

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

TEMA:

EFECTOS DE TRES MÉTODOS PREGERMINATIVOS Y TRES SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN DE MELINA (***Gmelina arborea*** **Roxb**.) EN EL RECINTO SABANETILLAS, CANTÓN ECHEANDÍA PROVINCIA BOLÍVAR.

Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Agroforestal otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Agroforestal.

AUTORES:
MARIANO LAURIANO MUÑOZ RENDÓN
WILSON ALFREDO VERA RENDÓN

DIRECTORA DE TESIS:
ING. SONIA FIERRO BORJA Mg.

GUARANDA - ECUADOR
2012

EFECTOS DE TRES MÉTODOS PREGERMINATIVOS Y TRES SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN DE MELINA (***Gmelina arborea*** **Roxb**.*)* EN EL RECINTO SABANETILLAS, CANTÓN ECHEANDÍA PROVINCIA BOLÍVAR.

REVISADO POR:

……..……..

ING. AGR. SONIA FIERRO BORJA. Mg.

DIRECTORA DE TESIS.

……..…….

ING. MILTÓN BARRAGAN CAMACHO. M.Sc.

BIOMETRISTA.

APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE CALIFICACIÓN DE TESIS:

…….

ING. AGR. CÉSAR BARBERAN BARBERAN. Mg

ÁREA TÉCNICA.

.....

ING. AGR. NELSON MONAR GAVILANES. M.Sc.

ÁREA DE REDACCIÓN TÉCNICA.

DEDICATORIA

Al concluir una etapa de profesionalización y estudio, con fe y optimismo hemos tratado de alcanzar la excelencia académica; superando situaciones difíciles para así compensar el amor y sacrificio de quienes nos impulsaron, motivaron y encaminaron para llegar a culminar nuestra carrera.

La presente investigación fruto del esfuerzo y lucha constante, está dedicado con mucho cariño a nuestros PADRES; así como a nuestras ESPOSAS e HIJOS, por su comprensión y apoyo incondicional, quienes fueron nuestra inspiración para salir siempre adelante y así para poder alcanzar esta meta muy importante para todos los nuestros.

MARIANO LAURIANO MUÑOZ RENDÓN
WILSON ALFREDO VERA RENDÓN

.

AGRADECIMIENTO

Dejamos constancia de nuestro sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, a la Escuela de Ingeniería Agroforestal por abrirnos sus puertas y permitirnos ser una persona formada en sus aulas.

Un reconocimiento sincero a todos los docentes y amigos que día a día dejaron su esfuerzo en las aulas con el firme propósito de formarnos como profesionales competitivos.

Nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que con su apoyo incondicional y desinteresado contribuyeron en la culminación de nuestra carrera profesional y nuestro trabajo de investigación.

A nuestra familia, nuestros Padres y Hermanos que nunca se cansaron de apoyarnos.

Un reconocimiento especial a la Ing. Sonia Fierro B, Directora de Tesis; Ing. Milton Barragán C; Ing. César Barberán B. e Ing. Nelson Monar G, Miembros del Tribunal de Tesis porque siempre fueron formadores, guías y amigos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO **PÁGS**

I. INTRODUCCIÓN I

II. REVISIÓN DE LITERATURA 3

2.1. ORIGEN 3

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA MELINA 3

2.3. MORFOLOGÍA DE LA MELINA 3

2.3.1 Descripción 3

2.3.2. Raíz 4

2.3.3. Fuste 4

2.3.4. Copa 4

2.3.5. Corteza 4

2.3.6. Hojas 4

2.3.7. Flores 5

2.3.8. Frutos 6

2.3.9 Semillas 6

2.4. REQUERIMIENTOS EDÁFICOS Y CLIMÁTICOS 7

2.4.1. Clima 7

2.4.2. Edáficos 7

2.4.3. Manejo de la semilla 7

2.4.3.1. Almacenamiento 7

2.4.3.2. Consideraciones de la semilla en forma general 8

2.4.3.3. Métodos de siembra en semilleros y vivero 8

2.5. PROPAGACIÓN 9

2.5.1. Propagación por semilla 9

2.5.2. Propagación asexual 9

2.5.3. Producción por pseudoestacas 10

2.5.4. Propagación vegetativa 10

2.5.5. Condiciones de plantación de la melina 10

2.6. MANEJO DE PLANTACIÓN DE MELINA 11
2.6.1. Preparación mecánica para la plantación inicial en melina 11
2.6.2 Densidad de siembra en plantaciones establecidas 11
2.6.3. Riego 11
2.6.4. Fertilización en melina 12
2.6.5. Control de malezas 12
2.6.6. Control de plagas y enfermedades 12
2.6.7. Limitantes 13
2.6.8. Usos principales 13
2.7. SUSTRATOS 13
2.7.1. Aspectos generales de los sustratos 14
2.7.2. Propiedades físicas de los sustratos 15
2.7.3. Propiedades químicas de los sustratos 15
2.7.4. Tipos de sustrato que se emplean en el llenado de funda 16
2.7.5. Tipo de sustratos y sus características 16
2.7.6. Sustratos orgánicos 17
2.7.7. Turba 17
2.7.8. Restos de coníferas 17
2.7.9. Sustratos inertes 18
2.7.9.1. Gravas 18
2.7.9.2. Gravas de cuarzo 18
2.7.9.3. Gravas de piedras pómez 18
2.7.9.4. Gravas del río 19
2.7.9.5. Arenas 19
2.7.9.6. Tierra volcánica 19
2.7.9.7. Lana de roca 20
2.7.9.8. Poliestireno 20
2.8. MATERIA ORGÁNICA 20
2.8.1. Humus de lombriz 21
2.9. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS 22
2.9.1. Tratamientos de la semilla para la siembra 23

III. MATERIALES Y MÉTODOS 25
3.1. MATERIALES 25
3.1.1. Ubicación del experimento 25
3.1.2. Situación geográfica y climática 25
3.1.3. Zona de vida 25
3.1.4. Material experimental 26
3.1.5. Material de campo 26
3.1.6. Materiales de oficina 26
3.2. MÉTODOS 27
3.2.1. Factores en estudio 27
3.2.2. Tratamiento 28
3.3. PROCEDIMIENTO 29
3.4. TIPOS DE ANÁLISIS 29
3.4.1. Análisis de varianza (ADEVA) 29
3.4.2. Prueba Tukey 5% para comparar promedio factor A, factor B e interacción de factores. 29
3.4.3. Análisis de correlación y regresión simple. 29
3.4.5. Análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno . 29
3.5. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS 30
3.5.1. Días a la brotación (DB) 30
3.5.2. Porcentaje de brotación (PB) 30
3.5.3. Altura de planta (AP) 30
3.5.4. Diámetro de tallo (DT) 30
3.5.5. Número de hojas (NH) 31
3.5.6. Longitud de hoja (LH) 31
3.5.7. Ancho de hoja (AH) 31
3.5.8. Longitud de pecíolo (LP) 31
3.5.9. Diámetro de pecíolo (DP) 31
3.5.10. Número de ramas (NR) 32
3.5.11. Longitud de ramas (LR) 32
3.5.12. Volumen radicular (VR) 32
3.5.13. Porcentaje de sobrevivencia (PSV) 32

3.5.14. Incidencia y severidad de ataque de plagas y enfermedades (ISPE) 33
3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO 33
3.6.1. Construcción de cobertizo 33
3.6.2. Recolección de sustratos 33
✓ Tierra de huerta 33
✓ Arena 34
✓ Pulpa de café 34
3.6.3. Preparación del sustrato 34
3.6.4. Desinfección del sustrato 34
3.6.5. Llenado de fundas 34
3.6.7. Obtención de semillas 35
3.6.8. Prueba de germinación 35
3.6.9. Tratamientos pre-germinativos 35
✓ Escarificación con ácido nítrico 35
✓ Tratamiento con agua caliente 35
✓ Remojo en agua fría 35
3.6.10. Siembra 36
3.6.11. Riegos 36
3.6.12. Raleo 36
3.6.13. Control de malezas 36
3.6.14. Control fitosanitario 37

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 38

1. DÍAS A LA BROTACIÓN (DB); PORCENTAJE DE BROTACIÓN (PB) Y PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE PLANTAS A LOS 90 DÍAS (PSP 90 DÍAS). 38
2. ALTURA DE PLANTAS A LOS 30, 60 y 90 DÍAS (cm). 50
3. DIÁMETRO DEL TALLO EN mm A LOS 30; 60 Y 90 DÍAS 61
4. NÚMERO DE HOJAS A LOS 30; 60 Y 90 DÍAS 72
5. LONGITUD DE LA HOJA EN cm A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS 84
6. ANCHO DE LA HOJA EN cm A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS 96

7. LONGITUD DEL PECÍOLO EN cm A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS 107
8. DIÁMETRO DEL PECÍOLO EN mm A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS..... 117
9. VOLUMEN RADICULAR EN cm^3 (VR)..... 127
10. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)..... 132
11. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL..... 133
12. ANÁLISIS ECONÓMICO 135
12.1. Análisis de Dominancia 137
12.2. Análisis de la Tasa Marginal de Retoro (TMR %). 138

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 140
5.1. CONCLUSIONES 140
5.2. RECOMENDACIONES..... 142

VI. RESUMEN Y SUMMARY 143
6.1. RESUMEN..... 143
6.2. SUMMARY. 145

VII. BIBLIOGRAFÍA..... 147

ANEXOS.

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO No. **PÁGS**

1. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en las variables días a la brotación; porcentaje de brotación y porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días. 38
2. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en las variables días a la brotación; porcentaje de brotación y porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días. 42
3. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de la interacción de factores A x B en las variables días a la brotación; porcentaje de brotación y porcentaje de sobrevivencia de plantas 90 días. 46
4. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable altura de plantas a los 30; 60 y 90 días. 50
5. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable altura de plantas a los 30; 60 y 90 días 53
6. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores A x B en la variable altura de plantas a los 30; 60 y 90 días 57
7. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable diámetro del tallo a los 30, 60 y 90 días. 61
8. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo a los 30; 60 y 90 días 65
9. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores A x B en la variable diámetro del tallo a los 30; 60 y 90 días 68

10. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable número de hojas a los 30; 60 y 90 días. 72
11. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de sustratos en la variable número de hojas a los 30; 60 y 90 días..... 76
12. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de la interacción de factores AxB en la variable número de hojas a los 30; 60 y 90 días..... 80
13. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable longitud de la hoja a los 30; 60 y 90 días. 84
14. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable longitud de la hoja a los 30; 60 y 90 días..... 88
15. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable longitud de la hoja a los 30; 60 y 90 días..... 92
16. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días. 96
17. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días..... 100
18. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días..... 103
19. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable longitud del pecíolo a los 30; 60 y 90 días. 107

20. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable longitud del pecíolo a los 30; 60 y 90 días. 110
21. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable longitud del pecíolo a los 30; 60 y 90 días. 113
22. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable diámetro del pecíolo a los 30; 60 y 90 días. 117
23. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable diámetro del pecíolo a los 30; 60 y 90 días. 121
24. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable diámetro del pecíolo a los 30; 60 y 90 días. 124
25. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable volumen de la raíz. 127
26. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable volumen de la raíz. 129
27. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable volumen de la raíz. 130
28. Análisis de correlación y regresión lineal 133
29. Análisis económico de presupuesto parcial en la producción de plantas de Melina. 136
30. Análisis de dominancia. 137
31. Cálculo de la TMR 138

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO No. **PÁGS**

1. Métodos pregerminativos en la variable días a la brotación. 39
2. Métodos pregerminativos en la variable porcentaje de brotación. 39
3. Métodos pregerminativos en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días. 40
4. Tipos de sustratos en la variable días a la brotación. 43
5. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de brotación. 43
6. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días. 44
7. Interacción de factores (AxB) en la variable días a la brotación. 47
8. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de brotación. 47
9. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días. 48
10. Métodos pregerminativos en la variable altura de plantas a los 30 días. 51
11. Métodos pregerminativos en la variable altura de plantas a los 60 días. 51
12. Métodos pregerminativos en la variable altura de plantas a los 90 días. 52
13. Tipos de sustratos en la variable altura de plantas a los 30 días. 54
14. Tipos de sustratos en la variable altura de plantas a los 60 días. 54
15. Tipos de sustratos en la variable altura de plantas a los 90 días 55
16. Interacción de factores (AxB) en la variable altura de plantas a los 30 días. . 58
17. Interacción de factores (AxB) en la variable altura de plantas a los 60 días. . 58
18. Interacción de factores (AxB) en la variable altura de plantas a los 90 días. . 59
19. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del tallo a los 30 días. 62
20. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del tallo a los 60 días. 62
21. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del tallo a los 90 días. 63
22. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo a los 30 días. 66
23. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo a los 60 días. 66
24. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo a los 90 días. 67
25. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del tallo a los 30 días. 69

26. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del tallo a los 60 días. 69
27. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del tallo a los 90 días. 70
28. Métodos pregerminativos en la variable número de hojas a los 30 días. 73
29. Métodos pregerminativos en la variable número de hojas a los 60 días. 73
30. Métodos pregerminativos en la variable número de hojas a los 90 días. 74
31. Tipos de sustratos en la variable número de hojas a los 30 días. 77
32. Tipos de sustratos en la variable número de hojas a los 60 días. 77
33. Tipos de sustratos en la variable número de hojas a los 90 días. 78
34. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas a los 30 días. . 81
35. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas a los 60 días. . 81
36. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas a los 90 días. . 82
37. Métodos pregerminativos en la variable longitud de la hoja a los 30 días. 85
38. Métodos pregerminativos en la variable longitud de la hoja a los 60 días. 85
39. Métodos pregerminativos en la variable longitud de la hoja a los 90 días. 86
40. Tipos de sustratos en la variable longitud de la hoja a los 30 días..... 89
41. Tipos de sustratos en la variable longitud de la hoja a los 60 días..... 89
42. Tipos de sustratos en la variable longitud de la hoja a los 90 días..... 90
43. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de la hoja a los 30 días..... 93
44. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de la hoja a los 60 días..... 93
45. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de la hoja a los 90 días..... 94
46. Métodos pregerminativos en la variable ancho de la hoja a los 30 días. 97
47. Métodos pregerminativos en la variable ancho de la hoja a los 60 días. 97
48. Métodos pregerminativos en la variable ancho de la hoja a los 90 días. 98
49. Tipos de sustratos en la variable ancho de la hoja a los 30 días. 101
50. Tipos de sustratos en la variable ancho de la hoja a los 60 días. 101
51. Tipos de sustratos en la variable ancho de la hoja a los 90 días. 102
52. Interacción de factores (AxB) en la variable ancho de la hoja a los 30 días. 104
53. Interacción de factores (AxB) en la variable ancho de la hoja a los 60 días. 104
54. Interacción de factores (AxB) en la variable ancho de la hoja a los 90 días. 105

55. Métodos pregerminativos en la variable longitud del pecíolo a los 30 días. 108
56. Métodos pregerminativos en la variable longitud del pecíolo a los 60 días. 108
57. Métodos pregerminativos en la variable longitud del pecíolo a los 90 días. 109
58. Tipos de sustratos en la variable longitud del pecíolo a los 30 días. 111
59. Tipos de sustratos en la variable longitud del pecíolo a los 60 días. 111
60. Tipos de sustratos en la variable longitud del pecíolo a los 90 días. 112
61. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud del pecíolo a los 30 días..... 114
62. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud del pecíolo a los 60 días..... 114
63. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud del pecíolo a los 90 días..... 115
64. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del pecíolo a los 30 días. 118
65. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del pecíolo a los 60 días. 118
66. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del pecíolo a los 90 días. 119
67. Tipos de sustratos en la variable diámetro del pecíolo a los 30 días. 122
68. Tipos de sustratos en la variable diámetro del pecíolo a los 60 días. 122
69. Tipos de sustratos en la variable diámetro del pecíolo a los 90 días. 123
70. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del pecíolo a los 30 días..... 125
71. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del pecíolo a los 60 días..... 125
72. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del pecíolo a los 90 días..... 126
73. Métodos pregerminativos en la variable volumen de la raíz..... 128
74. Tipos de sustratos en la variable volumen de la raíz..... 129
75. Interacción de factores (AxB) en la variable volumen de la raíz. 130

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO No.

1. Mapa de la ubicación del ensayo.
2. Base de datos.
3. Fotografías del manejo del ensayo.
   Preparación de la solución con ácido nítrico.
   Preparación de sustratos.
   Distribución de las unidades experimentales.
   Desinfección del sustrato.
   Identificación de tratamientos.
   Siembra del ensayo.
   Evaluación de altura de plantas a los 90 días.
   Visita del tribunal de calificación de tesis.
   Evaluación de la longitud de la hoja a los 90 días.
   Evaluación del porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días.
4. Glosario de términos técnicos.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la ecología se ve afectada por la constante deforestación de la superficie terrestre, año a año las masas arbóreas han venido disminuyendo en algunos países centro americanos y tercermundista por la tala indiscriminada de los bosques, originando procesos de desertización y degradaciones de los suelos; situación que preocupa a los gobiernos que están tomando acciones tendientes a los procesos de preservación de los bosques. Esta destrucción de las áreas forestales y la generación de fenómenos erosivos han permitido que la población de las zonas afectadas se empobrezcan y por lo tanto sus posibilidades de desarrollo se restrinjan, disminuyendo su calidad de vida (Agrosoft Ltda. 2000).

A nivel mundial el mayor productor de melina es la India, Indonesia, que es una importante fuente maderera en las regiones tropicales de Asía
En nuestro continente los principales productores son: Honduras, México, Brasil, Costa Rica (Rojas, F. y Arias, D. 2004).

En Ecuador no existe una cantidad definida en hectáreas cultivadas de melina; ya que a final del año 2004 hizo su aparición en el país y debido a su rápido crecimiento y sus diferentes usos a despertando el interés de los agricultores especialmente en la Provincia de los Ríos en la ciudad de Quevedo específicamente, encontrándose poca área sembrada a nivel de experimentos en el INIAP, pero no se cuenta con estadísticas de explotación de melina por ser especie forestal introducida en la cual encuentran una gran alternativa para los procesos de forestación y mejoramiento de calidad de vida, sin embargo, la multiplicación de esta especie se está realizando por semillas (vía sexual) cuyo origen y características fenológicas se desconocen (INIAP. 2004).

De la selección de sustratos apropiados que serán utilizados como medios de propagación de algunas especies forestales dependerá la rapidez de la germinación de la semilla, además tienen como función servir de sostén a las plantas,

proporcionar nutrientes y facilitar el desarrollo de la raíz y la absorción de agua, el sustrato o el suelo artificial deben suministrar a la planta, al igual que el suelo mineral, las cantidades adecuadas de aire, y nutrientes minerales (Bohórquez, D. 2007).

En la semilla de varias especies, existen bloqueos naturales, de tipo físico o bioquímico, son estrategias de las especies para conservar la viabilidad por largos periodos. En el caso de los viveros, es indispensable romper dichos bloqueos, o de lo contrario la permanencia en las eras es muy larga, sometiéndose a diversos riesgos y más costos, en especial una germinación heterogénea, que entrega para el transplante plántulas de diferentes tamaños y vigor. Para la superación de las condiciones que detienen la germinación, se hace necesarios los tratamientos pregerminativos. Es preciso acelerar el proceso de germinación y crecimiento de las plántulas, para evitar riesgos por su mayor permanencia en vivero (Trujillo, E. 2002).

En la presente investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- ✓ Determinar las características morfológicas que presenta la planta de melina en cada uno de los tratamientos.

- ✓ Determinar cuál es el método pregerminativo más adecuado en su propagación.

- ✓ Evaluar el mejor tipo de sustrato para obtener el desarrollo de la planta.

- ✓ Realizar el análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno (TMR %).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN

La Melina ***Gmelina arborea*** Roxb es nativa de la India del suroeste de Asia, Neplas Bangladesh, Sr Lauka, Paquistan, Malacia y el sureste de China (Rojas, F. y Arias, D. 2004).

2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DE LA MELINA

Reino	Vegetal
Tipo	Espermatofita
Subtipo	Angiosperma
Clase	Monocotiledónea
Orden	Tubifloras
Familia	Verbenaceae
Género	Gmenelina
Especie	arbórea
Nombre Científico	***Gmelina arborea***

(Rojas, F. y Arias, D. 2004).

2.3. MORFOLOGÍA DE LA MELINA

2.3.1 Descripción

La (***Gmelina arborea*** Roxb), es una especie de rápido crecimiento, oportunista en los bosques húmedos y se clasifica como una pionera de vida larga. Su capacidad de rebrote es excelente y los brotes presentan un crecimiento rápido y vigoroso. Es caducifolia, en las zonas secas, puede llegar a medir 30 m de altura y presentar

más de 80 cm de diámetro. Crece usualmente con un fuste limpio de 6 hasta 9 m y con una copa cónica (Alizaga, R. et. al. 2001).

2.3.2. Raíz

Presenta un sistema radical profundo, aunque puede ser superficial u otras limitantes de profundidad (Barquero, M. 1987)

2.3.3. Fuste

Tiene un fuste marcadamente cónico, por lo regular de 50 – 80 cm de diámetro, en ocasiones hasta 143 cm, sin contrafuertes pero en ocasiones engrosado en la base (Barrantes, G. 1999)

2.3.4. Copa

Presenta una copa amplia en sitos abiertos, pero en plantación su copa es densa y compacta (Moya, R. 2004)

2.3.5. Corteza

Lisa o escamosa, de marrón pálida a grisácea; en árboles de 6 – 8 años de edad se exfolia en la parte engrosada de la base del tronco y aparece una nueva corteza, de color más pálido y lisa (Alfaro, M. et. al. 2002)

2.3.6. Hojas

Grandes (10-20 cm de largo), simples, opuestas, enteras, dentadas, usualmente más o menos corazonadas, de 10 - 25 cm de largo y 5 – 18 cm de ancho,

decoloradas, el haz verde glabra, el envés verde pálido y aterciopelado, nerviación reticulada, con nervios secundarios entre 3 y 6 pares y estipulas ausentes.

Usualmente, la especie vota las hojas durante los meses de enero o febrero en casi todas las regiones donde se cultiva. Las hojas nuevas se producen en marzo o a principios de abril (Moya, R. 2004)

2.3.7. Flores

Numerosas, amarillo–anaranjadas, en racimos, monoicas perfectas, cuya inflorescencia es un racimo o panícula cimosa terminal, cáliz tubular, corola con 4 – 5 sépalos soldados a la base del ovario, de color amarillo brillante, cáliz 2.5 cm de largo y 4 estambres.

La floración ocurre justo cuando las hojas han caído o cuando las nuevas hojas comienzan a desarrollarse. En su área la melina florece en los meses de febrero a abril.

En Centroamérica la floración se presenta, usualmente entre diciembre y febrero pero en general, en América Tropical florece de febrero a marzo, prolongándose en ocasiones hasta abril.

La melina arbórea inicia su época de floración y fructificación entre los 6 – 8 años, sin embargo en algunas plantaciones en Costa Rica florece a partir del tercer año (Alfaro, M. et. al. 2002).

2.3.8. Frutos

Es un fruto carnoso tipo drupa de forma ovoide u oblonga, carnoso, suculento, con pericarpio coriáceo y endocarpio óseo, de color verde lustroso, tornándose amarillo brillante al madurar, momento en el que caen al suelo, lo que facilita su recolección.

Entre los frutos caídos naturalmente del árbol, los más indicados de recolectar son los de color verde amarillento, debido a que tienen el mayor porcentaje de germinación (Moya, R. 2004)

2.3.9 Semillas

Las semillas de esta especie se encuentran formando parte del endocarpio del fruto, son de forma elipsoidal, comprimidas, de 7- 9 mm de largo; testa color café, lisa, opaca, membranosa, muy delgada; el embrión es recto comprimido de color amarillo – crema – ocupa toda la cavidad de la semilla; los cotiledones son dos, grandes, planos, carnosos, y elipsoidales; la radícula es inferior corta. Hay de 1 a 4 semillas por fruto, con promedio de 2.2 semillas / fruto, aunque se ha demostrado que el número de semillas por fruto varía dependiendo del origen de la fuente semillero (Gamboa, M. 1999).

2.4. REQUERIMIENTOS EDÁFICOS Y CLIMÁTICOS

2.4.1. Clima

Parámetros ambientales	Ámbito
Distribución altitudinal	0 - 900 msnm
Precipitación	1.000 a 4000 (mm) anuales
Temperatura	18 a 38º C
Región de lluvia	8 a 9 meses

Fuente: BIBLIOTECA DE CONSULTA ENCARTA® 2009

2.4.2. Edáficos

Textura de suelos	Franco y franco arcilloso
pH de Suelos	5.6
Topografía	Terrenos planos y ondulados

Fuente: BIBLIOTECA DE CONSULTA ENCARTA® 2009

2.4.3. Manejo de la semilla

2.4.3.1. Almacenamiento

La semilla de la melina se considera ortodoxa, lo que representa una ventaja desde el punto de vista del almacenamiento, se recomienda empacarla en bolsas plásticas selladas dentro de recipientes herméticos, ya que a temperatura ambiente la vialidad se reduce rápidamente (Trujillo, E. 2002)

2.4.3.2. Consideraciones de la semilla en forma general

Es conveniente sembrarla en pequeñas parcelas provisionales que constituyen el semillero. En estas las pequeñas plántulas pueden emerger con mayor facilidad y ser atendidas con mayor eficacia desde todos los puntos de vista el riego, los deshierbes, los tratamientos antiparasitarios son labores fácilmente practicadas en el semillero (Calderón, E.1990)

Se recomienda para la construcción de un semillero un marco de caña guadua, tablón, ladrillo, u otro material, el tamaño recomendable es de 1 m de ancho, por 0, 2 m de alto y de longitud variable, dependiendo ésta de la semilla disponible o del número de plantas que requieran (INIAP. 1989)

La semilla de melina puede perder hasta un 23 % de su capacidad germinativa en 24 horas, y reducirse prácticamente al 0% al cabo de una semana si las condiciones de trasporte y manejo o acondicionamiento no son adecuadas (Barquero, M. 1987)

La propagación de la melina para establecimientos y plantaciones puede realizarse por medio de semillas o estacas enraizadas, en reforestaciones y agroforesteria, tienden a usar las semillas para establecer las plantaciones. Mientras que los grandes proyectos con programas de mejoramientos de desarrollo el uso de estacas enraizadas (Trujillo, E. 2002)

2.4.3.3. Métodos de siembra en semilleros y vivero

Las semillas se siembran en surcos a una densidad baja. No debe sembrarse muy profunda y debe cubrirse con una capa delgada de sustrato (Rojas, F. y Arias, D. 2004)

La siembra directa consiste en sembrar directamente en la funda de una a tres semillas a 1 cm de profundidad. Posteriormente, se puede eliminar o no plantas. En este sistema después de la siembra es necesario cubrir las camas con hojas secas para conservar la humedad, evitando que las semillas afloren a la superficie debido a la acción mecánica del agua o irrigación (INIAP. 1989).

En los semilleros la siembra suele realizarse al voleo y usando una gran cantidad de semilla por unidad de superficie, de tal modo que al emerger las plantas puedan quedar entre sí a distancia de 3 a 4 cm unas de otras (Calderón, E. 1990)

Considera que el vivero es un lugar de permanencia definitiva de las plantas en su proceso se multiplicación de cuyas características, manejo y atención dependerá en gran parte la calidad de los individuos producidos (Barrantes, G. 1999).

2.5. PROPAGACIÓN

2.5.1. Propagación por semilla

Para su propagación a nivel del semillero y vivero se recomienda dejar la semilla en agua durante la noche y ponerla al sol durante el día por cinco días luego de ese periodo, cuando las semillas muestran síntomas de pregerminación se procede a su siembra las semillas que floten deben ser desechadas (Rojas. F. y Arias, D. 2004)

2.5.2. Propagación asexual

Uno de estos métodos de propagación es por esquejes en la cual se recomienda sumergir la base en estimulantes y posteriormente se plantan en camas de arena; después de 14 días los esquejes son transplantados en los envases de polietileno

en donde permanecerán hasta llevar al lugar definitivo tiempo promedio de 2 a 6 meses (Gamboa, M. 1999)

2.5.3. Producción por pseudoestacas

La melina es una de las especies forestales con facilidad para propagarse vegetativamente, la vía clonal o asexual es la más indicada para logar la variancia genética, además permite homogenizar y disminuir costos en manejo de plantación; posee gran cantidad de rotación y enraizamiento que facilita la propagación utilizando seudo estacas, a una distancia de 20 x 20 cm cuando tengan de 1 y 2,5 cm de diámetro en el cuello de la raíz utilizando 2 o 3 yemas conservando solo la raíz principal (Trujillo, E. 2002)

2.5.4. Propagación vegetativa

Se usan estacas provenientes de ramas jóvenes, con diámetro entre 3 y 6 mm y longitud 4 a 6 cm conservando 2 o más nudos y una hoja superior eliminando entre nudos terminal y basal muy lignificados. Se use ácido indol butílico (0,2% 0 2000 gpm), en polvo diluido con alcohol con enraizante, introduzca la base de la estaca por unos segundos y siembre inmediatamente en un sustrato franco arenoso (Trujillo, E. 2002)

2.5.5. Condiciones de plantación de la melina

Con una altitud sugerida de 0 a 1300 msnm con una temperatura media de 25ºC, con lluvia anual de 1000 a 3600 mm con resistencia a periodo seco.

Preferentemente suelos profundos (menor 50 cm), bien drenados aunque es tolerante a sitios húmedos y temperamental inundados, requiere también suelos

francos arcillosos y soporta también suelos ácidos con tendencia a la neutralidad y compactados (Trujillo, E. 2002)

2.6. MANEJO DE PLANTACIÓN DE MELINA

2.6.1. Preparación mecánica para la plantación inicial en melina

El terreno se prepara con un máximo laboreo de arado y rastrillado en suelos compactado por el uso anterior ya sea por cultivos o por la ganadería; se recomienda el alomillado para propiciar un mayor desarrollo radicular al proveer de aire al sustrato y la raíz si la topografía no permite el uso de maquinaría se debe hacer una adecuada preparación del suelo eliminando los obstáculos y elaborado los hoyos donde se plantarán los árboles (Gamboa, M. 1999)

2.6.2 Densidad de siembra en plantaciones establecidas

El espaciamiento empleado depende del objetivo final del cultivo; la distancia de siembra más aconsejable para la producción de madera es de 3 x 3 m^2 (Rojas, F. y Arias, D, 2004)

2.6.3. Riego

En épocas secas, el riego deberá efectuarse dependiendo de las condiciones ambientales y las propiedades físicas del suelo. Es fundamental mantener una humedad relativa para obtener un buen desarrollo de las plantas (INIAP. 1995)

2.6.4. Fertilización en melina

No hay gran experiencia reportada en la literatura sobre el efecto de la fertilización sobre el crecimiento de la especie a nivel de plantación, sin embargo algunos ensayos señalan que la aplicación de triple 15 (NPK) mejora el crecimiento en plantaciones de un año cuando se aplica dosis de 150 gr por planta (Gamboa, M. 1999).

