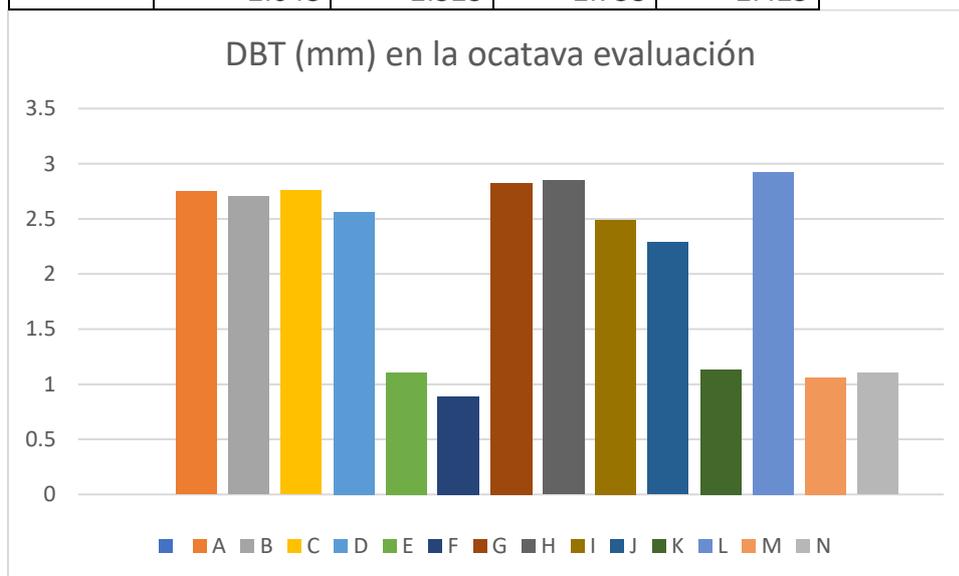


Figura 44. Representación gráfica del DBT (mm) en la octava evaluación.

Cuadro 67. Análisis de varianza del DBT (mm) en la octava evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA del DBT (mm) en la octava evaluación						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados		F	Probabilidad	Valor crítico para F
		de libertad	Promedio de los cuadrados			
Entre grupos	36.0542034	14	2.57530024	82.5291834	2.7798E-27	1.9182485
Dentro de los grupos	1.4042125	45	0.03120472		**	
Total	37.4584159	59				

Cuadro 68. Comparación de los promedios del DBT (mm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la octava evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
L	4	2.9238	A
H	4	2.848	A
G	4	2.8225	A
C	4	2.7563	A B
A	4	2.7481	A B
B	4	2.706	A B C
D	4	2.5619	B C
O	4	2.5331	B C D
I	4	2.494	C D
J	4	2.2862	D
K	4	1.1344	E
E	4	1.1046	E
N	4	1.1012	E
M	4	1.0619	E
F	4	0.8913	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento L (50% tierra agrícola + 50% de tierra) con 2.9238 mm presenta un promedio superior a los demás tratamientos con respecto a la variable DBT sin presentar diferencias significativas con los tratamientos H (2.9238 mm), G (2.8225 mm), C (2.7563 mm), A (2.7481 mm) y B (2.7481 mm). Tampoco se observaron diferencias significativas entre los tratamientos C, A, B, D y O.

Otro grupo sin diferencias estadísticas estuvo conformado por los tratamientos C, A, B, D, O e I.

Entre los tratamientos O, I y J no se observaron diferencias significativas.

Las variables K, E, N, M y F obtuvieron los promedios estadísticamente inferiores a los demás tratamientos, pero sin existir diferencias significativas entre ellos.

C) Altura

Cuadro 69. Promedio de altura (cm) en la octava evaluación

CUADRO RESUMEN	ALTURA (cm)			
OCTAVA EVALUACIÓN				
	Repeticiones			
REP.	I	II	III	IV
A	20.125	22.450	21.300	22.250
B	21.450	20.625	21.700	21.900
C	19.500	20.050	20.700	19.775
D	20.350	18.550	17.525	17.650
E	7.425	8.650	7.300	6.533
F	6.300	4.875	4.750	4.500
G	19.950	20.625	19.300	19.725
H	19.625	19.250	19.600	19.325
I	18.250	18.225	15.275	20.500
J	19.025	16.200	15.950	16.725
K	6.775	7.250	6.400	5.975
L	22.000	21.275	19.850	20.950
M	7.275	6.675	7.550	6.775
N	6.525	6.625	5.150	6.400
O	19.150	17.650	21.375	17.150

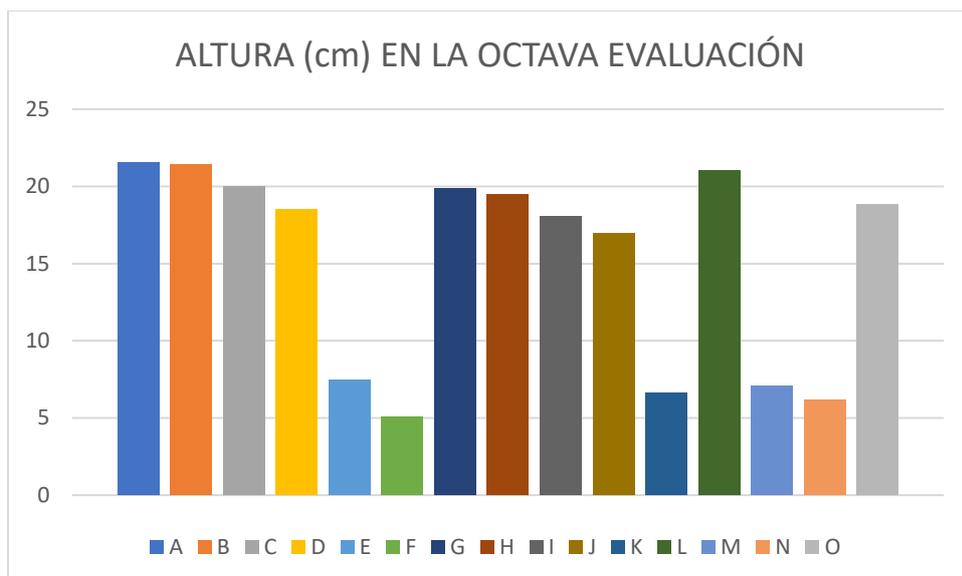


Figura 45. Representación gráfica de la altura (cm) en la octava evaluación.

Cuadro 70. Análisis de varianza de la altura (cm) en la octava evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (CM) EN LA OCTAVA EVALUACIÓN

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
	2377.8654			149.18581		1.9182485
Entre grupos	5	14	169.847532	5	7.3442E-33	6
Dentro de los grupos	8	45	1.13849653		**	
Total	2429.0977	9				

Cuadro 71. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la octava evaluación

Factor	N	Media	Agrupación
A	4	21.531	A
B	4	21.419	A B
L	4	21.019	A B
C	4	20.006	B C
G	4	19.900	B C
H	4	19.4500	C D
O	4	18.831	C D
D	4	18.519	C D
I	4	18.06	D E
J	4	16.975	E
E	4	7.477	F
M	4	7.069	F
K	4	6.600	F G
N	4	6.175	F G
F	4	5.106	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los tratamientos superiores estadísticamente son el A (21.231 cm), B (21.419 cm) Y L (21.19 cm) sin embargo no existe diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos.

Los tratamientos K (6.175 cm), N (6.175 cm) y F (5.106 cm) presentan un promedio estadísticamente inferior a los demás tratamientos, pero sin evidenciar diferencias estadísticas significativas entre ellos.

4.2.9. Novena evaluación

A) Número de hojas

Cuadro 72. Promedios de número de hojas en la novena evaluación.

CUADRO RESUMEN		NÚMERO DE HOJAS			
NOVENA EVALUACIÓN					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	21.500	23.250	25.500	24.500	
B	22.500	26.000	20.000	17.500	
C	23.500	22.500	21.500	24.000	
D	21.500	23.500	20.500	21.500	
E	12.250	13.000	8.000	17.333	
F	12.500	8.000	6.000	8.750	
G	21.500	23.000	26.000	24.000	
H	23.000	23.500	22.000	22.667	
I	21.500	23.500	21.000	24.000	
J	23.000	22.000	21.000	21.000	
K	14.000	14.000	26.000	13.750	
L	24.000	23.500	23.000	24.500	
M	16.500	14.500	15.500	15.250	
N	15.500	14.500	14.000	17.000	
O	21.500	22.000	20.000	20.500	

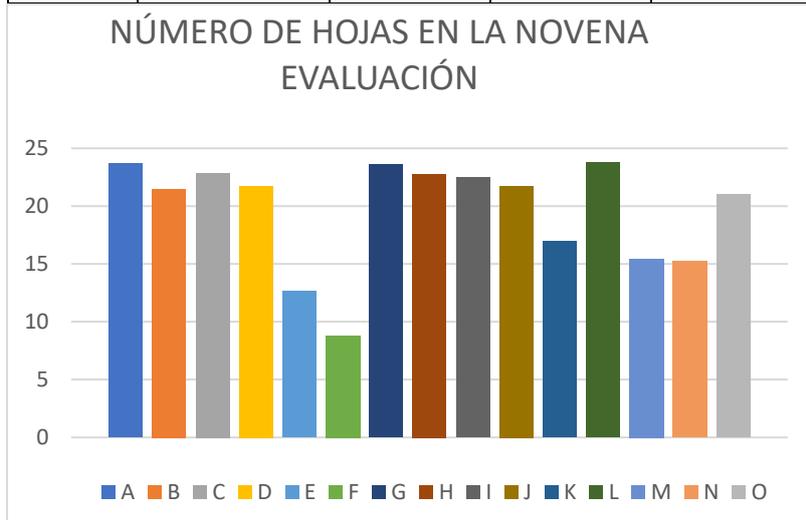


Figura 46. Representación gráfica del número de hoja en la novena evaluación.

Cuadro 73. Análisis de varianza del número de hojas en la novena evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL NÚMERO DE HOJAS EN LA NOVENA EVALUACIÓN						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
	1209.3201			14.691114		1.918248
Entre grupos	4	14	86.3800099	1	2.2554E-12	5
Dentro de los grupos	264.58854	2	5.87974537		**	
	1473.9086					
Total	8	59				

Cuadro 74. Comparación de los promedios del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la novena evaluación.

Factor N Media Agrupación

L	4	23.750	A
A	4	23.688	A
G	4	23.625	A
C	4	22.875	A B
H	4	22.792	A B
I	4	22.500	A B
J	4	21.750	A B
D	4	21.750	A B
B	4	21.50	A B C
O	4	21.000	A B C D
K	4	16.94	B C D E
M	4	15.438	C D E
N	4	15.250	D E
E	4	12.65	E F
F	4	8.81	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Los tratamientos L (23.750), A (23.688), G (23.625), C (22.875 cm), H (22.792), I (22.5), J (21.750) D (21.750), B (21.5) y O (21) presentan un promedio estadísticamente superior a los demás tratamientos, pero sin expresar diferencias significativas entre ellos.

Los tratamientos C (22.875), H (22.792), I (22.5), J (21.750) D (21.750), B (21.5), O (21) y K (16.94) no tienen diferencias significativas.

Los tratamientos E (12.65) y F (8.61) tienen un promedio estadísticamente inferior a todos los tratamientos, pero sin haber diferencias significativas entre ellos.

El número de hojas es un valor que indica la actividad fotosintética de la planta y su desarrollo (Tut,2004)

El número de hojas está directamente relacionado con la superficie fotosintética de la planta y por consecuencia en su capacidad para producir y almacenar sustancias las cuáles serán las que determinarán su capacidad de crecimiento; en algunos viveros se suele utilizar el número de hojas como criterio de selección de plantas (Escobar 2007, citado por Ticona 2012).

Ticona 2012 obtuvo 48 hojas en *E. glóbulus* utilizando como sustratos 55 % tierra de lugar, 15 % turba, 15 % arena y 15 % estiércol de oveja; un promedio superior al mayor valor obtenido por el tratamiento L (23.750 hojas) en esta investigación, cabe resaltar que solamente se consideró las hojas del tallo principal, las hojas de las ramificaciones se registraron de manera independiente en el cuadro 122.

Cuadro .75. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable número de hojas.

Comparaciones en parejas; número de hojas	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos resaltados son estadísticamente superiores a sus pares.

De los tratamientos evaluados en pareja solo el tratamiento M (100% arena de cerro) se mostró estadísticamente superior al tratamiento F (100% arena de río).

5 comparaciones que incluían mezclas de arena con uno o dos materiales no mostraron diferencias estadísticas significativas según el método de Fisher, es decir mientras se use arena de río o cerro como componente parcial de un sustrato no habría diferencias significativas para la variable número de hojas.

Cuadro 76. Promedio de hojas durante las evaluaciones

Promedio - bloques; número de hojas									
	Evaluaciones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	6.000	6.750	8.438	10.750	15.375	17.938	20.625	22.500	23.188
B	6.125	6.625	8.375	10.313	14.563	17.875	20.500	22.188	22.875
C	6.000	6.125	7.625	10.438	13.938	16.438	18.750	22.000	22.875
D	5.375	6.000	7.750	11.250	14.125	16.500	19.125	20.875	21.750
E	6.000	6.375	6.750	6.938	6.625	7.292	9.167	11.000	12.646
F	5.625	6.000	6.500	6.625	6.188	6.063	6.875	7.688	8.813
G	6.000	6.750	9.625	12.563	14.500	18.563	19.938	21.688	23.625
H	6.000	6.375	8.500	11.875	15.375	16.500	19.750	21.563	22.792
I	5.750	6.625	8.063	11.375	14.063	15.563	17.625	20.938	22.500
J	5.625	6.250	8.125	10.750	14.125	15.688	17.500	20.438	21.750
K	5.750	6.625	6.875	6.813	6.875	7.313	8.313	11.375	16.938
L	5.250	6.250	7.875	10.938	14.125	16.875	19.813	21.063	23.750
M	6.000	6.500	7.063	7.750	8.313	9.938	11.188	13.063	15.438
N	6.250	7.000	8.188	8.063	7.813	7.375	7.750	10.625	15.250
O	5.625	6.688	8.313	12.063	14.875	16.250	18.875	20.063	21.000

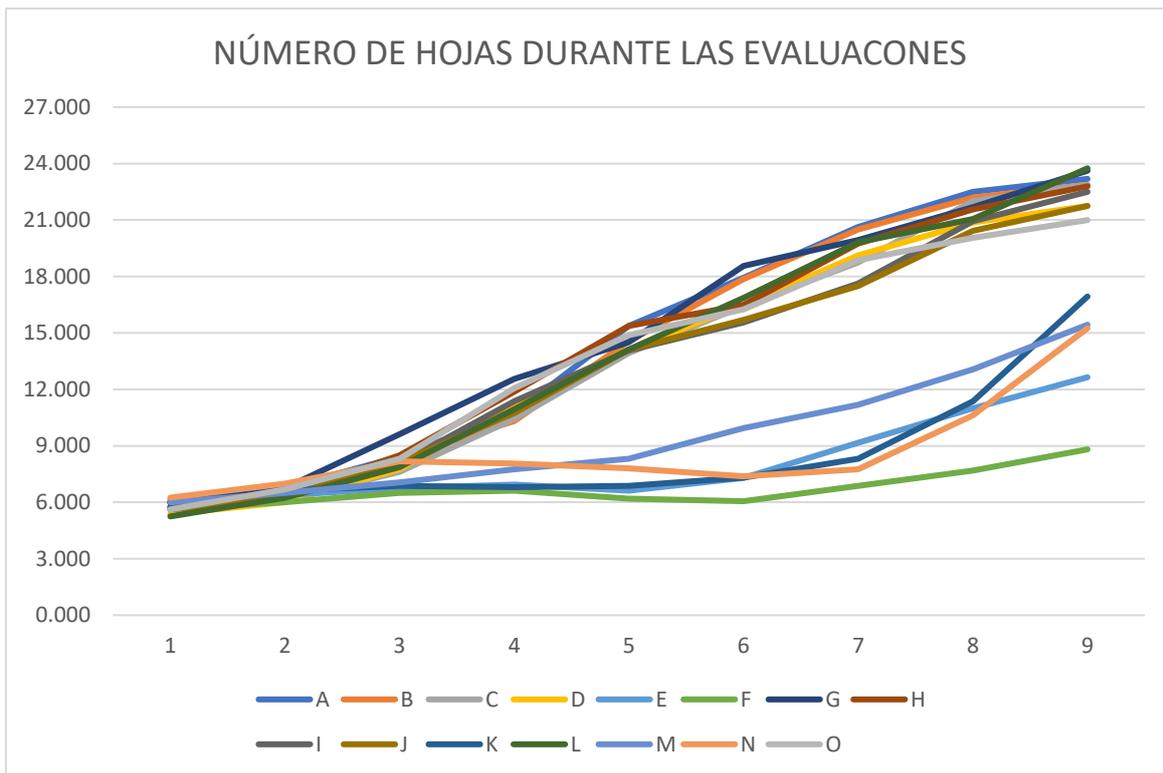


Figura 47. Representación gráfica del número de hojas durante las evaluaciones

B) DBT

Cuadro 77. Promedios de DBT (mm) en la novena evaluación.

CUADRO RESUMEN	D.B.T (mm)			
NOVENA EVALUACIÓN				
REP.	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
A	3.045	3.090	3.135	3.140
B	3.095	3.270	3.230	2.880
C	3.085	3.390	2.670	2.803
D	3.133	2.685	3.045	2.768
E	1.318	1.443	1.258	1.300
F	1.265	0.998	0.943	0.813
G	3.270	3.123	3.640	3.315
H	3.210	2.815	2.915	3.463
I	2.760	2.960	2.698	2.870
J	2.995	2.730	2.705	2.715
K	1.415	1.273	1.318	1.443
L	3.388	3.318	3.048	3.535
M	1.545	1.240	1.355	1.130
N	1.335	1.200	1.175	1.310
O	3.095	2.718	2.993	2.513

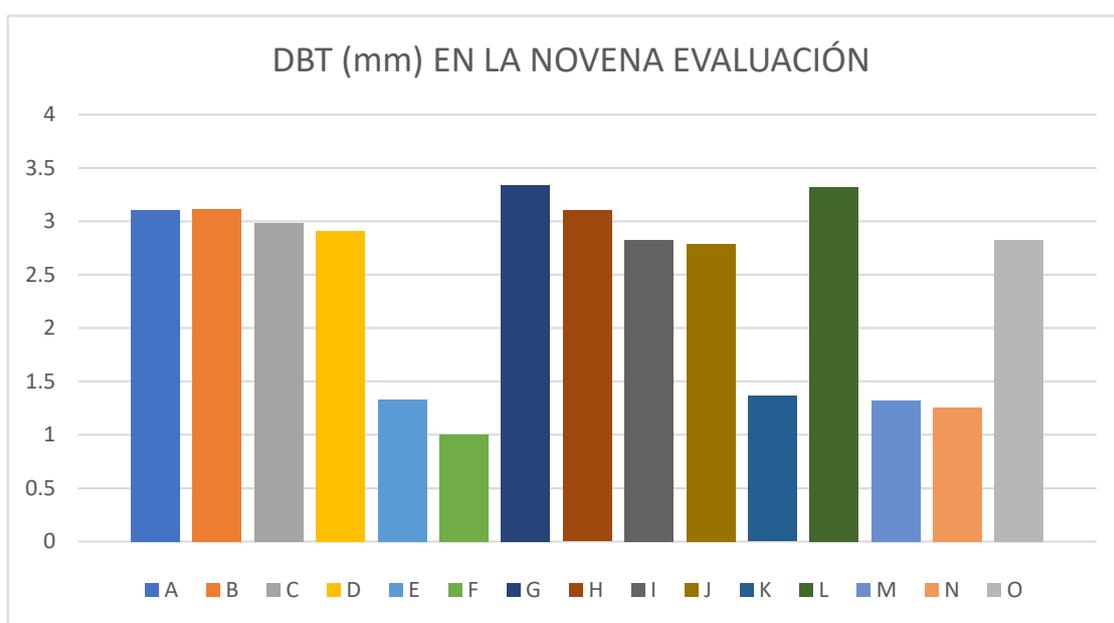


Figura 48. Representación gráfica del DBT en la novena evaluación.

Cuadro 78. Análisis de varianza del DBT (mm) en la novena evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL DBT (MM) EN LA NOVENA EVALUACIÓN

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	43.8976923	14	3.13554945	86.0077923	1.146E-27	1.91824856
Dentro de los grupos	1.64054583	45	0.03645657		**	
Total	45.5382381	59				

Cuadro 79. Comparación de los promedios del número de hojas utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la novena evaluación.

Factor	N	Media	Agrupación
G	4	3.337	A
L	4	3.322	A
B	4	3.1188	A B
A	4	3.1025	A B
H	4	3.101	A B
C	4	2.987	A B
D	4	2.908	A B
O	4	2.829	B
I	4	2.8219	B
J	4	2.7862	B
K	4	1.3619	C
E	4	1.3294	C
M	4	1.3175	C
N	4	1.2550	C
F	4	1.0044	C

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes

El tratamiento G (3.337 mm) obtuvo un promedio superior seguido por los tratamientos: L (3.322 mm), B (3.1188 mm), A (3.1025 mm), H (3.101 mm), C (2.987 mm) y D (2.908 mm) entre los cuales no existe diferencias estadísticas significativas. Por otro lado, los tratamientos: B (3.1188 mm), A (3.1025 mm), H (3.101 mm), C (2.987 mm), D (2.908 mm), O (2.829 mm), I (2.8219 mm) y J (2.7862 mm) tampoco evidenciaron diferencias estadísticas significativas entre ellos.

Los tratamientos con un promedio estadísticamente inferior fueron: K (1.3619 mm), E (1.3294 mm), M (1.3175 mm), N (1.2550 mm)

y F (1.0044 mm) entre los cuales no existe diferencias estadísticas significativas.

El DBT o también conocido como diámetro del cuello de raíz es una de las características morfológicas ampliamente utilizadas para determinar la calidad pues tiene como ventaja el bajo costo para realizar su medición y un buen pronóstico del comportamiento de la planta en campo definitivo, especialmente en zonas adversas donde es difícil predecir el crecimiento y supervivencia del plantón (Barnett 1984, citado por Castillo, 2006)

Un indicador de calidad para utilizar plantas latifoliadas es un mínimo de 2.0 mm de DBT (Buresti y Mori 2003, citado por Castillo 2006) Bajo esta premisa los tratamientos que lograron sobrepasar esta barrera en los 120 días evaluados a partir del repique son: G (3.337 mm), L (3.322 mm), B (3.1188 mm), A (3.1025 mm), H (3.101 mm), C (2.987 mm), (2.908 mm), B (3.1188 mm), A (3.1025 mm), H (3.101 mm), C (2.987 mm), D (2.908 mm), O (2.829 mm), I (2.8219 mm) y J (2.7862 mm)

Castillo (2006) obtuvo un DBT de 1.91 mm a los 60 días después del repique para *E. grandis* utilizando como sustrato una mezcla de 50% de turba + 20% de corteza + 20% de gallinaza.

Granados (2010) obtuvo un DBT de 2.1 mm a los 78 días después del repique en *E. pellida* utilizando como sustrato turba, perlita y tierra negra (45%, 30%, 25%).

Cuadro 80. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable número de hojas

Comparaciones en parejas; DBT	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos resaltados son estadísticamente superiores a sus pares.

Según el Cuadro 80. Ningún tratamiento comparado, que difiere el origen de la arena, fue superior estadísticamente a su par esto quiere decir que para la variable diámetro de la base del tallo no existe diferencias significativas entre usar arena de río o de cerro.

Cuadro 81. Promedio de DBT (mm) durante las evaluaciones

Promedios de bloques; DBT (mm) durante las evaluaciones								
	Evaluaciones							
	2	3	4	5	6	7	8	9
A	0.873	0.977	1.088	1.418	1.783	2.440	2.748	3.103
B	0.814	0.866	0.918	1.329	1.658	2.287	2.706	3.119
C	0.785	0.831	0.914	1.173	1.699	2.295	2.738	2.987
D	0.774	0.869	0.958	1.236	1.711	2.274	2.558	2.908
E	0.686	0.713	0.757	0.809	0.886	0.950	1.105	1.312
F	0.651	0.681	0.704	0.731	0.768	0.829	0.891	1.009
G	0.791	0.949	1.096	1.558	1.991	2.468	2.823	3.337
H	0.809	0.925	1.041	1.416	1.848	2.293	2.848	3.101
I	0.788	0.839	0.947	1.195	1.610	2.189	2.494	2.822
J	0.814	0.850	0.906	1.250	1.602	2.212	2.286	2.786
K	0.665	0.710	0.740	0.796	0.883	1.140	1.134	1.362
L	0.748	0.806	0.921	1.324	1.871	2.478	2.924	3.322
M	0.704	0.772	0.808	0.842	0.912	1.006	1.062	1.318
N	0.679	0.711	0.761	0.807	0.876	1.053	1.101	1.255
O	0.778	0.934	1.035	1.382	1.781	2.198	2.533	2.829

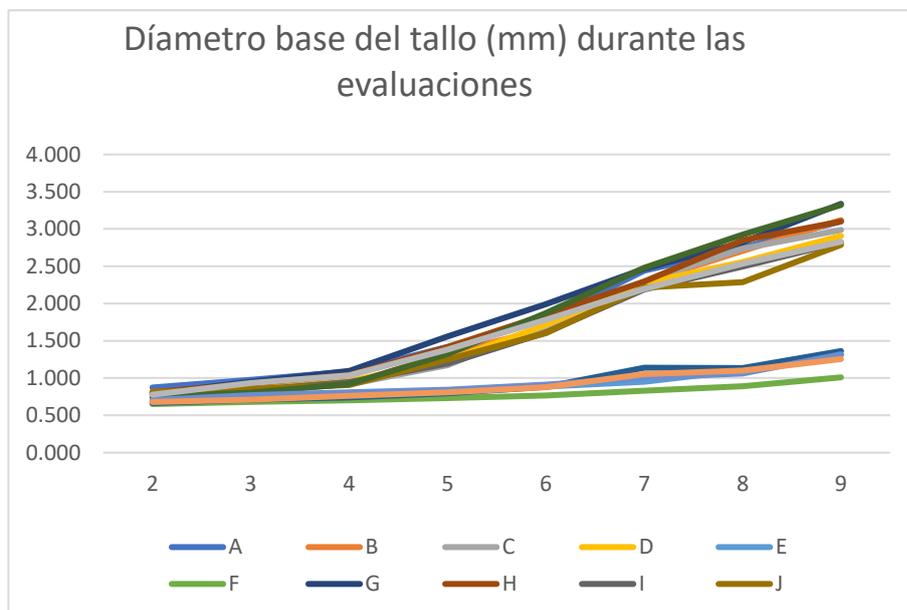


Figura 49. Representación gráfica del DBT (mm) durante las evaluaciones.

C) Altura

Cuadro 82. Promedios de altura (cm) en la novena evaluación.

CUADRO RESUMEN		ALTURA (cm)			
NOVENA EVALUACIÓN					
REPETICIONES					
REP.	I	II	III	IV	
A	21.550	23.625	23.400	23.975	
B	23.375	23.150	24.775	23.000	
C	21.225	21.375	22.875	21.375	
D	21.850	21.300	19.025	19.225	
E	8.650	9.900	7.325	9.167	
F	6.875	5.200	5.425	4.950	
G	22.075	22.925	21.300	21.725	
H	21.300	21.225	21.525	23.267	
I	19.550	19.267	18.075	23.375	
J	20.325	17.750	16.388	17.950	
K	8.025	8.025	7.675	7.075	
L	24.275	23.575	22.675	22.450	
M	7.900	7.875	7.800	9.250	
N	8.350	8.125	6.500	8.350	
O	20.650	20.550	23.300	18.225	

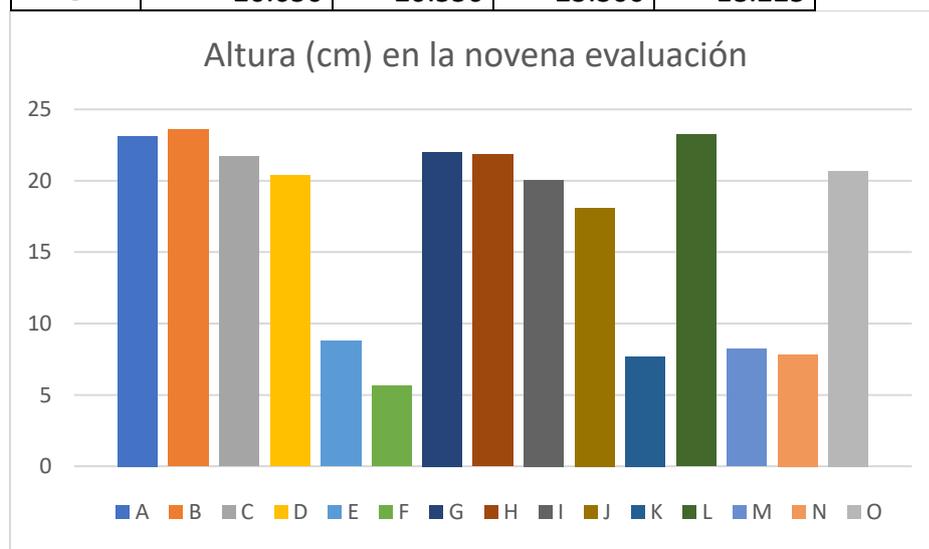


Figura 50. Representación gráfica de la altura (cm) en la novena evaluación.

Cuadro 83. Análisis de varianza de la altura (cm) en la novena evaluación.

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA ALTURA (cm) EN LA NOVENA EVALUACIÓN

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	2684.01691	14	191.715494	129.042983	1.7498E-31	1.91824856
Dentro de los grupos	66.8552214	45	1.48567159		**	
Total		2750.87213	59			

El análisis de varianza da como resultado una probabilidad altamente significativa.

Cuadro 84. Comparación de los promedios de la altura (cm) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95% para la novena evaluación

Factor N Media Agrupación

B	4	23.575	A
L	4	23.244	A B
A	4	23.137	A B C
G	4	22.006	A B C
H	4	21.829	A B C
C	4	21.712	A B C
O	4	20.68	A B C D
D	4	20.350	B C D
I	4	20.07	C D
J	4	18.103	D
E	4	8.760	E
M	4	8.206	E F
N	4	7.831	E F
K	4	7.700	E F
F	4	5.612	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El mayor promedio para a variable altura lo obtuvo el tratamiento B (23.575 cm) seguido por L (23.244 cm), A (23.137 cm), G (22.006 cm), H (21.829 cm), C (21.712 cm) y O (20.68 cm) los cuales no muestran diferencias estadísticas significativas entre ellos. Por su parte el segundo grupo que no muestra diferencias estadísticas significativas incluye a los tratamientos: L (23.244 cm), A (23.137 cm), G (22.006 cm), H (21.829 cm), C (21.712 cm), O (20.68 cm) y D (20.35 cm).

El tratamiento F (5.612 cm) obtuvo una altura inferior a los demás tratamientos no teniendo diferencias estadísticas significativas con los tratamientos: M (8.206 cm), N (7.831 cm), K (7.7 cm) y F (5.612 cm) los cuales presentan una altura estadísticamente inferior a los demás tratamientos.

La altura es un indicador que expresa el nivel de desarrollo de la planta, presenta altas correlaciones con otros atributos morfológicos como número de hojas y superficie foliar los cuales determinan los procesos fotosintéticos y la transpiración (Pineda- Ojeda et al,2004, citado por Castillo 2006).

Las plantas grandes mejoran la constitución morfológica, así como brindan mayor supervivencia y crecimiento en campo definitivo (Dumroese et al 1998, citado por Castillo 2006). Sin embargo, tener plantas altas conlleva a un mayor tiempo y uso del espacio en vivero en donde el objetivo principal es producir el mayor número de plantas en el menor tiempo y al menor costo posible lo cual podría ir en contra de la calidad de plantas producidas (Owston 1990, citado por Castillo 2006)

En las regiones tropicales y sub tropicales la altura media de trasplante a campo definitivo está comprendida entre 15 y 30 cm obteniéndose plantas de estas características en un periodo de entre 4 y 5 meses (Castillo 2006) bajo esta premisa los tratamientos que podrían ser trasplantados a campo definitivo considerando únicamente la variable altura son: B (23.575 cm) seguido por L (23.244 cm), A (23.137 cm), G (22.006 cm), H (21.829 cm), C (21.712 cm), O (20.68 cm), D (20.35 cm), I (20.07 cm) y J (18.103) considerando que la última evaluación se realizó a 120 días después del repique (4 meses aproximadamente).

Castillo (2006) obtuvo la mayor altura de su experimento (20.03 cm) utilizando como sustrato una composición de Cachaza 50% +40% de turba +10% de guano de murciélago a los 60 días a partir del repique utilizando.

Cuadro 85. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable altura.

Comparaciones en parejas; altura	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos resaltados son estadísticamente superiores a sus pares.

Según la comparación en parejas mediante el método de Fisher y basándonos en el cuadro 85, no existe diferencias significativas para la variable altura al usar arena de río o cerro

Cuadro 86. Dinámica de crecimiento (cm) durante las evaluaciones

Dinámica de crecimiento; Altura (cm) durante las evaluaciones									
	Evaluaciones								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	4.244	4.738	5.488	7.569	11.300	15.400	18.810	21.531	23.138
B	4.156	4.581	4.938	6.588	9.656	13.650	17.613	21.294	23.450
C	4.231	4.569	4.994	6.444	9.281	13.631	17.631	20.006	21.713
D	4.188	4.669	5.269	6.881	9.756	13.181	16.100	18.519	20.350
E	3.913	4.219	4.438	4.525	4.769	5.313	6.017	7.477	8.761
F	3.644	3.788	3.900	4.044	4.213	4.481	4.975	5.250	5.613
G	3.550	3.894	4.731	7.100	10.644	13.981	17.175	19.900	22.006
H	3.675	4.088	4.735	6.569	10.425	13.756	16.875	19.450	21.828
I	3.588	4.088	4.781	6.519	9.450	12.606	15.131	18.063	20.067
J	4.044	4.444	4.725	6.338	9.200	12.319	15.019	16.975	18.103
K	3.388	3.663	3.850	4.006	4.263	4.913	5.456	6.600	7.700
L	3.463	3.956	4.683	6.319	9.569	13.394	17.456	21.019	23.244
M	3.600	3.917	4.306	4.463	4.900	5.613	6.325	7.069	8.206
N	3.625	3.931	4.125	4.294	4.519	4.944	5.375	6.175	7.831
O	3.825	4.588	5.851	7.919	10.638	14.794	17.350	18.831	20.681

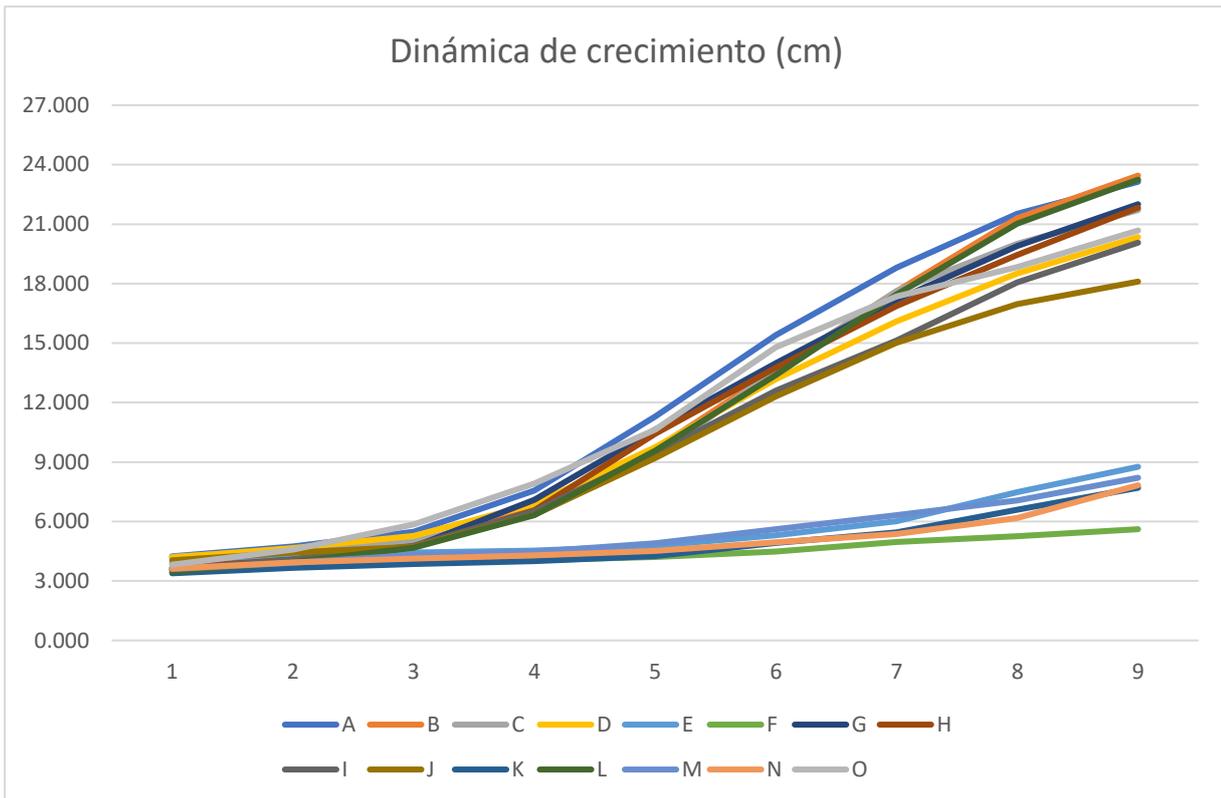


Figura 51. Dinámica de crecimiento durante las evaluaciones

4.3 Resultados de los pesos fresco y seco (total, radicular y aéreo)

4.3.1 Peso fresco

A) Peso fresco total.

Cuadro 87. Promedios de peso fresco total (g) en las cuatro repeticiones.

Peso fresco total (g)				
REP.	I	II	III	IV
A	8.500	8.750	8.328	8.500
B	8.000	9.750	7.250	6.750
C	10.250	8.500	7.500	9.000
D	9.750	7.250	8.250	6.500
E	0.733	1.003	0.225	0.250
F	0.580	0.455	0.673	0.748
G	8.500	9.750	7.500	8.500
H	7.750	8.500	8.500	7.250
I	6.500	7.750	6.250	8.000
J	7.500	6.750	6.250	5.750
K	0.600	1.018	0.705	0.585
L	9.500	9.250	7.500	8.275
M	0.793	0.843	0.710	1.155
N	0.890	0.535	0.413	0.768
O	7.000	5.750	7.500	5.845

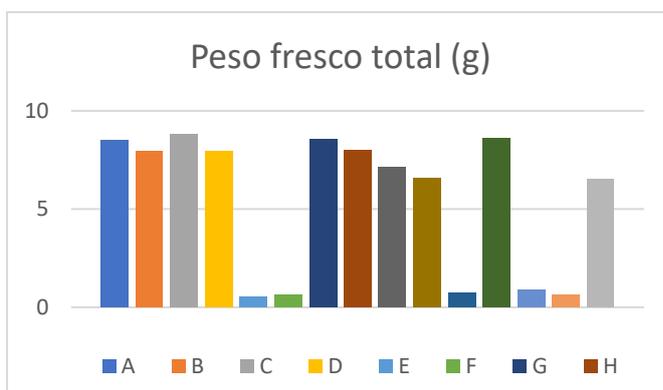


Figura 52. Representación gráfica del peso fresco total (g).