2.6.5. Control de malezas

Antes de la siembra y durante los tres primeros años se recomienda la eliminación de la vegetación indeseable establecido tres limpias por años, y de esta forma reducir la competencia por luz, nutrientes; este control puede hacerse, manual, mecánica, química o mixto (Moya, R. 2004)

2.6.6. Control de plagas y enfermedades

Independientemente del sistema de producción, los principales problemas de melina en vivero son las hormigas, y la heterogeneidad de su crecimiento, para lo cual se recomienda el empleo de gasolina en forma de roció en los caminos y nidos de los hormigueros, las mismas que atacan y defolian severamente los brotes y reducen la vialidad de las plantas ya que disminuir el área foliar se ve afectada la eficiencia fotosintética y la nutrición de la especie y consecuencia su desarrollo.

Presenta ataques del insecto barrenador ***Calopepla leayana*** y fungosas de ***Poria rhizomorpha*** (Trujillo, E. 2002)

La podredumbre de la raíz, (mal del talluelo) causado por el Damping off para lo cual es necesario un estricto control de la humedad, tanto de riego como de lluvia

(evitando exceso y déficit y la separación de semilla por tamaño (Gamboa, M. 1999)

2.6.7. Limitantes

La capa de hojas que quedan sobre el suelo hace susceptibles a las plantaciones de esta especie al fuego durante los períodos secos. Se presenta ramoneo por fauna herbívora, en las plantaciones en estado juvenil (Trujillo, E. 2002)

2.6.8. Usos principales

La madera de la melina es razonablemente fuerte, se utiliza en construcciones de muebles, carrocerías, instrumentos musicales, paneles de puertas, ventanas, almarios, edificaciones de barcos, como también se utiliza para chapeado de puertas, tableros de dibujo, etc. Por su durabilidad, estabilidad y ligero peso tiene múltiples usos.
La raíz y la corteza del árbol de melina son laxantes estomacales, mejora el apetito, es útil en alucinación controla dolores abdominales, sensación ardiente, fiebre y descargas urinarias.

La goma de la hoja se aplica para relevar dolores de cabeza, y el jugo se utiliza como colada para las úlceras. Las flores son dulces y se utilizan en enfermedades de la lepra y de la sangre (Agrosoft .Ltda. 2000)

2.7. SUSTRATOS

Los sustratos son una mezcla o compuestos de materiales activados o inertes, los mismos que son usados como medios de propagación de algunas especies forestales, los sustratos están formados por fragmentos de diferentes materiales, resultados complejo de partículas de materiales rocosos y materiales

característicos también los sustratos pueden estar constituidos por ciertos organismos vivientes o muertos. De la selección de sustratos apropiados dependerá la rapidez de la germinación de la semilla (Ansorena, J.1994)

Se puede emplear tierra de montaña, tierra de cacao, mezclada con pulpa de café descompuesta, o en su defecto una mezcla de tres partes de tierra de montaña, más una parte de pulpa de café o gallinaza. En este caso se debe desmenuzar bien el sustrato a emplearse, así como la pulpa de café o gallinaza mezclándola previamente con una pala antes de pasarla a través de una cernidera (INIAP. 1995)

2.7.1. Aspectos generales de los sustratos

Además de servir de soporte y anclaje de la planta, el sustrato o el suelo artificial deben suministrar a la planta, al igual que el suelo mineral, las cantidades adecuadas de aire, y nutrientes minerales. Si las proporciones de estos componentes no son las adecuadas, el crecimiento de la planta puede verse afectado y originar diversas fitopatologías, entre las cuales cabe citar:

Asfixia debida a la falta de oxígeno, que impide la respiración de las raíces y de los organismos vivos que habitan el suelo.
Deshidratación debida a la falta de agua, que puede llegar a producir la muerte de la planta.

Exceso o carencia de nutrientes minerales desequilibrio entre sus concentraciones, que limita el crecimiento de las plantas.

Enfermedades producidas indirectamente por las causas anteriores, al volverse las plantas más susceptibles a la ataque de virus, bacterias, hongos (Biblioteca de la Agricultura. 1998)

El sustrato debe estar constantemente húmedo pero jamás encharcado o reseco. Para ello se recomienda el riesgo por nebulización usando gotas muy finas (Barrantes, G. 1999).

Las características de los sustratos y consistencia adecuada para mantener la semilla en su sitio, el volumen no debe variar drásticamente con los cambios de humedad, una textura media para asegurar un drenaje adecuado y buena parcialidad de retención de humedad. La fertilidad adecuada libre de sales y materias orgánicas no mineralizadas. El sustrato debe ser una mezcla de arcilla, materia orgánica y arena (Ansorena, J. 1994).

2.7.2. Propiedades físicas de los sustratos

Si al hablar de sustratos la materia mineral disminuye mucho y es ocupada por la orgánica. Las proporciones de las fases sólida, líquida, y gaseosa en un medio de cultivo varía con la naturaleza del medio y con condiciones exteriores drenaje, temperatura, humedad, etc. lo primero que llama la atención es la proporción muy inferior de fases sólida de sustrato respecto al suelo mineral (no hay que olvidar que la materia orgánica tiene mucha porosidad), lo que indica que, en un volumen determinado de sustrato habrá más espacio disponible para el agua y aire que en un mismo suelo mineral. Esto explica que las plantas puedan desarrollarse en volúmenes de sustrato reducido, como los contenidos en una maceta (Biblioteca de la Agricultura. 1998)

2.7.3. Propiedades químicas de los sustratos

La acidez o pH es uno de los parámetros más importantes a la hora de caracterizar un sustrato, ya que de su valor dependerán:
La posible presencia de compuestos de aluminio o manganeso, que son tóxicos para los organismos de las plantas y limitan su crecimiento.

La asimilabilidad de nutrientes minerales, ya que su disponibilidad para las raíces de la planta depende en gran medida del pH.
La cantidad de nutrientes retenidos como reserva en el complejo de cambio, ya que la capacidad de la materia orgánica aumenta mucho con el peaje. De ahí la importancia de conocer el valor de la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y el pH del sustrato (Biblioteca de la Agricultura. 1998)

2.7.4. Tipos de sustrato que se emplean en el llenado de funda

Los suelos para llenar fundas, son fabricados mediante la realización de mezclas hasta conseguir las características que se consideran más apropiadas para el desarrollo radical en el ambiente de ellos, se recomiendan las siguientes mezclas de suelos (Calderón, E. 1990)

2 Pares de migajón o suelo franco.
1 Parte de arena.
1 Parte de arena cernida
5 Kg. de caliza agrícola por metro cúbico
2 Kg. de superfosfato simple por metro cúbico
1 Kg. de nitrato de amonio por metro cúbico
0,5 k sulfato fe potasio por metro cúbico

Se recomienda llenar las fundas con la mejor tierra disponible. El suelo superficial de montaña virgen es el más apropiado (INIAP. 1995)

2.7.5. Tipo de sustratos y sus características

Los sustratos se dividen en orgánicos e inorgánicos. Los primeros pueden estar principalmente constituidos por turba o por algún resto vegetal como la corteza de pino, y presentan su propia dinámica puesto que, al ser orgánicos, tienden a

mineralizarse. Los segundos están constituidos por diversos materiales orgánicos y suelen ser el producto o el subproducto de algún tipo de industria (Biblioteca de la Agricultura. 1998)

2.7.6. Sustratos orgánicos

Son los que se producen de material orgánico vegetal más o menos humificado. La más conocida y estudiada es la turba, pero actualmente, se utilizan con un cierto éxito algunos restos de coníferas como las cortezas y las agujas de pino (Bohórquez, D. 2007)

2.7.7. Turba

Se define como la forma disgregada de la vegetación en un pantano, descompuesta de modo incompleto a causa del exceso de agua y la falta de oxígeno que se va depositando con el transcurso del tiempo, lo que favorece la formación de extractos más o menos densos de materia orgánica (Barquero, M. 1987)

2.7.8. Restos de coníferas

Uno de los suelos artificiales que han dado un buen rendimiento son los restos vegetales de diversas especies. Entre los más destacados podemos citar las cortezas y las agujas de ***pinus ssp***. Las cortezas y las agujas tienen una densidad real muy elevada, del orden de 2,00 y 1,90 respectivamente, que aseguran una buena retención de agua y aire (Biblioteca del Campo. 1995)

2.7.9. Sustratos inertes

2.7.9.1. Gravas

Existe en el mercado tres tipos de gravas

2.7.9.2. Gravas de cuarzo

Provienen de las rocas silíceas o ácidas. Debe procurarse que sus gránulos no sean muy grandes y que sus aristas no se han muy aguadas. Tienen mala retención de agua por lo que hay que regar con frecuencia (Biblioteca del Campo. 1995)

2.7.9.3. Gravas de piedras pómez

Provienen de rocas basálticas o básicas (con poco contenido de cilicio) a diferencia de las de cuarzo, presentan muy buenas propiedades físicas. Para una granulometría de 2 a 15 mm, el volumen de porosidad es del 85% sobre el total.
La Pomina (piedra pómez) procedente de Italia y de origen volcánico, sirve también como mezcla para mantener el sustrato drenado, suelto y ventilado. Debido a su procedencia presenta una estructura porosa con un pH neutro de más o menos 7, tiene muy poco peso específico con una capacidad de absorber agua lentamente en proporciones peso/volumen cercanas a la unidad sin peligro de bolsas o encharcamientos. Otra gran propiedad es su gran potencia de aireación, con intercambio gaseoso aerobio que evita la formación de bolsas con bacterias anaerobias, responsables de la podredumbre de las raíces (Biblioteca de la Agricultura. 1998).

2.7.9.4. Gravas del río

También pueden ser utilizadas como sustrato, pero presentan el mismo problema de porosidad que las gravas de cuarzo (Bohórquez, D. 2007).

2.7.9.5. Arenas

Al igual que las gravas, las arenas son sustratos naturales. Solo son aceptables por el cultivo las arenas silíceas o cuyo componente mayoritario sea el cuarzo. Las arenas que se utilizan en la agricultura suelen ser las del río (silíceas) puesto que, en muchos países, la extracción de arenas de playa o calcárea a menudo esta prohibida por la ley. La única diferencia con las gravas descritas en el punto anterior es la granulometría. El diámetro de las arenas se sitúa alrededor de 2 a 0,05 mm Con el tiempo, la arena se meteoriza y pierde su propiedad de aireación, aunque suele durar varios años.

Las partículas de arena son formadas principalmente de cuarzo, feldespato, y micas, su tamaño oscila entre 1mm y 0,05 mm de diámetro, se origina por la desintegración química y mecánica de las rocas por acción de la meteorización y abrasión, los suelos arenosos son livianos y drenan bien pero por lo general carecen de estructura, pierden agua muy rápido y no retiene la nutrición de las plantas (Ansorena, J. 1994)

2.7.9.6. Tierra volcánica

Como la grava y la arena, la tierra volcánica es un sustrato natural, pero su origen es volcánico. Sus dimensiones varían entre unos milímetros y 1,5 cm La tierra volcánica, de un color rojizo, presenta una gran porosidad, lo que le confiere al sustrato una gran aireación, es un sustrato pobre en lo que se refiere a la retención de agua. Se emplea a menudo como decoración superficial para las plantas

ornamentales, colocado en una fina capa encima de otro sustrato de macetas, contenedores y jardines (Biblioteca de la Agricultura. 1998)

2.7.9.7. Lana de roca

Es un material orgánico obtenido a partir de la mezcla de dolerita (60%), roca calcárea (20%) y carbón (20%) todo disuelto a 1600 grados centígrados. Tienen un gran poder de retención de agua a potenciales hídricos bajos, además el agua retenida aumenta poco a poco desde la parte superior del contenedor hasta la parte del fondo. Suele mezclarse con otros sustratos para asociar distintas propiedades (Ansorena, J. 1994)

2.7.9.8. Poliestireno

Se trata de una materia termoplástica por polimerización del estireno. Se obtiene al calentarse un sustrato artificial formado por partículas redondas blancas cuyo diámetro oscila entre 4 y 12 mm Presenta poco peso, poca capacidad de agua y una gran aireación. Su pH es de 6 a 6,5 (Barquero, M. 1987)

2.8. MATERIA ORGÁNICA

Resulta de la acumulación y descomposición de residuos animales y vegetales. Cuando está bien descompuesta recibe el nombre de “Humus”. Además de ser una fuente de nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre, la materia orgánica tiene influencia sobre algunas propiedades del suelo tales como; estructura, porosidad, retención del agua, retención de cationes intercambiables, población de microorganismos y fijación de fósforo. Es una fracción indispensable para mantener la fertilidad del suelo dado que mantiene y mejora las características tanto físicas como químicas (Biblioteca del Campo. 1995).

La materia orgánica se origina estrictamente de residuos vegetales, son compuestos de plantas acompañadas de residuos de cosechas de plantas sembradas como la pulpa de café, abonos verdes de algas mayores provenientes de las playas. La influencia del contenido de materia orgánica en las propiedades del suelo es mejor de lo que se pudiera esperar de su bajo porcentaje, la materia orgánica actúa como granulados en las partículas minerales (Mianardi, F. 1980)

2.8.1. Humus de lombriz

La materia orgánica al mineralizarse da origen al humus; los desechos vegetales y animales sufren un proceso para pasar a convertirse en elementos mejorados de las condiciones físicas y químicas del suelo como el humus y aprovechables por las plantas como el fósforo, nitrógeno, azufre, etc. Solamente a través de este proceso se mejora la fertilidad del suelo (Moran, D. 1989)

El humus es la parte de la materia orgánica que ha perdido la estructura original, pero que es resistente al proceso de mineralización. Tiene características químicas especiales y diferentes propiedades.

Mejora la fertilidad del suelo, al aumentar su capacidad para retener e intercambiar los nutrientes, así el suelo pierde nutrientes por acción de lixiviación.

Se convierte en una verdadera reserva de nutrientes para las plantas.

Hace que el suelo se vuelva menos perceptible de cambiar sus condiciones químicas como el pH; es decir, evita que los suelos se vuelvan ácidos o alcalinos, tendencias a las que van sometidos los suelos tropicales, una vez se tala el bosque primario y reinicia su utilización para cultivos, acumulándose el proceso de acidificación (Alizaga, R y Herrera, J. 2001)

El humus se convierte en un reservorio de agua, porque aumenta la capacidad del suelo para retener humedad y así crear mejores condiciones para el crecimiento de la plantas.

Mejora las condiciones físicas del suelo al aumentar la granulación de las partículas, mejorando la textura, porosidad y la circulación del aire.
El humus regula la actividad biológica, pues se comporta como sustancia antibiótica, evitando que la materia orgánica sea destruida momentáneamente.

Forma conjuntos orgánicos que atrapan minerales como hierro, magnesio, manganeso; evitando que estos se pierdan al ser arrastrados y que las raíces no los alcancen (Biblioteca del Campo. 1995).

2.9. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

Las semillas forestales presentan una testa o cáscara dura, por lo tanto es conveniente acelerar la germinación, colocando las semillas en agua caliente, o hirviendo y dejar que el agua con las semillas se enfríen lentamente (Barrantes, G. 1999).

Los tratamientos pregerminativos consisten en dejar la semilla en agua durante la noche y ponerla al sol durante 5 días luego de ese periodo cuando la semilla muestra síntomas de pregerminación se procede a la siembra de la semilla, eliminando del proceso a las que floten en el agua.

También se sumergen la semilla en agua a temperatura ambiente durante 24 horas y una vez fuera del agua se recubren con una capa de hoja seca de plátano o saco de tela previamente humedecido, luego se debe remojar diariamente hasta que las semillas muestren signos de germinación lo cual ocurrirá en unas tres semanas.

Otro tratamiento consiste en dejar la semilla de melina en agua para tres días y luego extenderla al sol regándola todos los días hasta que inicie el proceso de germinación (Alizaga, R y Herrera, J. 2001)

2.9.1. Tratamientos de la semilla para la siembra

La facultad germinativa es por el poder intrínseco que tiene una semilla para desarrollarse y dar origen a una nueva planta, que dependen de las reservas que encierra y la naturaleza permeable de sus cubiertas (Rojas, F. y Arias, D. 2004)

Muchas clases de semillas aparentemente maduras, fracasan en la germinación, aun en el caso de ser favorables todos los factores ambiéntales, a este estado de crecimiento inhibido de las semillas o de otros órganos vegetales resultante de causas internas se denominan generalmente latencia (Moran, D. 1989)

Se recomienda como tratamiento pregerminativo de la semilla de la melina poniéndolo en agua por tres días y luego extenderla al sol regándola todos los días hasta que inicie el proceso germinativo (INIAP. 1989)

Sumergir la semilla en agua temperatura ambiente durante 24 horas y una vez fuera del agua se recubre con una capa de hojas secas plátano, luego se debe remojar diariamente hasta que la semilla muestre signos de germinación, lo cual ocurrirá entre una a tres semanas (Rojas, F. y Arias, D. 2004)

Para una mejor germinación de la semilla se recomienda la escarificación, que consiste en procesos que tiene por finalidad hacer que el endocarpio u otras capas protectoras de la semilla sean más permeables al agua y al aire, de tal modo que no interfiera en el desarrollo de la germinación como función normal. La escarificación puede ser mecánica o química.

Escarificación es el tratamiento que se le da a la semilla con el fin de eliminar los tegumentos y otras estructuras de la semilla con mesocarpio cariáceo (Calderón, E. 1990)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en la granja experimental del Colegio Técnico Agropecuario "Sabanetillas" del recinto Sabanetillas, ubicado a 10 km de la cabecera cantonal de Echeandía. Provincia de Bolívar.

3.1.2. Situación geográfica y climática

Parámetros climáticos	
Altitud	620 msnm
Latitud	01º25´58"S
Longitud	71 º 16´30"w
Temperatura máxima	30ºC
Temperatura mínima	16ºC
Temperatura media anual	25ºC
Precipitación Media anual	1.400 mm x año
Heliofanía	680 h/l x año
Humedad relativa	80-85 % x año

Fuente: Plan de Desarrollo Local – Gobierno Local de Echeandía. 2005.

3.1.3. Zona de vida

Según los estudios realizados en el Plan de Desarrollo Local -2005 la clasificación pertenece al bosque muy húmedo subtropical: (bmh-ST). (Gobierno Local de Echeandía. 2005).

3.1.4. Material experimental

- ✓ Tres tipos de sustratos
- ✓ Tres métodos pregerminativos
- ✓ Semilla de melina

3.1.5. Material de campo

- ✓ Fundas de polietileno 6 x 9 pulgadas
- ✓ Azadones
- ✓ Machete
- ✓ Caña Guadua
- ✓ Hojas de palma
- ✓ Estacas
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Flexómetro
- ✓ Sacos
- ✓ Rastrillo
- ✓ Regaderas
- ✓ Carretilla
- ✓ Saranda
- ✓ Bomba de mochila
- ✓ Calibrador de vernier
- ✓ Balanzas
- ✓ Manguera
- ✓ Tableros
- ✓ Insumos

3.1.6. Materiales de oficina

- ✓ Software informático

- ✓ Computadora
- ✓ Lápiz
- ✓ Papel
- ✓ CD
- ✓ Bibliografías
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Calculadora
- ✓ Marcadores

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Factores en estudio

Factor A: Métodos pregerminativo según el siguiente detalle:

Código	Detalle
A_1	Escarificación de la semilla con ácido nítrico.
A_2	Tratamiento con agua caliente por tres minutos.
A_3	Remojo en agua fría por 48 horas.

Factor B: Sustratos orgánicos según el siguiente detalle:

Código	Detalle
B_1	75% de tierra de huerta más 25 % de arena
B_2	75 % de tierra de huerta más 25 % de pulpa de café
B_3	50% de tierra de huerta más 25% de arena y 25 % de pulpa de café

3.2.2. Tratamiento

Combinación de los factores AxB+ 1 testigo según el siguiente detalle:

Tratamiento	Código	Detalle
T_1	A_1B_1	Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena.
T_2	A_1B_2	Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café.
T_3	A_1B_3	Semilla escarificada más sustrato 50% de tierra de huerta + 25% de arena + 25 de pulpa de café.
T_4	A_2B_1	Semilla tratada con agua caliente más sustrato 75 % de tierra de huerta + 25% de arena.
T_5	A_2B_2	Semilla tratada con agua caliente más sustrato 75 % de tierra de huerta + 25% de pulpa de café.
T_6	A_2B_3	Semilla tratada con agua caliente más sustrato 50% de tierra de huerta + 25% de arena +25% de pulpa de café.
T_7	A_3B_1	Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena.
T_8	A_3B_2	Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café.
T_9	A_3B_3	Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 50% de tierra de huerta + 25% de arena + 25% de pulpa de café.
T_{10}	T_{OO}	Testigo semillas sin ningún tratamiento.

3.3. PROCEDIMIENTO

Tipo de diseño	DBCA en arreglo factorial 3 x 3 + 1 x 3
Número de localidades	1
Número de tratamiento	10
Número de repeticiones	3
Número de unidades experimentales	30
Números de plantas por unidad experimental	30
Número de plantas total unidad experimental	900
Área total unidad investigativa	9,60 m^2
Área total de la investigación	69.00 m^2
Área neta de la investigación	0.32 m^2
Distancia entre unidad investigativa	50 cm

3.4. TIPOS DE ANÁLISIS

3.4.1. Análisis de varianza (ADEVA) según el siguiente detalle:

Fuente de variación	Grados de libertad
Total (t x r) -1	29
Repeticiones (r-1)	2
Tratamientos (t –1)	9
Factor A Métodos Pregerminativos (a-1)	2
Factor B Sustratos (b-1)	2
Factor A x B	4
Testigo	1
Error. Exp. (t-1) (r-1)	18

3.4.2. Prueba Tukey 5% para comparar promedio factor A, factor B e interacción de factores.

3.4.3. Análisis de correlación y regresión simple.

3.4.5. Análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno

3.5. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DATOS TOMADOS

3.5.1. Días a la brotación (DB)

Se evaluó cuando se obtuvo el 50% de las plántulas brotadas, contabilizando el número de días transcurridos desde la siembra en toda la unidad investigativa.

3.5.2. Porcentaje de brotación (PB)

Dato que se registró a los 21 días luego de la siembra en cada parcela, contando el número de plantas brotadas en relación al número total de semillas sembradas y fue expresado en porcentaje.

3.5.3. Altura de planta (AP)

Se midió desde la base hasta el meristema apical de las plantas a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, para lo cual se utilizó una cinta métrica y se expresó en centímetros en 12 plantas de la parcela neta.

3.5.4. Diámetro de tallo (DT)

Variable que se tomó a los 30, 60 y 90 días luego de la siembra, para lo cual se utilizó un calibrador de Vernier, mismo que se ubicó en un punto inmediatamente inferior a la inserción de la primera hoja y se expresó en milímetros en 12 plantas de la parcela neta.

3.5.5. Número de hojas (NH)

Se contaron las hojas por planta a los 30, 60 y 90 días luego de la siembra en 12 plantas de la parcela neta, se consideró hoja formada a la que se encontró bajo las dos últimas hojas del ápice.

3.5.6. Longitud de hoja (LH)

Se evaluó a los 30, 60 y 90 días en 12 plantas de la parcela neta, utilizando una cinta métrica, se midió desde la vaina hasta el ápice, se tomó en tres hojas por planta, se sacó la media y se expresó en centímetros.

3.5.7. Ancho de hoja (AH)

Se determinó a los 30, 60 y 90 días utilizando cinta métrica, se midió en la parte media de su longitud y se expresó en centímetros en 12 plantas de la parcela neta.

3.5.8. Longitud de pecíolo (LP)

Se tomó en 12 plantas de la parcela neta, desde la inserción del pecíolo con el tallo hasta la base de la hoja, a los 30, 60 y 90 días, se utilizó una cinta métrica y se expresó en centímetros.

3.5.9. Diámetro de pecíolo (DP)

Variable que se tomó a los 30, 60, y 90 días, utilizando un calibrador de Vernier en el punto inmediatamente inferior a la inserción de la primera hoja en 12 plantas de la parcela neta y se expresó en milímetros.

3.5.10. Número de ramas (NR)

Variable no evaluada, por cuanto las plantas de melina no emitieron ramas durante el tiempo que duro esta investigación.

3.5.11. Longitud de ramas (LR)

Dato no registrado, debido a que en el desarrollo de la investigación las plantas de melina no emitieron ramas.

3.5.12. Volumen radicular (VR)

Se evaluó a los 90 días en 3 plantas seleccionadas con un vigor alto, medio y bajo, se colocó en una probeta graduada un volumen conocido de agua a la misma que se le agregó la masa radicular y por diferencia de volumen se obtuvo el dato y se expresó en centímetros cúbicos.

3.5.13. Porcentaje de sobrevivencia (PSV)

Se contaron las plantas prendidas en todas las unidades investigativas a los 90 días y se determinó el porcentaje de sobrevivencia.

.

3.5.14. Incidencia y severidad de ataque de plagas y enfermedades (ISPE)

Para el análisis de incidencia y severidad de plagas y enfermedades se utilizó las siguientes fórmulas:

$$I = \frac{\text{Número de plantas u órganos afectados}}{\text{Número total de plantas u órganos analizados}} \times 100 \quad \text{(James)}$$

$$S = \frac{\text{Área de tejido vegetal afectado}}{\text{Área de tejido sano}} \times 100 \quad \text{(Miller)}$$

3.6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.6.1. Construcción de cobertizo

Se construyó un cobertizo de una dimensión de 6 m x 11,50 m con materiales del lugar (caña guadua, hoja de palma) para dar protección al vivero de la radiación solar en un 50%, para protección de los costados se utilizó sarán para evitar el pase de animales a su interior.

3.6.2. Recolección de sustratos

- ✓ **Tierra de huerta**

Fue recolectado en las huertas, en plantaciones aledañas del recinto Sabanetillas.

- ✓ **Arena**

Se obtuvo del río de la localidad.

- ✓ **Pulpa de café**

Se obtuvo de las piladoras en donde ya hayan alcanzado su nivel de utilización agrícola.

3.6.3. Preparación del sustrato

Se preparó cada uno de los sustratos según los tratamientos propuestos en la investigación. Ejemplo:
75% de tierra de huerta más 25% de arena.
75% tierra de huerta más 25% pulpa de café.
50% tierra de huerta más 25% arena más 25% pulpa de café.

3.6.4. Desinfección del sustrato

Se realizó cuando las fundas estuvieron llenas en su totalidad de la unidad experimental, para lo que se utilizó fungicida de acción preventiva (Maestro), ingrediente activo Quitosan oligosacarina 20 gr/l, componente orgánico potasio y micro elementos 80 gr/l.

3.6.5. Llenado de fundas

Se procedió a llenar las fundas de color negro de 6 x 9 pulgadas con el sustrato ya elaborado por cada uno de los tratamientos procurando no dejar espacios de aire y colocándolas una a continuación de otra en cada unidad de investigación.

3.6.7. Obtención de semillas

Las semillas certificadas de melina se obtuvieron directamente en el Departamento de Comercialización de semilla del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP-Pichilingue.

3.6.8. Prueba de germinación

Se realizó una prueba de germinación para determinar el poder germinativo y se expresó en porcentaje.

3.6.9. Tratamientos pre-germinativos

- ✓ **Escarificación con ácido nítrico**

En un recipiente se colocó ácido nítrico a una concentración del 15% y el otro 85% agua destilada y sumergiremos la semilla durante 5 minutos y luego se procedió a la siembra.

- ✓ **Tratamiento con agua caliente**

Luego de haber hervido el agua por cinco minutos, sumergimos las semillas de melina por tres minutos, cumplido este lapso de tiempo se procedió a la siembra.

- ✓ **Remojo en agua fría**

En este tratamiento se dejó la semilla de la melina en remojo por 48 horas luego de haber cumplido este tiempo procedimos a la siembra en las fundas de

polietileno llenas con sustrato elaborado y desinfectado, tratando de que los tres tratamientos estén listos de forma simultánea para la siembra.

3.6.10. Siembra

La siembra de todos los tratamientos se realizaron de manera simultánea para que coincida el mismo día de la siembra, la misma que se realizó de forma manual directa en las fundas llenas de sustrato, se colocó 3 semillas por funda a 1 cm de profundidad.

3.6.11. Riegos

Esta labor se realizó según las condiciones ambientales y necesidades hídricas del cultivo y se lo efectuó con regaderas de mano.

3.6.12. Raleo

Labor que se realizó manualmente y se eliminó las plantas más débiles a los 25 días de su brotación.

3.6.13. Control de malezas

Labor que se efectuó de forma manual cuando las malezas se presentaron en las fundas, además se procedió a realizar un control químico utilizando un herbecida a una dosis de un litro por hectárea para eliminar las malezas presentes en las calles del ensayo.

3.6.14. Control fitosanitario

Durante los 90 días, tiempo en que se desarrolló esta investigación, no hubo presencia de plagas y enfermedades, por lo cual no se realizó controles fitosanitarios.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. DÍAS A LA BROTACIÓN (DB); PORCENTAJE DE BROTACIÓN (PB) Y PORCENTAJE DE SOBREVIVENCIA DE PLANTAS A LOS 90 DÍAS (PSP 90 DÍAS).

Cuadro No. 1. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en las variables días a la brotación; porcentaje de brotación y porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días.

DB (**)			PB (**)			PSP a los 90 días (**)		
Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm	Promedio	Rango	Método Pregerm	Promedio	Rango
A_1: Ácido Nítrico	22,00	A	A_3: Remojo Agua Fría	98,00	A	A_3: Remojo Agua Fría	95,00	A
A_2: Agua Caliente.	21,00	A	A_2: Agua Caliente	67,00	B	A_2: Agua Caliente	67,00	B
A_3: Remojo Agua Fría	19,00	B	A_1: Ácido Nítrico	57,00	C	A1: Ácido Nítrico	57,00	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 1. Métodos pregerminativos en la variable días a la brotación.

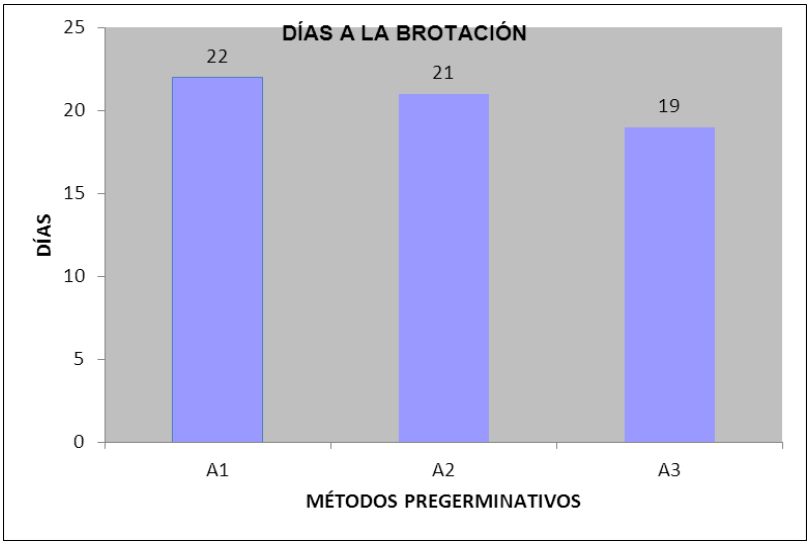


Gráfico No. 2. Métodos pregerminativos en la variable porcentaje de brotación.