Cuadro 88. Análisis de varianza del peso fresco total (g)

ANÁLISIS DE VARIANZA; PESO FRESCO TOTAL (g)						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	712.982372	14	50.9273123	80.6857445	4.5108E-27	1.91824856
Dentro de los grupos	28.4031469	45	0.63118104		**	
Total	741.385519	59				

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Cuadro 89. Comparación de los promedios del del peso fresco total (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
C	4	8.813	A
L	4	8.631	A
G	4	8.563	A
A	4	8.5194	A
H	4	8.000	A B
D	4	7.938	A B
B	4	7.938	A B
I	4	7.125	B C
J	4	6.563	C
O	4	6.524	C
M	4	0.8750	D
K	4	0.727	D
N	4	0.651	D
F	4	0.6138	D
E	4	0.552	D

Los tratamientos resaltados son estadísticamente superiores a sus pares.

El tratamiento C (30% arena de río + 50% tierra agrícola + 20% tierra negra) obtuvo un promedio superior con 8.813 g Para la variable peso fresco total.

Cuadro 90. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable peso fresco total.

Comparaciones en parejas; peso fresco total	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

B) Peso fresco radicular

Cuadro 91. Peso fresco radicular (g)

Peso fresco radicular (g)				
REP.	I	II	III	IV
A	2.500	2.000	2.250	2.000
B	7.000	2.000	1.500	1.000
C	15.000	1.750	2.500	2.500
D	13.000	1.750	2.000	1.750
E	0.570	0.228	0.080	0.073
F	0.750	0.243	0.170	0.203
G	9.000	2.500	2.000	2.250
H	6.000	2.750	2.250	1.250
I	8.000	2.000	1.750	2.250
J	7.000	2.000	2.250	2.000
K	0.320	0.160	0.173	0.158
L	8.000	2.000	1.750	1.750
M	1.390	0.270	0.200	0.550
N	0.780	0.140	0.110	0.203
O	7.000	1.250	1.750	1.050

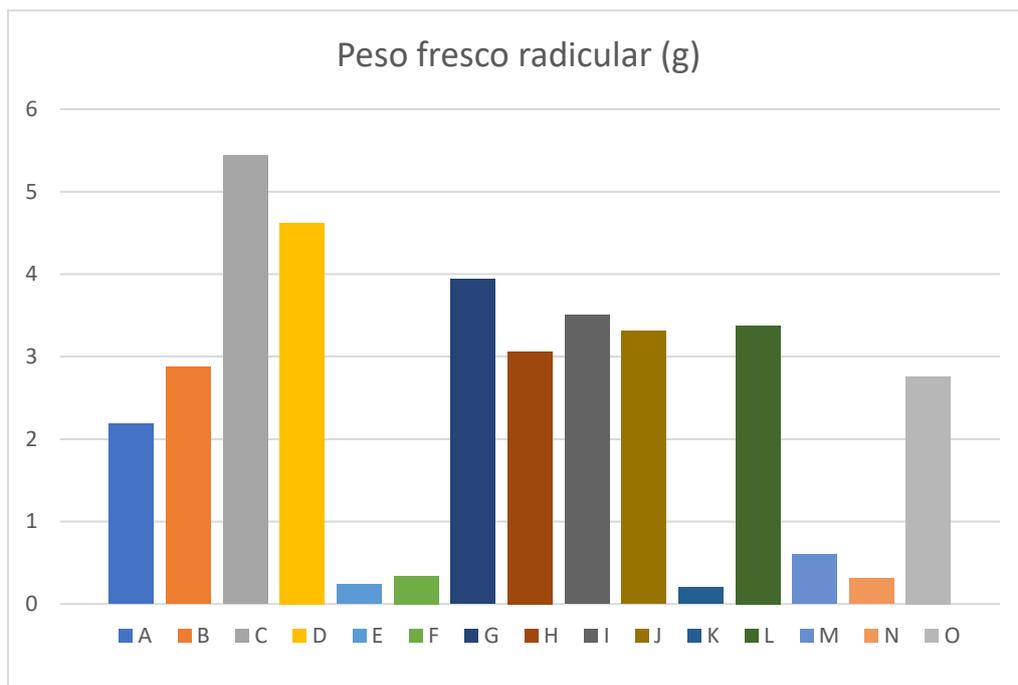


Figura 53. Representación gráfica del peso fresco radicular (g)

El mayor promedio lo obtuvo el tratamiento C (5.4375 g) seguido por los tratamientos D (4.625 g) y G (3.9375 g) mientras que el menor promedio fue para el tratamiento K (0.2025 g)

Cuadro 92. Análisis de varianza del peso fresco radicular.

ANÁLISIS DE VARIANZA; PESO FRESCO RADICULAR

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
	166.74766			1.38906		
Entre grupos	9	14	11.9105478	7	0.1979464	1.918248
Dentro de los grupos	385.85219	8	45	8.5744933	NS	
Total	552.59986	8	59			

Según el análisis de varianza para el peso fresco radicular con una probabilidad de 0.1979464 los valores no son significativos.

C) Peso fresco aéreo

Cuadro 93. Promedios de peso fresco aéreo (g)

Peso fresco aéreo (g)				
REP.	I	II	III	IV
A	6.000	6.750	6.078	6.500
B	6.250	7.750	5.750	5.750
C	6.500	6.750	5.000	6.500
D	6.500	5.500	6.250	4.750
E	0.590	0.775	0.145	0.178
F	0.393	0.213	0.503	0.545
G	6.250	7.250	5.500	6.250
H	6.250	5.750	6.250	6.000
I	4.500	5.750	4.500	5.750
J	5.750	4.750	4.000	3.750
K	0.520	0.858	0.533	0.428
L	7.500	7.250	5.750	6.525
M	0.445	0.573	0.510	0.605
N	0.695	0.395	0.303	0.565
O	5.250	4.500	5.750	4.795

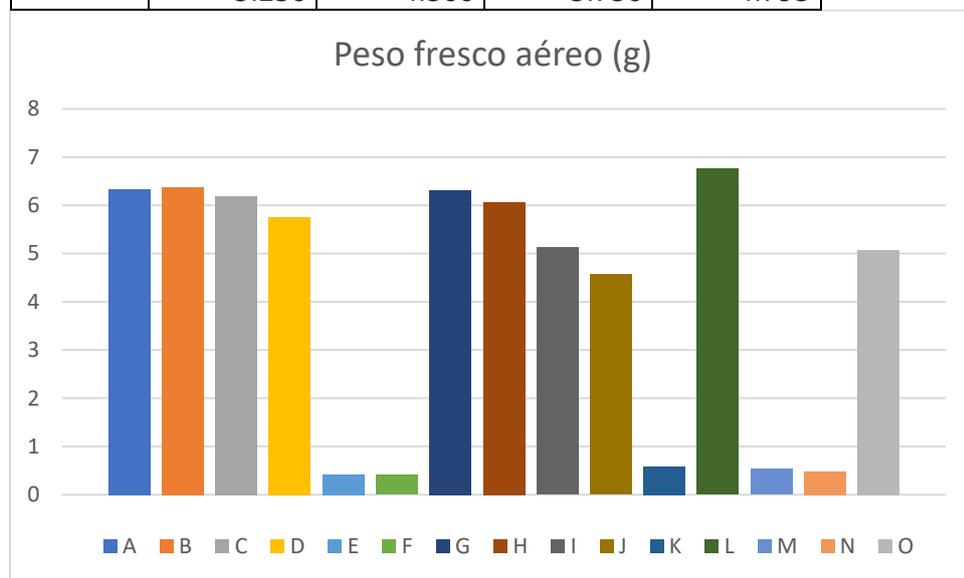


Figura 54. Representación gráfica del peso fresco aéreo (g)

Cuadro 94. Análisis de varianza del peso fresco aéreo (g)

ANÁLISIS DE VARIANZA DEL PESO FRESCO AÉREO (g)						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	401.897443	14	28.7069602	81.287	3.8474E-27	1.9182485
Dentro de los grupos	15.8919656	45	0.35315479		**	
Total	417.789409	59				

Cuadro 95. Comparación de los promedios del peso fresco de la parte aérea (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
L	4	6.756	A
B	4	6.375	A B
A	4	6.332	A B
G	4	6.313	A B
C	4	6.188	A B
H	4	6.063	A B
D	4	5.750	B C
I	4	5.125	C D
O	4	5.074	C D
J	4	4.563	D
K	4	0.5844	E
M	4	0.5331	E
N	4	0.4894	E
E	4	0.422	E
F	4	0.4131	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Cuadro 96. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable peso fresco de las hojas y tallo.

Comparaciones en parejas; peso fresco de las hojas y tallo	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos resaltados son estadísticamente superiores a su par

4.3.2. Peso seco

A) Peso seco total

Cuadro 97. Peso seco total (g)

PESO TOTAL				
REP.	I	II	III	IV
A	3.053	3.188	2.948	3.508
B	2.760	3.550	2.803	2.600
C	3.385	3.010	2.793	3.553
D	3.198	2.418	3.123	2.508
E	0.273	0.446	0.070	0.108
F	0.238	0.158	0.260	0.285
G	3.578	3.628	2.850	3.413
H	3.283	3.140	3.293	2.998
I	2.798	2.758	2.623	2.998
J	3.168	2.310	2.280	2.215
K	0.243	0.415	0.260	0.298
L	3.875	3.660	3.210	3.670
M	0.278	0.298	0.243	0.290
N	0.370	0.225	0.133	0.308
O	2.555	2.308	3.153	2.625

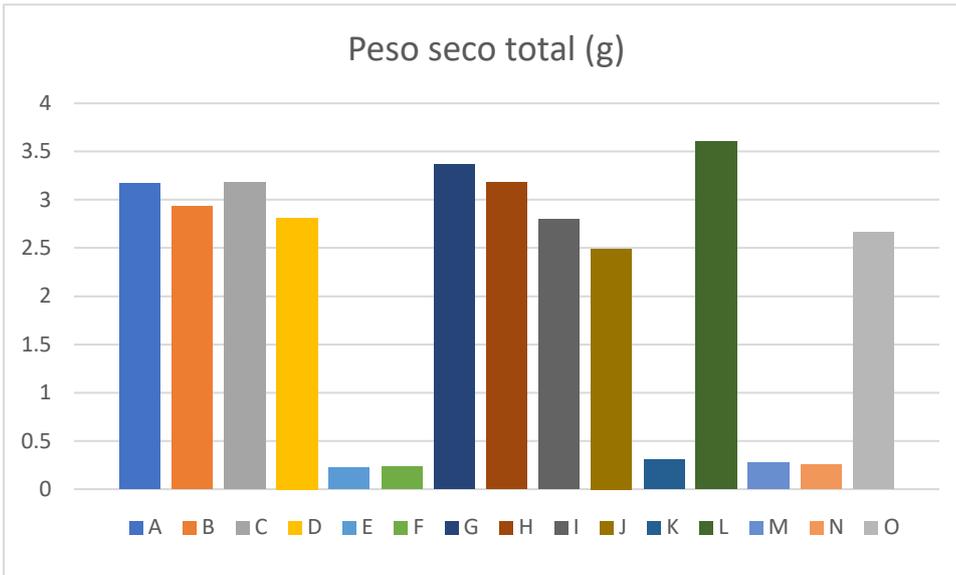


Figura 55. Representación gráfica del peso total (g)

Cuadro 98. Análisis de varianza del peso seco total.

ANÁLISIS DE VARIANZA; PESO SECO TOTAL (g)						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	105.75182	14	7.55370145	98.3313618	6.4004E-29	1.91824856
Dentro de los grupos	3.45684794	45	0.07681884		**	
Total	109.208668	59				

El análisis de varianza (Cuadro 98) presentó diferencias altamente significativas para la variable peso seco total.

Cuadro 99. Comparaciones de los promedios del peso seco total (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
L	4	3.604	A
G	4	3.367	A B
C	4	3.185	B C
H	4	3.1781	B C
A	4	3.174	B C
B	4	2.928	C D
D	4	2.811	C D E
I	4	2.7938	C D E
O	4	2.660	D E
J	4	2.493	E
K	4	0.3037	F
M	4	0.2769	F
N	4	0.2588	F
F	4	0.2350	F
E	4	0.2240	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento L (50% tierra agrícola + 50% de tierra negra) obtuvo un promedio superior (3.604 g) seguido por el tratamiento G (50% tierra agrícola + 50% de tierra negra) con 3.367 g, sin tener diferencias significativas entre ambos tratamientos.

El tratamiento G (3.367 g) no mostró diferencias estadísticas significativas con respecto al tratamiento A (3.174 g), ambos tratamientos tienen iguales composiciones variando únicamente la arena de río por la de cerro.

El tratamiento B (20% arena de río + 40% tierra agrícola + 40% tierra negra) con 2.928 g Fue estadísticamente inferior al tratamiento H (20% arena de cerro + 40% tierra agrícola + 40% tierra negra) quien obtuvo un promedio de 3.1781.

Cuadro 100. Comparaciones en pareja para la variable peso seco total.

Comparaciones en parejas; peso seco total	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos resaltados son superiores estadísticamente a su par.

El peso seco del total (tallo y hojas) es una medida del desarrollo de una planta al final de su cultivo, siendo este valor más estable que el peso fresco de la planta (Van Den Driessche 1984, citado por Castillo 2006)

Castillo (2006) utilizando un medio de crecimiento cachaza 50% + 40% de turba + 10% de gallinaza obtuvo como valor superior de su investigación 0.67 g/planta en *E. grandis* a los 60 días después de repique, en la presente evaluación existen 10 de 15 tratamientos analizados con un valor superior al obtenido por Castillo (2006) sin embargo esta diferencia puede deberse a los días pues el presente trabajo se evaluó a los 120 días de haber realizado el repique además de la composición de los sustratos los cuales varían en todos sus componentes.

B) Peso seco radicular

Cuadro 101. Promedios del peso seco radicular.

Peso seco radicular				
REP.	I	II	III	IV
A	0.638	0.580	0.600	0.865
B	0.413	0.590	0.485	0.345
C	0.790	0.625	0.875	0.785
D	0.710	0.510	0.705	0.678
E	0.048	0.085	0.023	0.028
F	0.070	0.060	0.073	0.083
G	0.848	0.810	0.678	0.780
H	0.565	0.758	0.873	0.568
I	0.678	0.665	0.790	0.738
J	0.618	0.608	0.695	0.598
K	0.035	0.075	0.063	0.070
L	0.778	0.708	0.655	0.823
M	0.095	0.073	0.050	0.100
N	0.073	0.063	0.028	0.083
O	0.535	0.418	0.675	0.470

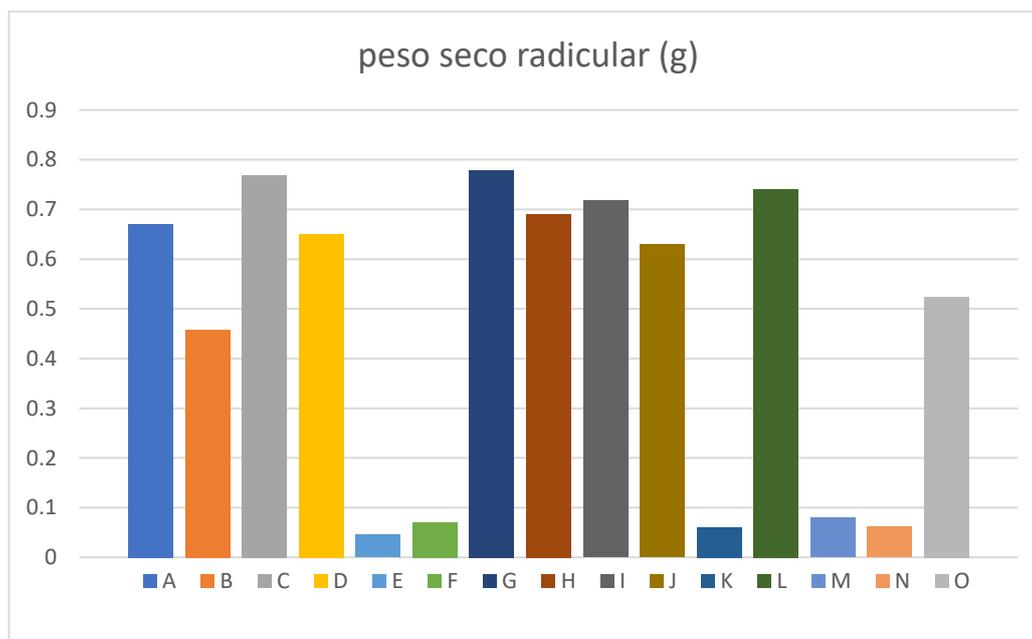


Figura 56. Representación gráfica del peso seco radicular (g)

Cuadro 102. Análisis de varianza del peso seco radicular.

ANÁLISIS DE VARIANZA; PESO SECO RADICULAR.						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
	5.1790764			54.451554		1.918248
Entre grupos	6	14	0.36993403	9	1.8738E-23	5
Dentro de los grupos	0.3057218	8	0.00679382		**	
Total	5.4847983	3				

Cuadro 103. Comparaciones en pareja del del peso seco radicular (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
G	4	0.7788	A
C	4	0.7688	A
L	4	0.7406	A B
I	4	0.7175	A B
H	4	0.6906	A B
A	4	0.6706	A B
D	4	0.6506	B
J	4	0.6294	B C
O	4	0.5244	C D
B	4	0.4581	D
M	4	0.0794	E
F	4	0.07125	E
N	4	0.0612	E
K	4	0.06062	E
E	4	0.0456	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El tratamiento G (15% arena de cerro + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) logró un promedio superior con 0.7788 g, sin tener diferencias estadísticas significativas con los tratamientos C (0.7688 g), L (0.7406 g), I (0.7175 g), H (0.6906 g) y A (0.6706 g).

Los tratamientos que tuvieron un promedio estadísticamente inferior a los demás tratamientos sin tener diferencias significativas fueron: M (0.0794 g), F (0.07125 g), N (0.0612 g), K (0.06062 g) y E (0.0456 g).

EL peso de las raíces es un parámetro que suele ser utilizado para conocer la masa total de las raíces y es considerado fundamental para cuantificar el almacenamiento de fotosintatos por las plantas, sin embargo, este parámetro no constituye garantía, con precisión, de la cantidad de raíces absorbentes en el sustrato (Carneiro 1995, citado por Castillo 2006)

Prado (2016) utilizando una mezcla de 50% arena de río y 50% suelo, igual al tratamiento D (50% arena de río + 50% tierra agrícola) y similar al tratamiento J (50% arena de cerro y 50% tierra agrícola) en *E. torelliana* a los 100 días de evaluación obtuvo 0.38 g para la variable peso seco radicular siendo inferior a lo obtenido en el presente trabajo de investigación por tratamientos con composición similar D (0.6506 g) y J (0.6294 g) esta superioridad se debe a los días de evaluación pues Prado (2016) evaluó a los 100 días después del repique mientras que esta investigación se evaluó a los 120 días, otro factor puede ser el genético pues Prado utilizó *E. torelliana* mientras que en este trabajo de investigación se utilizó *E. globulus*. Otra fuente de variación podría encontrarse en el suelo o tierra agrícola ya que según Tut, 2014, citado por Sánchez (2017) existe una gran variabilidad en cuanto a las propiedades físicas, químicas y biológicas de la tierra agrícola o suelo según el lugar donde se lo extrae.

Cuadro 104. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro; para la variable peso seco radicular

Comparaciones en parejas; peso seco radicular	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos resaltados son superiores estadísticamente a sus pares.

De los 7 pares comparados, para la variable peso seco radicular, solo el tratamiento H (0.6906 g) es superior estadísticamente a su par B (0.4581 g) por lo

cual para este caso (20% + 40% tierra agrícola + 40% tierra negra) si hay ventajas al usar arena de cerro sustituyendo a la arena de río. En los demás tratamientos, para la variable peso seco radicular, según la comparación Fisher es estadísticamente irrelevante el usar arena de río o cerro.

C) Peso seco del tallo y hojas

Cuadro 105. Promedios del peso seco de la parte aérea (g).

Peso seco de la parte aérea (g)				
REP.	I	II	III	IV
A	2.415	2.608	2.348	2.643
B	2.348	2.960	2.318	2.255
C	2.595	2.385	1.918	2.768
D	2.488	1.908	2.418	1.830
E	0.225	0.361	0.048	0.080
F	0.168	0.098	0.188	0.203
G	2.730	2.818	2.173	2.633
H	2.718	2.383	2.420	2.430
I	2.120	2.093	1.833	2.260
J	2.550	1.703	1.585	1.618
K	0.208	0.340	0.198	0.228
L	3.098	2.953	2.555	2.848
M	0.183	0.225	0.193	0.190
N	0.298	0.163	0.105	0.225
O	2.020	1.890	2.478	2.155

Cuadro 106. Análisis de varianza del peso seco de la parte aérea.

ANÁLISIS DE VARIANZA; PESO SECO; PARTE AÉREA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	65.3403322	14	4.66716659	79.5393692	6.128E-27	1.91824856
Dentro de los grupos	2.64048481	45	0.05867744		**	
Total	67.980817	59				

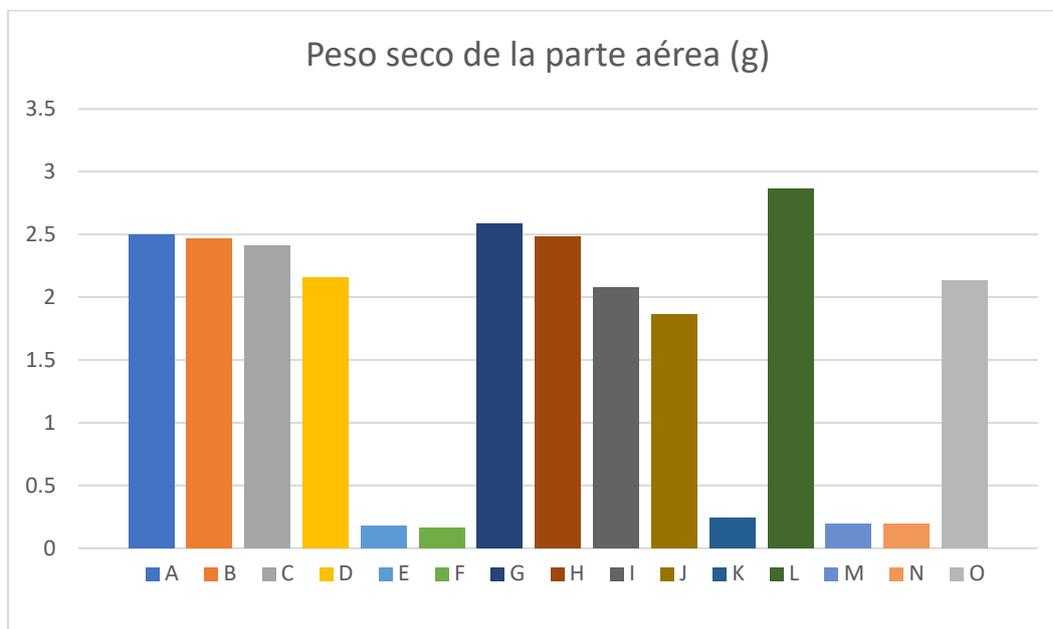


Figura 57. Representación gráfica del peso seco de la parte aérea (g)

Cuadro 107. Comparación de los promedios del peso seco de la parte aérea (g) utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
L	4	2.863	A
G	4	2.588	A B
A	4	2.5031	B C
H	4	2.4875	B C
B	4	2.470	B C D
C	4	2.416	B C D E
D	4	2.161	C D E F
O	4	2.136	D E F
I	4	2.0762	E F
J	4	1.864	F
K	4	0.2431	G
M	4	0.19750	G
N	4	0.1975	G
E	4	0.1784	G
F	4	0.1638	G

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Según la comparación en parejas de Fisher para la variable peso seco de la parte aérea se puede observar que el tratamiento L (2.863 g) obtuvo una media superior a los demás tratamientos, pero sin encontrarse diferencias estadísticas significativas con el tratamiento G (2.588 g)

Los tratamientos resaltados son superiores estadísticamente a sus pares.

Cuadro 108. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la variable peso seco de la parte aérea.

Comparaciones en pareja; peso seco de la parte aérea	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Ninguna de las parejas comparadas mostró superioridad estadística para la variable peso seco de la parte aérea, bajo esta premisa podríamos inferir que no existe diferencia estadística al utilizar arena de río o cerro en los sustratos evaluados.

4.4 Índices morfológicos.

A) Índice de esbeltez

Cuadro 109. Índice de esbeltez

CUADRO RESUMEN				
ÍNDICE DE ESBELTEZ				
REP.	REPETICIONES			
	I	II	III	IV
A	7.077	7.646	7.464	7.635
B	7.553	7.080	7.670	7.986
C	6.880	6.305	8.567	7.627
D	6.975	7.933	6.248	6.947
E	6.565	6.863	5.825	7.051
F	5.435	5.213	5.756	6.092
G	6.751	7.342	5.852	6.554
H	6.636	7.540	7.384	6.718
I	7.083	6.509	6.701	8.145
J	6.786	6.502	6.058	6.611
K	5.671	6.306	5.825	4.905
L	7.166	7.106	7.441	6.351
M	5.113	6.351	5.756	8.186
N	6.255	6.771	5.532	6.374
O	6.672	7.562	7.786	7.254

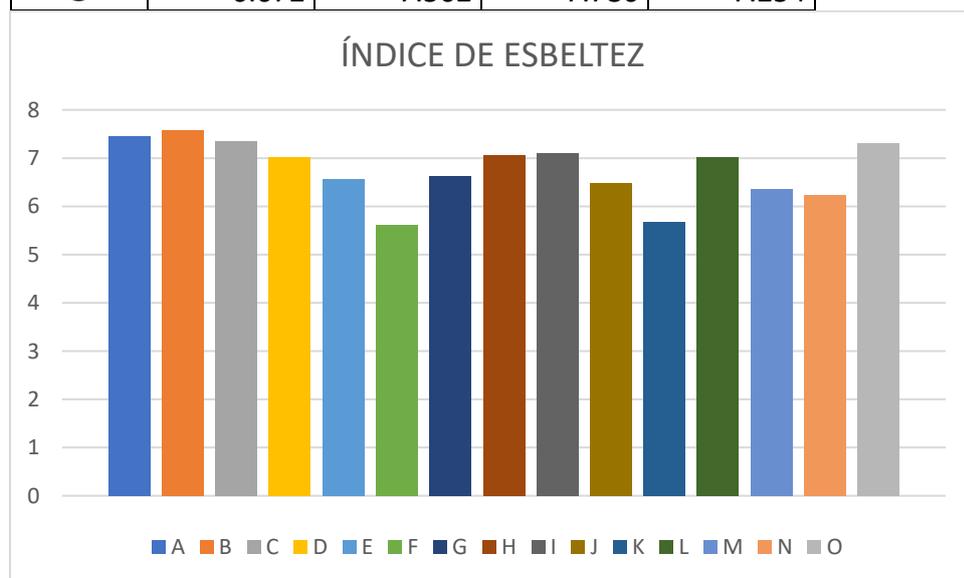


Figura 58. Índice de esbeltez

Cuadro 110. Análisis de varianza del índice de esbeltez.

ANÁLISIS DE VARIANZA; DEL ÍNDICE DE ESBELTEZ

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	20.7368559	14	1.48120399	3.63573418	0.00048677	1.91824856
Dentro de los grupos	18.3330728	45	0.40740162		**	
Total	39.0699287	59				

Cuadro 111. Comparaciones en pareja del índice de esbeltez utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor N Media Agrupación

B	4	7.572	A
A	4	7.456	A
C	4	7.345	A
O	4	7.319	A
I	4	7.109	A B
H	4	7.069	A B
D	4	7.026	A B
L	4	7.016	A B
G	4	6.624	A B
E	4	6.576	A B
J	4	6.489	A B
M	4	6.352	A B
N	4	6.233	A B
K	4	5.677	B
F	4	5.624	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Se forman dos grandes grupos en los cuales el tratamiento B (7.572) obtiene un promedio superior lo cual indica que es una planta alta pero no robusta no mostrando diferencias significativas a excepción de los tratamientos K (5.677) y F (5.624) los cuales obtuvieron los menores promedios para el índice de esbeltez.

La esbeltez es un indicador que relaciona la altura con el DBT es decir que un valor más bajo de esbeltez está vinculado a plantas más robustas y con mayor resistencia a el estrés provocado por el trasplante (Castillo,2006)

El índice de esbeltez relaciona resistencia con la capacidad fotosintética de la planta (Torral 1997, citado por Quiroz et al, 2009)

Valores del índice de esbeltez entre 5 y 10 se relacionan con una planta de mejor calidad, valores superiores a 10 expresan una planta muy alta respecto al DBT mientras que valores inferiores a 5 indican una planta de baja altura respecto a su diámetro de la base del tallo (Quiroz et al, 2009)

En base a lo dicho por Quiroz et al (2009) Se establece que todos los tratamientos se encuentran dentro del rango óptimo para el índice de esbeltez pues el valor más alto (tratamiento B; 7.572) se encuentra debajo de 10, mientras que el tratamiento más bajo (F; 5.624) se encuentra sobre de 5.

Cuadro 112. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para el indicador índice de esbeltez.

Comparaciones en pareja; índice de esbeltez.	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos resaltados son estadísticamente superiores a su pareja comparada

El cuadro 112 muestra que no existen diferencias significativas entre las parejas evaluadas por lo tanto no tiene significancia estadística utilizar arena de río o cerro para la variable índice de esbeltez.

B) Relación peso de la parte aérea / peso del sistema radicular

Cuadro 113. Relación parte aérea / parte radicular.

Relación parte aérea / parte radicular (PA/PR)				
REP.	I	II	III	IV
A	3.788	4.496	3.913	3.055
B	5.691	5.017	4.778	6.536
C	3.285	3.816	2.191	3.525
D	3.504	3.740	3.429	2.701
E	4.737	4.247	2.111	2.909
F	2.393	1.625	2.586	2.455
G	3.221	3.478	3.207	3.375
H	4.810	3.145	2.774	4.282
I	3.129	3.147	2.320	3.064
J	4.130	2.802	2.281	2.707
K	5.929	4.533	3.160	3.250
L	3.984	4.173	3.901	3.462
M	1.921	3.103	3.850	1.900
N	4.103	2.600	3.818	2.727
O	3.776	4.527	3.670	4.585

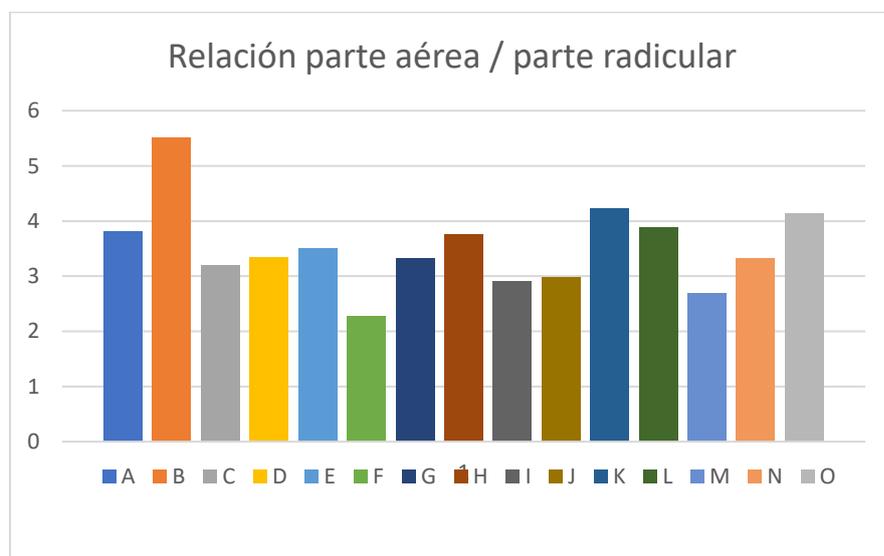


Figura 59. Relación parte aérea / parte radicular

Cuadro 114. Análisis de varianza de la relación parte aérea / parte radicular.

ANÁLISIS DE VARIANZA; RELACIÓN PA/PR

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
				4.1177364	0.0001435	1.9182485
Entre grupos	32.854637	14	2.34675979	3	9	6
Dentro de los grupos	25.646175	3	0.56991501		**	
	58.500812					
Total	3	59				

Cuadro 115. Comparaciones en pareja de la relación parte aérea/ parte radicular, utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
B	4	5.506	A
K	4	4.218	B
O	4	4.140	B
L	4	3.880	B C
A	4	3.813	B C
H	4	3.753	B C D
E	4	3.501	B C D
D	4	3.343	B C D
G	4	3.3203	B C D E
N	4	3.312	B C D E
C	4	3.204	B C D E
J	4	2.980	C D E
I	4	2.915	C D E
M	4	2.694	D E
F	4	2.265	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El mayor valor lo alcanzó el tratamiento B (5.506) siendo estadísticamente superior a todos los tratamientos para la relación PA/PR.

La relación PA/PR brinda información que ayuda a predecir el desarrollo de la planta en suelos secos. En zonas difíciles se sugiere emplear plantas con valores de relación PA/PR cercanos a la unidad (Quiróz et al 2001, citado por Castillo 2006). Bajo la premisa anterior los

valores obtenidos en esta investigación no son los adecuados pues se encuentran por encima de los rangos óptimos es decir hubo un deficiente desarrollo radicular lo cual pudo haberse visto desfavorecido por las prácticas agronómicas que se ejecutó.

Castillo, 2006 utilizando una mezcla de 90% de cachaza +10% de guano de murciélago en *Eucalyptus grandis* obtuvo una relación PA/ PR de 3.13 argumentando que ante un desbalance de la parte aérea sobre la parte radicular puede conllevar a problemas relacionados con insuficiente asimilación de agua y nutrientes.

Cabe resaltar que durante el desarrollo de esta investigación no se aplicó ningún enraizador, fertilizante, o microorganismo que favorezca el crecimiento radicular asimismo no se ejecutó ninguna práctica *agronómica* que incremente la expansión radicular como podas, ya que el objetivo era evaluar solamente la influencia del sustrato en las variables previstas.

Cuadro 116. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para la relación PA/PR.

Comparaciones en pareja; relación PA/PR	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos resaltados tienen un valor estadísticamente superior a su par.

El cuadro 116 demuestra que solo entre el tratamiento B y H hay una diferencia significativa para la relación PA/PR en cuanto a utilizar arena de río o de cerro, el tratamiento H (3.753) en el que se utilizó arena de cerro muestra una mejor relación PA/ PR con respecto a el tratamiento B (5.506) en el cual se utilizó arena de río. Para los demás tratamientos resultó estadísticamente insignificante el usar arena de río o cerro.

C) Balance hídrico de la planta (BAP)

Cuadro 117. Balance hídrico de la planta (BAP)

Balance hídrico de la planta (BAP)				
REP.	I	II	III	IV
A	1.244	1.455	1.248	0.973
B	1.839	1.534	1.479	2.270
C	1.065	1.126	0.821	1.258
D	1.118	1.393	1.126	0.976
E	3.595	2.944	1.679	2.238
F	1.892	1.629	2.744	3.021
G	0.985	1.114	0.881	1.018
H	1.498	1.117	0.952	1.236
I	1.134	1.063	0.860	1.068
J	1.379	1.027	0.843	0.997
K	4.190	3.563	2.398	2.253
L	1.176	1.258	1.280	0.979
M	1.243	2.503	2.841	1.681
N	3.074	2.167	3.250	2.082
O	1.220	1.666	1.227	1.825

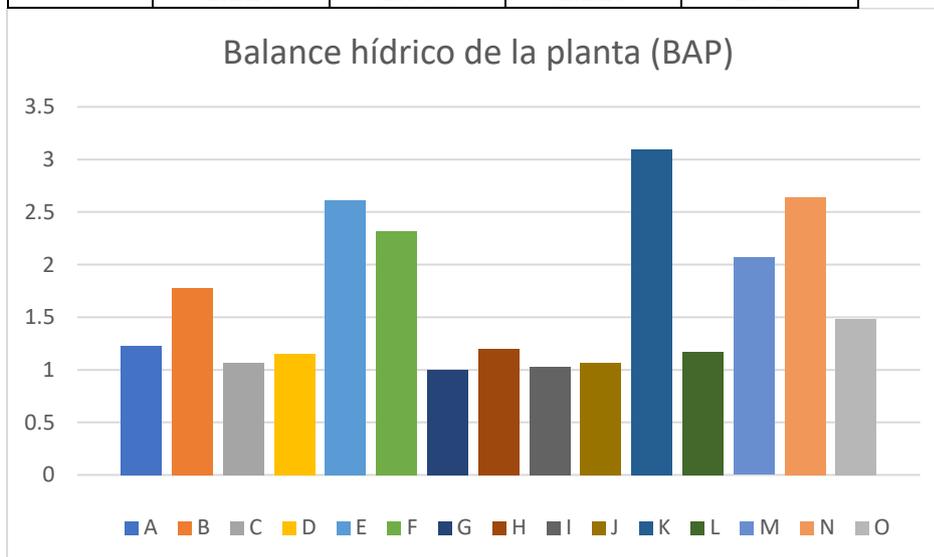


Figura 60. Representación gráfica del balance hídrico de la planta (BAP)

Cuadro 118. Análisis de varianza del balance hídrico de la planta.

ANÁLISIS DE VARIANZA BALANCE HÍDRICO DE LA PLANTA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
	28.127787				8.0693E-	1.9182485
Entre grupos	7	14	2.00912769	8.89038475	09	6
Dentro de los grupos	10.169497	6	0.22598883		**	
	38.297285					
Total	3	59				

Cuadro 119. Comparaciones en pareja del balance hídrico de la planta, utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
K	4	3.101	A
N	4	2.643	A B
E	4	2.614	A B
F	4	2.321	B C
M	4	2.067	B C D
B	4	1.780	C D E
O	4	1.484	D E F
A	4	1.2300	E F
H	4	1.201	E F
L	4	1.1733	E F
D	4	1.1534	E F
C	4	1.0673	F
J	4	1.061	F
I	4	1.0311	F
G	4	0.9995	F

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El BAP puede expresarse en términos de masa de masa aérea y radicular con intervención del diámetro de la base del tallo (DBT) (Grossonickle y Major 1991, citado por Castillo 2006)

El BAP se suele utilizar para predecir si la planta se adaptaría a climas de sequía elevada donde la absorción de agua por parte del sistema radicular está

controlada por la transpiración de la planta. El valor será menor cuando el DBT y masa radicular sean mayores (Castillo, 2006).

Bajo la anterior premisa el mejor valor (el más bajo) lo obtuvo el tratamiento G (0.9995) seguido por el tratamiento I (1.0311) sin que existan diferencias significativas entre ellos.