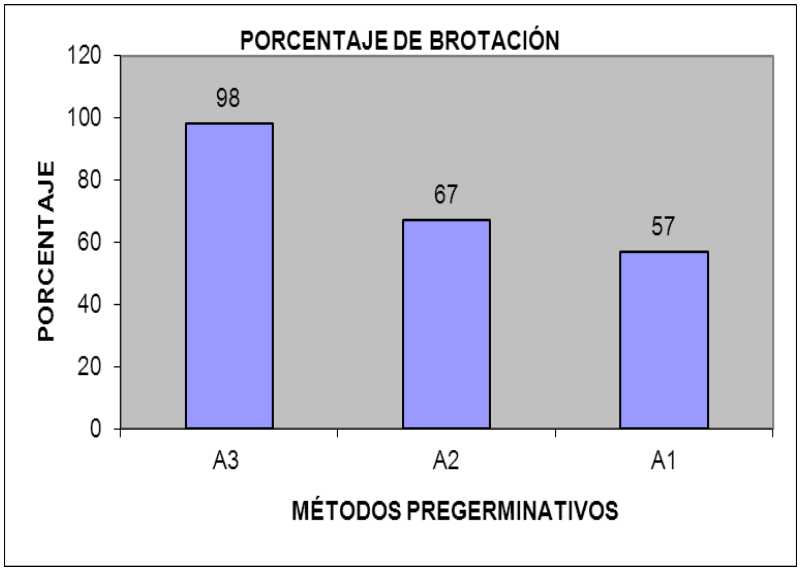
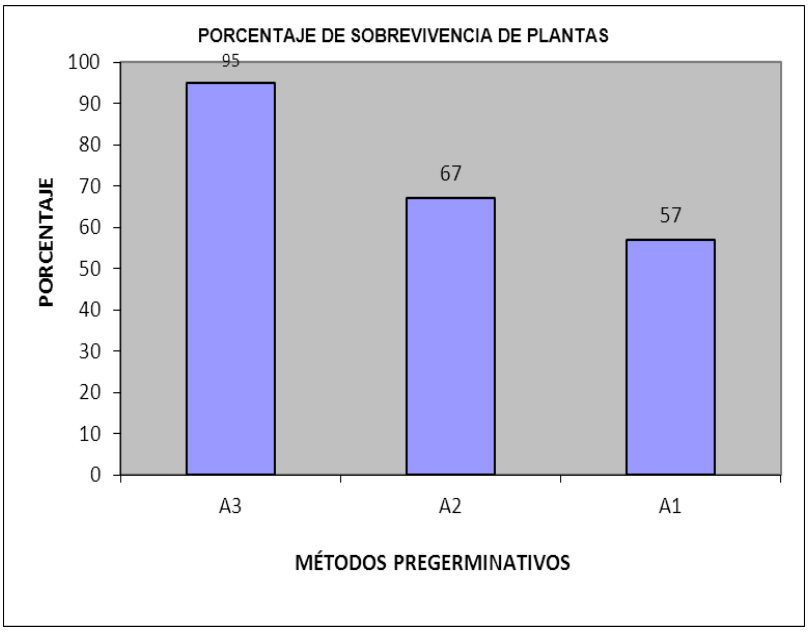


Gráfico No. 3. Métodos pregerminativos en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días.



⇒ FACTOR A: MÉTODOS PREGERMINATIVOS

La respuesta de los métodos pregerminativos utilizados en melina en cuanto a las variables días a la brotación, porcentaje de brotación y porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días, fue altamente significativo (Cuadro No. 1).

Con la prueba de Tukey al 5%, al escarificar la semilla con ácido nítrico (A_1), se tuvo el promedio más alto en la variable días a la brotación con 22,00 días; mientras que en el método pregerminativo A_3, la semilla germinó a los 19 días. (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1)

En forma consistente promedios más altos en las variables porcentaje de brotación y sobrevivencia de plantas a los 90 días, se tuvieron en el A_3: Remojo en agua fría por 48 horas con el 98% de brotación y 95% de

sobrevivencia de plantas (Cuadro No. 1). El valor promedio más bajo se tuvo en el A_1: Escarificación de la semilla en Ácido nítrico con un 57% de brotación y sobrevivencia de las plantas (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 2 y 3).

Los promedios más altos obtenidos en el A_3: Remojo en agua fría por 48 horas, se debe a que en este método la semilla no estuvo expuesta a reacción química o física como en el caso de los otros métodos.

Cuadro No. 2. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en las variables días a la brotación; porcentaje de brotación y porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días.

DB (NS)			PB (**)			PSP a los 90 días (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena	21,00	A	B_1:	75,00	A	B_1:	75,00	A
B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café	21,00	A	B_2:	74,00	A	B_2:	73,00	B
B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café	21,00	A	B_3:	72,00	B	B_3:	71,00	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 4. Tipos de sustratos en la variable días a la brotación.

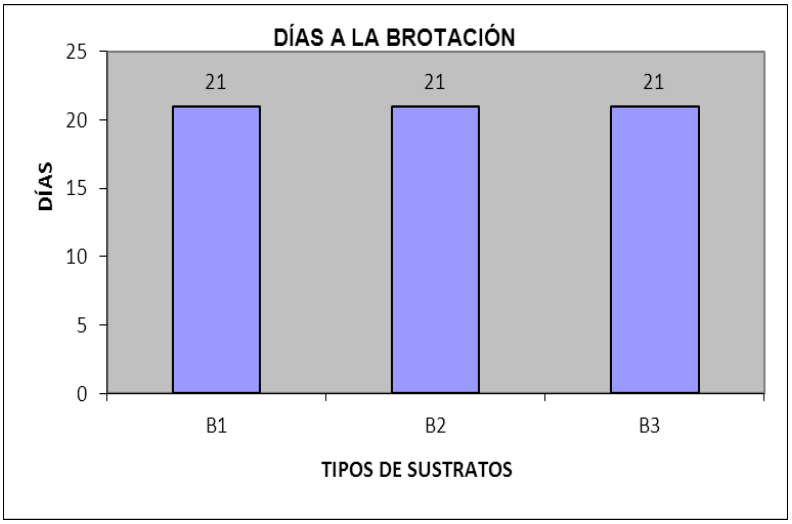


Gráfico No. 5. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de brotación.

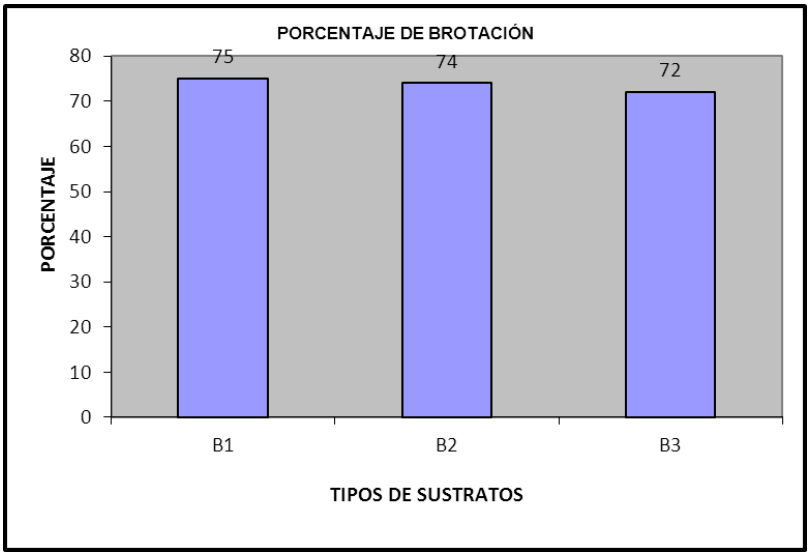
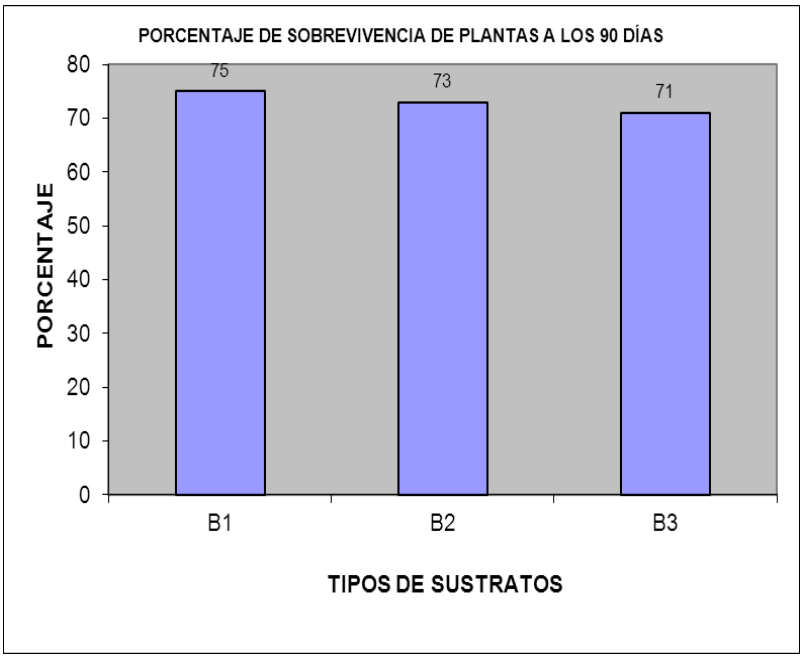


Gráfico No. 6. Tipos de sustratos en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días.



⇒ FACTOR B: TIPOS DE SUSTRATOS.

Existió diferencias altamente significativo como efecto de los tipos de sustratos únicamente para las variables porcentaje de brotación y sobrevivencia los 90 días (**). (Cuadro No. 2).

Con la prueba de Tukey al 5%, en el sustrato B_1: 75% de tierra de huerta más 25% de arena, se registraron los promedios más altos en las variables en estudio con 22 días a la brotación; con un 75% de brotación y sobrevivencia de plantas a los 90 días (Cuadro No. 2). Mientras que los valores promedios más bajos se evaluaron en el B_3: 50% de tierra de huerta más 25% de arena y 25% de pulpa de café con un 72% de brotación y un 71% de sobrevivencia de las plantas (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 4, 5 y 6).

Posiblemente la tierra de huerta, correspondió a una textura franco lo que favoreció en valores más elevados del porcentaje de brotación y de sobrevivencia de plantas a los 90 días.

Son determinantes en los sustratos la calidad en relación a nutrientes, textura, aireación, densidad, MO, pH, microorganismos favorables que contribuyen a los procesos de aireación, la temperatura, el O_2, CO_2 capacidad de intercambio catiónico, humedad (capacidad de campo) y entre otros.

Cuadro No. 3. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de la interacción de factores A x B en las variables días a la brotación; porcentaje de brotación y porcentaje de sobrevivencia de plantas 90 días.

DB (**)			PB (**)			PSP a los 90 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T_{10}: Testigo	26,00	A	T_9:	99,00	A	T_7:	96,00	A
T_3: A_1B_3	23,00	B	T_7:	98,00	A	T_9:	96,00	A
T_2: A_1B_2	22,00	BC	T_8:	97,00	A	T_8:	94,00	A
T_5: A_2B_2	22,00	BC	T_{10}:	77,00	B	T_{10}:	70,00	B
T_1: A_1B_1	22,00	BC	T_4:	69,00	C	T_4:	69,00	BC
T_4: A_2B_1	21,00	CD	T_6:	66,00	CD	T_6:	66,00	C
T_6: A_2B_3	21,00	CD	T_5:	65,00	D	T_5:	65,00	D
T_9: A_3B_3	20,00	DE	T_2:	60,00	E	T_2:	60,00	E
T_7: A3B1	19,00	E	T_1:	58,00	E	T_1:	58,00	E
T_8: A_3B_2	19,00	E	T_3:	53,00	F	T_3:	52,00	F
CV = 3,10%			CV = 1,47%			CV =1,58%		
Media General: 21,00 días.			Media General: 74,11%			Media General: 72,96%		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 7. Interacción de factores (AxB) en la variable días a la brotación.

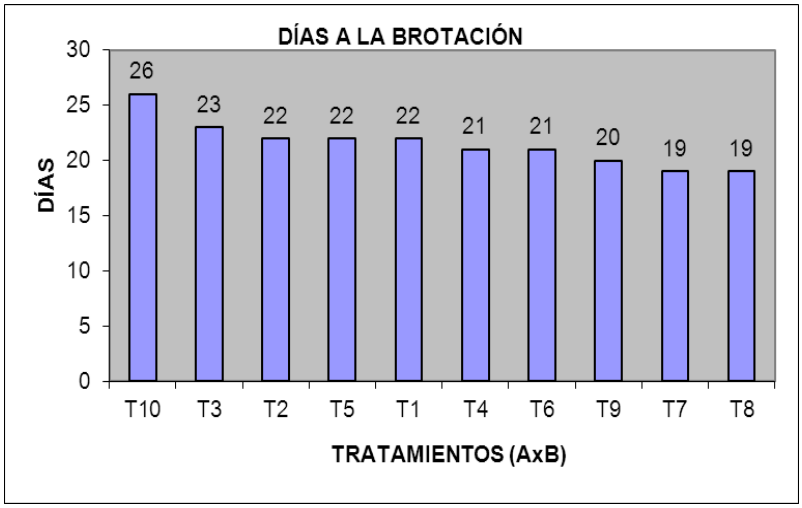


Gráfico No. 8. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de brotación.

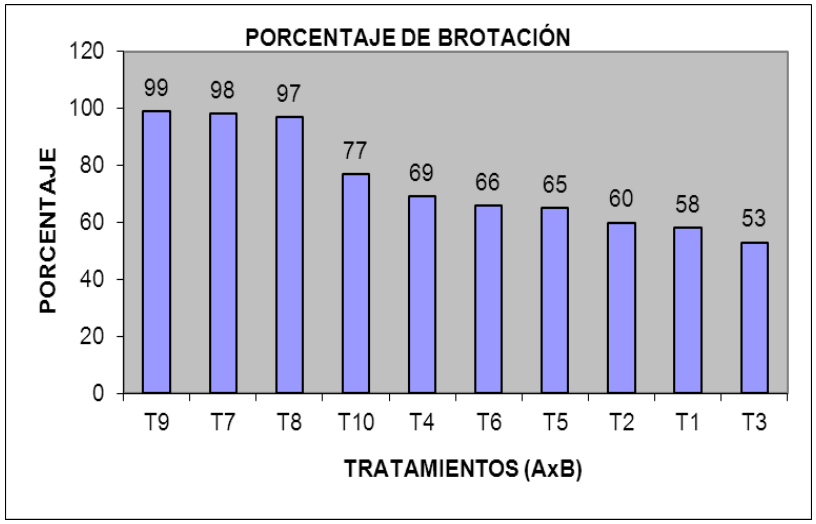
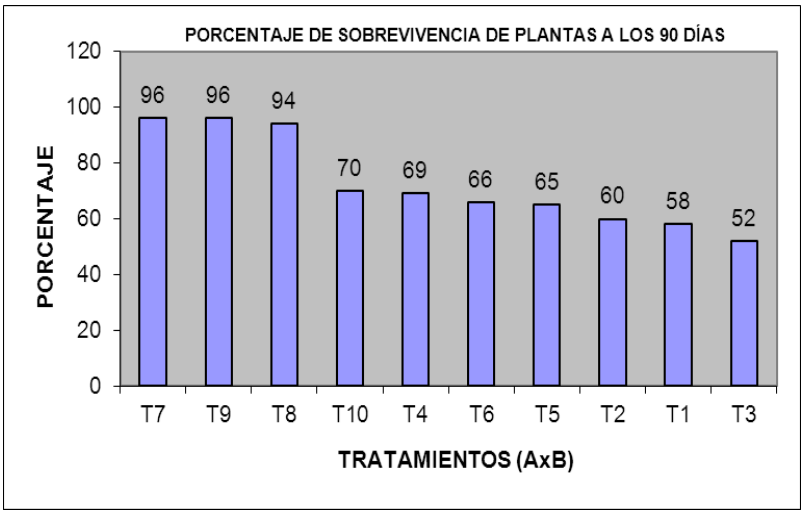


Gráfico No. 9. Interacción de factores (AxB) en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días.



⇒ INTERACCIÓN DE FACTORES (AxB)

La respuesta de los métodos pregerminativos en cuanto a las variables días a la brotación, porcentaje de brotación y porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días, dependiendo del tipo de sustrato (**). (Cuadro No. 3).

Con la prueba de Tukey al 5%, el tratamiento más tardío en brotar la semilla fue el T_{10}: Testigo semillas sin ningún tratamiento con 26 días, los tratamientos en los que más pronto brotó la semilla fueron el T_7: Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena y T_8: Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café con 19 días.

En general los promedios más elevados del porcentaje de brotación y sobrevivencia de plantas a los 90 días, se registró en los tratamientos T_7 y T_9 con el 99% de brotación y 96% de sobrevivencia de plantas a los 90 días (Cuadro No. 3 y Gráficos No. 7, 8 y 9). Los promedios más bajos se

registraron en el T_3: Semilla escarificada más sustrato 50% de tierra de huerta + 25% de arena + 25 de pulpa de café con el 53% de brotación y 52% de sobrevivencia de plantas a los 90 días. (Cuadro No. 3 y Gráficos No. 7, 8 y 9).

El coeficiente de variación, es un estadístico que nos indica la confiabilidad de los resultados, el CV calculado para días a la brotación fue de 3,10%; para el porcentaje de brotación y sobrevivencia de plantas a los 90 días fue de 1,47 y 1,58% respectivamente (Cuadro No. 3). Estos resultados, nos permiten inferir que se tuvo cuidado en el manejo agronómico del ensayo, así como en la toma y registro de datos.

2. ALTURA DE PLANTAS A LOS 30, 60 y 90 DÍAS (cm).

Cuadro No. 4. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable altura de plantas a los 30; 60 y 90 días.

AP 30 días (**)			AP 60 días (**)			AP 90 días (**)		
Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango
A_3: Remojo Agua Fría	9,16	A	A_3: Remojo Agua Fría	40,11	A	A_3: Remojo Agua Fría	63,41	A
A_1: Ácido Nítrico	7,92	AB	A_1: Ácido Nítrico	23,78	B	A_1: Ácido Nítrico	58,02	B
A_2: Agua Caliente	7,20	B	A_2: Agua Caliente	17,27	C	A_2: Agua Caliente	52,35	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 10. Métodos pregerminativos en la variable altura de plantas a los 30 días.

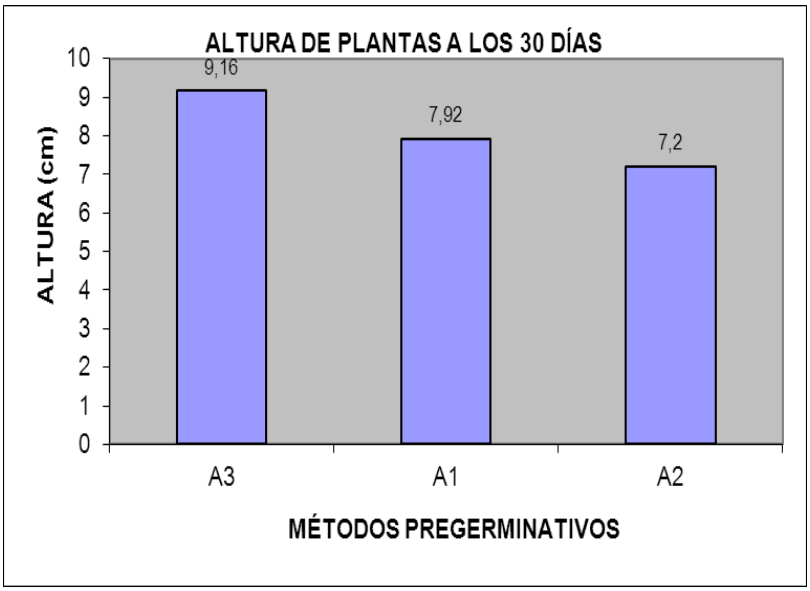


Gráfico No. 11. Métodos pregerminativos en la variable altura de plantas a los 60 días.

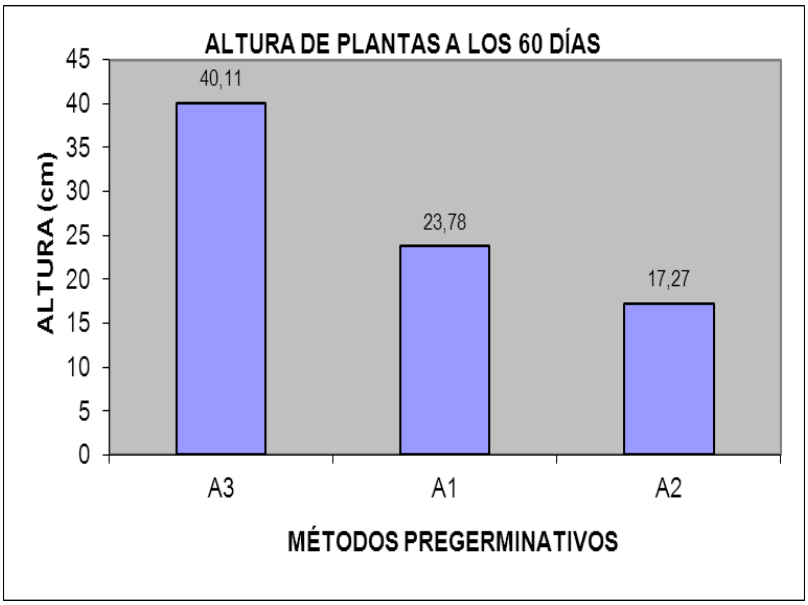
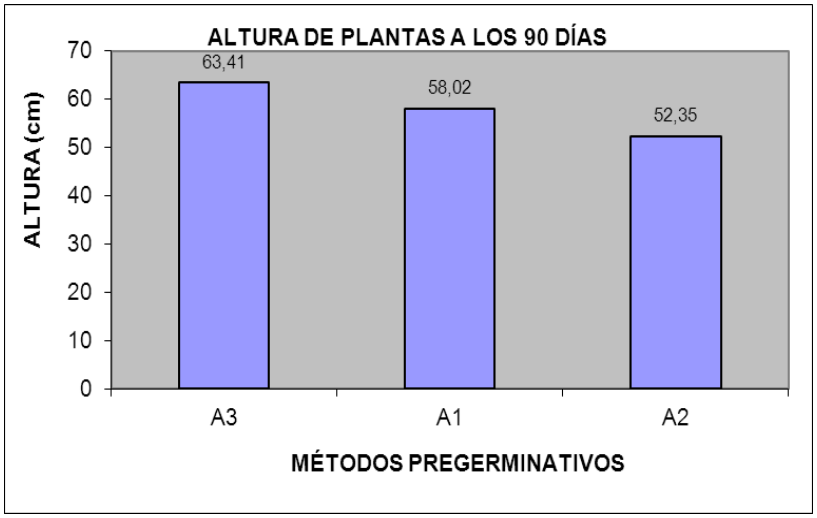


Gráfico No. 12. Métodos pregerminativos en la variable altura de plantas a los 90 días.



⇒ FACTOR A: MÉTODOS PREGERMINATIVOS.

Los métodos pregerminativos tuvieron un efecto altamente significativo sobre la variable altura de plantas a los 30, 60 y 90 días (Cuadro No. 4)

Con la Prueba de Tukey al 5%, a través del tiempo los promedios más elevados de la altura de plantas, se evaluó en el método A_3: Remojo en agua fría por 48 horas con 9,16 cm a los 30 días; 40,11 cm a los 60 días y 63,41 cm más de altura de planta a los 90 días (Cuadro No. 4 y Gráficos No. 10, 11 y 12).

Estos resultados nos permiten inferir que el agua utilizada, fue más efectiva lo que incidió en obtener un valor promedio más alto de la altura de plantas a través del tiempo.

Cuadro No. 5. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable altura de plantas a los 30; 60 y 90 días.

AP 30 días (**)			AP 60 días (**)			AP 90 días (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café	9,51	A	B_2:	32,17	A	B_2:	64,91	A
B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café	7,82	AB	B_3:	30,18	B	B_3:	64,57	A
B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena	6,96	B	B_1:	18,80	C	B_1:	44,30	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 13. Tipos de sustratos en la variable altura de plantas a los 30 días.

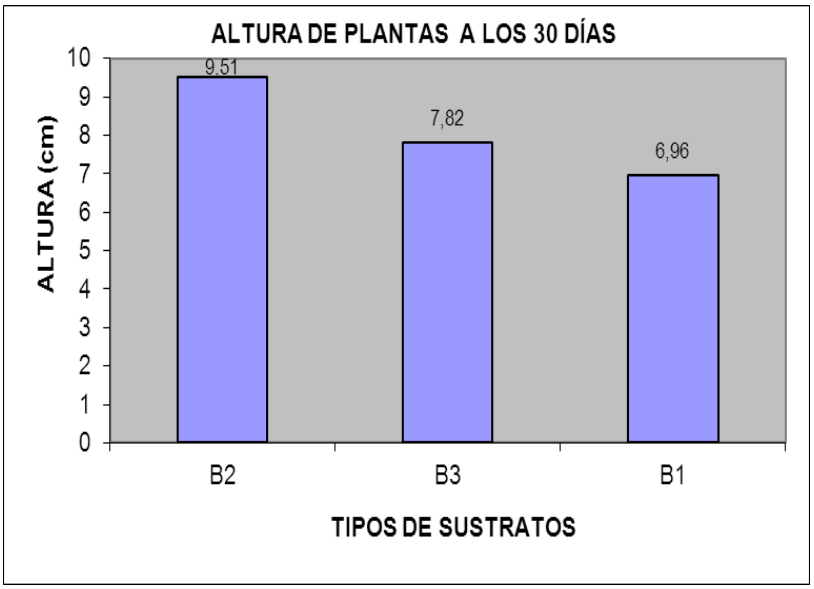


Gráfico No. 14. Tipos de sustratos en la variable altura de plantas a los 60 días.

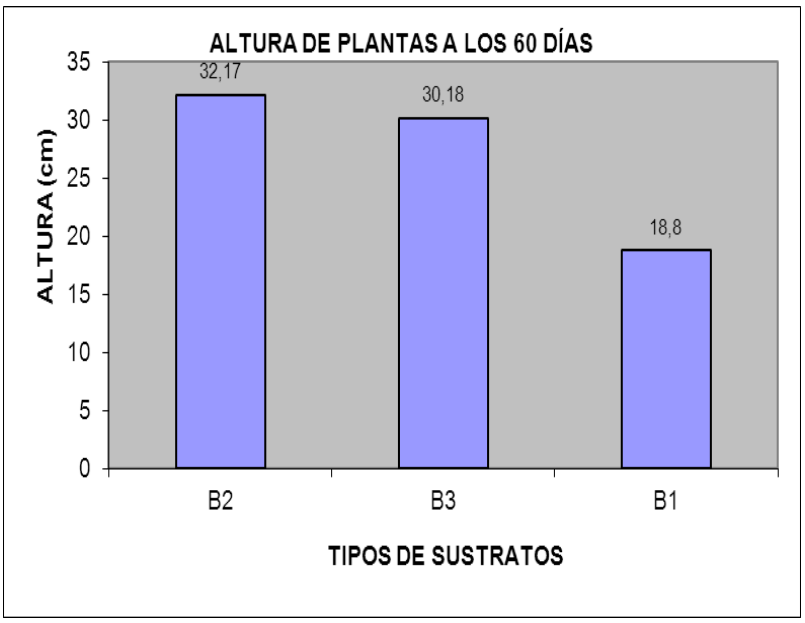
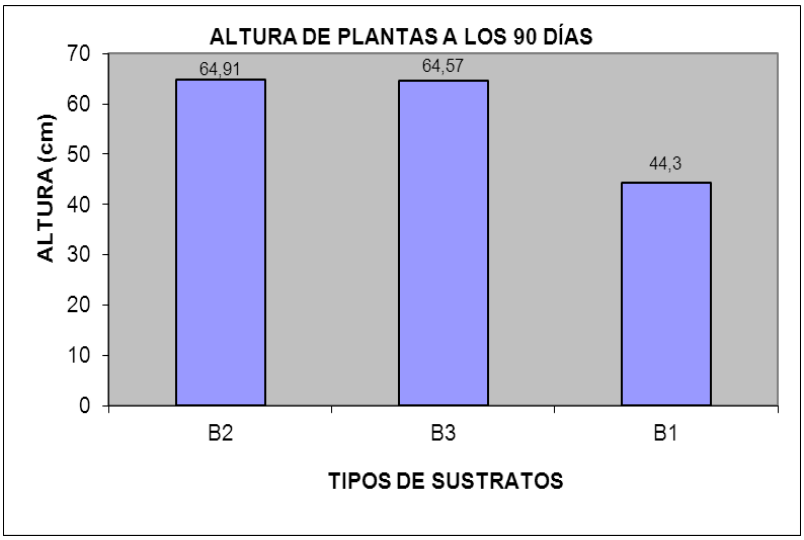


Gráfico No. 15. Tipos de sustratos en la variable altura de plantas a los 90 días



⇒ FACTOR B: TIPOS DE SUSTRATOS.

La respuesta de los tipos de sustratos en cuanto a la variable altura de plantas en cm a través del tiempo (30, 60 y 90 días), fue altamente significativo (**) (Cuadro No 5).

Con la prueba de Tukey al 5%, para comparar el promedio de tipos de sustratos, a los 30, 60 y 90 días el promedio más alto se tuvo en el B_2: 75 % de tierra de huerta más 25% de pulpa de café con 9,51 cm, 32,17 cm y 64,91 cm respectivamente, plantas más pequeñas se registraron en el B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena con 6,96 cm a los 30 días; 18,80 cm a los 60 días y 44,30 cm a los 90 días. (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 13, 14 y 15).

La altura de plantas, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo - ambiente.

En esta investigación se confirma la validez de la tierra de huerta por las excelentes características físicas, químicas y biológicas lo que contribuyó a una mayor altura de plantas a través del tiempo.

Cuadro No. 6. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores A x B en la variable altura de plantas a los 30; 60 y 90 días.