Castillo 2006, obtuvo el mejor valor de BAP (0.79) para *E. grandis* utilizando como sustrato 50 % de cachaza + 40% de turba + 10 % de guano de murciélago mientras que el mayor valor (menos favorable) fue de 2.75 utilizando 70 % de turba + 30% de cascara de arroz.

Cuadro 120. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para el balance hídrico de la planta.

Comparaciones en pareja; del BAP	
Arena de río	Arena de cerro
A	G
B	H
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos subrayados son estadísticamente superiores a su par comparado

El cuadro 120 muestra que no existen diferencias estadísticas significativas respecto a utilizar arena de río o cerro como componente de un sustrato para el indicador balance hídrico de la planta.

E) Índice de calidad de Dickson

Cuadro 121. Índice de calidad de Dickson.

Índice de calidad de Dickson				
REP.	I	II	III	IV
A	0.281	0.263	0.259	0.328
B	0.208	0.293	0.225	0.179
C	0.333	0.297	0.260	0.319
D	0.305	0.207	0.323	0.260
E	0.024	0.040	0.009	0.011
F	0.030	0.023	0.031	0.033
G	0.359	0.335	0.315	0.344
H	0.287	0.294	0.324	0.273
I	0.274	0.286	0.291	0.267
J	0.290	0.248	0.273	0.238
K	0.021	0.038	0.029	0.036
L	0.348	0.324	0.283	0.374
M	0.039	0.031	0.025	0.029
N	0.036	0.024	0.014	0.034
O	0.245	0.191	0.275	0.222

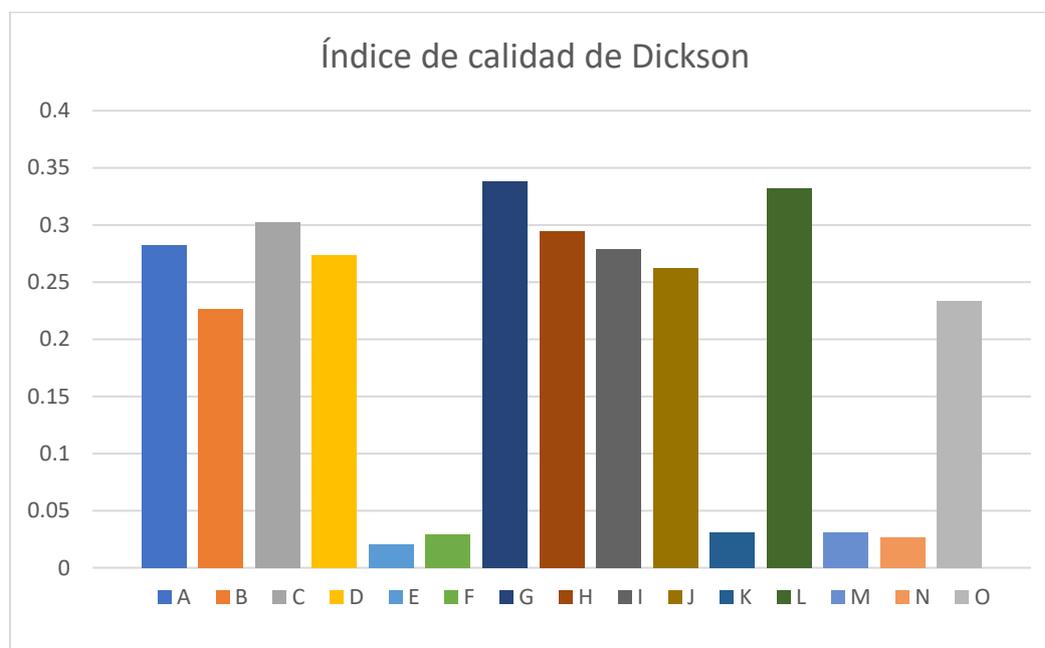


Figura 61. Representación gráfica del índice de calidad de Dickson.

Cuadro 122. Análisis de varianza del índice de calidad de Dickson.

ANÁLISIS DE VARIANZA; ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.91258983	14	0.06518499	83.3227849	2.264E-27	1.9182485
Dentro de los grupos	0.03520435	45	0.00078232		**	
Total	0.94779418	59				

Cuadro 123. Comparaciones en pareja del índice de calidad de Dickson, utilizando el método LSD de Fisher y una confianza de 95%.

Factor	N	Media	Agrupación
G	4	0.33808	A
L	4	0.3323	A B
C	4	0.3021	A B C
H	4	0.2943	B C
A	4	0.2827	C
I	4	0.27942	C
D	4	0.2737	C
J	4	0.2624	C D
O	4	0.2331	D
B	4	0.2265	D
M	4	0.03123	E
K	4	0.03115	E
F	4	0.02947	E
N	4	0.02692	E
E	4	0.02097	E

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

El mejor valor para el índice de Dickson lo obtuvo el tratamiento G (0.33808) seguido por los tratamientos L (0.3323) y C (0.3021) sin mostrar diferencias significativas entre ellos.

Carhuamaca (2015) obtuvo un valor de 0.35 para su tratamiento testigo (T7) utilizando una mezcla de sustratos comerciales (MecPlant 1C x MecPlant 3C) en *E. saligna* y *E. urograndis*.

Castillo (2006) obtuvo una media de 0.057 como valor de índice de calidad de Dickson utilizando como sustrato una composición de 50% de cachaza + 40% de turba + 10% de gallinaza en *E. grandis*.

Cuadro 124. Comparaciones en pareja; arena de río vs arena de cerro para el índice de calidad de Dickson.

Comparaciones en pareja; del índice de calidad de Dickson	
Arena de río	Arena de cerro
A	<u>G</u>
B	<u>H</u>
C	I
D	J
E	K
F	M

Los tratamientos subrayados son estadísticamente superiores a su par comparado

Dos de las seis comparaciones en pareja mostraron superioridad (G y H) a su par mostrando que para las proporciones de los tratamientos G y H la arena de cerro es más favorable para obtener un mejor índice de calidad de Dickson.

El índice de Calidad de Dickson muestra un equilibrio dado entre la distribución de la masa y la robustez ayuda a seleccionar plantas más proporcionadas y evitar descartar plantas de menor altura, pero con mayor proporción. (Dickson et al 1960, citado por Quiroz et al.,2009)

García, (2007, citado por Quirós et al. 2009) recomienda para plantas latifoliadas un valor mínimo de 0.2 de índice de calidad de Dickson valores por debajo podrían conllevar a problemas en el establecimiento de la plantación en campo definitivo. Bajo lo dicho por García (2007) los tratamientos que lograron superar este parámetro son G, L, C, H, A, I, D, J, O y B.

F) Porcentaje de lignificación

Cuadro 125. Porcentaje de lignificación.

% de lignificación				
REP.	I	II	III	IV
A	35.912	36.429	35.395	41.265
B	34.500	36.410	38.655	38.519
C	33.024	35.412	37.233	39.472
D	32.795	33.345	37.848	38.577
E	37.201	44.489	31.111	43.000
F	40.948	34.615	38.662	38.127
G	42.088	37.205	38.000	40.147
H	42.355	36.941	38.735	41.345
I	43.038	35.581	41.960	37.469
J	42.233	34.222	36.480	38.522
K	40.417	40.786	36.879	50.855
L	40.789	39.568	42.800	44.350
M	35.016	35.312	34.155	25.108
N	41.573	42.056	32.121	40.065
O	36.500	40.130	42.033	44.910

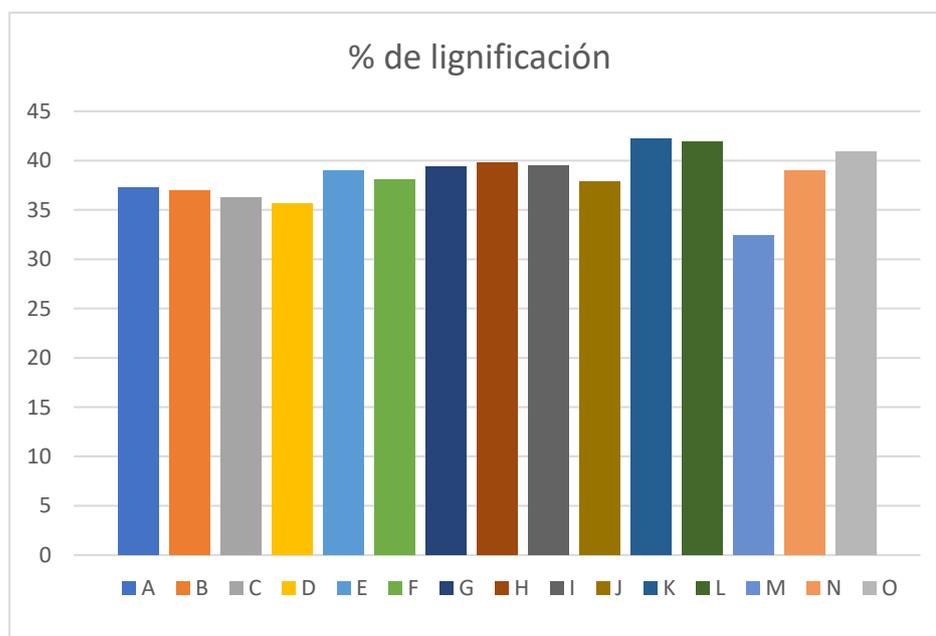


Figura 62. Representación gráfica del % de lignificación.

Cuadro 126. Análisis de varianza del porcentaje de lignificación.

ANÁLISIS DE VARIANZA; % DE LIGNIFICACIÓN						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	358.311142	14	25.593653	1.87016914	0.05692779	1.9182485
Dentro de los grupos	615.834344	45	13.6852077		NS	
Total	974.145486	59				

El análisis de varianza del porcentaje de lignificación muestra que no existe significación (0.56928) para el indicador porcentaje de lignificación por lo cual se podría decir que no existe diferencia significativa para el porcentaje de lignificación que este influenciada por los tratamientos evaluados.

Carhuamaca (2015) obtuvo un valor de 37.46 % como porcentaje de lignificación para su tratamiento testigo (T7) utilizando una mezcla de sustratos comerciales (MecPlant 1C x MecPlant 3C) en *E. saligna* y *E. urograndis*.

4.3 CORRELACIONES

4.3.1 Diámetro de la base del tallo.

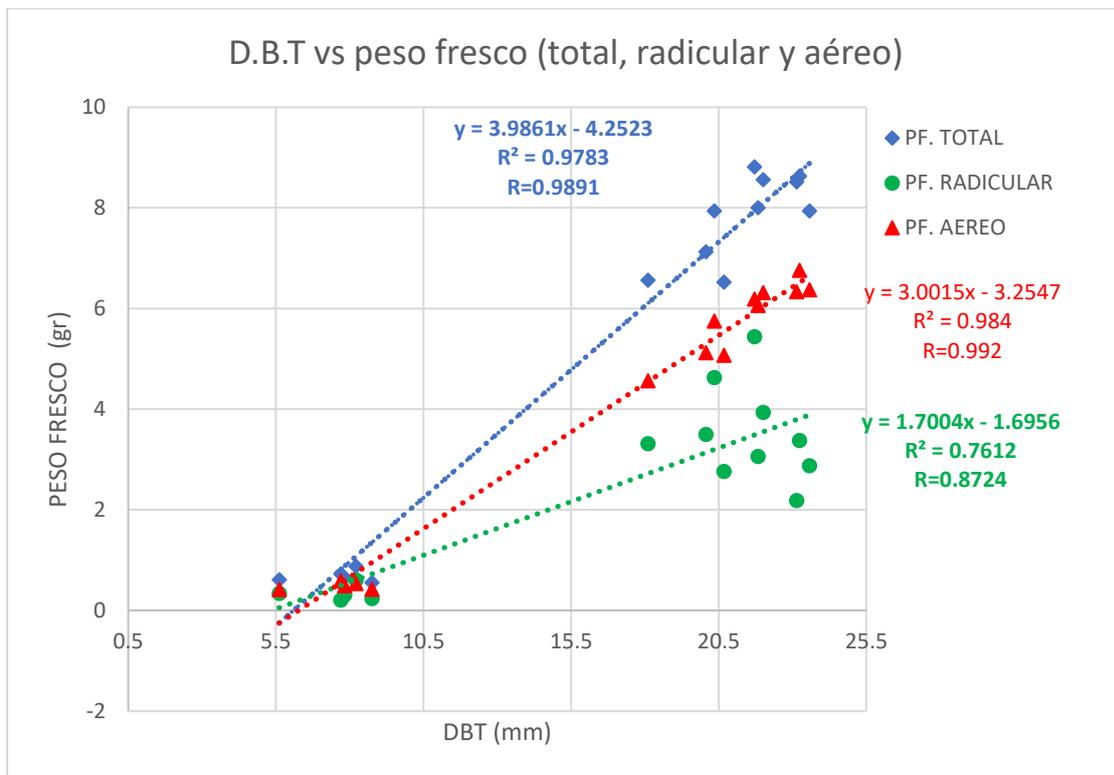


Figura 63. Relación entre el DBT (mm) y el peso fresco total, radicular y aéreo (g)

los coeficientes de correlación del DBT (mm) con peso fresco total ($r = 0.9891$), radicular ($r = 0.8724$) y aéreo ($r = 0.992$) el cual es directo y altamente significativa para los tres casos. Lo que indica que el diámetro de la base del tallo (DBT) tiene influencia directamente proporcional en el peso fresco total, radicular y aéreo de la planta de eucalipto bajo las características ecológicas de Contumazá y la influencia de los sustratos estudiados.

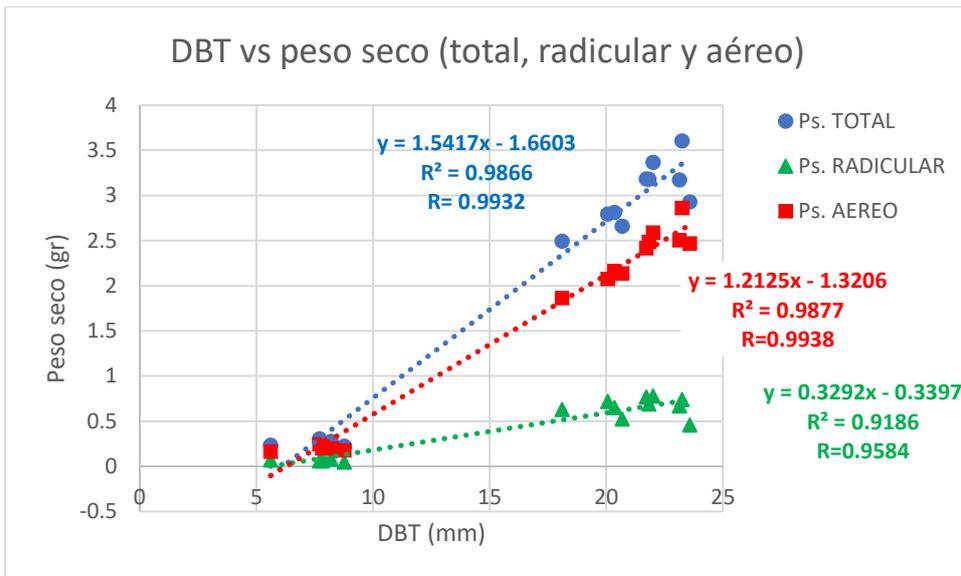


Figura 64. Relación entre el DBT (mm) y el peso seco total, radicular y aéreo (g)

Según el coeficiente de correlación del DBT y la masa seca total (0.99329, radicular (0.9584) y aérea (0.99389) existe influencia directa proporcional entre el DBT y las variables mencionadas es decir si una sube la otra también lo hará.

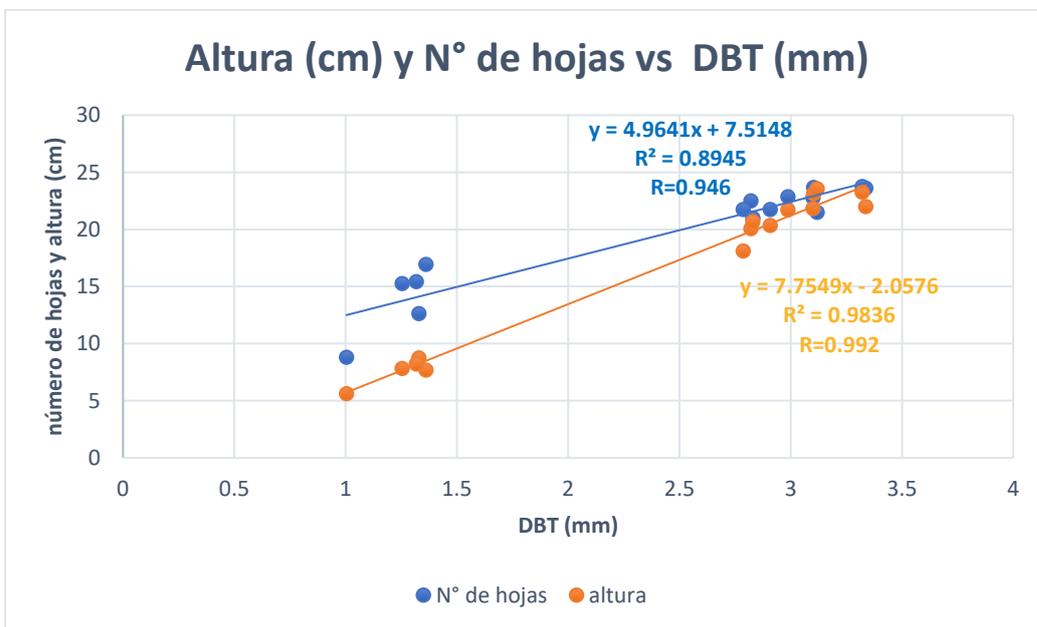


Figura 65. Relación entre el DBT (mm) y la altura (cm), N° de hojas.

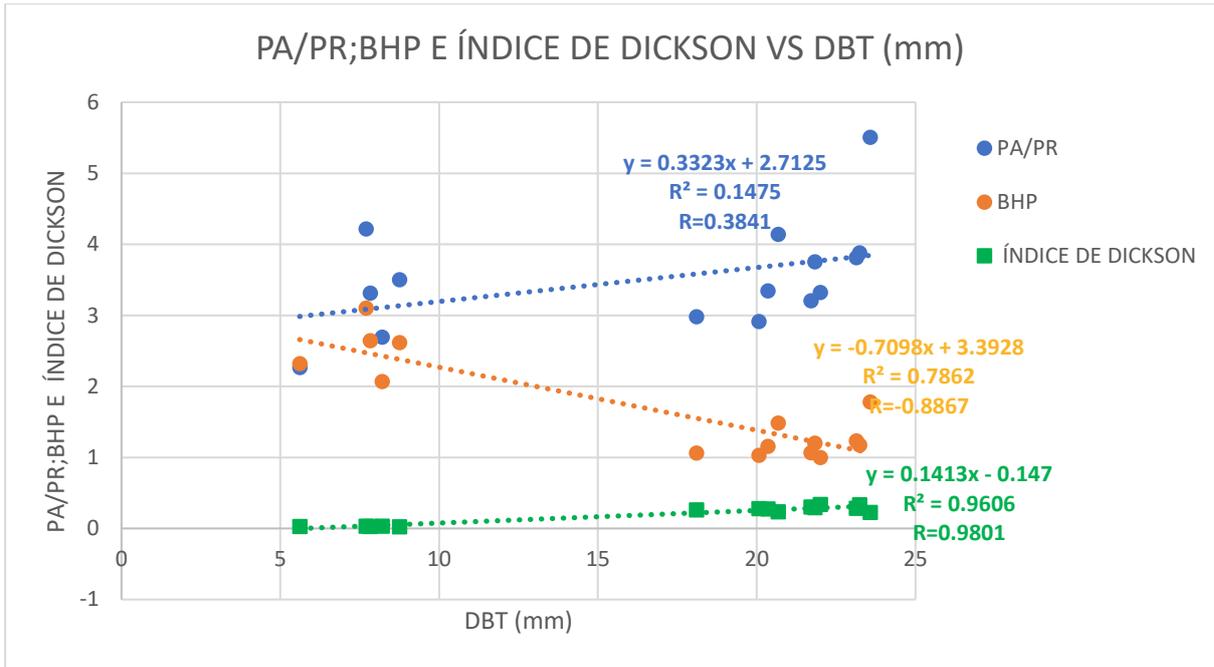


Figura 66. Relación entre el BHP; PA/PR e índice de Dickson vs DBT (mm)

En la figura 66 se puede observar la correlación del DBT con la relación PA/PR ($r=0.3841$), la cual es directa pero baja; con el balance hídrico de la planta (BHP) ($r= -0.8867$) mostrando una correlación inversa ya que para obtener el BHP o BAP se divide el PSA/ ($DBT * PSR$) por lo que al tener un mayor valor del DBT el valor del BHP será menor y viceversa; para el índice de Dickson se muestra una correlación de 0.9801 la cual es directa altamente significativa.

En la figura 67 se puede observar una correlación directa baja (0.190) del DBT frente al % de lignificación lo cual significa que hay poca influencia del DBT en él % de lignificación. Mientras que en la correlación del DBT con el índice de Esbeltez (figura 80) se puede observar que existe una relación directa altamente significativa (0.8097) dado que el índice de esbeltez está determinado por dos variables: Altura y DBT.

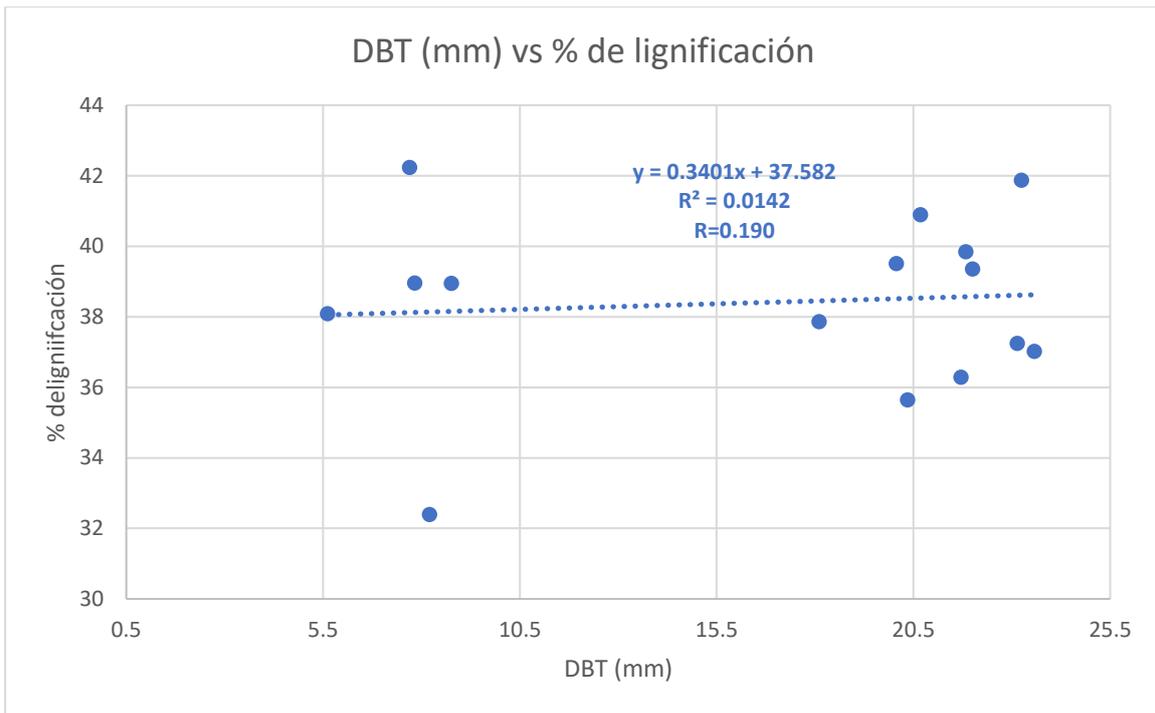


Figura 67. Relación entre el DBT (mm) y el % de lignificación.

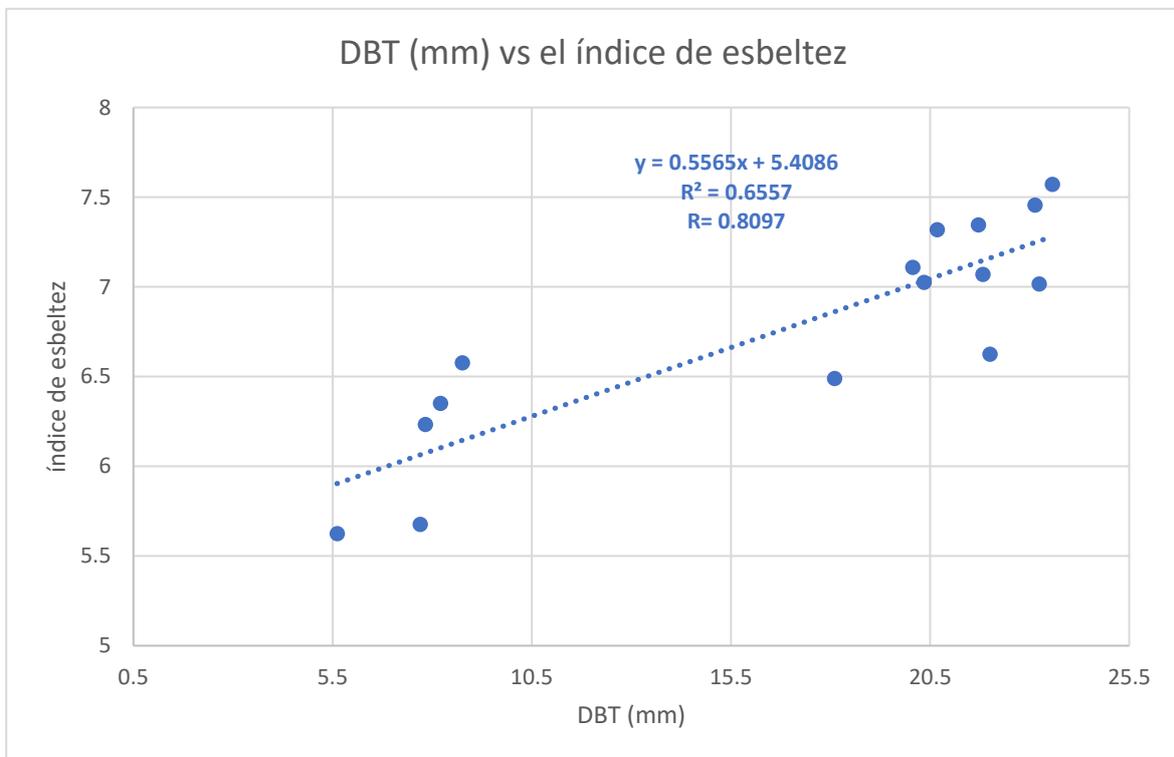


Figura 68. Relación entre el DBT (mm) y el índice de esbeltez.

4.3.2 Número de hojas

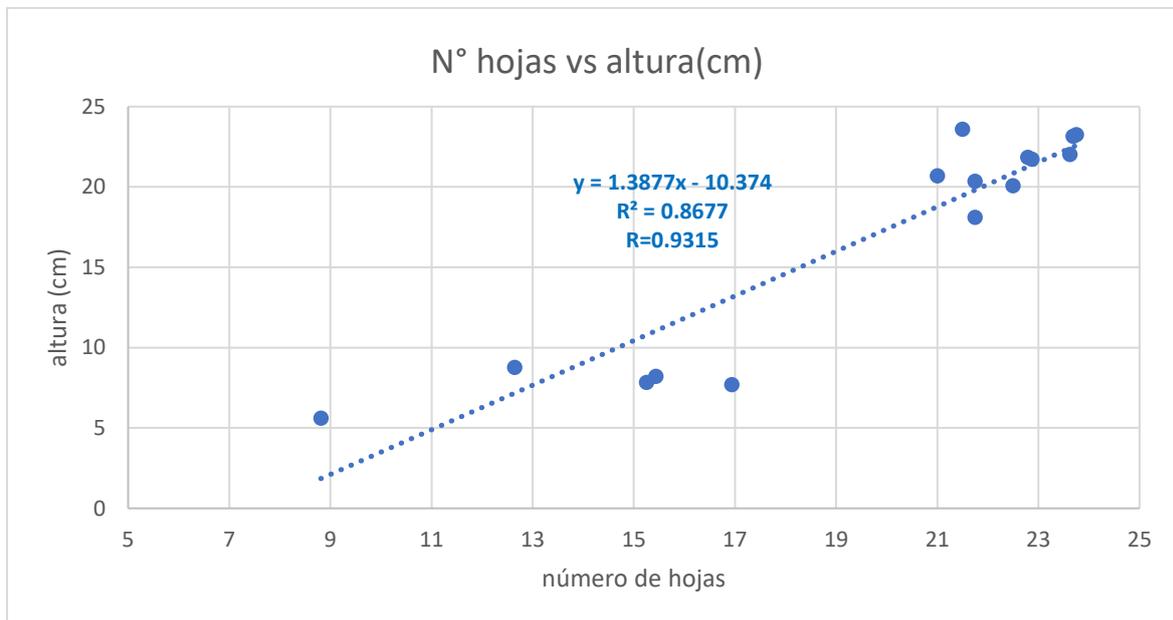


Figura 69. Relación entre el número de hojas y la altura (cm)

Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.9315 el cual es directo y altamente significativo esto ya que según Pineda- Ojeda (2004) citado Castillo (2006) la altura es un indicador que refleja el grado de desarrollo de una planta por lo cual presenta fuertes correlaciones con el número de hojas y la superficie foliar de las mismas.

La figura 70 muestra la correlación que existe entre el número de hojas y el peso fresco total (0.9260) aéreo (0.92169) y radicular (0.8234) lo cual muestra una relación directa altamente significativa aún más para el peso total y aéreo en la cual el peso de las hojas está involucrado.

En la figura 71 la correlación del número de hojas frente al peso seco total (0.9260) radicular (0.8234) y aéreo (0.9216) son directas y altamente significativas esto podría argumentarse por lo dicho por Castillo (2006): la masa seca esta más influenciada a procesos fisiológicos que a la altura y DBT. En estos procesos

fisiológicos interviene directamente el número de hojas y superficie foliar como en la fotosíntesis, transpiración y acumulación de agua y fotosintatos.

La figura 72 muestra la correlación entre número de hojas y la relación PA/PR (0.1163) esta resulta directa pero baja sin embargo el índice de Dickson (0.6229) muestra un valor más alto el cual se interpreta como si el número de hojas tiene influencia directa en el mayor o menor valor de este indicador. A su vez el índice de esbeltez (figura 73) muestra una baja correlación con el número de hojas (0.37029) y el % de lignificación (0.1111) (figura 76).

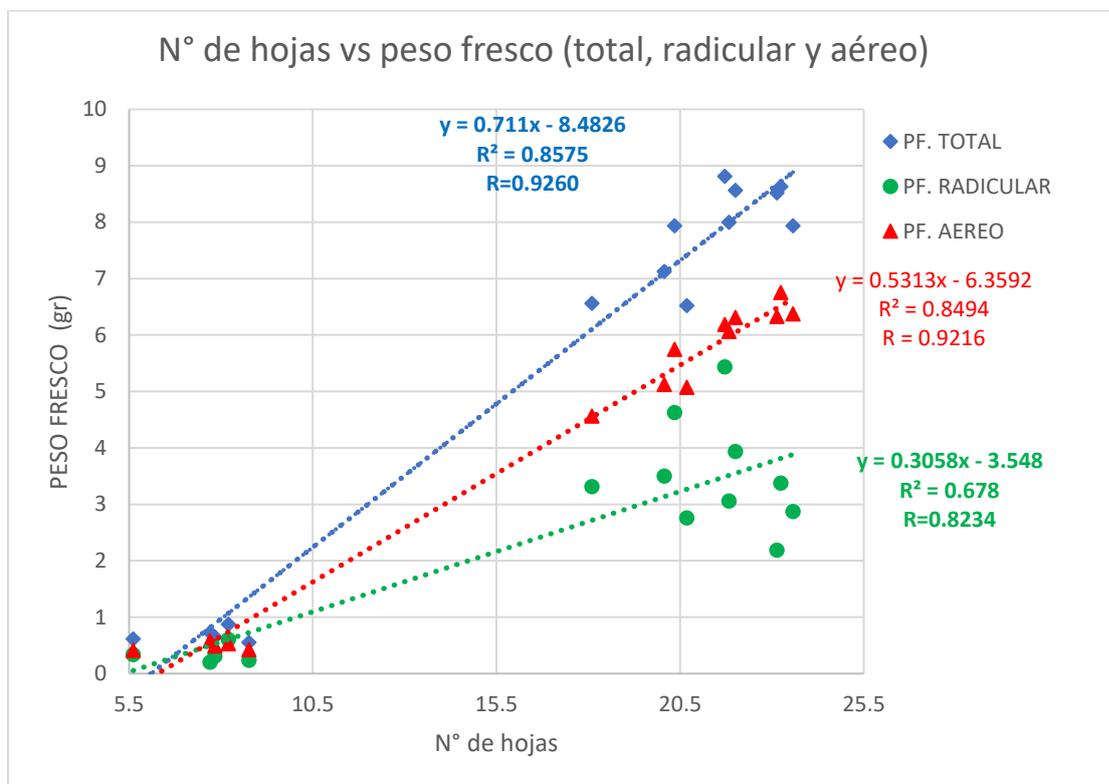


Figura 70. Relación entre el número de hojas y el peso fresco total, radicular y aéreo (g).

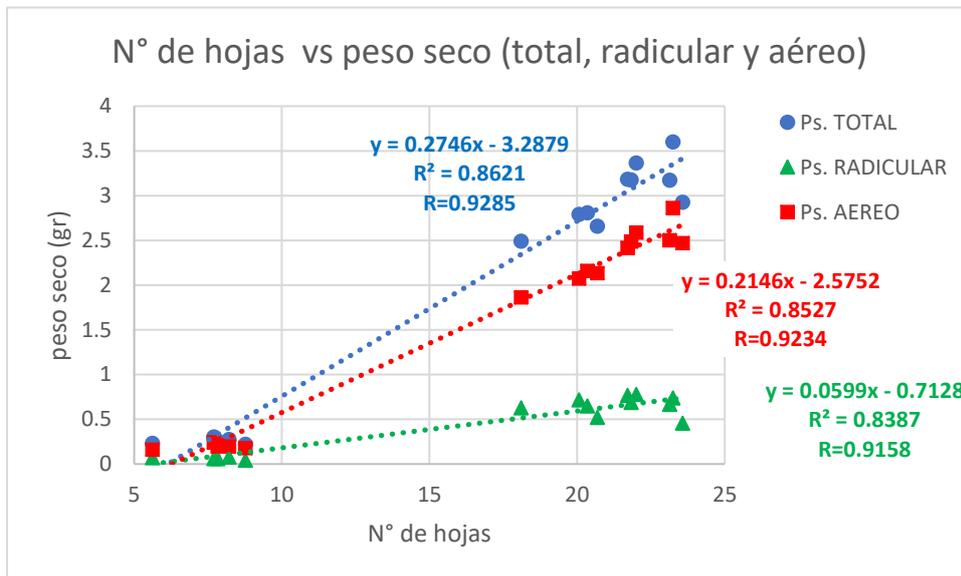


Figura 71. Relación entre el número de hojas y el peso seco total, radicular y aéreo (g).

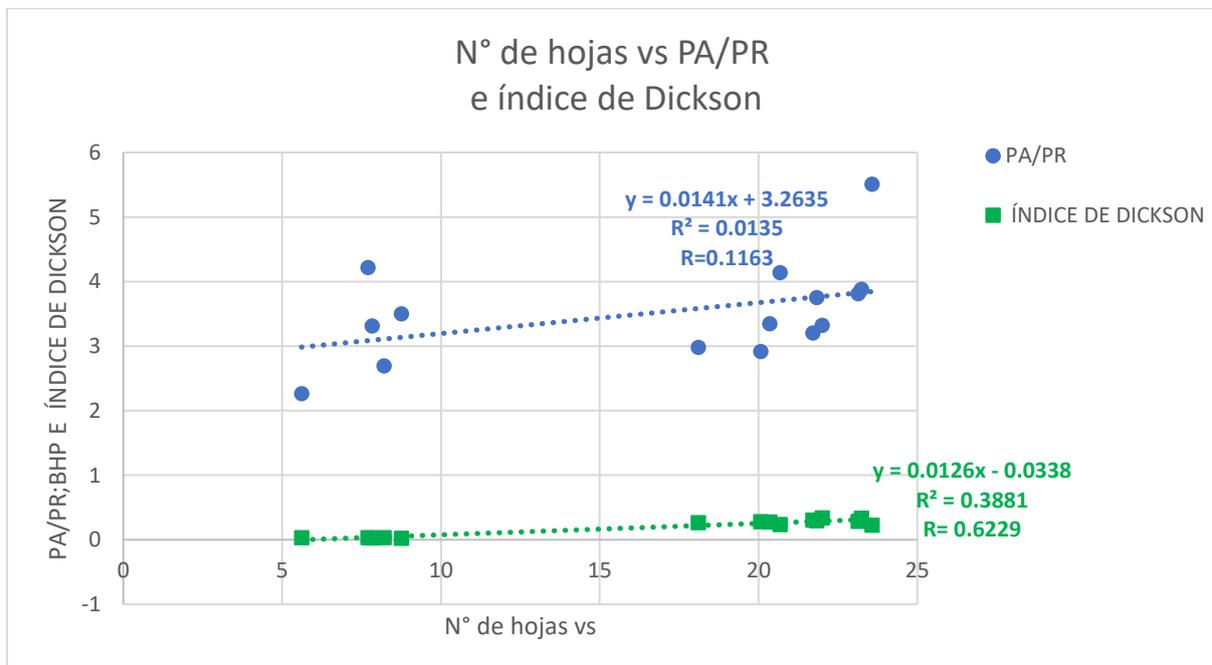


Figura 72. Relación entre el número de hojas y el BHP; relación PA/PR e índice de Dickson.