AP 30 días (**)			AP 60 días (**)			AP 90 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T_2: A_1B_2	13,05	A	T_9: A_3B_3	44,97	A	T_2: A_1B_2	70,13	A
T_9: A_3B_3	8,38	B	T_8: A_3B_2	42,05	A	T_9: A_3B_3	67,21	AB
T_8: A_3B_2	7,97	B	T_2: A_1B_2	33,89	B	T_3: A_1B_3	64,05	BC
T_6: A_2B_3	7,73	B	T_7: A_3B_1	33,30	B	T_8: A_3B_2	63,96	BC
T_5: A_2B_2	7,53	B	T_{10}: Testigo	29,50	B	T_6: A_2B_3	63,47	BC
T_7: A_3B_1	7,41	B	T_3: A_1B_3	23,95	C	T_5: A_2B_2	59,62	C
T_3: A_1B_3	7,33	B	T_6: A_2B_3	21,63	C	T_7: A_3B_1	59,05	CD
T_1: A_1B_1	7,13	B	T_5: A_2B_2	20,56	C	T_{10}: Testigo	54,58	D
T_4: A_2B_1	6,35	B	T_1: A_1B_1	13,49	D	T_1: A_1B_1	39,88	E
T_{10}: Testigo	6,25	B	T_4: A_2B_1	9,61	D	T_4: A_2B_1	33,96	F
CV = 3,54%			CV = 5,34%			CV = 2,78%		
Media General: 8,09 cm			Media General: 27,05 cm			Media General: 57,93 cm		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 16. Interacción de factores (AxB) en la variable altura de plantas a los 30 días.

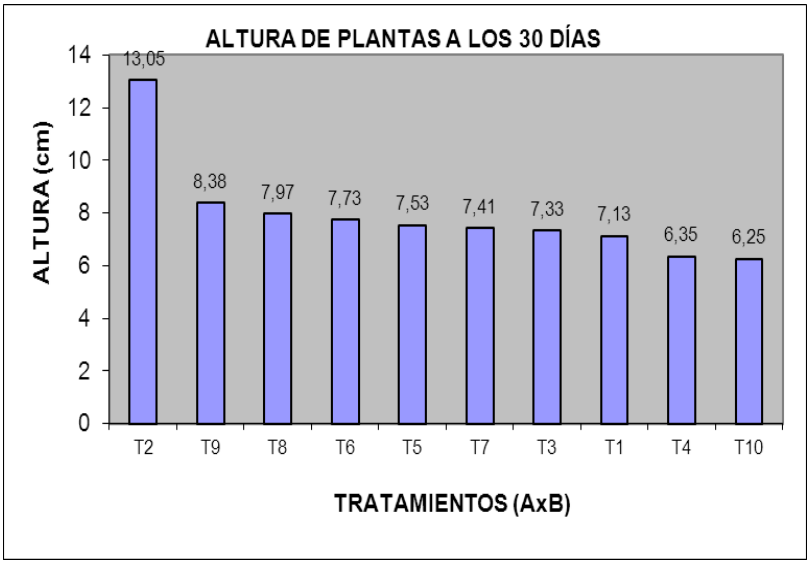


Gráfico No. 17. Interacción de factores (AxB) en la variable altura de plantas a los 60 días.

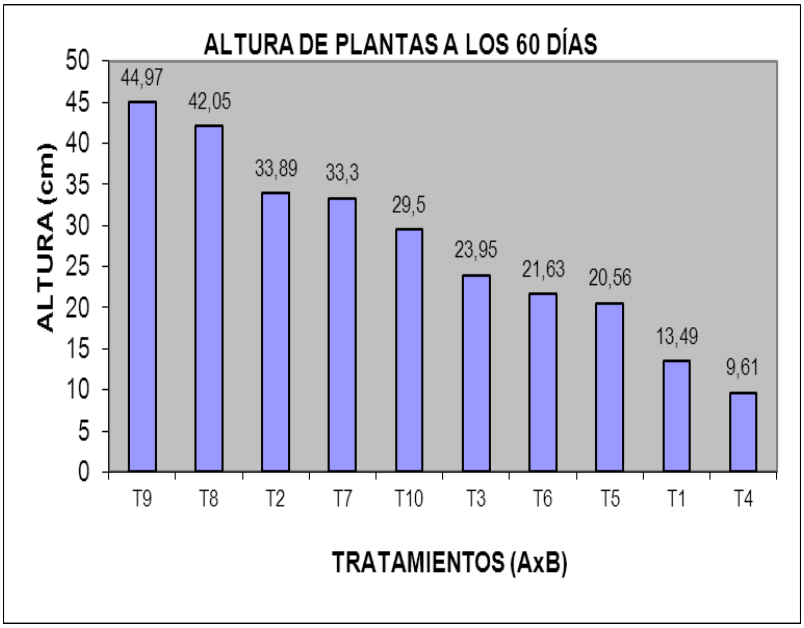
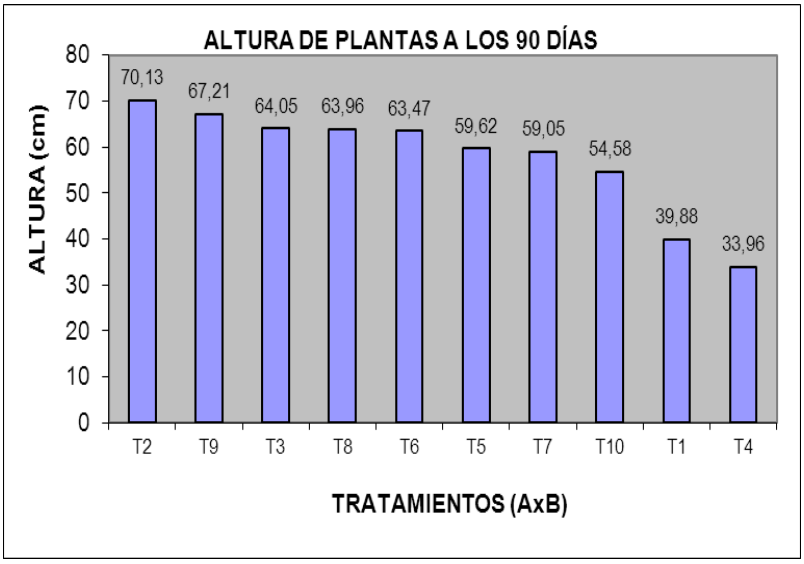


Gráfico No. 18. Interacción de factores (AxB) en la variable altura de plantas a los 90 días.



⇒ INTERACCIÓN DE FACTORES (AxB)

Fueron factores dependientes (**); es decir la respuesta de los métodos pregerminativos en cuanto a la variable altura de plantas a los 30, 60 y 90 días dependió del tipo de sustrato. (Cuadro No. 6)

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 30 y 90 días el promedio más elevado de altura de plantas, se registró en el T_2: A_1B_2 con 13,05 cm y 70,13 cm respectivamente; el valor más bajo a los 30 días se registró en el T_{10}: Semilla sin tratamiento con 6,25 cm; A los 90 días plantas más pequeñas se evaluaron en el T_4: A_2B_1 con 33,96 cm, mientras que a los 60 días plantas más altas se registraron en el T_9: A_3B_3 con 44,97 cm y plantas más pequeñas se tuvo en el T_4: A_2B_1 con 9,61 cm (Cuadro No. 6 y Gráficos No. 16, 17 y 18).

Con base a estos resultados se confirma la efectividad de la escarificación de la semilla en ácido nítrico y la tierra de huerta y pulpa de café como factores

principales e intervención en dirección y magnitud si una planta está bien nutrida, dispone de humedad y temperatura adecuada, el resultado son plantas más altas y vigorosas lo cual es una ventaja para los viverista porque tienen plantas de melina en menor tiempo para el establecimiento.

Los valores del CV encontrado en la variable altura de plantas a través del tiempo, fueron bajos y se ubicaron en un rango de 2,78 a 5,34% (Cuadro No. 5).

Como es conocido que en variables que están bajo el control del investigador, los valores del CV deben ser inferiores al 20%, lo que se ha demostrado al evaluar esta variable; esto nos indica que se tuvo precaución en el manejo del ensayo.

3. DIÁMETRO DEL TALLO EN mm A LOS 30; 60 Y 90 DÍAS

Cuadro No. 7. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable diámetro del tallo a los 30, 60 y 90 días.

DT 30 días (NS)			DT 60 días (**)			DT 90 días (**)		
Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango
A_1: Ácido Nítrico	2,17	A	A_3: Remojo Agua Fría	5,07	A	A_3: Remojo Agua Fría	6,56	A
A_3: Remojo Agua Fría	2,17	A	A_1: Ácido Nítrico	4,16	B	A_1: Ácido Nítrico	5,47	B
A_2: Agua Caliente	2,06	A	A_2: Agua Caliente	2,92	C	A_2: Agua Caliente	5,47	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 19. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del tallo a los 30 días.

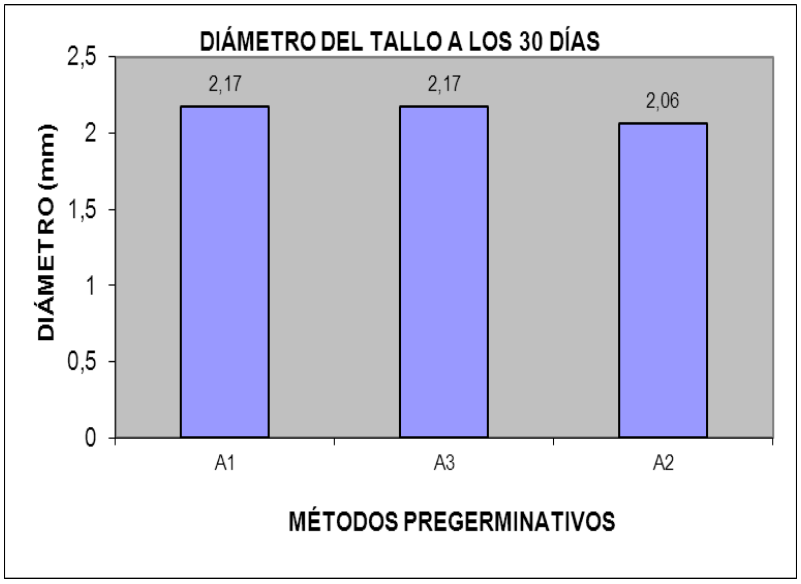


Gráfico No. 20. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del tallo a los 60 días.

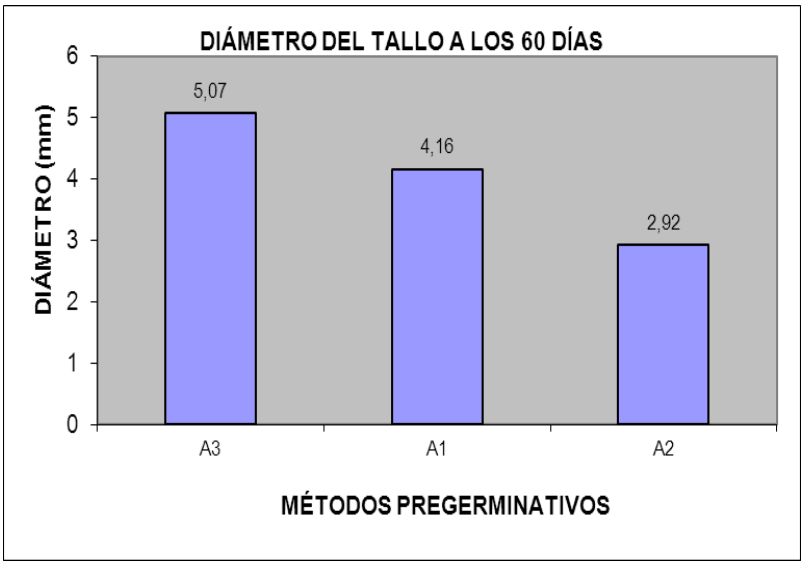
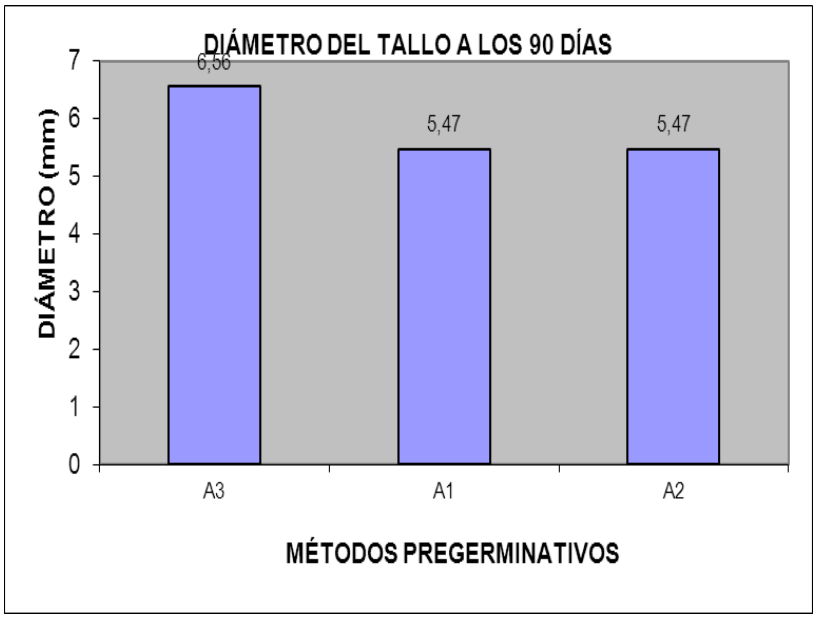


Gráfico No. 21. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del tallo a los 90 días.



⇒ FACTOR A: MÉTODOS PREGERMINATIVOS.

Se determinaron diferencias estadísticas altamente significativas (**) de los de los métodos pregerminativos en la variable diámetro del tallo evaluado en mm a los 60 y 90 días; mientras que a los 30 días se calculó diferencias no significativas (NS). (Cuadro No. 7).

Con la prueba de Tukey al 5% a los 30 días, numéricamente el método pregerminativo con el diámetro del tallo más alto fue el A_1: Escarificación de la semilla con ácido nítrico y A_3: Remojo en agua fría por 48 horas con 2,17 mm para cada método pregerminativo. (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 19).

A los 60 y 90 días, el promedio más alto en la variable Diámetro del Tallo en mm, se registró en el A_3: Remojo en agua fría por 48 horas con 5,07 mm y 6,56 mm. En forma consistente a través del tiempo tallos más delgados se

evaluaron en A_2: Tratamiento con agua caliente por tres minutos con 2,06 mm a los 30 días; 2,92 mm a los 60 días y 5,47 mm a los 90 días. (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 20 y 21).

La variable diámetro del tallo, es una característica varietal y dependen de su interacción genotipo – ambiente.

Otros factores que inciden en esta variable son climáticos como la temperatura, humedad del sustrato, humedad relativa, cantidad y calidad de la luz solar, viento, evapotranspiración, etc. Edáficos influye la textura, estructura, porosidad, densidad aparente, pH, macro y micro nutrientes capacidad de intercambio catiónico y biológicos como los microorganismos.

Cuadro No. 8. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo a los 30; 60 y 90 días.

DT 30 días (NS)			DT 60 días (**)			DT 90 días (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café	2,25	A	B_2:	4,69	A	B_2:	6,38	A
B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café	2,15	A	B_3:	4,29	A	B_3:	6,10	A
B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena	2,00	A	B_1:	3,18	B	B_1:	5,02	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 22. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo a los 30 días.

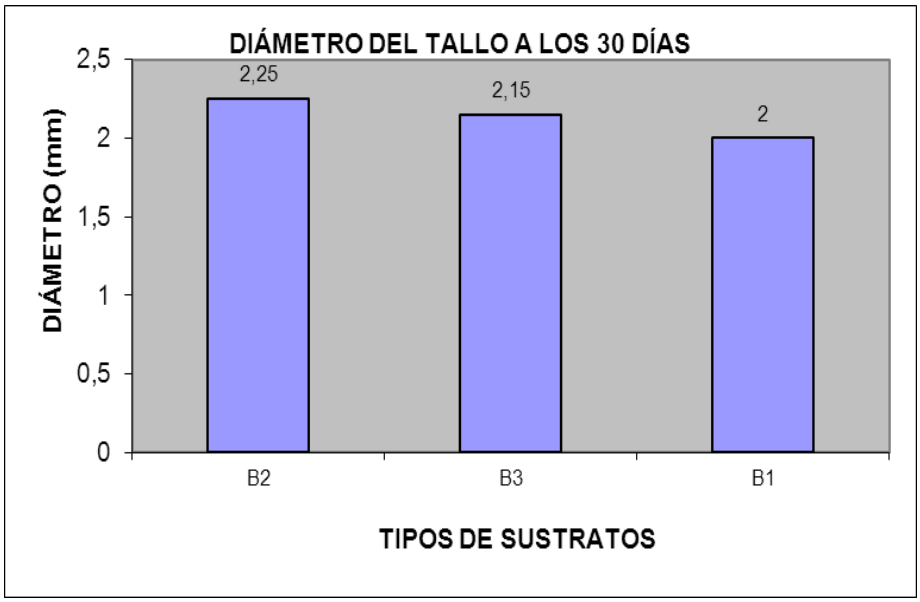


Gráfico No. 23. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo a los 60 días.

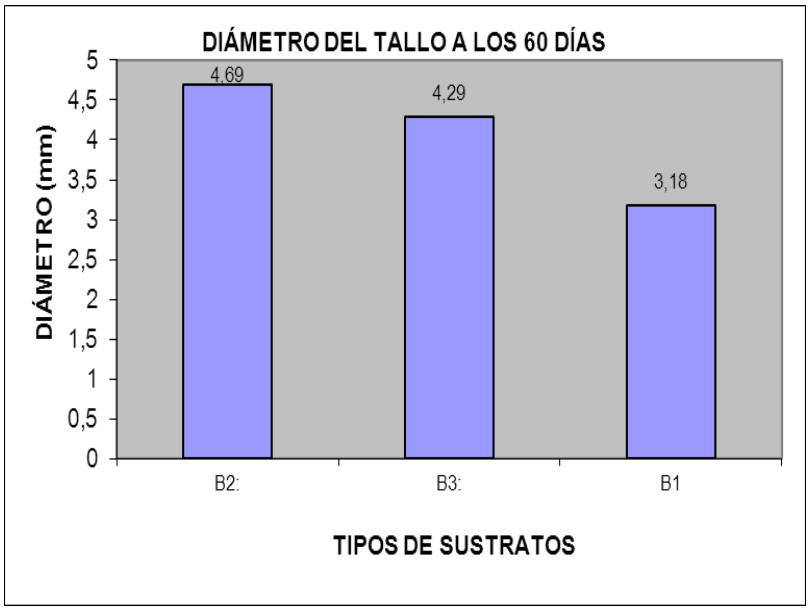
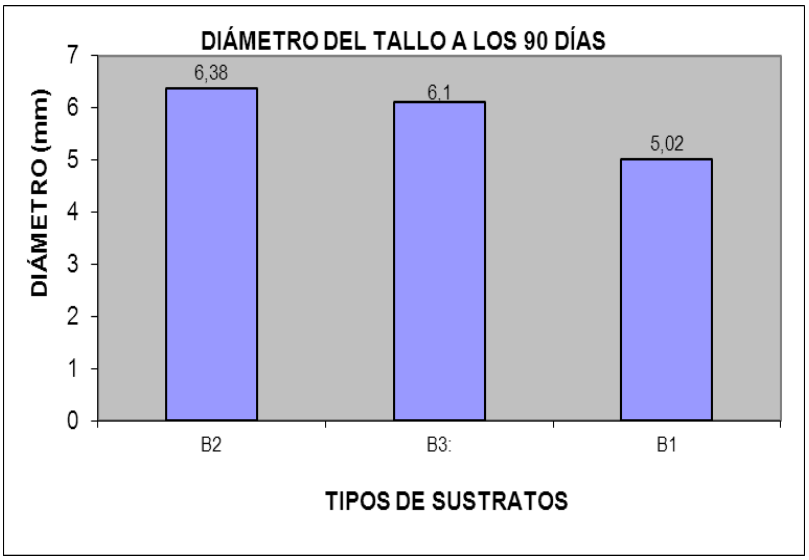


Gráfico No. 24. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo a los 90 días.



⇒ FACTOR B: TIPOS DE SUSTRATOS

La respuesta de los tipos de sustratos en cuanto a la variable diámetro del tallo a través del tiempo, fue no significativo a los 30 días (NS) y altamente significativo a los 60 y 90 días (**) (Cuadro No. 8).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a través del tiempo los valores promedios más elevados del diámetro del tallo, se tuvo en el B_2: 75 % de tierra de huerta más 25 % de pulpa de café con 2,25 mm a los 30 días; 4,69 mm a los 60 días y 6,38 mm a los 90 días. El promedio más bajo, se registró en el B_1: 75% de tierra de huerta más 25 % de arena con 2,00 mm; 3,18 mm y 5,02 mm. (Cuadro No. 8 y Gráficos No. 22, 23 y 24)

Este efecto diferente pudo darse por las diferencias físicas, químicas y biológicas de los diferentes sustratos. Quizá la pulpa de café, tuvo un contenido más alto de macro y micro nutrientes, lo que permitió un mayor crecimiento en diámetro del tallo de melina.

Cuadro No. 9. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores A x B en la variable diámetro del tallo a los 30; 60 y 90 días.

DT 30 días (NS)			DT 60 días (**)			DT 90 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T_2: A_1B_2	2,47	A	T_2: A_1B_2	5,50	A	T_2: A_1B_2	6,93	A
T_9: A_3B_3	2,24	A	T_9: A_3B_3	5,38	A	T_9: A_3B_3	6,67	AB
T_8: A_3B_2	2,16	A	T_8: A_3B_2	5,22	AB	T_8: A_3B_2	6,64	AB
T_6: A_2B_3	2,11	A	T_6: A_2B_3	4,38	BC	T_6: A_2B_3	6,52	AB
T_5: A_2B_2	2,11	A	T_7: A_3B_1	4,14	CD	T_7: A_3B_1	6,36	ABC
T_7: A_3B_1	2,11	A	T_5: A_2B_2	3,75	CDE	T_5: A_2B_2	5,56	ABCD
T_3: A_1B_3	2,09	A	T_{10}: Testigo	3,37	DE	T_{10}: Testigo	5,44	BCD
T_{10}: Testigo	2,00	A	T_3: A_1B_3	3,35	DE	T_3: A_1B_3	5,12	CD
T_4: A_2B_1	1,95	A	T_4: A_2B_1	3,12	E	T_4: A_2B_1	4,37	D
T_1: A_1B_1	1,94	A	T_1: A_1B_1	2,01	F	T_1: A_1B_1	4,33	D
CV = 10,01%			CV = 7,83%			CV = 7,61%		
Media General: 2,13 mm			Media General: 4,06 mm			Media General: 5,83 mm		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 25. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del tallo a los 30 días.

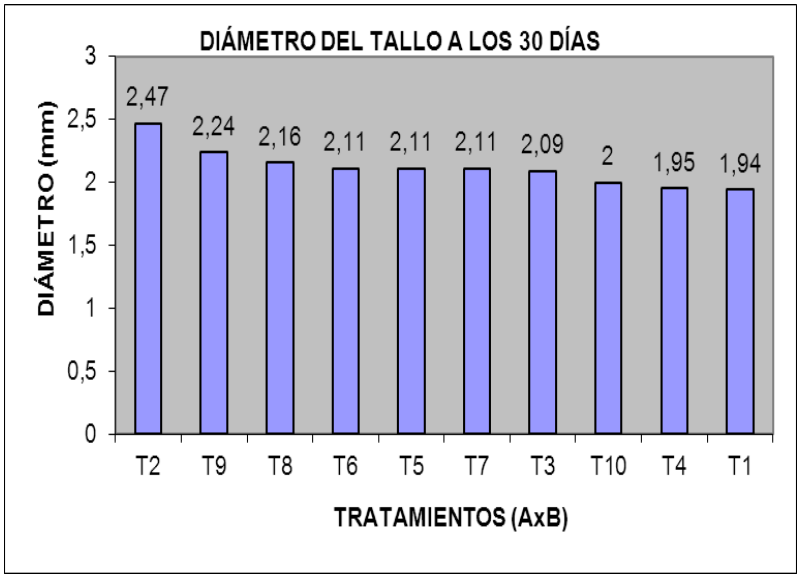


Gráfico No. 26. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del tallo a los 60 días.

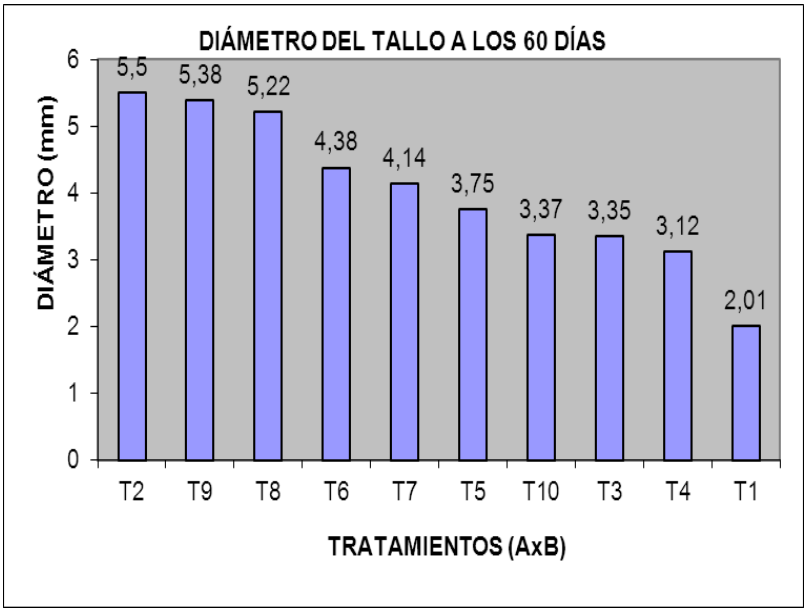
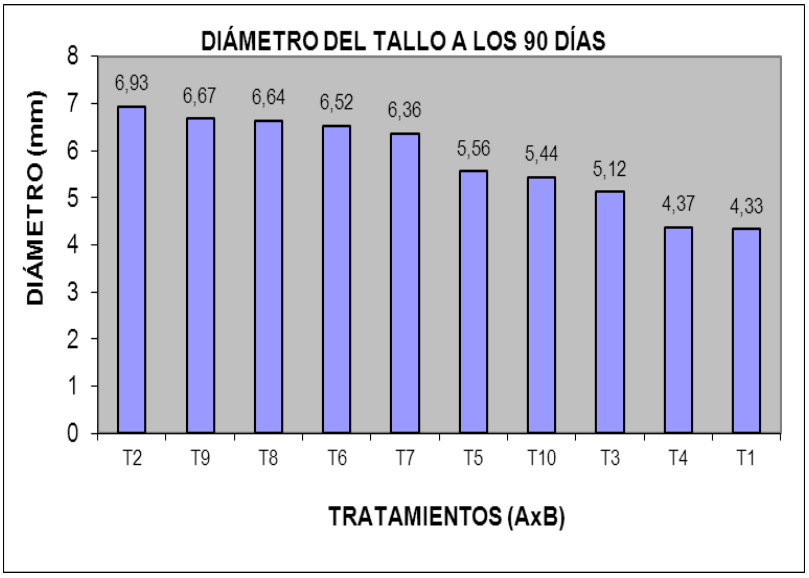


Gráfico No. 27. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del tallo a los 90 días.



⇒ INTERACCIÓN DE FACTORES (AxB).

La respuesta de los tipos de pregerminativos en relación a la variable diámetro del tallo, dependió de los tipos de sustratos a los 60 y 90 días; es decir existió una interacción significativa entre estos dos factores. No así a los 30 días. (Cuadro No. 9).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a los 30, 60 y 90 días el promedio mayor se tuvo en el T_2: A_1B_2 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café) con 2,47; 5,50 y 6,93 mm.

Un diámetro del tallo menor se registró en el T_1: A_1B_1 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) con 1,94; 2,01 y 4,33 mm. (Cuadro No. 9 y Gráfico No. 25,26 y 27).

Los resultados obtenidos al evaluar el diámetro del tallo, son válidos para esta zona agroecológica, ya a los 30 días se tuvo un CV de 10,01%; a los 60 días el valor del CV fue de 7,83% y a los 90 días se determinó un CV de 7,61% (Cuadro No. 9). Como se infirió anteriormente el coeficiente de variación nos indica la confiabilidad de los resultados reportados en una variable evaluada.

4. NÚMERO DE HOJAS A LOS 30; 60 Y 90 DÍAS

Cuadro No. 10. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable número de hojas a los 30; 60 y 90 días.

NH 30 días (**)			NH 60 días (**)			NH 90 días (**)		
Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango
A_1: Ácido Nítrico	7,00	A	A_3: Remojo Agua Fría	11,00	A	A_3: Remojo Agua Fría	15,00	A
A_2: Agua Caliente	6,00	B	A_1: Ácido Nítrico	10,00	AB	A_1: Ácido Nítrico	13,00	AB
A_3: Remojo Agua Fría	6,00	B	A_2: Agua Caliente	9,00	B	A_2: Agua Caliente	12,00	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 28. Métodos pregerminativos en la variable número de hojas a los 30 días.

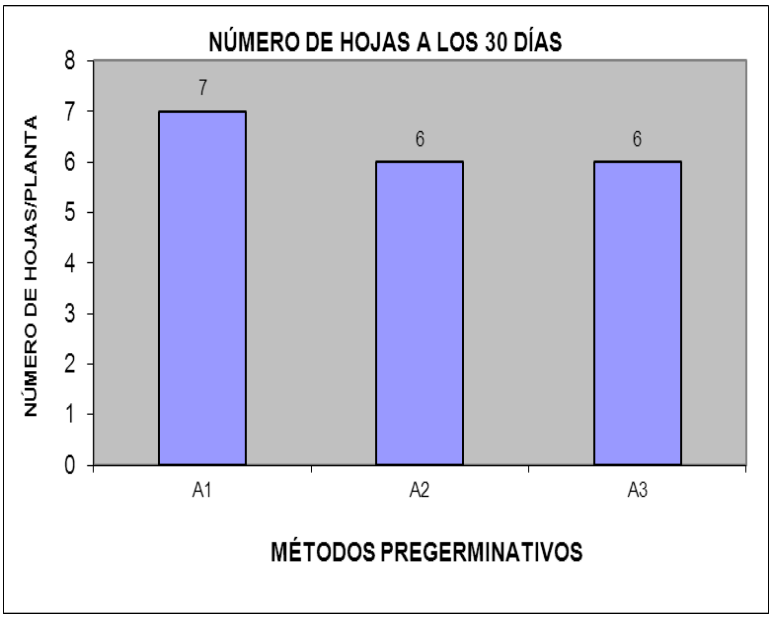


Gráfico No. 29. Métodos pregerminativos en la variable número de hojas a los 60 días.

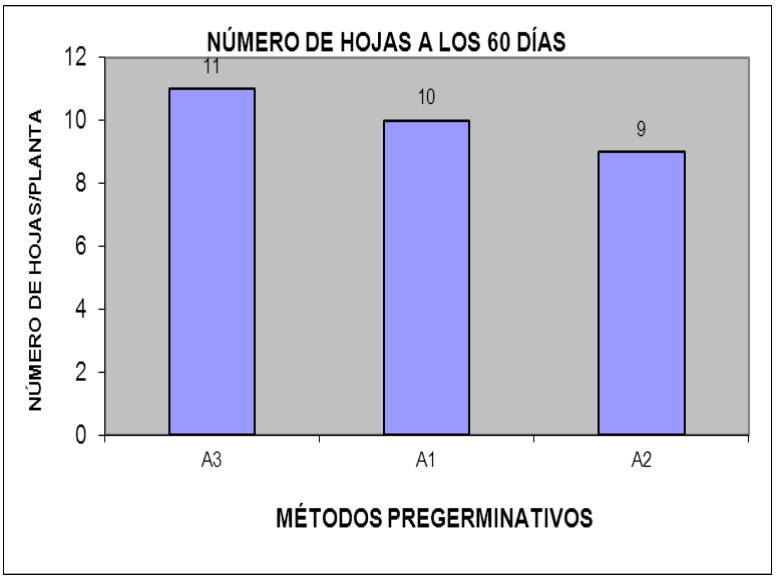
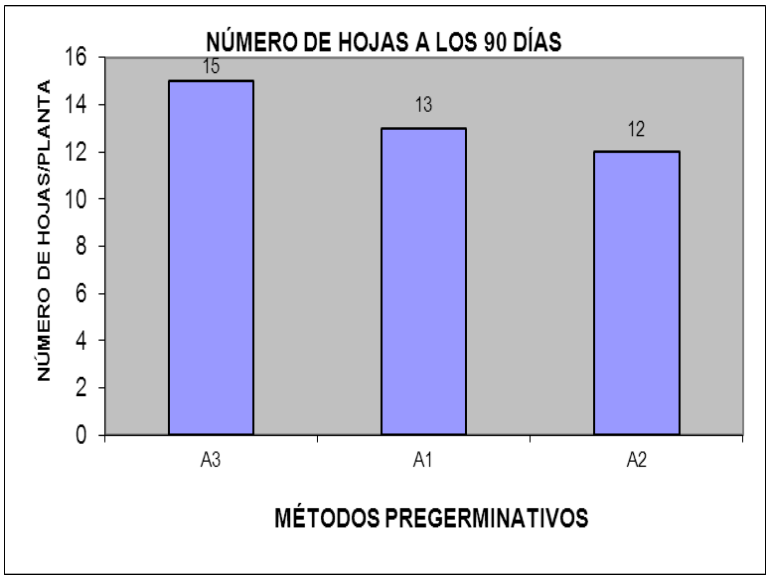


Gráfico No. 30. Métodos pregerminativos en la variable número de hojas a los 90 días.



⇒ FACTOR A: MÉTODOS PREGERMINATIVOS.

Se calcularon diferencias altamente significativas de los tipos de métodos pregerminativos en cuanto a la variable número de hojas a los 30, 60 y 90 días. (Cuadro No. 10).

Los resultados de la prueba de Tukey al 5%, demuestran que el mayor número de hojas a los 30 días, se registró al someter la semilla de melina a escarificación con ácido nítrico (A_1) con 7 hojas/planta; en tanto que el menor número de hojas por planta se tuvo al remojar la semilla en agua fría por 48 horas con 6 hojas; a los 60 y 90 días el mayor número de hojas/planta se evaluó al remojar la semilla en agua fría por 48 horas (A_3) con 11 y 15 hojas respectivamente. Plantas de melina con menos hojas se registró en A_2: Tratamiento con agua caliente por tres minutos con 9 y 12 hojas/planta. (Cuadro No. 12 y Gráfico No. 28, 29 y 30).

Se observa una mayor efectividad a través del tiempo el someter la semilla a remojo en agua fría por 48 horas, esto lógico porque inicialmente contribuye a dotar de humedad al embrión, al establecimiento de un buen sistema radicular lo que tiene relación con el crecimiento de una planta y por ende un mayor número de hojas por planta.

Cuadro No. 11. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de sustratos en la variable número de hojas a los 30; 60 y 90 días.

NH 30 días (**)			NH 60 días (**)			NH 90 días (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café	7,00	A	B_2:	11,00	A	B_2:	14,00	A
B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café	6,00	B	B_3:	10,00	B	B_3:	13,00	B
B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena	6,00	B	B_1:	9,00	B	B_1:	13,00	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 31. Tipos de sustratos en la variable número de hojas a los 30 días.

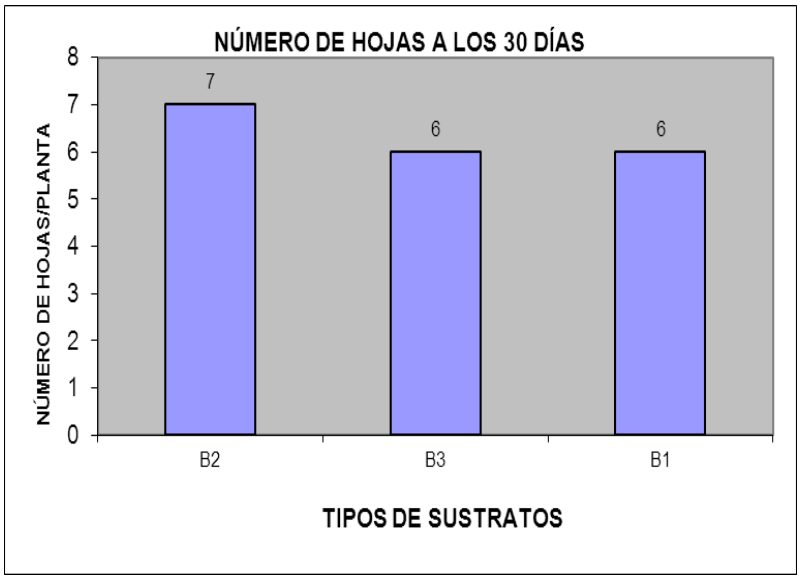


Gráfico No. 32. Tipos de sustratos en la variable número de hojas a los 60 días.

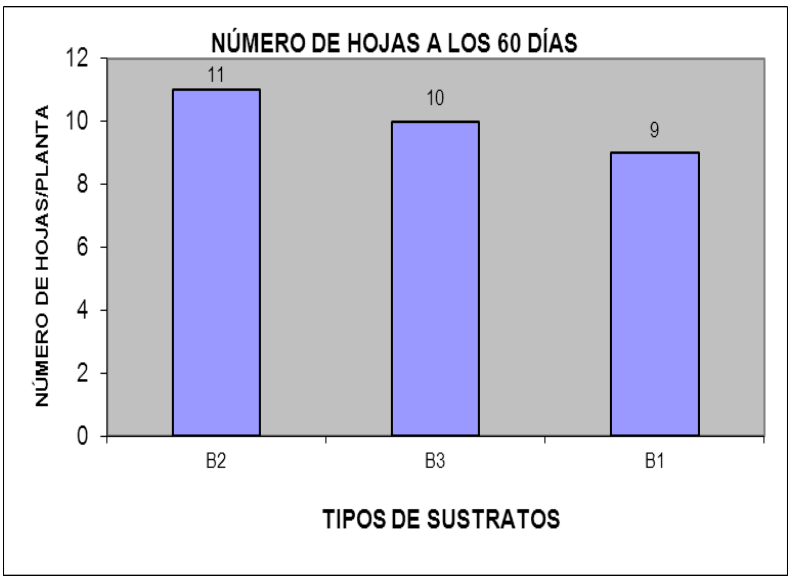
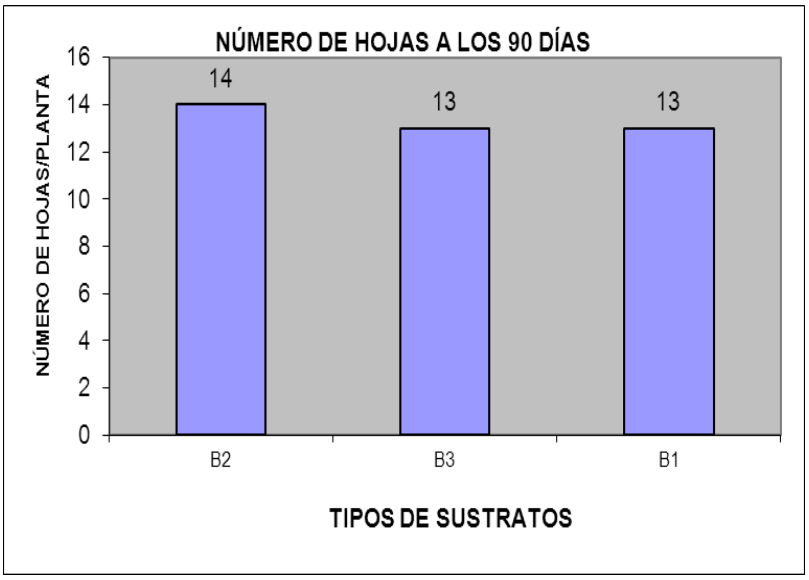


Gráfico No. 33. Tipos de sustratos en la variable número de hojas a los 90 días.



⇒ FACTOR B: TIPOS DE SUSTRATOS

Existió un efecto altamente significativo (**) de los tipos de sustratos en la variable número de hojas por planta a través del tiempo. (Cuadro No. 11).

Con la prueba de Tukey al 5%, en general existió en todos los sustratos un crecimiento importante de las plantas reflejada en el número de hojas. Sin embargo los promedios más altos a través del tiempo se tuvieron en el B_2: 75 % de tierra de huerta más 25 % de pulpa de café con 7 hojas a los 30 días; 11 hojas a los 60 días y 14 hojas a los 90 días.

El menor número de hojas se tuvo en el sustrato B_1: compuesto por 75% de tierra de huerta más 25% de arena con 6; 9 y 13 hojas/planta a través del tiempo (Cuadro No. 11 y Gráficos No. 31, 32 y 33).

Es evidente que el sustrato tierra de huerta y pulpa de café es el mejor sustrato debido quizá por sus características físicas, químicas y biológicas.

En la tierra de huerta con arena se presentó el menor NH, por planta porque quizá a través del tiempo, al no existir una cantidad apropiada de macro y micro nutrientes existen plantas más pequeñas y un menor número de hojas por planta.

Cuadro No. 12. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de la interacción de factores AxB en la variable número de hojas a los 30; 60 y 90 días.

NH 30 días (**)			NH 60 días (**)			NH 90 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T_2: A_1B_2	9,00	A	T_2: A_1B_2	12,00	A	T_2: A_1B_2	15,00	A
T_6: A_2B_3	7,00	B	T_8: A_3B_2	12,00	AB	T_8: A_3B_2	15,00	A
T_5: A_2B_2	7,00	B	T_9: A_3B_3	11,00	ABC	T_7: A_3B_1	15,00	A
T_1: A_1B_1	7,00	B	T_7: A_3B_1	10,00	ABC	T_9: A_3B_3	15,00	A
T_9: A_3B_3	6,00	B	T_5: A_2B_2	10,00	ABC	T_{10}: Testigo	14,00	AB
T_3: A_1B_3	6,00	B	T_3: $A1B_3$	10,00	BC	T_3: A_1B_3	13,00	BC
T_8: A_3B_2	6,00	B	T_{10}: Testigo	9,00	BC	T_1: A_1B_1	13,00	BC
T_{10}: Testigo	6,00	B	T_6: A_2B_3	9,00	C	T_5: A_2B_2	13,00	BC
T_4: A_2B_1	6,00	B	T_1: A_1B_1	8,00	C	T_4: A_2B_1	12,00	C
T_7: A_3B_1	6,00	B	T_4: A_2B_1	8,00	C	T_6: A_2B_3	12,00	C
CV = 7,18%			CV = 8,51%			CV = 3,50%		
Media General: 6,60 (7) hojas.			Media General: 10 hojas.			Media General: 13,00		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 34. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas a los 30 días.

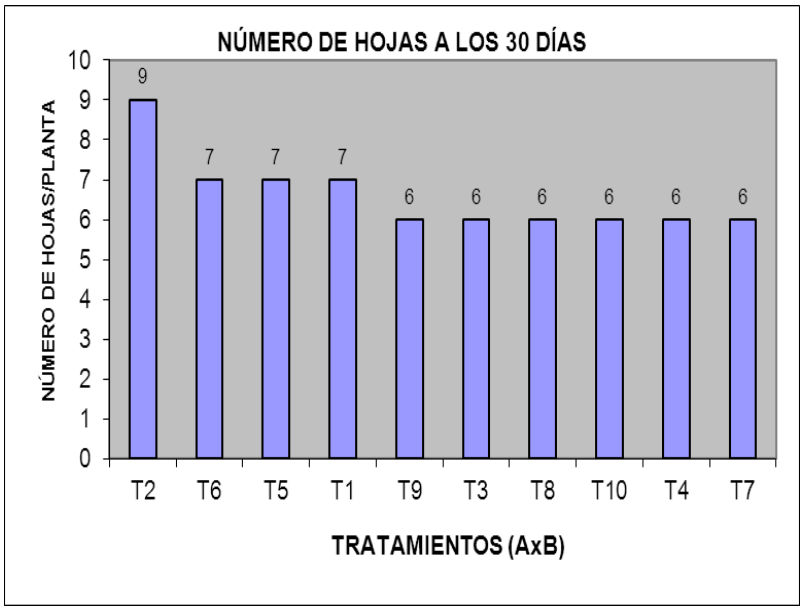


Gráfico No. 35. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas a los 60 días.

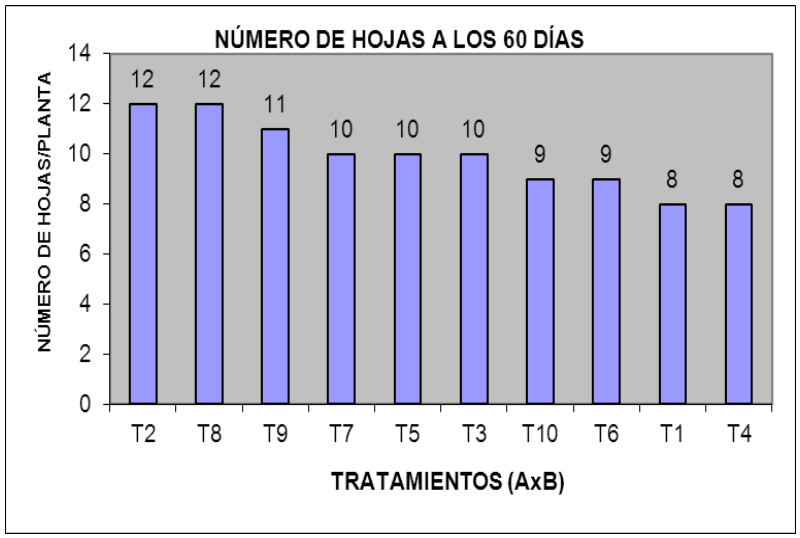
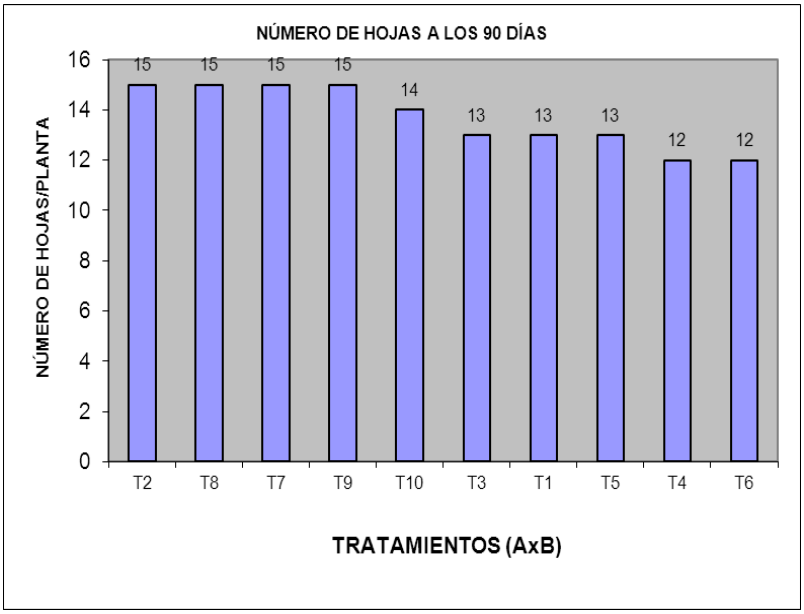


Gráfico No. 36. Interacción de factores (AxB) en la variable número de hojas a los 90 días.



⇒ INTERACCIÓN DE FACTORES (AxB)

Se determinó una dependencia altamente significativa de factores con una fuerte interacción en dirección y magnitud en la variable número de hojas por planta, es decir los métodos pregerminativos dependieron del tipo de sustrato.

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a los 30, 60 y 90 días el mejor tratamiento en esta variable fue el T_2: A_1B_2: Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café con 9, 12 y 15 hojas por planta respectivamente, lo cual demuestra el crecimiento acelerado en tres veces más cada 30 días (Cuadro No. 12 y Gráficos No. 34, 35 y 36).

En la interacción de factor AxB; se confirma el efecto positivo significativo como factores principales de métodos pregerminativos y de sustratos.

Además la variable número de hojas por planta, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente.

Al evaluar el número de hojas por planta de melina a los 30; 60 y 90 días, se registró un valor del CV de entre 3,50 y 7,18% (Cuadro No. 12); lo que nos da una mayor confiablidad de los resultados obtenidos en esta variable.

5. LONGITUD DE LA HOJA EN cm A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS

Cuadro No. 13. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable longitud de la hoja a los 30; 60 y 90 días.

LH 30 días (**)			LH 60 días (NS)			LH 90 días (NS)		
Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango
A_1: Ácido Nítrico	5,65	A	A_3: Remojo Agua Fría	9,44	A	A_2: Agua Caliente	13,39	A
A_3: Remojo Agua Fría	5,40	A	A_1: Ácido Nítrico	8,97	A	A_1: Ácido Nítrico	12,97	A
A_2: Agua Caliente	4,64	B	A_2: Agua Caliente	8,86	A	A_3: Remojo Agua Fría	12,20	A

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 37. Métodos pregerminativos en la variable longitud de la hoja a los 30 días.

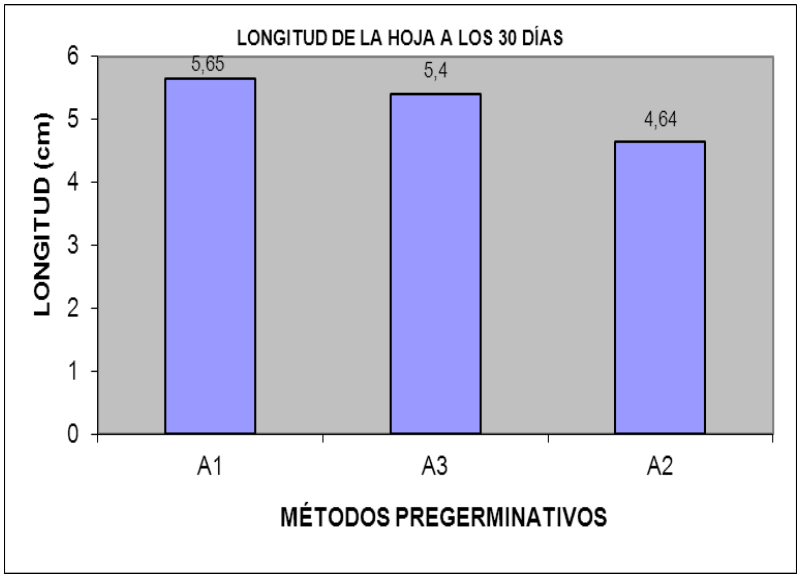


Gráfico No. 38. Métodos pregerminativos en la variable longitud de la hoja a los 60 días.

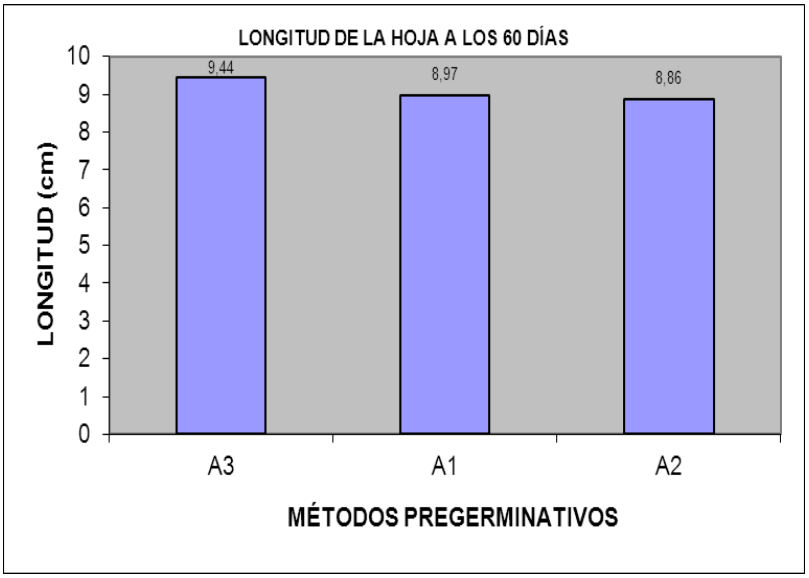
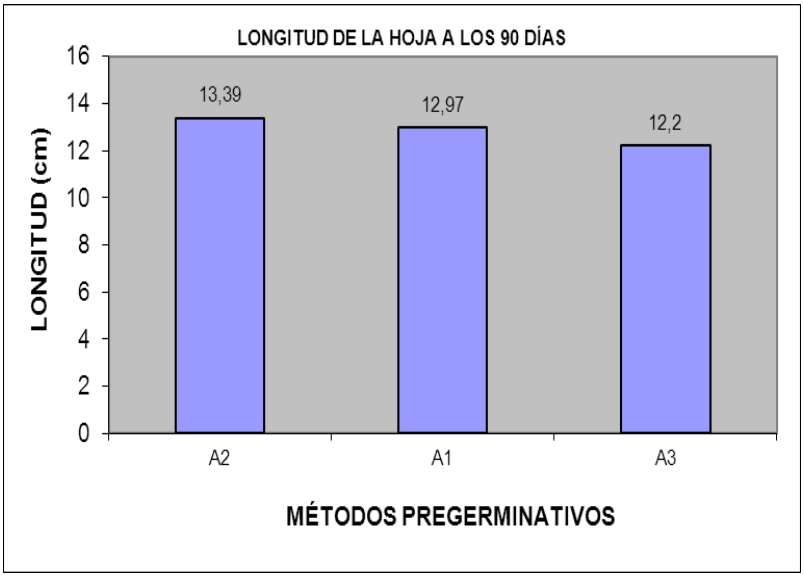


Gráfico No. 39. Métodos pregerminativos en la variable longitud de la hoja a los 90 días.



⇒ FACTOR A: MÉTODOS PREGERMINATIVOS

Existieron diferencias estadísticas altamente significativas (**) como efecto de los métodos pregerminativos en la variable longitud de la hoja evaluada en cm únicamente a los 30 días (Cuadro No. 13).

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 30 días hojas más largas, se registró en el método escarificación de la semilla con ácido nítrico (A_1) con 5,65 cm hojas más pequeñas, se reportó al tratar la semilla con agua caliente por tres minutos con 4,64 cm. (Cuadro No. 13 y Gráficos No. 37)

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 60 días el método pregerminativo en el que se registró una mayor longitud de la hoja fue el A_3: Remojo en agua fría por 48 horas con 9,44 mm la menor longitud se tuvo al tratar la semilla con agua caliente por tres minutos (A_2) con 8,86 cm. (Cuadro No. 13 y Gráficos No. 38).

Mientras que a los 90 días el promedio más alto se registró en A_2: Tratamiento con agua caliente por tres minutos con 13,39 cm el más bajo se evaluó en A_3 con 12,20 cm. (Cuadro No. 13 y Gráficos No. 39)

En la práctica lo que necesita el viverista es tener plantas de buena calidad en menor tiempo, para obtener una mejor efectividad y productividad.

Cuadro No. 14. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable longitud de la hoja a los 30; 60 y 90 días.

LH 30 días (**)			LH 60 días (**)			LH 90 días (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café	6,25	A	B_2:	10,42	A	B_2:	14,41	A
B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café	4,90	B	B_3:	9,74	A	B_3:	12,98	B
B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena	4,55	B	B_1:	7,10	B	B_1:	11,15	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 40. Tipos de sustratos en la variable longitud de la hoja a los 30 días.

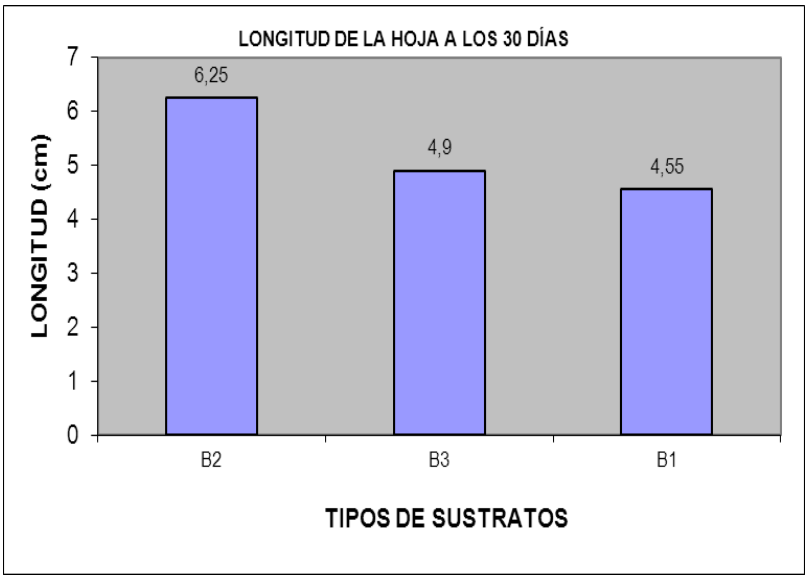


Gráfico No. 41. Tipos de sustratos en la variable longitud de la hoja a los 60 días.

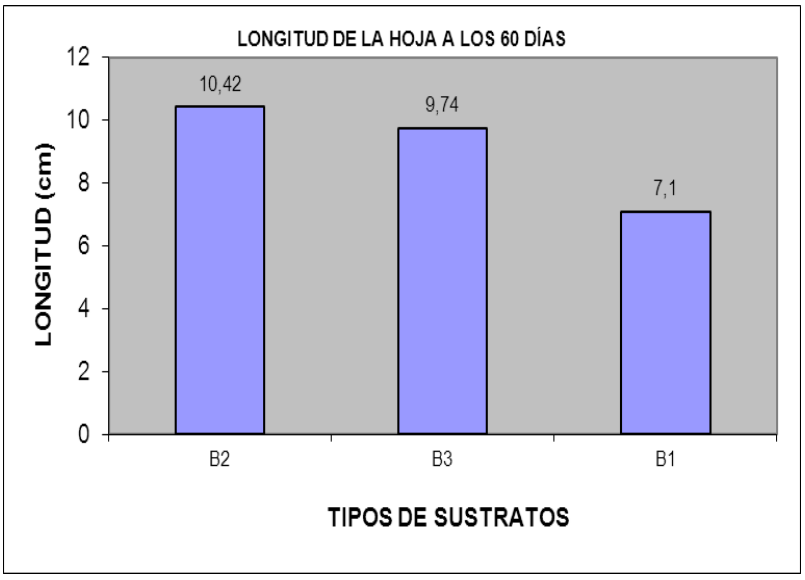
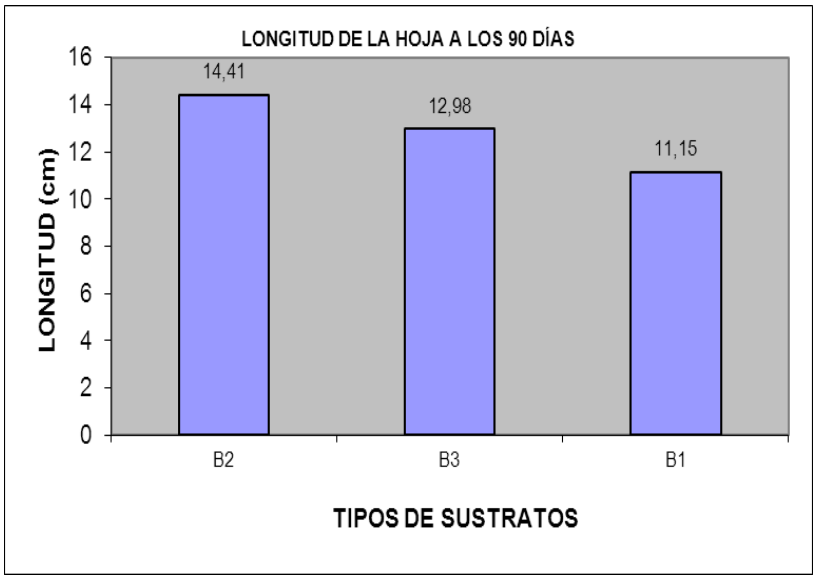


Gráfico No. 42. Tipos de sustratos en la variable longitud de la hoja a los 90 días.



⇒ FACTOR B: TIPOS DE SUSTRATOS

Los sustratos tuvieron un efecto altamente significativo sobre la variable longitud de la hoja a través del tiempo. (Cuadro No. 14).

El promedio más alto de esta variable en forma consistente a través del tiempo, se registró en el sustrato B_2: 75% de tierra de huerta más 25% de pulpa de café con 6,25 cm; 10,42 cm; y 14,41 cm (Cuadro No. 14 y Gráficos No. 40, 41 y 42).

Mientras que la longitud de la hoja más baja se evaluó en el sustrato B_1: 75% de tierra de huerta más 25% de arena con 4,55 cm; 7,10 cm, y 11,15 cm. (Cuadro No. 14 y Gráficos No. 40, 41 y 42).

Se confirma también en esta variable la mayor eficiencia de este sustrato en comparación con los demás sustratos.

La variable longitud de la hoja, es una característica varietal y depende también de su interacción genotipo – ambiente, de la nutrición y sanidad de las plantas, la cantidad y calidad de luz, índice de área foliar y entre otras.

Cuadro No. 15. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable longitud de la hoja a los 30; 60 y 90 días.