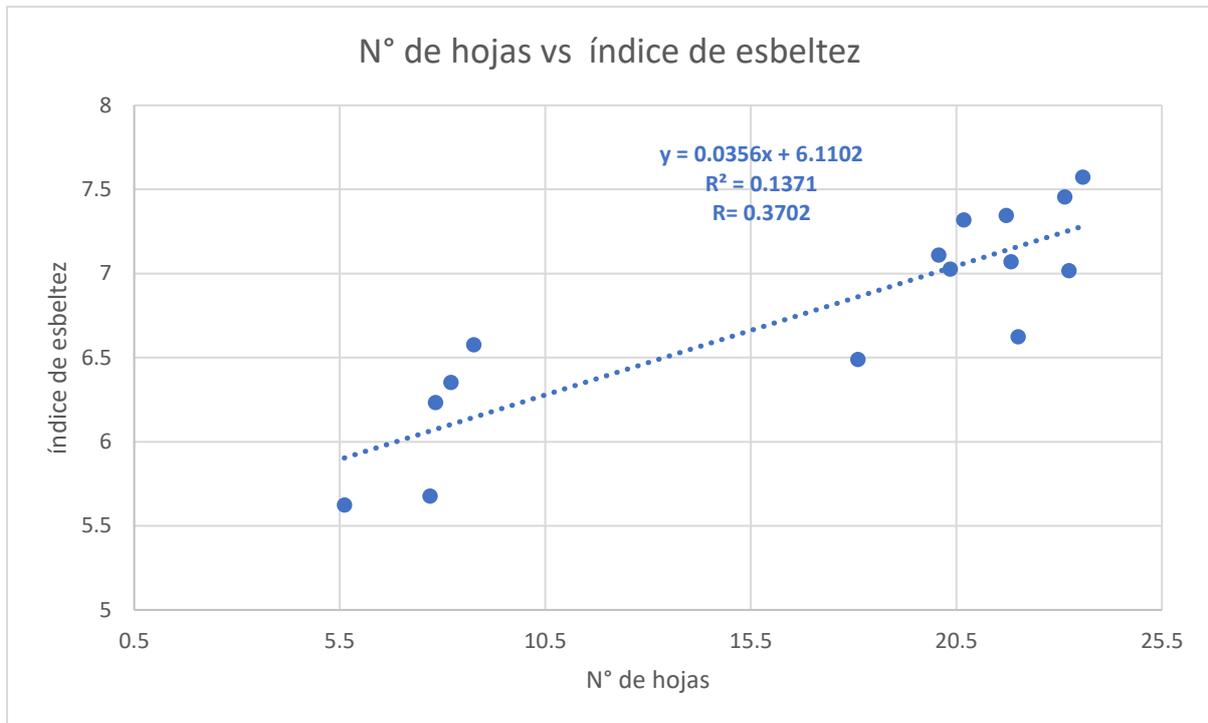


Figura 73. Relación entre el número de hojas y el índice de esbeltez

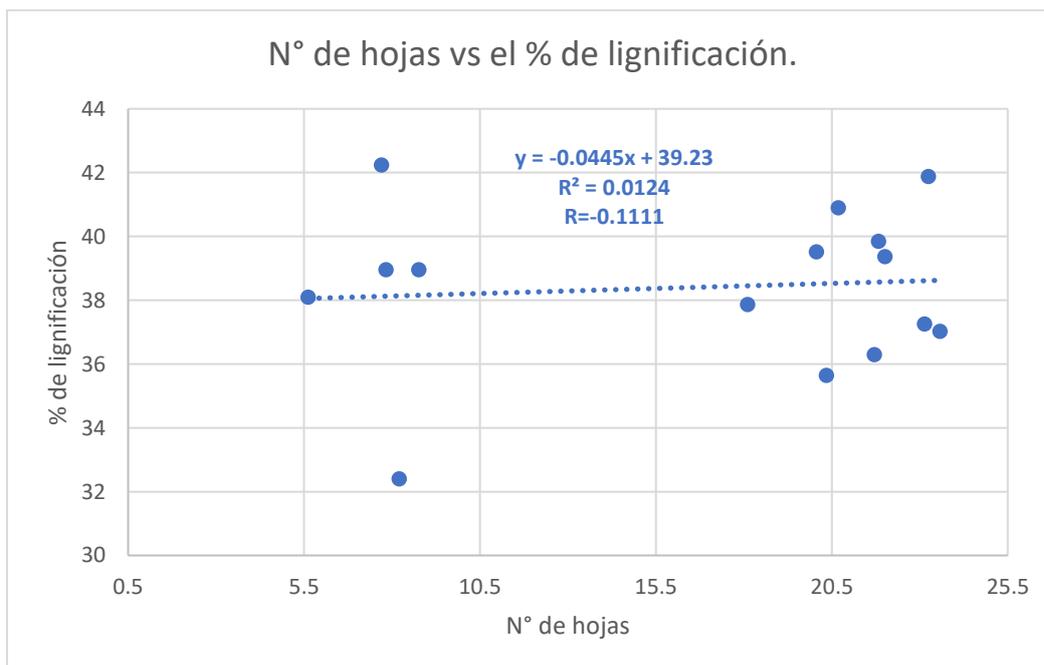


Figura 74. Relación entre el número de hojas y el % de lignificación.

4.3.3 Altura

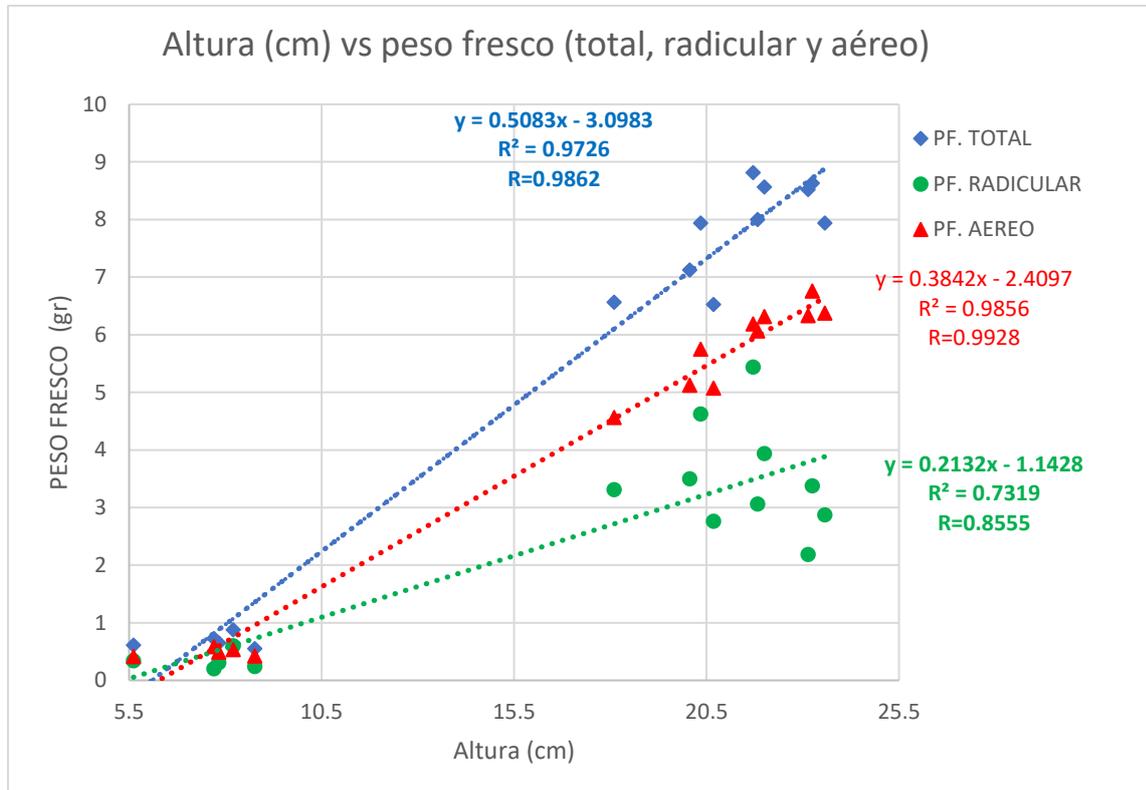


Figura 75. Relación entre la altura (cm) y el peso fresco total, aéreo y radicular (g)
 La correlación entre la altura y el peso fresco total (0.9862) radicular (0.8255) y aéreo (0.9928) fueron directas y altamente significativas siendo así que si aumenta la altura las variables anteriormente mencionadas aumentarían de forma proporcional y viceversa.

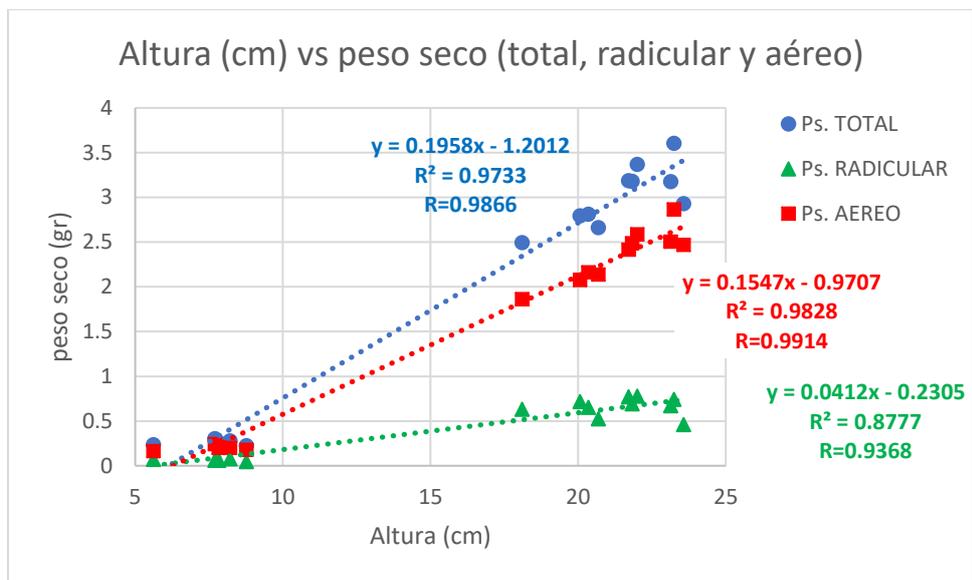


Figura 76. Relación entre la altura (cm) y el peso seco total, radicular y aéreo (g)

En la figura 76 las correlaciones entre la altura con el peso seco total (0.9866) peso seco radicular (0.9336) y aéreo (0.9914) son directas y altamente significativas.

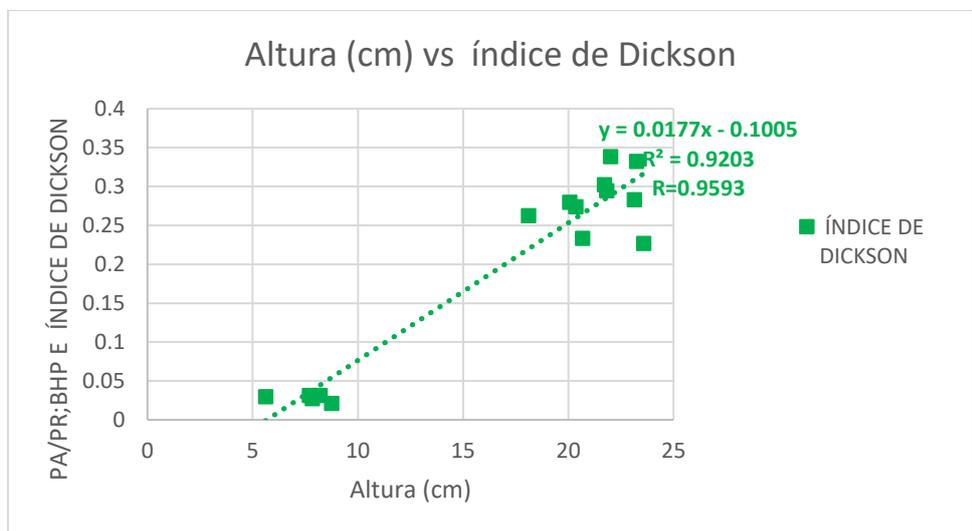


Figura 77. Relación entre la altura (cm) y el BHP, relación PA/PR e índice de Dickson.

La correlación entre la altura y el índice de Dickson (0.9593) es directa y altamente significativa, mientras que entre la altura y el % de lignificación (figura 80) hay una tendencia a una correlación nula (0.0866)

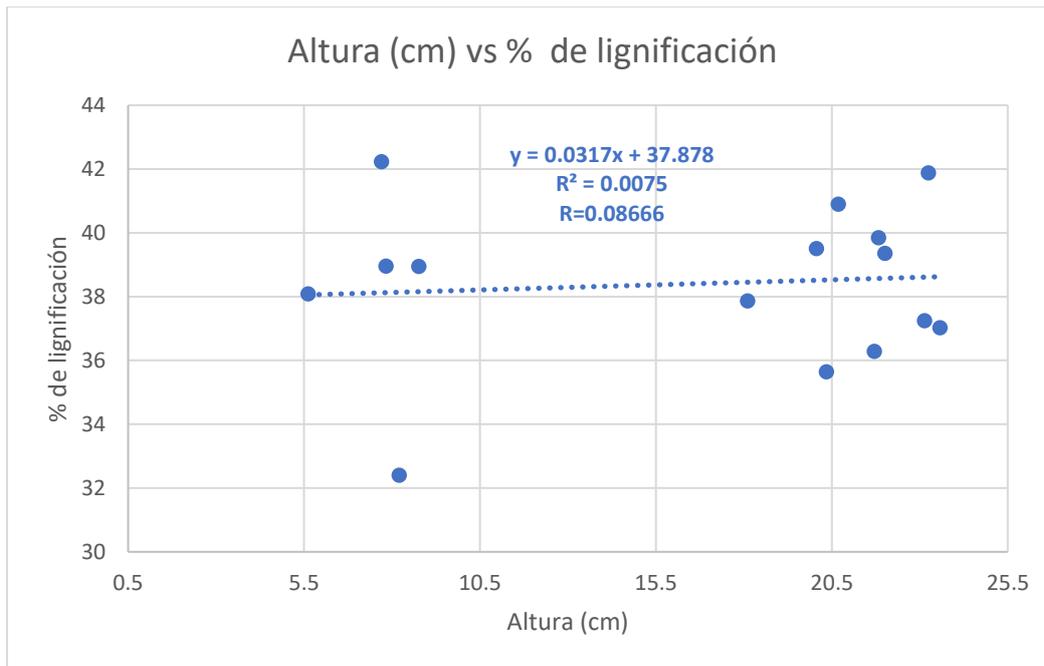


Figura 78. Relación entre la altura (cm) y el % de lignificación.

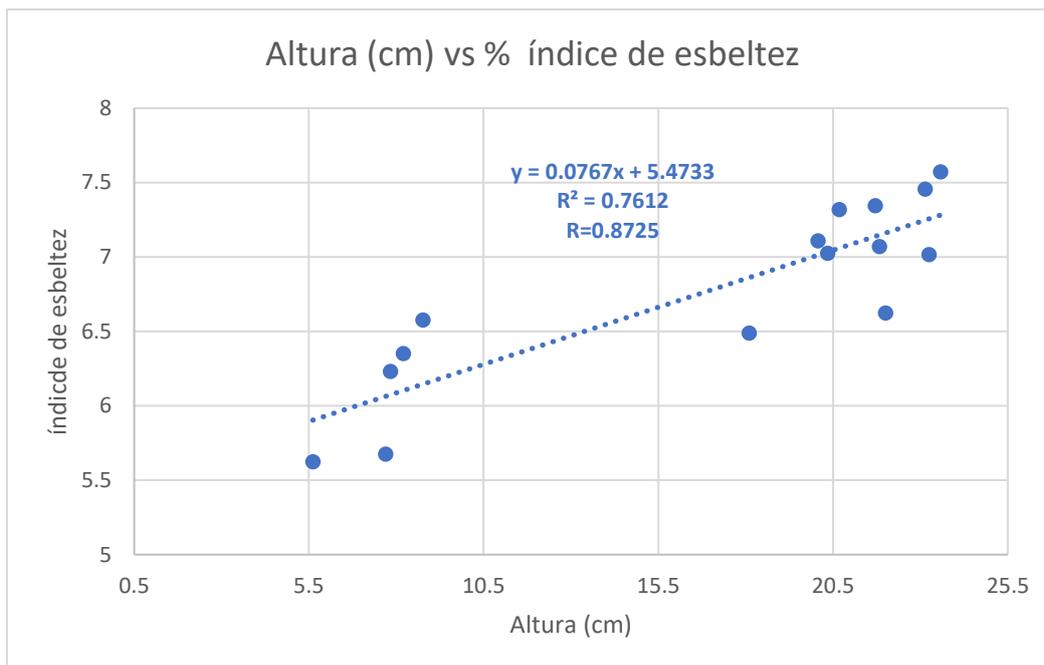


Figura 79. Relación entre la altura (cm) y el índice de esbeltez.

La correlación entre la altura y el índice de esbeltez es directa y altamente significativa (0.8725) pues en la fórmula del indicador de esbeltez interviene la altura (altura cm/ DBT mm) teniendo un valor mayor si la altura es mayor y viceversa.

4.4. Análisis económico.

Precios aproximados del m ³ de arena de río, de cerro, tierra negra y agrícola puestos en vivero según precios locales (2023)	
Tierra negra	S/ 100.00
Tierra agrícola	S/ 55.00
Arena de río	S/ 120.00
Arena de cerro	S/ 80.00

Cuadro 127. Precios aproximados del m³ de arena de río, de cerro, tierra negra y agrícola puestos en vivero según precios locales (2023).

Haciendo una encuesta con los comerciantes de sustratos en el pueblo de Contumazá se obtuvo los promedios presentados en el cuadro 127 referente a los precios en vivero de los sustratos utilizados en este trabajo de investigación.

Cuadro 128. Costos (en soles) de los componentes de sustrato utilizados para producir 1000 plántones en cada tratamiento bajo las características del recipiente utilizado.

Costos (en soles) de los componentes de sustrato utilizados para producir 1000 plántones en cada tratamiento bajo las características del recipiente utilizado					Costo unitario del sustrato utilizado
Tratamiento	Arena	T. agrícola	T. negra	Total	
A	S/ 7.63	S/ 11.66	S/ 14.84	S/ 34.14	S/ 0.0341
B	S/ 10.18	S/ 9.33	S/ 16.96	S/ 36.47	S/ 0.0365
C	S/ 15.27	S/ 11.66	S/ 8.48	S/ 35.41	S/ 0.0354
D	S/ 25.45	S/ 11.66	S/ 0.00	S/ 37.11	S/ 0.0371
E	S/ 25.45	S/ 0.00	S/ 21.21	S/ 46.65	S/ 0.0467
F	S/ 50.89	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 50.89	S/ 0.0509
G	S/ 5.09	S/ 11.66	S/ 14.84	S/ 31.60	S/ 0.0316
H	S/ 6.79	S/ 9.33	S/ 16.96	S/ 33.08	S/ 0.0331
I	S/ 10.18	S/ 11.66	S/ 8.48	S/ 30.32	S/ 0.0303
J	S/ 16.96	S/ 11.66	S/ 0.00	S/ 28.63	S/ 0.0286
K	S/ 16.96	S/ 0.00	S/ 21.21	S/ 38.17	S/ 0.0382
L	S/ 0.00	S/ 11.66	S/ 21.21	S/ 32.87	S/ 0.0329
M	S/ 33.93	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 33.93	S/ 0.0339
N	S/ 0.00	S/ 0.00	S/ 42.41	S/ 42.41	S/ 0.0424
O	S/ 0.00	S/ 23.33	S/ 0.00	S/ 23.33	S/ 0.0233

Cuadro 129. Costo del, sustrato ordenado de manera ascendente, para los tratamientos evaluados para producir 1 000 plántones de eucalipto con el recipiente utilizado.

Costo del, sustrato ordenado de manera ascendente, para producir 1 000 plántones de eucalipto	
Tratamiento	Costo
O	S/ 23.33
J	S/ 28.63
I	S/ 30.32
G	S/ 31.60
L	S/ 32.87
H	S/ 33.08
M	S/ 33.93
A	S/ 34.14
C	S/ 35.41
B	S/ 36.47
D	S/ 37.11
K	S/ 38.17
N	S/ 42.41
E	S/ 46.65
F	S/ 50.89

El menor precio lo obtuvo el tratamiento O con 100% de tierra agrícola (S/ 23.33) sin embargo dentro de los criterios para la elección de un buen sustrato Bunt 1998, Handreck y black 1991 y García 1993, citado por Sandoval 2012 argumentan que se debe considerar el impacto ambiental que se genera a partir de la extracción de un material usado como sustrato ya que extracción de la turba negra o agrícola generan erosión y el deterioro físico de los suelos por lo cual no sería viable para las condiciones de Contumazá producir plántones solamente con tierra agrícola por el impacto ambiental que generaría su explotación irracional.