LH 30 días (**)			LH 60 días (**)			LH 90 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T_2: A_1B_2	8,26	A	T_2: A_1B_2	10,89	A	T_2: A_1B_2	15,62	A
T_9: A_3B_3	5,75	B	T_8: A_3B_2	10,67	A	T_5: A_2B_2	14,43	AB
T_8: A_3B_2	5,46	BC	T_9: A_3B_3	10,27	A	T_6: A_2B_3	14,40	AB
T_5: A_2B_2	5,02	BC	T_5: A_2B_2	9,69	A	T_8: A_3B_2	13,18	ABC
T_7: A_3B_1	5,00	BC	T_6: A_2B_3	9,49	A	T_9: A_3B_3	12,31	BC
T_6: A_2B_3	4,73	BC	T_3: A_1B_3	9,47	A	T_3: A_1B_3	12,26	BC
T_{10}: Testigo	4,66	BC	T_{10}: Testigo	9,09	AB	T_4: A_2B_1	11,33	C
T_1: A_1B_1	4,48	BC	T_4: A_2B_1	7,39	BC	T_{10}: Testigo	11,20	C
T_3: A_1B_3	4,23	C	T_7: A_3B_1	7,37	BC	T_7: A_3B_1	11,10	C
T_4: A_2B_1	4,17	C	T_1: A_1B_1	6,55	C	T_1: A_1B_1	11,03	C
CV = 8,70%			CV = 6,92%			CV = 6,71%		
Media General: 5,23 mm			Media General: 9,09 mm			Media General: 12,85 mm		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 43. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de la hoja a los 30 días.

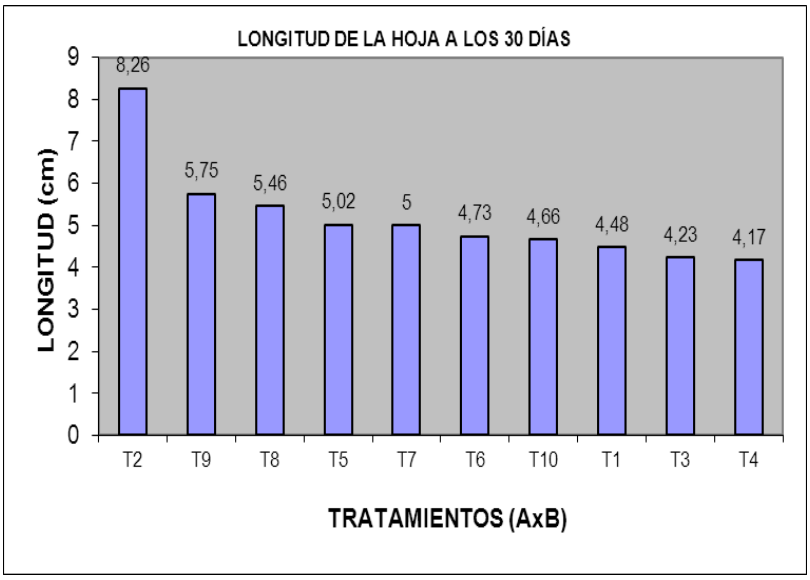


Gráfico No. 44. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de la hoja a los 60 días.

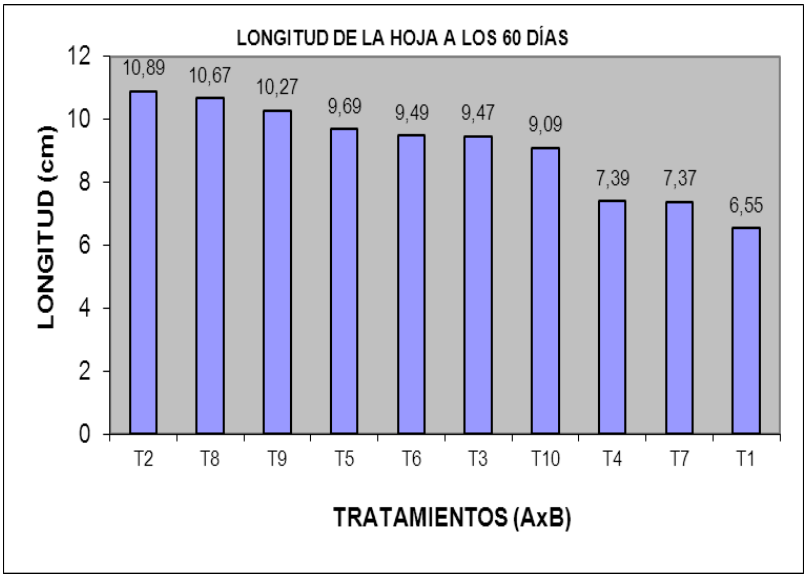
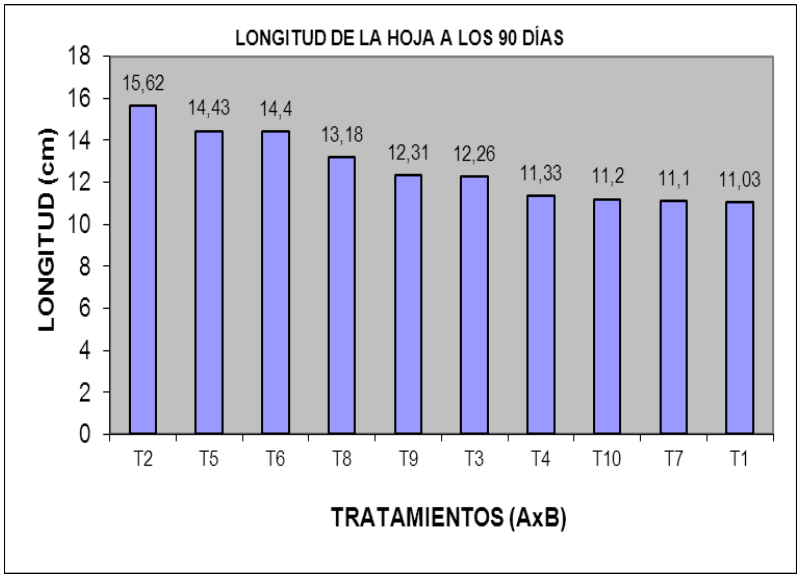


Gráfico No. 45. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud de la hoja a los 90 días.



⇒ INTERACCIÓN DE FACTORES (AxB).

La respuesta de los métodos pregerminativos en cuanto a la variable longitud de la hoja a través del tiempo dependió de los tipos de sustratos, es decir el factor A, dependió del factor B (**). (Cuadro No. 15).

Con la prueba de Tukey en forma general los tratamientos a través del tiempo el tratamiento con la mayor longitud de la hoja fue el T_2: A_1B_2 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café.) con 8,26 cm; 10,89 cm y 15,62 cm de longitud de las hojas a los 30, 60 y 90 días. La longitud menor a los 30 días se registró en el T_4: A_2B_1 (Semilla tratada con agua caliente más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) con apenas 4,17 cm de LH (Cuadro No. 15 y Gráficos No. 43, 44 y 45).

En tanto que a los 60 y 90 días el promedio menor se registró en T_1: A_1B_1 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) con 6,55 cm y 11,03 cm respectivamente. (Cuadro No. 15 y Gráficos No. 43, 44 y 45).

La variable longitud de la hoja son características variables y dependen de su interacción genotipo – ambiente, factores determinantes son la temperatura, humedad del sustrato, humedad relativa, cantidad y calidad de la luz solar, viento, evapotranspiración, influye también la textura, estructura, porosidad, densidad aparente, pH, macro y micro nutriente capacidad de intercambio catiónico, etc. y los micro organismos presentes en los sustratos.

Los valores del CV en la variable LH a los 30 días fue de 8,70%; a los 60 días el valor alcanzado fue de 6,92%, mientras a los 90 días el CV fue de 6,71% (Cuadro No. 15), como de analizó anteriormente que en las variables que están bajo el control del investigador, este valor no debe superar al 20%.

6. ANCHO DE LA HOJA EN cm A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS

Cuadro No. 16. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días.

AH 30 días (**)			AH 60 días (**)			AH 90 días (NS)		
Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango
A_1: Ácido Nítrico	4,76	A	A_3: Remojo Agua Fría	9,16	A	A_2: Agua Caliente	11,72	A
A_3: Remojo Agua Fría	4,38	A	A_1: Ácido Nítrico	7,30	B	A_3: Remojo Agua Fría	11,72	A
A_2: Agua Caliente	3,44	B	A_2: Agua Caliente	6,78	B	A_1: Ácido Nítrico	10,83	A

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5 %

Gráfico No. 46. Métodos pregerminativos en la variable ancho de la hoja a los 30 días.

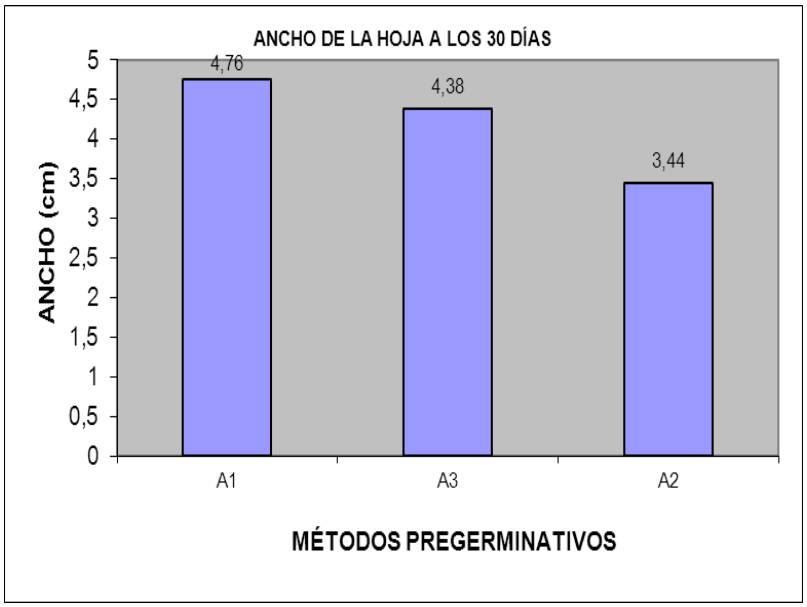


Gráfico No. 47. Métodos pregerminativos en la variable ancho de la hoja a los 60 días.

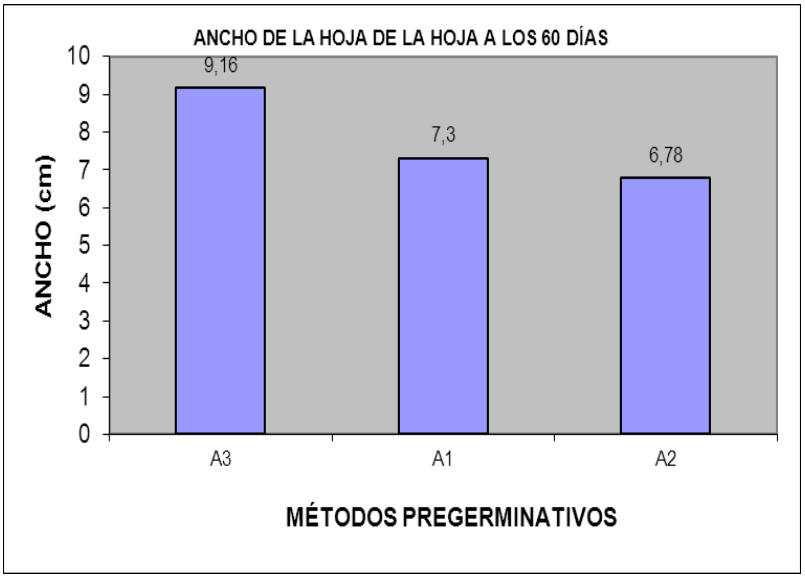
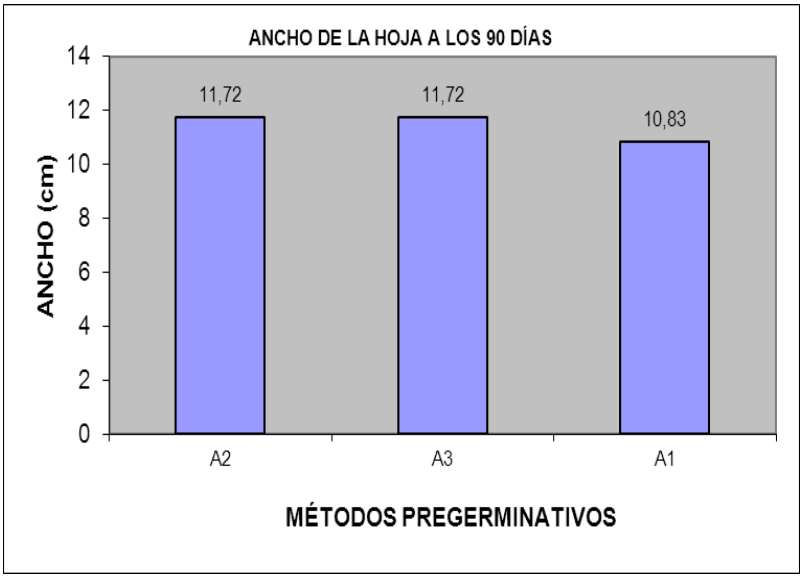


Gráfico No. 48. Métodos pregerminativos en la variable ancho de la hoja a los 90 días.



⇒ FACTOR A: MÉTODOS PREGERMINATIVOS

Existió un efecto altamente significativo (**) de los métodos pregerminativos en la variable ancho de la hoja a los 30 y 60 días (Cuadro No. 16) a los 90 días, se determinó un efecto no significativo de los métodos pregerminativos en esta variable. (Cuadro No. 16)

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 30 días hojas más anchas se tuvo en el A_1: Escarificación de la semilla con ácido nítrico con 4,76 cm; a los 60 días el promedio mayor se evaluó en A_3: Remojo en agua fría por 48 horas con 9,16 cm; el promedio menor a los 30 y 60 días, se tuvo en el A_2: Tratamiento con agua caliente por tres minutos con 3,44 cm y 6,78 cm (Cuadro No. 16 y Gráficos No. 46, 47 y 48).

A los 90 días hojas de melina más anchas se tuvo en el A_2: Tratamiento con agua caliente por tres minutos con 11,72 cm y el promedio más bajo se dio

en el A_1: Escarificación de la semilla con ácido nítrico con 10,83 cm de ancho de la hoja (Cuadro No. 16 y Gráficos No. 46, 47 y 48).

El ancho de la hoja, es una característica varietal y depende de su interacción genotipo – ambiente.

Cuadro No. 17. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días.

AH 30 días (**)			AH 60 días (**)			AH 90 días (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café	4,85	A	B_2:	8,97	A	B_2:	12,85	A
B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café	4,25	B	B_3:	7,87	B	B_3:	11,70	A
B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena	3,48	C	B_1:	6,39	C	B_1:	9,71	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 49. Tipos de sustratos en la variable ancho de la hoja a los 30 días.

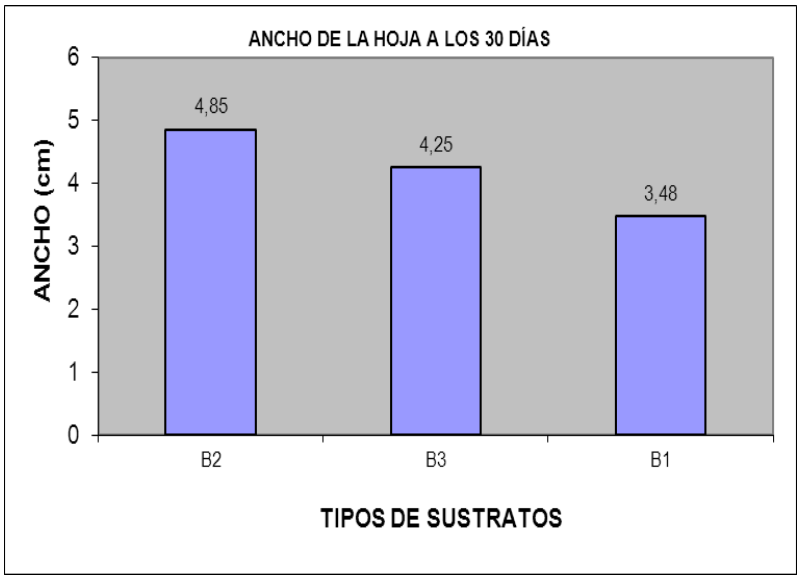


Gráfico No. 50. Tipos de sustratos en la variable ancho de la hoja a los 60 días.

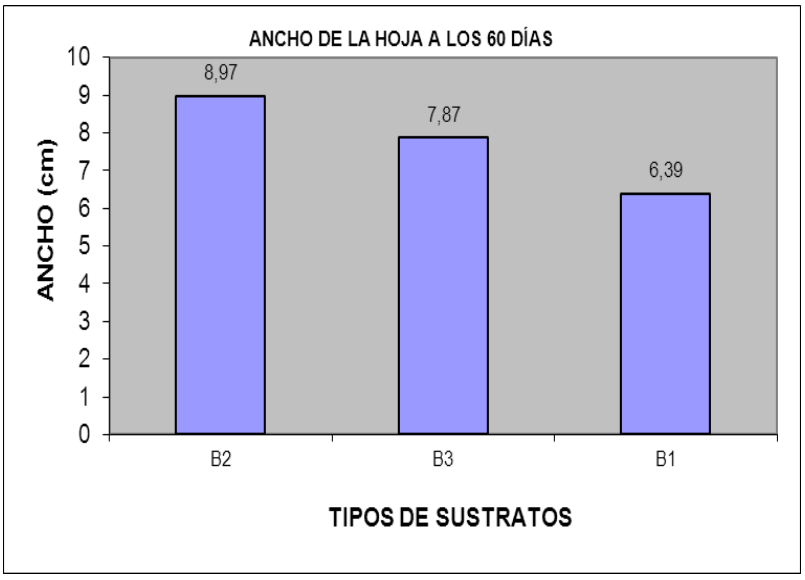
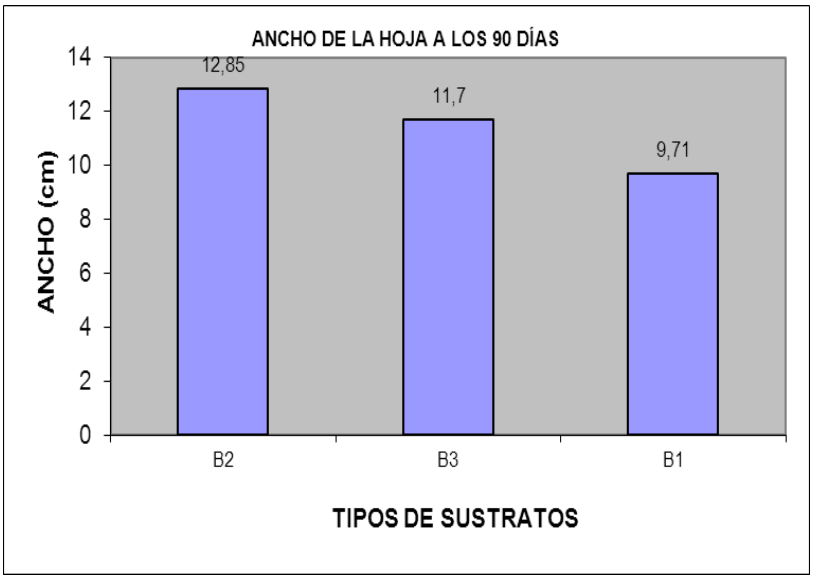


Gráfico No. 51. Tipos de sustratos en la variable ancho de la hoja a los 90 días.



⇒ FACTOR B: TIPOS DE SUSTRATOS

Se tuvo una respuesta altamente significativa de los tipos de sustratos en la variable ancho de la hoja a través del tiempo. (Cuadro No. 17).

Los valores promedios más altos se tuvieron en el sustrato B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café con 4,85 cm a los 30 días; 8,97 cm a los 60 días y 12,85 cm ancho de la hoja a los 90 días (Cuadro No. 17 y Gráficos No. 49, 50 y 51)

Mientras que los promedios más bajos a los 30, 60 y 90 días se registró en el sustrato B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena con 3,48; 6,39 y 9,71 cm (Cuadro No. 17 y Gráficos No. 49, 50 y 51)

Se confirma la mayor efectividad del sustrato tierra de huerta y cáscara de café al incidir en valores promedios más altos de las variables evaluadas en comparación a los demás sustratos.

Cuadro No. 18. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable ancho de la hoja a los 30, 60 y 90 días.

AH 30 días (**)			AH 60 días (**)			AH 90 días (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T_2: A_1B_2	6,67	A	T_2: A_1B_2	9,82	A	T_2: A_1B_2	13,22	A
T_9: A_3B_3	4,75	B	T_8: A_3B_2	9,44	AB	T_6: A_2B_3	13,22	A
T_3: A_1B_3	4,47	BC	T_9: A_3B_3	9,25	AB	T_8: A_3B_2	12,80	AB
T_8: A_3B_2	4,43	BC	T_{10}: Testigo	8,52	ABC	T_5: A_2B_2	12,54	AB
T_7: A_3B_1	3,97	BC	T_7: A_3B_1	8,40	ABC	T_9: A_3B_3	11,19	ABC
T_{10}: Testigo	3,66	BC	T_5: A_2B_2	7,67	BC	T_7: A_3B_1	10,69	ABC
T_6: A_2B_3	3,53	BC	T_3: A_1B_3	7,34	CD	T_3: A_1B_3	10,21	ABC
T_5: A_2B_2	3,45	BC	T_6: A_2B_3	7,02	CD	T_{10}: Testigo	9,38	BC
T_4: A_2B_1	3,33	C	T_4: A_2B_1	5,66	DE	T_4: A_2B_1	8,57	C
T_1: A_1B_1	3,15	C	T_1: A_1B_1	5,11	E	T_1: A_1B_1	8,50	C
CV = 10,69%			CV = 7,86%			CV = 8,11%		
Media General: 4,19 cm			Media General: 7,75 cm			Media General: 11,42 cm		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 52. Interacción de factores (AxB) en la variable ancho de la hoja a los 30 días.

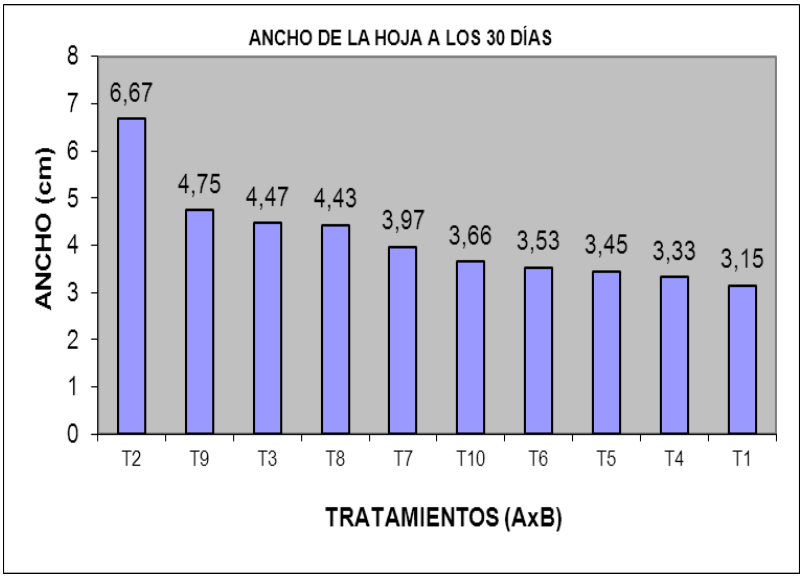


Gráfico No. 53. Interacción de factores (AxB) en la variable ancho de la hoja a los 60 días.

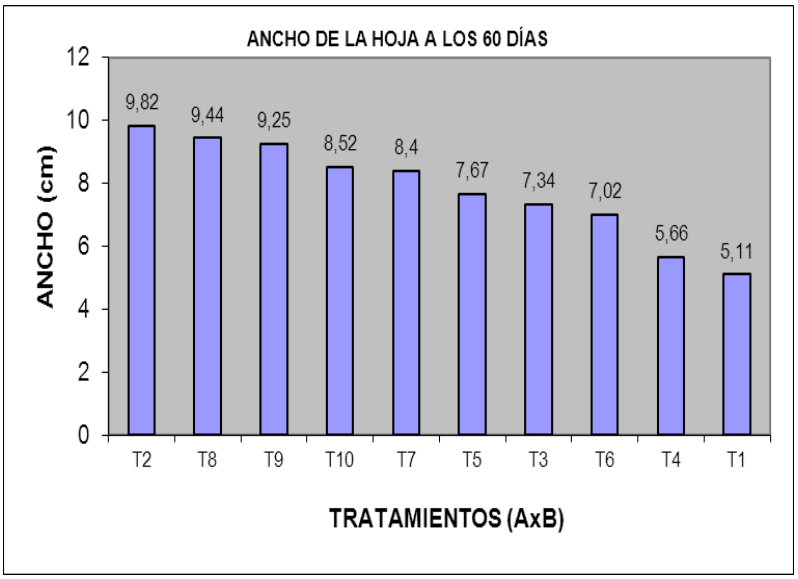
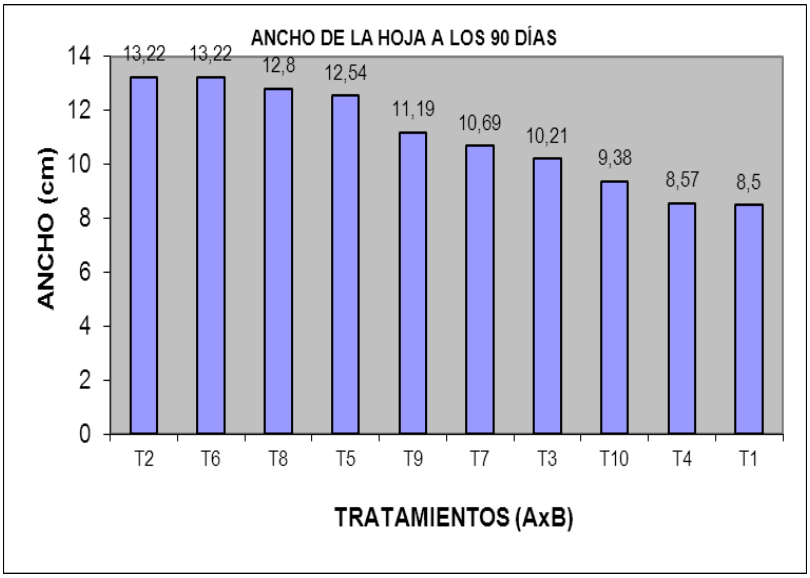


Gráfico No. 54. Interacción de factores (AxB) en la variable ancho de la hoja a los 90 días.



⇒ INTERACCIÓN DE FACTORES (AxB)

Existió una interacción altamente significativa de factores a los 30, 60 y 90 días, es decir la respuesta de los métodos pregerminativos dependió de los tipos de sustratos en cuanto a la variable ancho de la hoja a través del tiempo. (Cuadro No. 18).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a través del tiempo, el valor promedio más alto se tuvo en el T_2: A_1B_2 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café) con 6,67 cm; 9,82 cm y 13,22 cm de ancho de la hoja; y el promedio menor a los 30, 60 y 90 días, se evaluó en el T_1: A_1B_1 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) con apenas 3,15 cm; 5,11 cm y 8,50 cm de ancho de la hoja. (Cuadro No. 18 y Gráficos No. 52, 53 y 54).

Estos resultados nos permiten inferir o confirma la efectividad de los sustratos tierra de huerta y pulpa de café, y el método de escarificación de la semilla como los más efectivos para el uso en la propagación sexual de melina en vivero.

En esta variable el valor del CV más bajo se registró a los 90 días con el 8,11%, en tanto que el valor más alto se tuvo a los 30 días con 10,69% (Cuadro No. 18)

7. LONGITUD DEL PECÍOLO EN cm A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS

Cuadro No. 19. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable longitud del pecíolo a los 30; 60 y 90 días.

LP 30 días (*)			LP 60 días (**)			LP 90 días (NS)		
Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango
A_1: Ácido Nítrico	2,64	A	A_3: Remojo Agua Fría	6,20	A	A_2: Agua Caliente	8,15	A
A_3: Remojo Agua Fría	2,21	AB	A_2: Agua Caliente	5,13	B	A_3: Remojo Agua Fría	7,83	A
A_2: Agua Caliente	2,18	B	A_1: Ácido Nítrico	4,32	C	A_1: Ácido Nítrico	7,49	A

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5 %.

Gráfico No. 55. Métodos pregerminativos en la variable longitud del pecíolo a los 30 días.

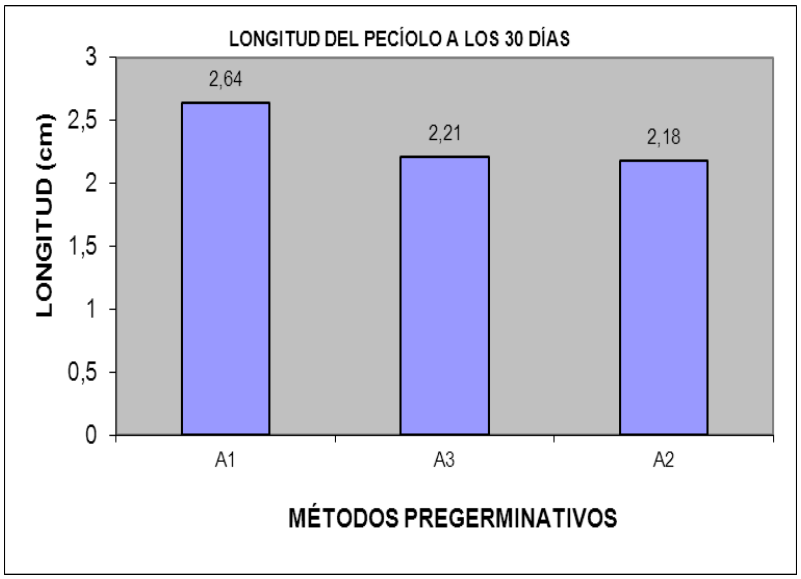


Gráfico No. 56. Métodos pregerminativos en la variable longitud del pecíolo a los 60 días.