Además, este precio está dado por la cercanía de los lugares de extracción de la tierra agrícola al vivero, pero si se extrae con mayor intensidad este material escaseará y se tendrá que buscar lugares más lejanos para su extracción lo cual incrementará su precio.

Otro criterio para la elección según Bunt 1998, Handreck y back 1991 y García 1993, citado por Sandoval 2012 es el suministro y homogeneidad sin embargo según Tut, 2014, citado por Sánchez (2017) las características físicas, químicas y biológicas de la tierra agrícola varían según el lugar de su extracción variando la totalidad del sistema de producción lo cual podría verse reflejado en un difícil manejo en vivero, pérdidas y escasos rendimientos.

Cuadro 130. Comparaciones en pareja del costo de los sustratos al utilizar arena de río o cerro para producir mil plántones de eucalipto bajo las formulaciones de trabajo de investigación y con las dimensiones del recipiente utilizado.

Comparaciones en pareja; costos de los sustratos (para producir 1000 plántones)					
Arena de río		Arena de cerro		A. Río - A. cerro	% de ahorro
A	S/ 34.141	G	S/ 31.597	S/ 2.545	7.45%
B	S/ 36.474	H	S/ 33.081	S/ 3.393	9.30%
C	S/ 35.414	I	S/ 30.324	S/ 5.089	14.37%
D	S/ 37.110	J	S/ 28.628	S/ 8.482	22.86%
E	S/ 46.653	K	S/ 38.170	S/ 8.482	18.18%
F	S/ 50.894	M	S/ 33.929	S/ 16.965	33.33%

Los sustratos que llevan en su composición arena de cerro tienen un menor costo frente a los que tienen arena de río teniendo variaciones desde 7.45% para el sustrato A hasta un 33.33% en los sustratos F y M (solo arena) lo que significa que en Contumazá la arena de cerro es un 33.33% más barata que la arena de río.

V.CONCLUSIONES

- Ningún tratamiento mostró los mejores resultados en todas las variables evaluadas.
- El tratamiento L (50% tierra agrícola + 50% de tierra negra) obtuvo el primer lugar en las variables: Número de hojas, peso fresco aéreo, peso seco total y peso seco aéreo. Además de esto se mantuvo dentro de los tres mejores tratamientos para las variables: DBT, altura, peso fresco total, peso seco radicular e índice de Dickson.
- El tratamiento G (15% arena de cerro + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) mostró los mejores resultados para las variables: DBT, peso seco radicular e índice de Dickson, además de posicionó dentro de los cuatro mejores tratamientos para las variables: número de hojas, altura, peso fresco total, peso fresco aéreo, peso seco total y peso seco aéreo.
- En cuanto a la utilización de arena de río vs arena de cerro en los 6 pares comparados se comprobó que no existe diferencia significativa en ninguna de las parejas evaluadas en las variables: DBT, altura y peso seco aéreo, mientras en la utilización de arena de río para las variables peso fresco total y peso fresco aéreo de los 6 pares evaluados dos mostraron diferencias estadísticas significativas favorables. En las variables número de hojas peso seco total, peso seco radicular e índice de Dickson al menos 1 de las seis variables estudiadas mostró diferencias significativas favorables a la utilización de arena de cerro.
- Se obtuvo una correlación altamente significativa entre el DBT y el peso fresco y seco total; radicular y aéreo; altura, número de hojas e índice de Dickson.
- Se encontró alta correlación entre el número de hojas y la altura así también como con los pesos fresco y seco total; radicular y aéreo.
- Existe una alta correlación entre la altura y el peso fresco y seco total; radicular y aéreo, índice de Dickson y % de lignificación.
- La arena de cerro es un 33.33% más barata que la arena de río por lo que al sustituir la arena de río por la de cerro se estaría bajando los costos de producción.

VI. RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se recomienda lo siguiente:

- Utilizar la combinación de sustratos del tratamiento G (15% arena de cerro + 50% tierra agrícola + 35% tierra negra) el cual obtuvo resultados similares al tratamiento L (50% tierra agrícola + 50% de tierra negra) sin embargo por el impacto ambiental que generaría al solo estar compuesto de tierra negra y agrícola, así como su variación física, química y biológica se sugiere hacer un uso racional.
- Incentivar la formación de canteras de extracción y procesamiento de arena de cerro.
- Sustituir en la medida de lo posible la arena de río por la de cerro ya que es de fácil acceso y menor costo.
- Evaluar diferentes combinaciones de sustratos con materiales de la zona que generen datos sobre los sustratos y el desarrollo de los plantones en las distintas formulaciones.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✚ Alcocer,v.(2013). Evaluación de cuatro sustratos y tres bioestimulantes en el crecimiento de plántulas de quishuar (*Buddlejaincana*) en la comunidad María auxiliadora, parroquia Yaruquies, provincia de Chimborazo. (Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de ingeniera forestal). Escuela superior politécnica de Chimborazo.
- ✚ Arauz,H. (2019). Criterios para el manejo de la fertilización en plantas de *Eucalyptus globulus L.* en condiciones de vivero en el cantón San Miguel de Urcoquí, hacienda Pisangacho, provincia de Imbabura, año 2019. (Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal). Universidad técnica estatal de Quevedo.
- ✚ Carcaño, A. (2021) evaluación de diferentes residuos de la industria como componentes de sustratos para la producción de cítricos bajo cobertura plástica. Tesis para obtener el grado de magister en cultivos intensivos. Universidad nacional de Litoral. Argentina.
- ✚ Carhuamaca, K. (2015) Efecto de sustratos comerciales en la germinación y crecimiento inicial de *Eucalyptus saligna* Smith y *Eucalyptus urograndis* (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* Híbrido) en condiciones de vivero- San Ramón – Chanchamayo. Tesis para obtener el título profesional de ingeniero forestal y Ambiental. Universidad nacional del centro del Perú.
- ✚ Castillo, I. (2006). Efecto de diferentes sustratos y del endurecimiento por riego en la calidad de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex maiden en contenedores en Pinar Del Rio, Cuba. (Tesis doctoral) Universidad de Alicante.
- ✚ Choes,J.(2020) Evaluación de cuatro tipos de sustratos para la producción de plántulas de papaya (*Carica papaya L.*) en fase de vivero en el cantón Jipijapa, provincia de Manabí. Trabajo de titulación previa la obtención del título de ingeniero agropecuario, Universidad estatal del sur de Manabí
- ✚ Cholota, O. (2013). Evaluación de sustratos para el enraizamiento de plántulas de sábila (*Aloe vera*). (Trabajo de diploma) Universidad técnica de Ambato, facultad de ingeniería agronómica
- ✚ Del Aguila, N. (2019). Relación del tamaño del plantón y la calidad de planta de *myrciaria dubia (kunth) mc vaugh* “camu camu” en condiciones de vivero,C.E. El Dorado, INIA - Loreto, Perú (Para optar el título profesional de ingeniero agrónomo). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

- ✚ Escobar, R. (2007). Manual de viverización *Eucalyptus globulus* a raíz cubierta. Gobierno de Chile.
- ✚ Gayosso, S. Borges, L. Villanueva, E. Estrada, A. Garruña, R. (2016, Julio) Sustratos para la producción de flores. *Agrociencia*, Vol 50. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952016000500617&script=sci_abstract
- ✚ Granados,C. (2019). Crecimiento radicular de *Eucalyptus exserta*, *Eucalyptus pellita* Y *Eucalyptus urograndis* sembradas en dos tipos de contenedores y tres sustratos, en la hacienda Los Ángeles del recinto Los Ángeles, parroquia Patricia Pilar, provincia de los Ríos. Ecuador. (Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal). Universidad técnica estatal de Quevedo.
- ✚ Granda. V (2015) Tolerancia del *Eucalyptus globulus (labill)* al estrés hídrico severo: de la fisiología a la genética. (tesis doctoral). Oviedo. Universidad de Oviedo
- ✚ Hernández,R. (2012) Metodologías de caracterización, evaluación y programación de riego en sustratos.Caso de estudio presentado como requisito parcial para obtener el grado de especialización en química aplicada, opción agroplasticultura. Centro de investigación en química aplicada. Saltillo Coahuila- México.
- ✚ Huaman,Z. (2019). Microorganismos eficaces (em) en diferentes sustratos de materia orgánica en el cultivo de ajo bajo invernadero en Puno. (Para optar el título de ingeniero agrónomo). Universidad nacional de Puno.
- ✚ Lloclla, A. & López, D. (2019). Evaluación del efecto de biocarbón obtenido a partir de residuos sólidos orgánicos del mercado central de Tumbes sobre la germinación y crecimiento de plántones de especies forestales *Ceiba trichistandra* y *Bursera graveolens* en etapa de vivero (Tesis para optar el título profesional de ingeniero forestal y medio ambiente). Universidad nacional de Tumbes.
- ✚ Medina,D. (2018) “Influencia de los bosques de eucaliptos en la conformación del sotobosque en la cabecera de la cuenca del río Jequetepeque: Caso Yumagual, San Juan Cajamarca”. (Tesis para obtener el título de maestro en ciencias). Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca

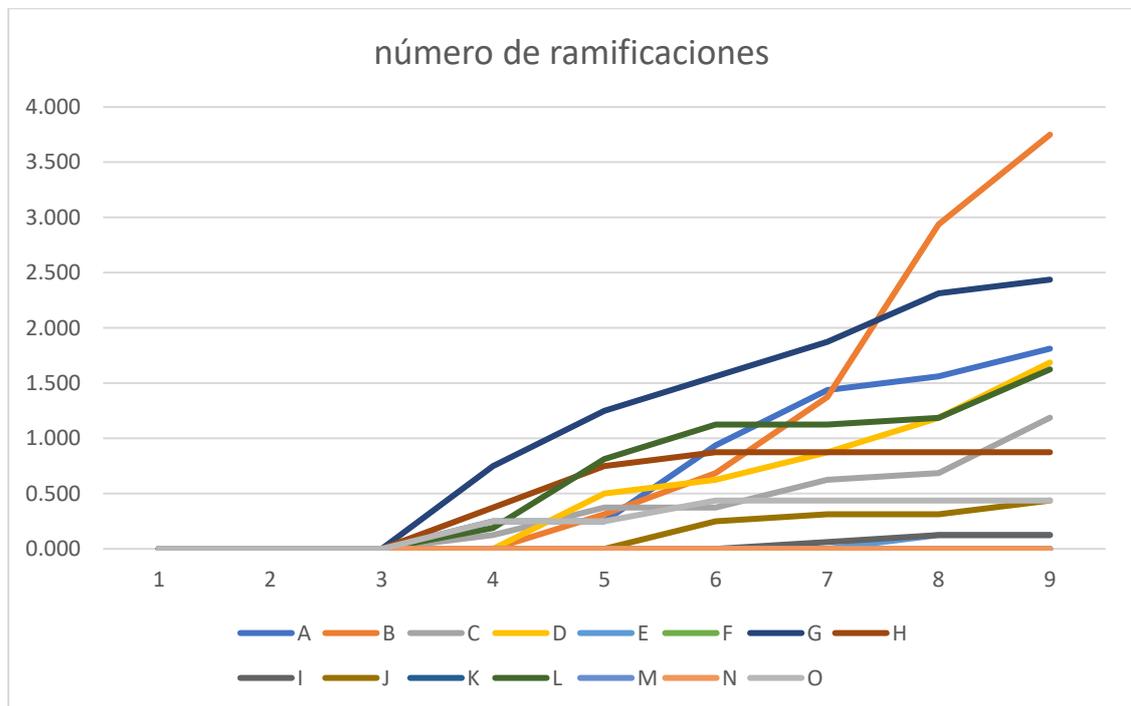
- ✚ Miranda,G.(2013) Evaluación de sustratos en base a turba en un ambiente protegido, para producción de almacigo hortícola en invernadero, en el municipio de El Alto. Tesis de Grado presentado como requisito parcial para optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor de San Andrés.La Paz- Bolivia
- ✚ Monge, A. (2007). Evaluación del crecimiento y desarrollo de plantulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) Mill y chile dulce (*Capsicum annum*) Linn, mediante la utilización de seis sustratos y tres métodos de fertilización en el cantón de San Carlos, Costa Rica. Trabajo Final de graduación presentado a la escuela de agronomía como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede regional San Carlos. San Carlos.
- ✚ Pinna, J. (2013) Curso de relación agua suelo planta. Fondo editorial Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo Perú.
- ✚ Prado,Q. (2016) Evaluación de cuatro tipos de sustratos para la producción de eucalipto (*Eucalyptus torreliana* F. Muell), en vivero en el municipio de Veracruz, Alta Verapaz. Trabajo de graduación. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- ✚ Quillca, C. (2011). Rendimiento de aceites esenciales en hojas y opérculos de *Eucalyptus globulus labill*, bosque el dorado el tambo, Huancayo. (Tesis para obtener el título de ingeniero forestal y ambiental). universidad nacional del centro del Perú.
- ✚ Quiroz, I. García, E. Gonzales, E. Chung, p & Soto, H. (2009). Vivero forestal: Producción de plantas nativas a raíz cubierta. Ministerio de agricultura, Gobierno de Chile.
- ✚ Rodriguez,T. (2007). Indicadores de calidad de planta forestal. Mundi Prensa. Universidad Autónoma Chapingo. México, D. F.
- ✚ Sánchez, S. (2017) Sustratos, tamaño de recipiente y ambiente de cultivo en el crecimiento inicial de *Cariniana pyriformis Miers*. (Para optar el título de ingeniera forestal). universidad distrital Francisco José de Caldas facultad de medio ambiente y recursos naturales programa de ingeniería forestal. Bogotá D.C
- ✚ Sandoval, P. (2012) Elaboración de un sustrato con liberación y degradación paulatinas de nutrimentos para el crecimiento de hortalizas en invernadero.

- Tesis para obtener el grado de maestro en ciencias en producción agrícola sustentable. Instituto politécnico Nacional. Michoacán México.
- ✚ Ticona, O. (2012). Evaluación del eucalipto (*Eucalyptus globulus*), bajo el efecto de dos tratamientos pregerminativos y tres sustratos en la comunidad de Chumisa (Tacacoma - La Paz). Tesis de grado). Universidad Mayor de san Andrés.
 - ✚ Tut, M. (2014) Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii* Rose) Santa Catalina La Tinta, Alta Verapaz. Tesis de grado. Universidad Rafael Landívar.
 - ✚ Velazquez, R. (2019). Efecto de la humedad relativa y tiempo de almacenamiento de las hojas de eucalipto deshidratado. (Ingeniera agroindustrial e industrias alimentarias). Universidad Nacional de Piura.
 - ✚ Villaizan,L. (2018) caracterización los sustratos orgánicos en el crecimiento de la granadilla (*Passifloraligularis* L.) Var. Colombiana en condiciones de vivero en Chanchamayo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

ANEXOS

Promedio - bloques; número de ramificaciones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	0.000	0.000	0.000	0.250	0.250	0.938	1.438	1.563	1.813
B	0.000	0.000	0.000	0.000	0.313	0.688	1.375	2.938	3.750
C	0.000	0.000	0.000	0.125	0.375	0.375	0.625	0.688	1.188
D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.625	0.875	1.188	1.688
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.125	0.125
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	0.750	1.250	1.563	1.875	2.313	2.438
H	0.000	0.000	0.000	0.375	0.750	0.875	0.875	0.875	0.875
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.125	0.125
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.313	0.313	0.438
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.188	0.813	1.125	1.125	1.188	1.625
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
O	0.000	0.000	0.000	0.250	0.250	0.438	0.438	0.438	0.438

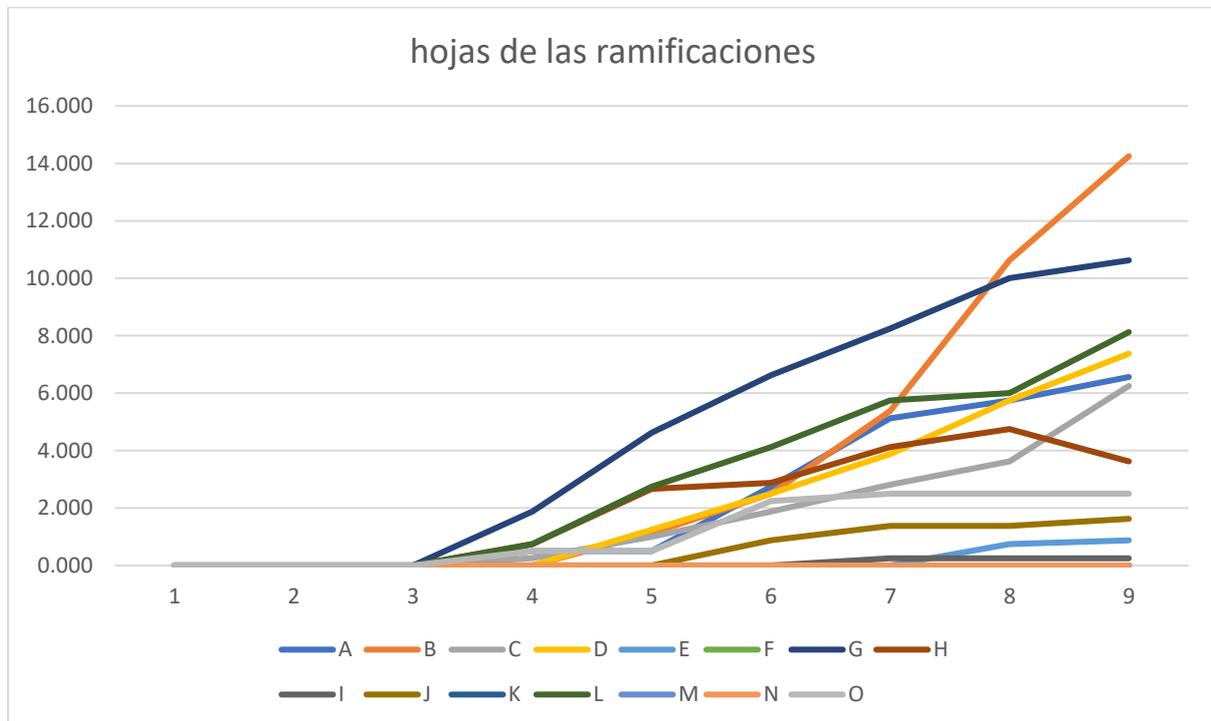
Anexo 1. Promedio del número de ramificaciones



Anexo 2. Dinámica de aumento del número de ramificaciones.

Promedio - bloques; número de hojas de las ramificaciones									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	2.750	5.125	5.750	6.563
B	0.000	0.000	0.000	0.000	1.125	2.500	5.375	10.625	14.250
C	0.000	0.000	0.000	0.250	1.000	1.875	2.813	3.625	6.250
D	0.000	0.000	0.000	0.000	1.250	2.500	3.875	5.750	7.375
E	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.750	0.875
F	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
G	0.000	0.000	0.000	1.875	4.625	6.625	8.250	10.000	10.625
H	0.000	0.000	0.000	0.750	2.667	2.875	4.125	4.750	3.625
I	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.250	0.250
J	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.875	1.375	1.375	1.625
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
L	0.000	0.000	0.000	0.750	2.750	4.125	5.750	6.000	8.125
M	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
N	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
O	0.000	0.000	0.000	0.500	0.500	2.250	2.500	2.500	2.500

Anexo 3. Promedio del número de hojas de las ramificaciones.



Anexo 4. Dinámica de aumento del número hojas de las ramificaciones.

Medidas de la maceta (bolsas de polietileno)	Valores
Altura (cm)	15
Radio (cm)	3
Área (cm²)	28.27
Volumen (cm³)	424.12
Volumen (m³)	0.000424116

Anexo 5. Medidas de la maceta (bolsa de polietileno) utilizada.