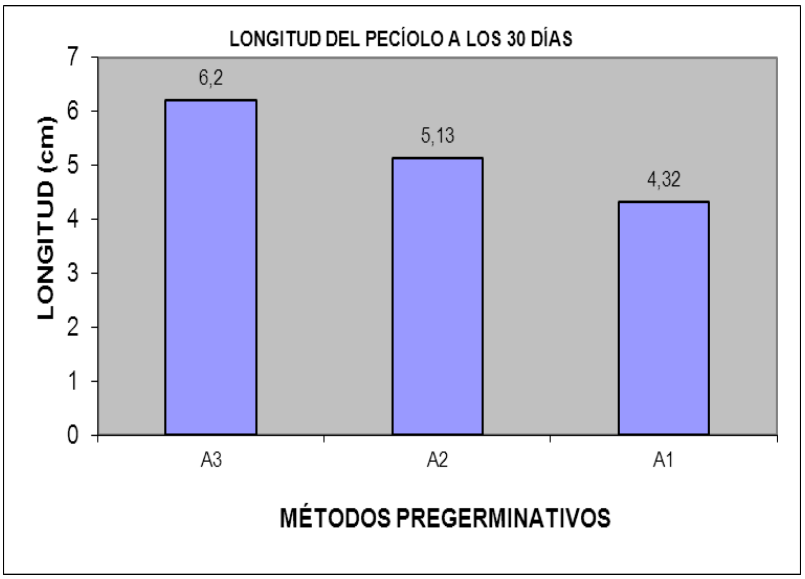
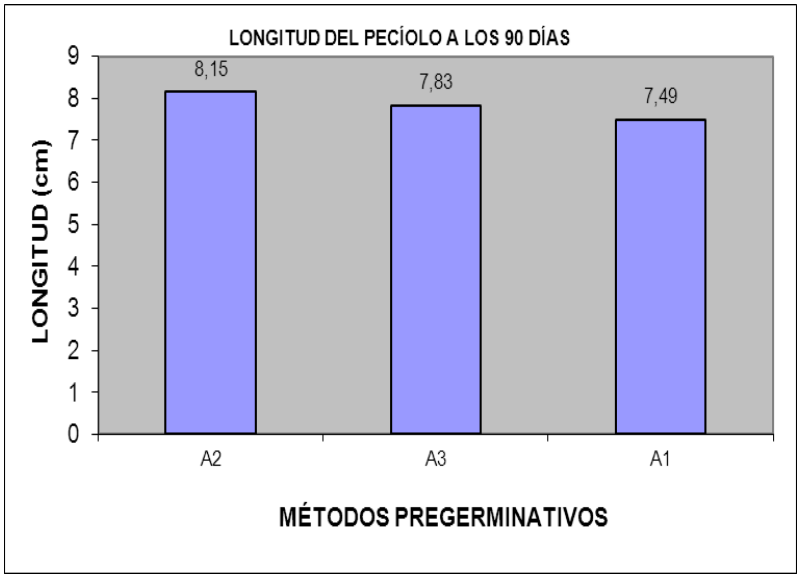


Gráfico No. 57. Métodos pregerminativos en la variable longitud del pecíolo a los 90 días.



⇒ FACTOR A: MÉTODOS PREGERMINATIVOS

Los métodos pregerminativos tuvieron un efecto significativo (*) y altamente significativo (**) sobre la variable longitud del pecíolo a los 30 y 60 días. (Cuadro No. 19).

Con la prueba al 5%, a través del tiempo los promedios más significativo de esta variable a los 30 días se evaluaron en la escarificación de la semilla con ácido nítrico (A_1) con 2,64 mm y pecíolos menos significativos se obtuvo al tratar la semilla con agua caliente por tres minutos con 2,18 mm A los 60 días la mayor longitud del pecíolo se dio al remojar la semilla en agua fría por 48 horas con 6,20 mm; a los 90 días en cambio se obtuvo al tratar la semilla con agua caliente por tres minutos con 8,15 mm La longitud del pecíolo más baja a los 60 y 90 días, se evaluó en el A1 con 4,32 y 7,49 mm. (Cuadro No. 16 y Gráficos No. 55, 56 y 57).

Cuadro No. 20. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable longitud del pecíolo a los 30; 60 y 90 días.

LP 30 días (**)			LP 60 días (**)			LP 90 días (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café	2,57	A	B_2:	6,13	A	B_2:	8,61	A
B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café	2,49	A	B_3:	5,50	A	B_3:	8,07	A
B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena	1,98	B	B_1:	4,03	B	B_1:	6,79	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5 %.

Gráfico No. 58. Tipos de sustratos en la variable longitud del pecíolo a los 30 días.

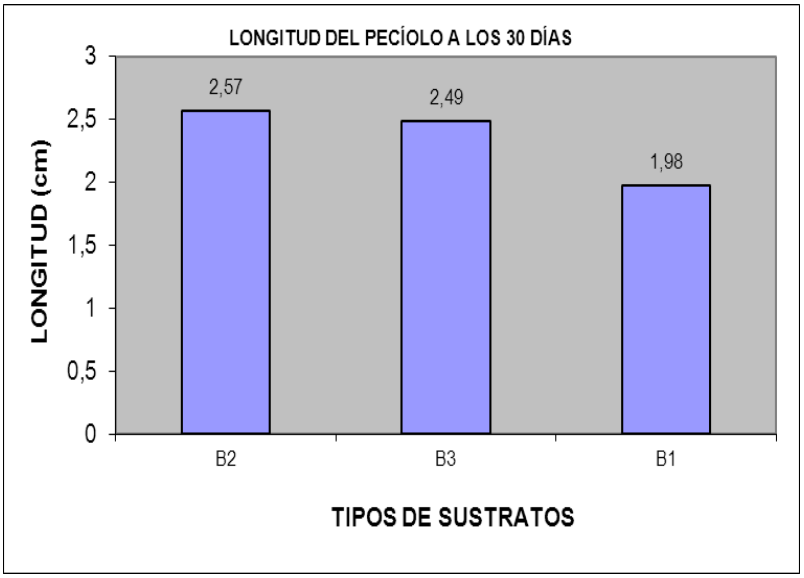


Gráfico No. 59. Tipos de sustratos en la variable longitud del pecíolo a los 60 días.

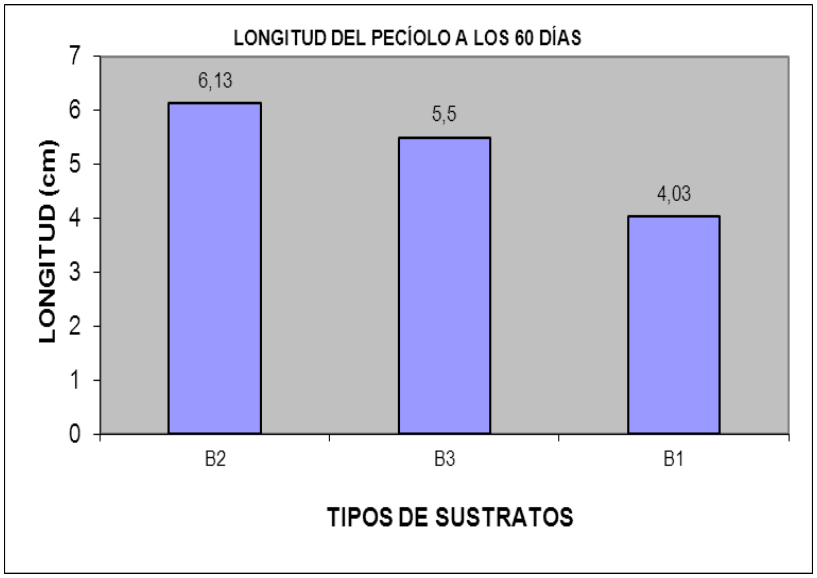
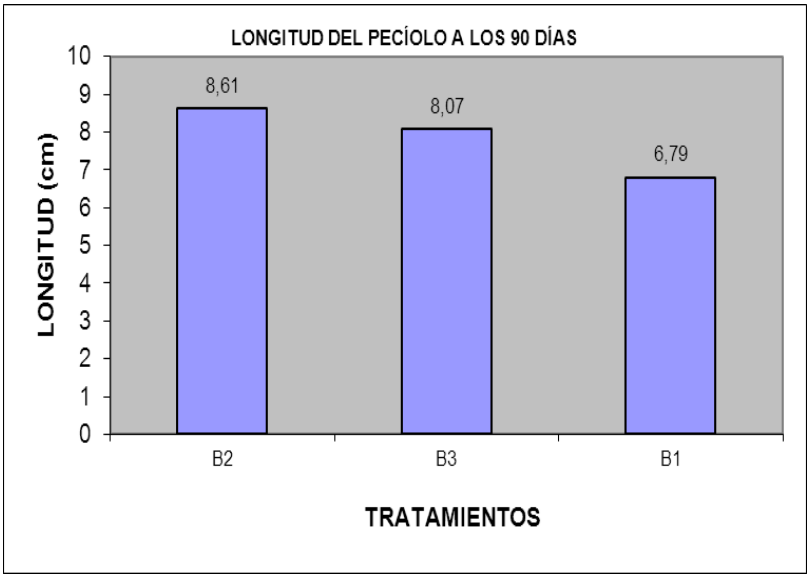


Gráfico No. 60. Tipos de sustratos en la variable longitud del pecíolo a los 90 días.



⇒ FACTOR B: TIPOS DE SUSTRATOS.

La respuesta de los tipos de sustratos en relación a la variable longitud del pecíolo a los 30, 60 y 90 días, fue muy diferentes (**) (Cuadro No. 20).

Con la prueba de Tukey al 5%, pecíolos más largos a los 30, 60 y 90 días se tuvo en el sustrato B_2: 75% de tierra de huerta más 25% de pulpa de café con 2,57 mm; 6,13 mm y 8,61 mm. El promedio menor se registró en el sustrato compuesto de 75% Tierra de huerta + 25% arena (B_1) con 1,98 mm; 4,03 mm y 6,79 mm respectivamente. (Cuadro No. 20 y Gráficos No. 58, 59 y 60).

Como es lógico a mayor tiempo (días), mayor fue la longitud del pecíolo. Este cambio se dio en todos los sustratos. Quizá la tierra de huerta y cáscara de café por sus características físicas y biológicas incidió positivamente para obtener un valor promedio más alto del pecíolo.

Cuadro No. 21. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable longitud del pecíolo a los 30; 60 y 90 días.

LP 30 días (**)			LP 60 días (**)			LP 90 días (NS)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T_2: A_1B_2	3,01	A	T_2: A_1B_2	7,13	A	T_2: A_1B_2	8,90	A
T_3: A_1B_3	2,63	AB	T_6: A_2B_3	6,49	AB	T_6: A_2B_3	8,69	A
T_5: A_2B_2	2,42	ABC	T_8: A_3B_2	6,18	AB	T_5: A_2B_2	8,65	A
T_9: A_3B_3	2,42	ABC	T_9: A_3B_3	6,10	AB	T_8: A_3B_2	8,27	AB
T_6: A_2B_3	2,41	ABC	T_{10}: Testigo	5,93	AB	T_9: A_3B_3	8,05	AB
T_8: A_3B_2	2,29	ABC	T_7: A_3B_1	5,57	ABC	T_3: A_1B_3	7,47	AB
T_7: A_3B_1	2,27	ABC	T_5: A_2B_2	5,07	ABC	T_7: A_3B_1	7,17	AB
T_4: A_2B_1	1,93	BC	T_3: A_1B_3	4,43	BCD	T_4: A_2B_1	7,12	AB
T_{10}: Testigo	1,72	BC	T_4: A_2B_1	3,46	CD	T_{10}: Testigo	6,79	AB
T_1: A_1B_1	1,58	C	T_1: A_1B_1	2,69	D	T_1: A_1B_1	6,08	B
CV = 12,68 %			CV = 13,67%			CV = 9,30%		
Media General: 2,35 mm			Media General: 5,22 cm			Media General: 7,82 mm		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5 %.

Gráfico No. 61. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud del pecíolo a los 30 días.

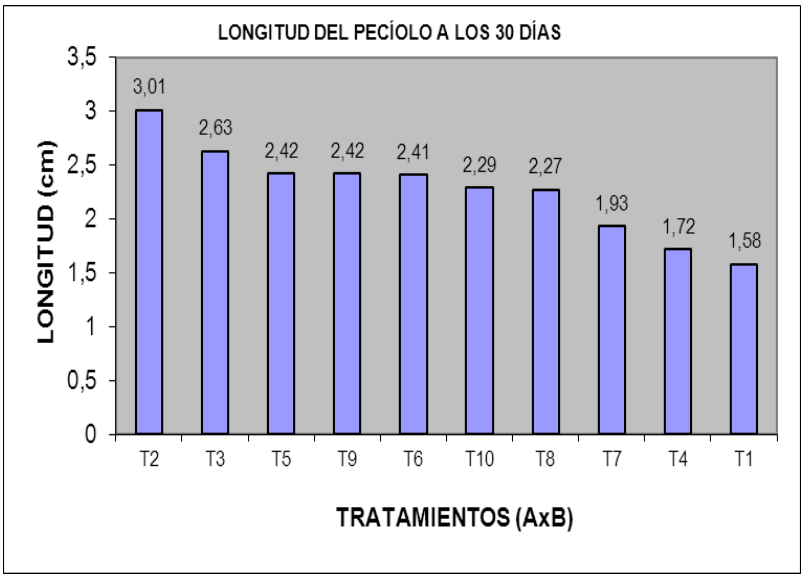


Gráfico No. 62. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud del pecíolo a los 60 días.

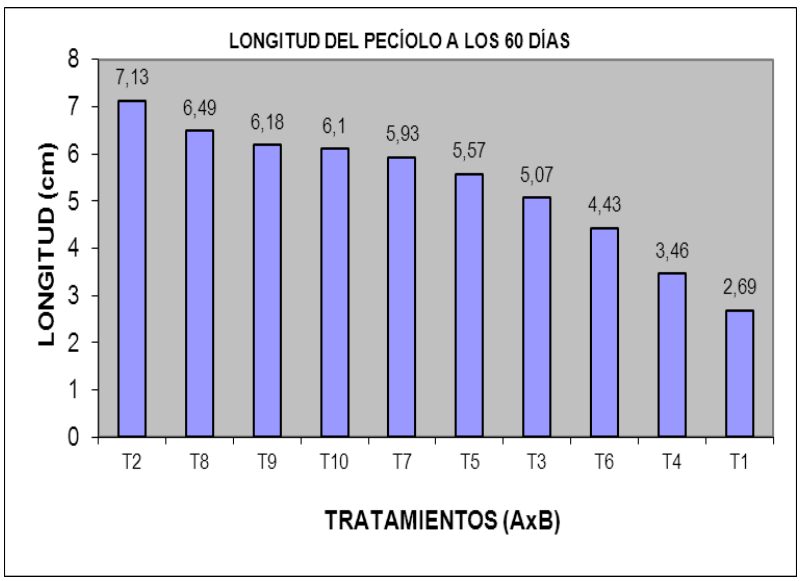
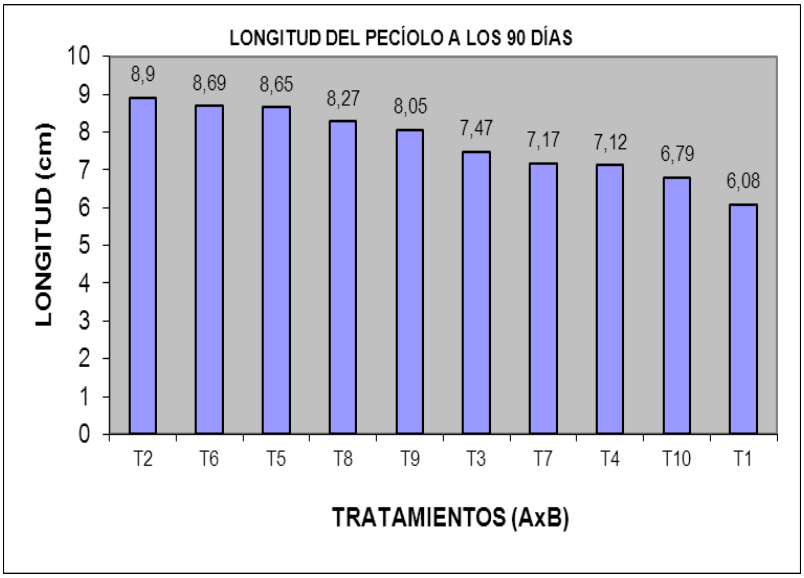


Gráfico No. 63. Interacción de factores (AxB) en la variable longitud del pecíolo a los 90 días.



⇒ INTERACCIÓN DE FACTORES (AxB)

Fueron factores dependientes (**); es decir la respuesta de los métodos pregerminativos en cuanto a la variable longitud del pecíolo a los 30 y 60 días dependió del tipo de sustratos. (Cuadro No. 21).

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 30, 60 y 90 días el promedio más elevado se registró en el T_2: A_1B_2 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café) con 3,01 mm 7,13 y 8,90 mm. (Cuadro No. 21 y Gráficos No. 60, 61 y 62).

El valor promedio más bajo a los 30; 60 y 90 días, se registró en el T_1: A_1B_1 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) con 1,58 mm; 2,69 mm y 6,08 mm de longitud del brote (Cuadro No. 21 y Gráficos No. 60, 61 y 62).

Estas diferencias pudieron darse como se determinó anteriormente por las características físicas, químicas y biológicas de los sustratos y la eficiencia de los métodos pregerminativos.

En el Cuadro No. 21, se muestra los resultados del CV al evaluar la longitud del pecíolo a través del tiempo, a los 30 días se obtuvo un CV de 12,68%; a los 60 días este valor fue de 13,67 y a los 90 días se registró un valor de 9,30%. Con lo cual se concluye que los resultados reportados en esta variable son consistentes en el tiempo y en el espacio donde se desarrolló este trabajo investigativo.

8. DIÁMETRO DEL PECÍOLO EN mm A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS

Cuadro No. 22. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable diámetro del pecíolo a los 30; 60 y 90 días.

DP 30 días (NS)			DP 60 días (NS)			DP 90 días (NS)		
Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango	Método Pregerm.	Promedio	Rango
A_1: Ácido Nítrico	1,21	A	A_3: Remojo Agua Fría	2,24	A	A_3: Remojo Agua Fría	2,59	A
A_3: Remojo Agua Fría	1,21	A	A_1: Ácido Nítrico	1,80	A	A_1: Ácido Nítrico	2,37	A
A_2: Agua Caliente	1,03	A	A_2: Agua Caliente	1,67	A	A_2: Agua Caliente	2,32	A

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 64. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del pecíolo a los 30 días.

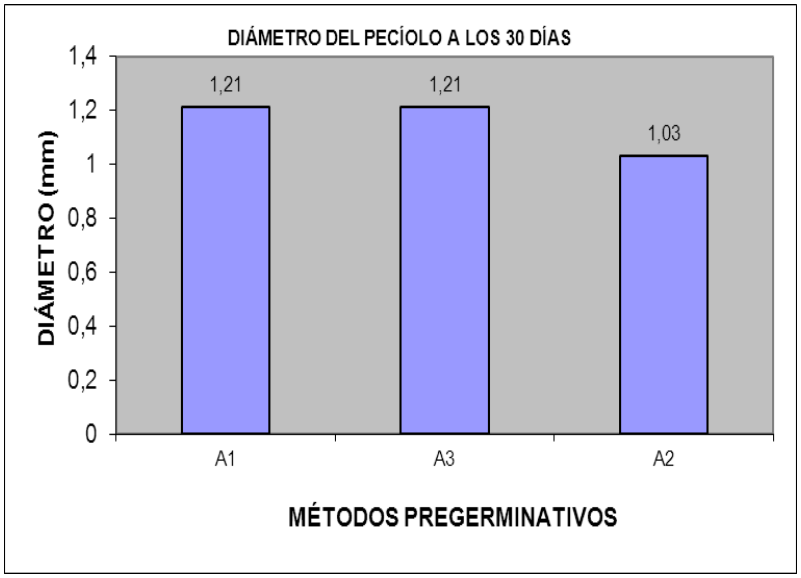


Gráfico No. 65. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del pecíolo a los 60 días.

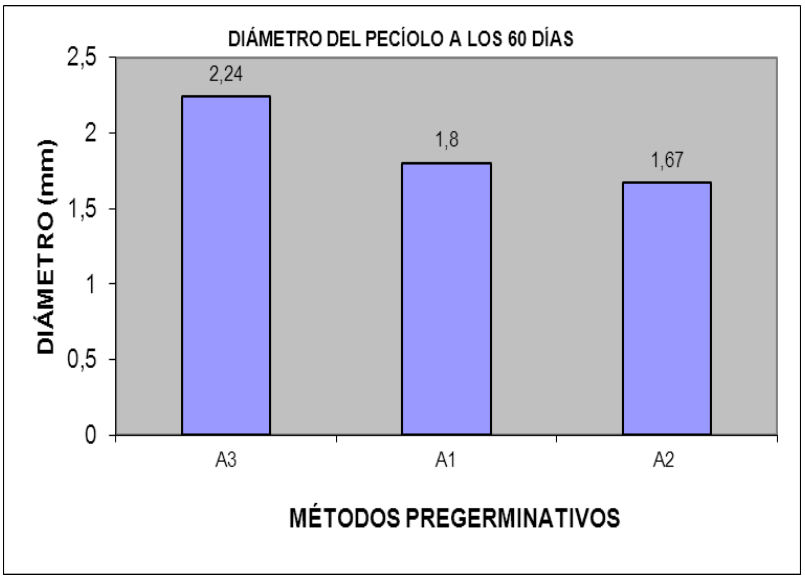
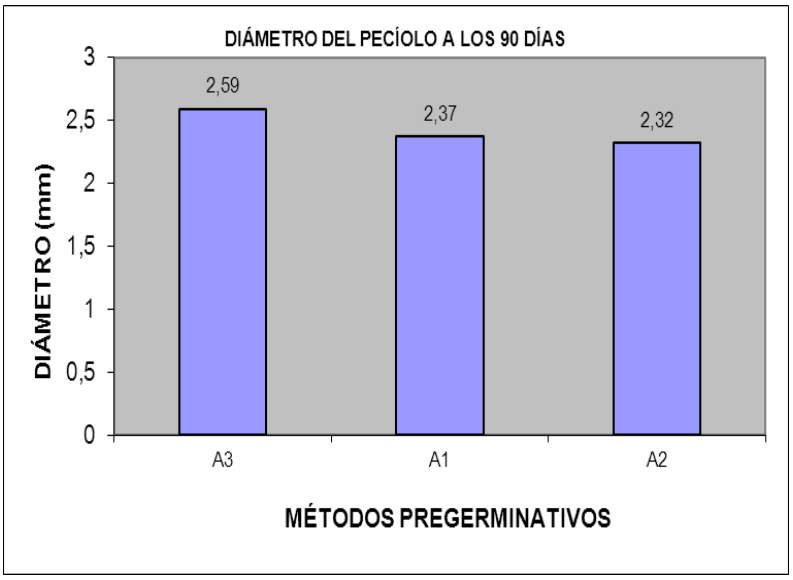


Gráfico No. 66. Métodos pregerminativos en la variable diámetro del pecíolo a los 90 días.



⇒ FACTOR A: MÉTODOS PREGERMINATIVOS

En el tipo de métodos pregerminativos se determinó un efecto no significativo sobre la variable diámetro del pecíolo evaluado en mm a través del tiempo (Cuadro No. 22).

Con la prueba de Tukey al 5% a los 30 días, numéricamente el mayor diámetro del pecíolo se tuvo en el A_1: Escarificación de la semilla con ácido nítrico con 1,21 mm. A los 60 y 90 días el promedio más alto se tuvo en A3: Remojar la semilla en agua fría por 48 horas con 2,24 mm y 2,59 mm de diámetro del pecíolo (Cuadro No. 22 y Gráficos No. 64, 65 y 66).

En la mayoría de variables evaluadas, el método pregerminativo remojo en agua fría por 48 horas, fue más eficiente quizá como se infirió anteriormente

en este método la semilla no es sometida a ninguna reacción química y física como sucedió en los otros métodos.

Cuadro No. 23. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable diámetro del pecíolo a los 30; 60 y 90 días.

DP 30 días (NS)			DP 60 días (NS)			DP 90 días (NS)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café	1,27	A	B_2:	2,21	A	B_2:	2,66	A
B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café	1,14	A	B_3:	2,06	A	B_3:	2,47	A
B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena	1,03	A	B_1:	1,44	A	B_1:	2,16	A

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 5%.

Gráfico No. 67. Tipos de sustratos en la variable diámetro del pecíolo a los 30 días.

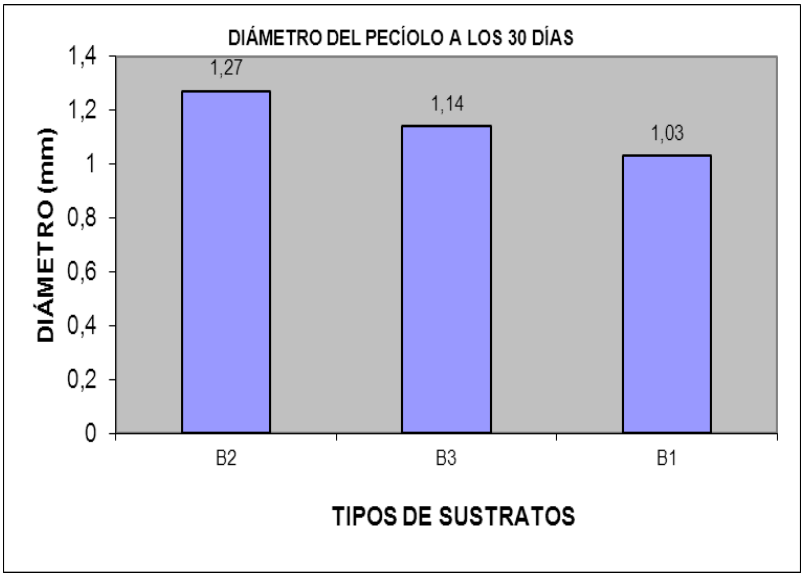


Gráfico No. 68. Tipos de sustratos en la variable diámetro del pecíolo a los 60 días.

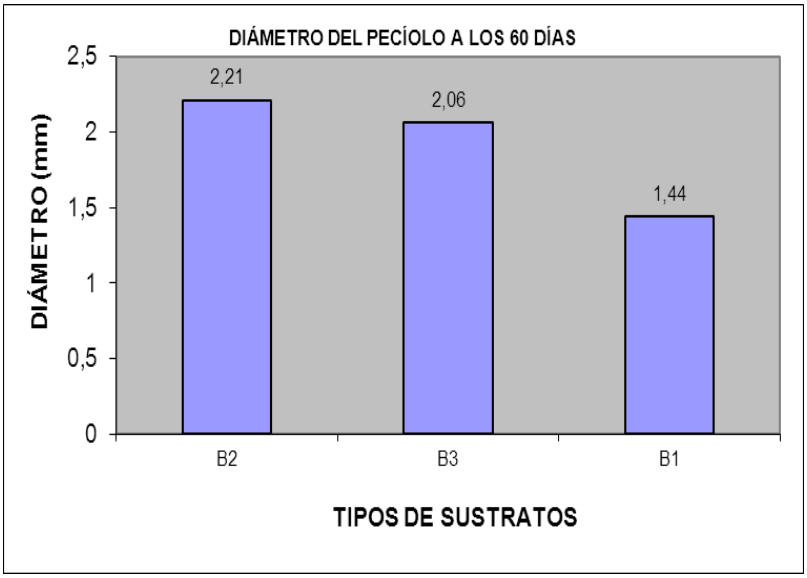
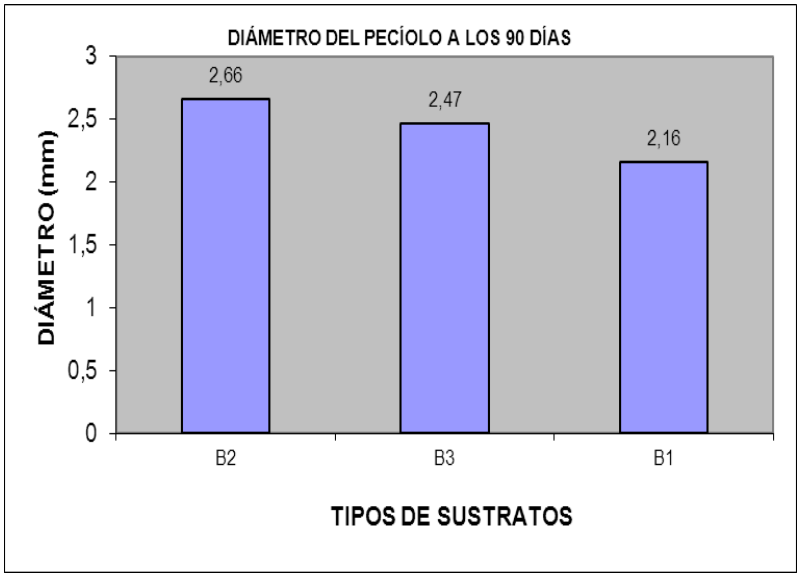


Gráfico No. 69. Tipos de sustratos en la variable diámetro del pecíolo a los 90 días.



⇒ FACTOR B: TIPOS DE SUSTRATOS

La respuesta de los tipos de sustratos en cuanto a la variable diámetro del pecíolo a través del tiempo, fue similar (NS) (Cuadro No. 23).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a través del tiempo los valores promedios más elevados del diámetro del pecíolo, se tuvo en el B_2: 75% de tierra de huerta más 25% de pulpa de café con 1,27 mm, 2,21 mm y 2,66 mm El promedio más bajo, se registró en el B_1: 75% de tierra de huerta más 25% de arena con 1,03 mm; 1,44 mm y 2,16 mm. (Cuadro No. 23 y Gráficos No. 67, 68 y 69).

Este efecto diferente pudo darse por las diferencias físicas, químicas y biológicas de los diferentes sustratos. Quizá la tierra de huerta, tuvo un contenido más alto de macro y micro nutrientes, que combinados con la pulpa de café, permitieron un mayor diámetro de los brotes de melina.

Cuadro No. 24. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable diámetro del pecíolo a los 30; 60 y 90 días.

DP 30 días (NS)			DP 60 días (NS)			DP 90 días (NS)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T_2: A_1B_2	1,52	A	T_2: A_1B_2	2,43	A	T_2: A_1B_2	2,89	A
T_8: A_3B_2	1,30	A	T_9: A_3B_3	2,36	A	T_6: A_2B_3	2,70	A
T_9: A_3B_3	1,25	A	T_8: A_3B_2	2,28	A	T_8: A_3B_2	2,66	A
T_6: A_2B_3	1,09	A	T_7: A_3B_1	2,02	A	T_7: A_3B_1	2,64	A
T_3: A_1B_3	1,09	A	T_5: A_2B_2	2,00	A	T_9: A_3B_3	2,49	A
T_7: A_3B_1	1,08	A	T_{10}: Testigo	2,00	A	T_{10}: Testigo	2,44	A
T_5: A_2B_2	1,00	A	T_3: A_1B_3	1,96	A	T_5: A_2B_2	2,42	A
T_1: A_1B_1	1,00	A	T_6: A_2B_3	1,80	A	T_3: A_1B_3	2,22	A
T_{10}: Testigo	1,00	A	T_1: A_1B_1	1,21	A	T_1: A_1B_1	1,99	A
T_4: A_2B_1	1,00	A	T_4: A_2B_1	1,10	A	T_4: A_2B_1	1,85	A
CV = 8,35%			CV = 4,84%			CV = 5,49%		
Media General: 1,15 mm			Media General: 1,91 mm			Media General: 2,43		

Promedios con la misma letra, son estadísticamente iguales al 5%.

Gráfico No. 70. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del pecíolo a los 30 días.

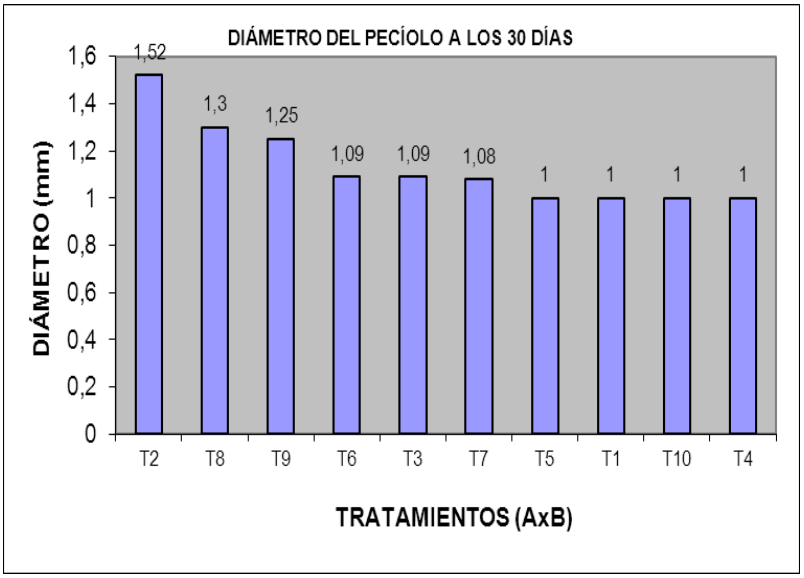


Gráfico No. 71. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del pecíolo a los 60 días.

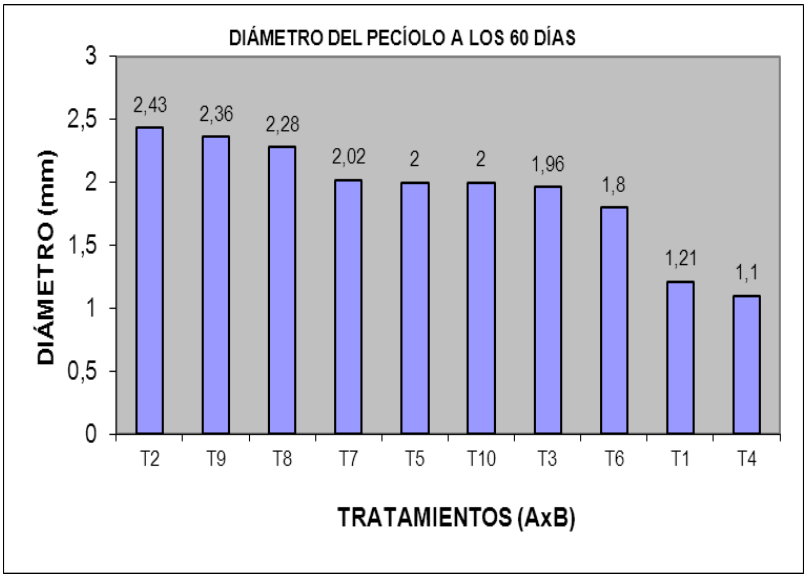
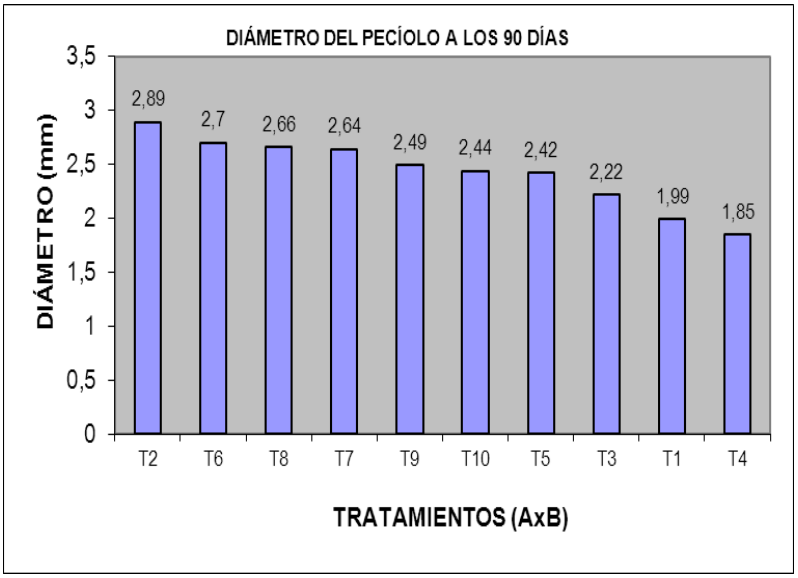


Gráfico No. 72. Interacción de factores (AxB) en la variable diámetro del pecíolo a los 90 días.



⇒ INTERACCIÓN DE FACTORES (AxB)

Para la variable diámetro del pecíolo de melina evaluado a los 30, 60 y 90 días, en su valor promedio, existió un efecto no significativo (**) en la interacción de factores métodos pregerminativos y los tipos de sustratos. (Cuadro No. 24).

Con la prueba de Tukey al 5%, numéricamente a los 30, 60 y 90 días los promedios más altos del diámetro del pecíolo se evaluó en el T_2: A_1B_2 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café) con 1,52, 2,43 y 2,89 mm (Cuadro No. 24 y Gráficos No. 70, 71 y 72).

Mientras que los valores más bajos del diámetro del peciolo de la hoja, se registró en el T_4: A_2B_1 (Semilla tratada con agua caliente más sustrato 75%

de tierra de huerta + 25% arena) con 1,00; 1,10 y 1,85 mm (Cuadro No. 24 y Gráficos No. 70, 71 y 72).

De acuerdo a estos resultados podemos deducir que quizá 90 días es un tiempo muy corto para que haya diferencias significativas en el diámetro del pecíolo o tal vez intervienen otros factores que no fueron evaluados en esta investigación. Quizá inicialmente es más importante el crecimiento de los brotes en longitud en comparación al desarrollo del diámetro.

Entre los resultados expresados en el Cuadro No. 23, también se registran los valores del CV a través del tiempo, cuyo resultado mayor se dio al evaluar el diámetro del peciolo a los 30 días con 8,35%, el valor más bajo se obtuvo a los 60 días con 4,84%

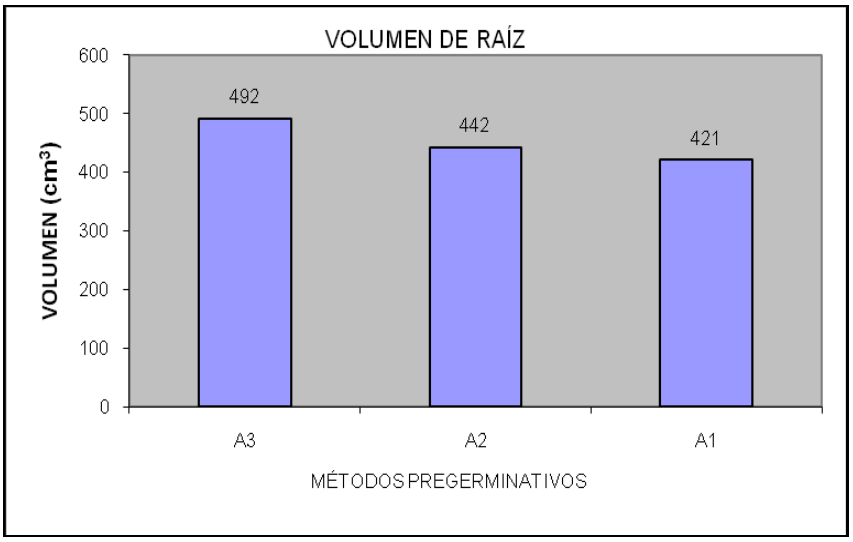
9. VOLUMEN RADICULAR EN cm^3 (VR)

Cuadro No. 25. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor A: Tipos de métodos pregerminativos en la variable volumen de la raíz.

Método Pregerm. (**)	Promedio	Rango
A_3: Remojo Agua Fría	492	A
A_2: Agua Caliente	442	B
A_1: Ácido Nítrico	421	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 73. Métodos pregerminativos en la variable volumen de la raíz.



⇒ FACTOR A: MÉTODOS PREGERMINATIVOS

Se reportaron diferencias estadísticas altamente significativas de los métodos pregerminativos en cuanto a la variable volumen de la raíz a los 90 días. (Cuadro No. 25).

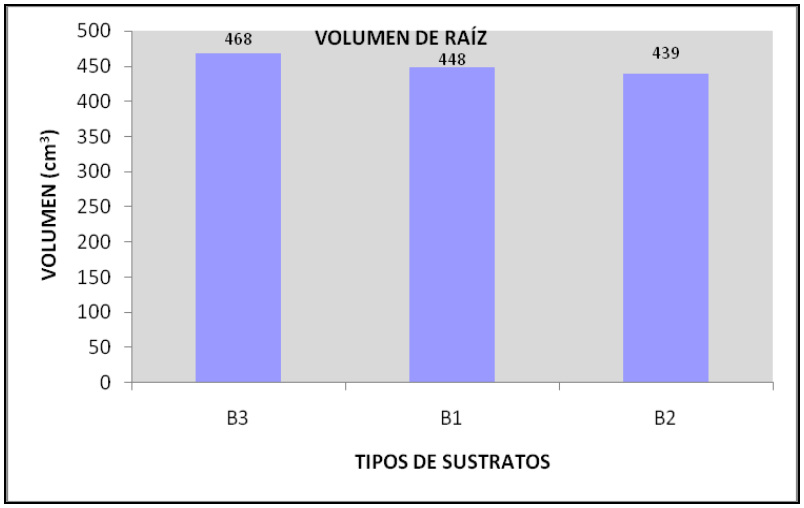
Con la prueba de Tukey al 5%, al remojar la semilla en agua fría por 48 horas alcanzó el volumen promedio más alto de la raíz con 492 cm^3. y el valor más bajo se registró al escarificar la semilla con ácido nítrico con 421 cm^3 de volumen de la raíz. (Cuadro No. 25 y Gráfico No. 73).

Cuadro No. 26. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios del factor B: Tipos de sustratos en la variable volumen de la raíz.

Sustrato	Promedio	Rango
B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café	468,00	A
B_1: 75% Tierra de huerta + 25% arena	448,00	B
B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café	439,00	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%.

Gráfico No. 74. Tipos de sustratos en la variable volumen de la raíz.



⇒ FACTOR B: TIPOS DE SUSTRATOS.

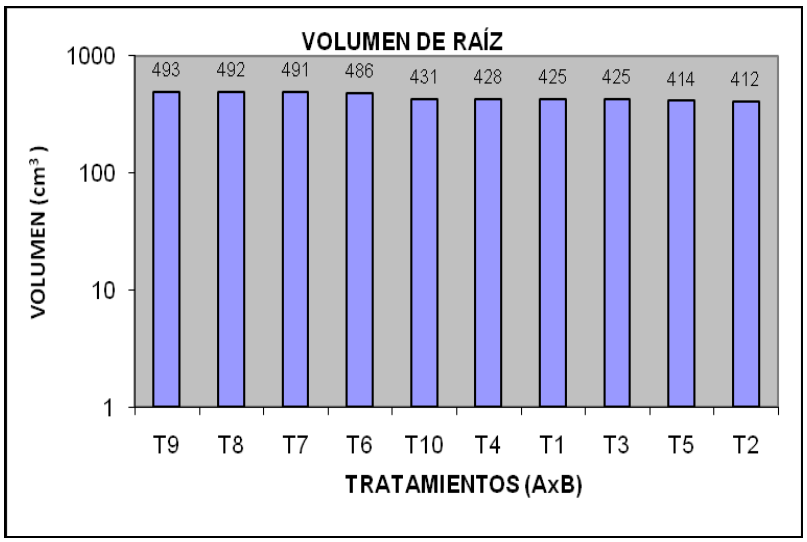
La respuesta de los tipos de sustratos en relación a las variables volumen del sistema radicular a los 90 días, fue muy diferente (Cuadro No. 26).

El sustrato con el promedio más alto fue el B_3: 50% Tierra de huerta + 25% arena + 25% pulpa café con 468 cm^3 de volumen de raíz, el volumen más bajo se dio en el sustrato B_2: 75% Tierra de huerta + 25% pulpa café con 439 cm^3 (Cuadro No. 26 y Gráfico No. 74).

Cuadro No. 27. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de interacción de factores AxB en la variable volumen de la raíz.

Tratamiento No. (**)	Promedio	Rango
T_9: A_3B_3	493,00	A
T_8: A_3B_2	492,00	A
T_7: A_3B_1	491,00	A
T_6: A_2B_3	486,00	A
T_{10}: Testigo	431,00	B
T_4: A_2B_1	428,00	B
T_1: A_1B_1	425,00	B
T_3: A_1B_3	425,00	B
T_5: A_2B_2	414,00	C
T_2: A_1B_2	412,00	C
CV = 0,60%		
Media General: 452 cm^3		

Gráfico No. 75. Interacción de factores (AxB) en la variable volumen de la raíz.



⇒ INTERACCIÓN DE FACTORES (AxB)

La respuesta de los métodos pregerminativos en cuanto al volumen de la raíz, dependieron del tipo de sustrato, es decir se determinó una dependencia de factores (AxB) (Cuadro No. 27).

Con la prueba de Tukey al 5%, el tratamiento con el valor promedio más alto del volumen de raíz evaluado a los 90 días, fue el T_9: A_3B_3 (Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 50% de tierra de huerta + 25% de arena + 25% de pulpa de café) con 493 cm^3 y el promedio más bajo se dio en el T_2: A_1B2 (Semilla escarificada más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de pulpa de café) con 412 cm^3 de volumen de raíz (Cuadro No. 27 y Gráfico No. 75).

El volumen del sistema radicular es muy importante para una mejor productividad y competitividad de las plantas, ya que tiene una relación directa con la producción de follaje, lo que influye en una mayor tasa de fotosíntesis y por ende en el desarrollo y crecimiento de la planta. Un sistema radicular bien desarrollado permite un mejor aprovechamiento del agua, de nutrientes, conservación del suelo y entre otros (http://www.ecuaquimica.com.ec.html).

Al evaluar el volumen de la raíz de melina a los 90 días, el valor del CV, estuvo en el orden de 0,60% (Cuadro No. 27); indicador que nos permite comprender que la evaluación del volumen de la raíz, fueron realizadas con la mayor exactitud y precisión, durante el establecimiento, manejo y conclusiones del presente trabajo investigativo,

10. COEFICIENTE DE VARIACIÓN (CV)

El coeficiente de variación, es un estadístico que mide la variabilidad de una investigación y se mide en porcentaje. Es ideal calcular en una investigación valores del coeficiente de variación inferiores al 20% en variables que estén bajo el control del investigador

En esta investigación, en general se calcularon valores del coeficiente de variación inferiores al 20%, lo que nos garantiza que las inferencias, conclusiones y recomendaciones que hagamos, son válidas para esta zona agro ecológica en lo que respecta a la producción de plantas de melina en forma sexual en vivero.

11. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN Y REGRESIÓN LINEAL

Cuadro No. 28. Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que tuvieron una estrechez y asociación significativa sobre el porcentaje de sobrevivencia de plantas de Melina a los 90 días**.**

Variables independientes (Xs) Componentes del Porcentaje de Sobrevivencia de Plantas de Melina	Coeficiente de Correlación (r)	Coeficiente de regresión (b)	Coeficiente de determinación (R^2%)
Porcentaje de brotación	0,997 (**)	92,249 (**)	99
Altura de plantas a los 60 días	0,692 (**)	98,022 (**)	48
Diámetro del tallo a los 60 días	0,487 (*)	7,030 (*)	24
Diámetro del tallo a los 90 días	0,481 (*)	7,726 (*)	23
Número de hojas a los 60 días	0,454 (*)	5,259 (*)	21
Número de hojas a los 90 días	0,610 (**)	7,966 (**)	37
Ancho de la hoja a los 60 días	0,543 (**)	5,488 (**)	30
Longitud del pecíolo a los 60 días	0,440 (*)	4,896 (**)	19
Volumen de raíz	0,826 (**)	38,700 (**)	68

⇒ Coeficiente de correlación (r)

Correlación es la relación o estrechez positiva o negativa que existe entre dos variables y su valor máximo es +/-1 y no tiene unidades.

En esta investigación se calcularon correlaciones positivas significativas y altamente significativas del porcentaje de brotación; altura de plantas a los 60 días; diámetro del tallo a los 60 y 90 días; número de hojas a los 60 y 90 días; ancho de la hoja a los 60 días; longitud del pecíolo a los 60 días y

volumen de raíz versus el porcentaje de sobrevivencia de plantas (Cuadro No. 28).

Sin embargo las variables porcentaje de brotación y volumen de la raíz tuvieron los valores más altos de "r" con 0,997 y 0,826 versus el porcentaje de sobre vivencia.

⇒ Coeficiente de regresión (b)

El "b" es la asociación o incremento del porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días, por cada cambio único de las variables independientes. En esta investigación las variables que contribuyeron a un mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días fueron el porcentaje de brotación; altura de plantas a los 60 días; diámetro del tallo a los 60 y 90 días; número de hojas a los 60 y 90 días; ancho de la hoja a los 60 días; longitud del pecíolo a los 60 días y volumen de raíz (Cuadro No. 28).

En síntesis valores más altos de estas variables independientes (Xs) contribuyeron a un valor más elevado del porcentaje de sobrevivencia de plantas de melina a los 90 días.

⇒ Coeficiente de determinación (R^2 %)

El R^2, es una estadístico que nos indica en qué porcentaje se incrementó o disminuyó, en este caso el porcentaje de sobre vivencia de plantas de melina a los 90 días, por cada cambio único de las variables independientes.

De acuerdo con los resultados obtenidos la variable independiente más importante que contribuyó en un 99% de porcentaje de sobrevivencia de plantas fue el porcentaje de brotación de plantas (Cuadro No. 28).

12. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se utilizó la metodología de CIMMYT, 1986 Análisis Económico de presupuesto parcial (AEPP).

Con esta metodología, se toma en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento. En esta investigación, los costos que varían corresponden a los métodos pregerminativos y tipos de sustratos; según el siguiente detalle: A_1: Ácido nítrico a 0,008 Ctv/mm A_2: Agua caliente a 0,003 Ctv/litro y A_3: Agua fría a 0,001 Ctv/litro; tipos de sustratos: B_1: 75% de tierra de huerta más 25% de arena a 0,03 Ctv/kg.; B_2: 75% de tierra de huerta más 25% de pulpa de café 0,05 Ctv/kg., B_3: 50% de tierra de huerta más 25% de arena y 25% de pulpa de café a 0,04 Ctv/kg. y el Testigo a 0,02 Ctv/kg.

El precio de venta de una planta de melina fue de 0,25 centavos.

Cuadro No. 29. Análisis económico de presupuesto parcial en la producción de plantas de Melina.

VARIABLE	TRATAMIENTOS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
No. De plantas por tratamiento	52	54	47	62	59	59	86	85	86	63
Ingreso bruto: $	13,00	13,50	11,75	15,50	14,75	14,75	21,50	21,25	21,50	15,75
Costos que varían:										
Método Pregerminativo: $.	6,40	6,40	6,40	0,37	0,35	0,35	0,17	0,16	0,17	0,00
Tipos de sustratos: $.	3,12	5,40	3,76	3,72	5,90	4,72	5,16	8,50	6,88	2,52
Total costos que varían: $	9,52	11,80	10,16	4,09	6,25	5,07	5,33	8,66	7,05	2,52
Total de beneficios netos: $	3,48	1,70	1,59	11,141	8,50	9,68	16,17	12,59	14,45	13,23

⇒ Análisis económico de presupuesto parcial

Como se indicó antes, se utilizó la metodología de CIMMYT, 1986 en que toma en cuenta únicamente los costos que varían en cada tratamiento; es decir los métodos pregerminativos y los tipos de sustratos.

Con este análisis el tratamiento con el beneficio neto $/tratamiento más elevado se calculó en el T_7: A_3B_1 (Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) con $. 16,17/tratamiento.

El beneficio neto más bajo se registró en el T_3: A_1B_3 (Semilla escarificada más sustrato 50% de tierra de huerta + 25% de arena + 25 de pulpa de café) con $ 1,59/tratamiento (Cuadro No. 29).

12.1. Análisis de dominancia

Cuadro No. 30. Análisis de dominancia.

Tratamiento No.	Total costo que varían $	Total de beneficio netos $
T_{10}: TOO	2,52	13,23 √
T_4 : A_2B_1	4,09	11,141 D
T_6 : A_2B_3	5,07	9,68 D
T_7 : A_3B_1	5,33	16,17 √
T_5 : A_2B_2	6,25	8,50 D
T_9 : A_3B_3	7,05	14,45 D
T_8 : A_3B_2	8,66	12,59 D
T_1 : A_1B_1	9,52	3,48 D
T_3: A_1B_3	10,16	1,59 D
T_2: A_1B_2	11,80	1,70 D

D = Tratamientos dominados porque se incrementan los costos que varían en cada tratamiento pero disminuye los beneficios netos/tratamiento.

⇒ Análisis de dominancia

Este análisis sirve para eliminar los tratamientos que están dominados, es decir los tratamientos en que se incrementan los costos que varían/tratamiento, sin embargo los beneficios netos disminuyen.

Con este análisis los tratamientos dominados fueron el T_1; T_2; T_3; T_4; T_5; T_6; T_8 y T_9 (Cuadro No. 30)

12.2. Análisis de la tasa marginal de retoro (TMR %).

Cuadro No. 31. Cálculo de la TMR

Tratamiento No.	Total costo que varían $	Total de beneficio netos $	TMR %
T_{10}: T_{OO}	2,52	13,23	105
T_7 : A_3B_1	5,33	16,17	

⇒ Análisis de la tasa marginal de retorno (TMR %)

La TMR se calculó mediante la siguiente fórmula

$$TMR = \frac{\Delta BN}{\Delta CV} \times 100;$$ donde:

TMR = Tasa marginal de Retorno.

ΔBN = Incremento en beneficios netos ($/T)

ΔCV = Incremento de los costos que varían en cada tratamiento ($/T)

La TMR, se calculó únicamente con los tratamientos que no hayan sido denominados.

De acuerdo con este análisis, las mejores alternativas para la propagación de plantas de melina son el T_{10}: Semillas sin ningún tratamiento y T_7: A_3B_1 (Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) con una TMR del 105% (Cuadro No. 31).

Esto quiere decir que el viverista por cada dólar invertido con el tratamiento T_7: A_3B_1 tiene una ganancia de 1,05 centavos dólar.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

De acuerdo con los diferentes análisis agronómicos, estadísticos y económicos se sintetizan las siguientes conclusiones:

⇒ Las diferencias estadísticas fueron significativas para la mayoría de las variables evaluadas en la propagación de melina.

⇒ Los porcentajes más elevados de sobrevivencia de las plantas de melina fueron a los 90 días en los métodos pregerminativos se registró en el factor A_3 (Remojo de semilla de melina en agua fría por 48 horas) con una media del 95%.

⇒ El sustrato, que tuvo mayor efectividad en cuanto a la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas de melina a los 90 días fue el B_1 (75% de tierra de huerta más 25% de arena) con una media del 75% de sobrevivencia de plantas.

⇒ En la interacción de factores métodos pregerminativos por tipos de sustratos, los tratamientos efectivos fueron el T_7: A_3B_1 (Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) y T_9: A_3B_3 (Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 50% de tierra de huerta + 25% de arena + 25% de pulpa de café) se tubo el 96% de sobrevivencia de plantas de melina a los 90 días.

⇒ Las variables independientes que contribuyeron a obtener un porcentaje de sobrevivencia de plantas de melina más vigorosas a los 90 días fueron: porcentaje de brotación; altura de plantas a los 60 días; diámetro del tallo a

los 60 y 90 días; número de hojas a los 60 y 90 días; ancho de la hoja a los 60 días; longitud del pecíolo a los 60 días y volumen de raíz en cm^3.

⇒ El análisis económico de presupuesto parcial el tratamiento con el beneficio neto más elevado fue el T_7: A_3B_1 (Semilla en remojo con agua fría por 48 horas, más sustrato 75% de tierra de huerta, más 25% de arena) con $. 16,17/tratamiento con un valor de la TMR de 105%.

⇒ Finalmente esta investigación contribuyó a mejorar la propagación de plantas de melina con una efectividad promedio del 85%.

5.2. RECOMENDACIONES

En función de las principales conclusiones obtenidas en esta investigación se recomienda:

⇒ Para multiplicar melina en la zona agro ecológica de Sabanetillas remojar la semilla en agua fría por 48 horas por presentar el porcentaje de sobrevivencia más alto en esta investigación.

⇒ Para la propagación de plantas de melina, utilizar como sustrato 75% de tierra de huerta y 25% de arena por tener su mayor efectividad en la sobrevivencia de plantas.

⇒ Para establecer un vivero con plantas de melina, se sugiere remojar la semilla con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta y 25% de arena, por ser el tratamiento que presentó el beneficio neto más alto.

⇒ La Universidad Estatal de Bolívar a través de la Escuela de Ingeniería Agroforestal, el Departamento de Vinculación con el Medio, realizar la transferencia de tecnología y elaborar proyecto de propagación de plantas como melina, bambú, teca, etc., en consideración que es una actividad rentable y además por su contribución a la conservación de los recursos naturales como el agua, el suelo y la diversidad de plantas.

VI. RESUMEN Y SUMMARY

6.1. RESUMEN

A nivel mundial la ecología se ve afectada por la constante deforestación de la superficie terrestre año tras año, las masas arbóreas han venido disminuyendo en algunos países, centro americanos y tercermundista por la tala indiscriminada de los bosques, originando procesos de desertización y degradaciones de los suelos; situación que preocupa a los gobiernos que están tomando acciones tendientes a los procesos de preservación de los bosques.

La Melina (***Gmelina arborea*** Roxb) es una especie forestal de rápido crecimiento y que ofrece amplias posibilidades para el desarrollo de la reforestación Uno de los factores que restan la productividad de esta especie es el bajo porcentaje germinativo de la semilla, siendo necesario evaluar diferentes métodos pregerminativos y tipos de sustratos en la etapa de vivero. Esta investigación se realizó en la granja experimental del Colegio Técnico Agropecuario "Sabanetillas", del recinto Sabanetillas en la Parroquia Matriz de Echeandía a una altitud de 620 msnm con una temperatura promedio de 25 ºC y una precipitación anual de 1400 mm

Los objetivos que se plantearon en esta investigación fueron: i) Determinar cuál es el método pregerminativo más adecuado en su propagación. ii) Evaluar el mejor tipo de sustrato para obtener el desarrollo de la planta. iii) Realizar el análisis económico del presupuesto parcial y tasa marginal de retorno. Se utilizó un Diseño de Bloques Completos al Azar en arreglo factorial 3x3+1 con tres repeticiones. El Factor A correspondió a 3 Métodos pregerminativos: A_1: Escarificación de la semilla con ácido nítrico; A_2: Tratamiento con agua caliente por tres minutos y A_3: Remojo en agua fría por 48 horas. El Factor B fueron 3 tipos de Sustratos: B_1: 75% de tierra de huerta más 25% de arena; B_2: 75 % de tierra de huerta más 25 % de pulpa de café y B_3: % de tierra de huerta más 25% de arena y 25% de pulpa de café. Se tuvieron diez tratamientos. Se efectuaron análisis de varianza, prueba de

Tukey al 5%, análisis de correlación y regresión y análisis económico de presupuesto parcial y Tasa Marginal de Retorno.

Los resultados más relevantes obtenidos en esta investigación fueron:

En la interacción de factores métodos pregerminativos por tipos de sustratos, los tratamientos efectivos fueron el T_7: A_3B_1 (Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) y T_9: A_3B_3 (Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 50% de tierra de huerta + 25% de arena + 25% de pulpa de café) con el 96% de sobrevivencia de plantas de melina a los 90 días.

Las variables independientes que contribuyeron a obtener un porcentaje de sobrevivencia de plantas de melina más vigorosas a los 90 días fueron: porcentaje de brotación; altura de plantas a los 60 días; diámetro del tallo a los 60 y 90 días; número de hojas a los 60 y 90 días; ancho de la hoja a los 60 días; longitud del pecíolo a los 60 días y volumen de raíz en cm^3.

En función del análisis económico de presupuesto parcial el tratamiento con el mejor beneficio neto fue el T_7: A_3B_1 (Semilla en remojo con agua fría por 48 horas más sustrato 75% de tierra de huerta + 25% de arena) con $. 16,17 y una TMR de 105%.

Se logró contribuir a mejorar la propagación de plantas de melina con una efectividad promedio del 85%.

6.2. SUMMARY

At world level the ecology is affected by the constant deforestation of the surface terrestrial year to year the arboreal masses they have come diminishing in some American countries Center and Tercermundista for the indiscriminate pruning of the forests, originating desertization processes and degradations of the floors; situation that worries the governments that are taking stocks tenements to the processes of preservation of the forests.

The Melina (***Gmelina arboreal*** Roxb) it is a forest species of quick growth and that he/she offers wide possibilities for the development of the reforestation One of the factors that subtract the productivity of this species it is the first floor percentage of germinative of the seed, being necessary to evaluate different methods pregerminativos and types of bases in the nursery stage. This investigation was carried out the experimental farm of the Agricultural Technical College "Sabanetillas", of the Sabanetillas in the Main Parish of Echeandía to an altitude of 620 mls with a temperature average of 25 ºC and an annual precipitation of 1400 mm The objectives that thought about in this investigation were: i) Determine which is the method more appropriate pregerminativo in their propagation. ii) Evaluate the best basis type to obtain the development of the plant. iii) The economic analysis of the partial budget and marginal rate of return. A Design of Complete Blocks was used at random in factorial arrangement 3x3+1 with three repetitions. The Factor A it corresponded to 3 Methods pregerminativos: A_1: Scarification of the seed with nitric acid; A_2: Treatment with hot water for three minutes and A_3: I soak in cold water for 48 hours. The Factor B was 3 types of Bases: B_1: 75% of vegetable garden earth more 25% of sand; B_2: 75% of vegetable garden earth more 25% of pulp of coffee and B_3: % of vegetable garden earth more 25% of sand and 25% of pulp of coffee. Ten treatments were had. Variance analysis was made, test of Tukey to 5%, correlation analysis and regression and budget economic analysis partially and TMR%.

The most outstanding results obtained in this investigation were:

In the interaction of factors methods pregerminativos for types of bases, the effective treatments were the T_7: A_3B_1 (Seed in soaking with cold water for 48 hours more basis 75% of vegetable garden earth + 25% of sand) and T_9: A_3B_3 (Seed in soaking with cold water for 48 hours more basis 50% of vegetable garden earth + 25% of sand + 25% of pulp of coffee) with 96% of survival of Melina plants to the 90 days.

The independent variables that contributed to obtain a percentage of survival of more vigorous Melina plants to the 90 days were: brotación percentage; height of plants to the 60 days; diameter of the shaft to the 60 and 90 days; number of leaves to the 60 and 90 days; wide of the leaf to the 60 days; longitude of the petiole to the 60 days and root volume in cm^3.

In function of the budget economic analysis the treatment with the best net profit was the T_7 partially: A_3B_1 (Seed in soaking with cold water for 48 hours more basis 75% of vegetable garden earth + 25% of sand) with $. 16,17 and a TMR of 105%.

This investigation to contribute to improve the propagation of Melina plants with an effectiveness average of 85%.

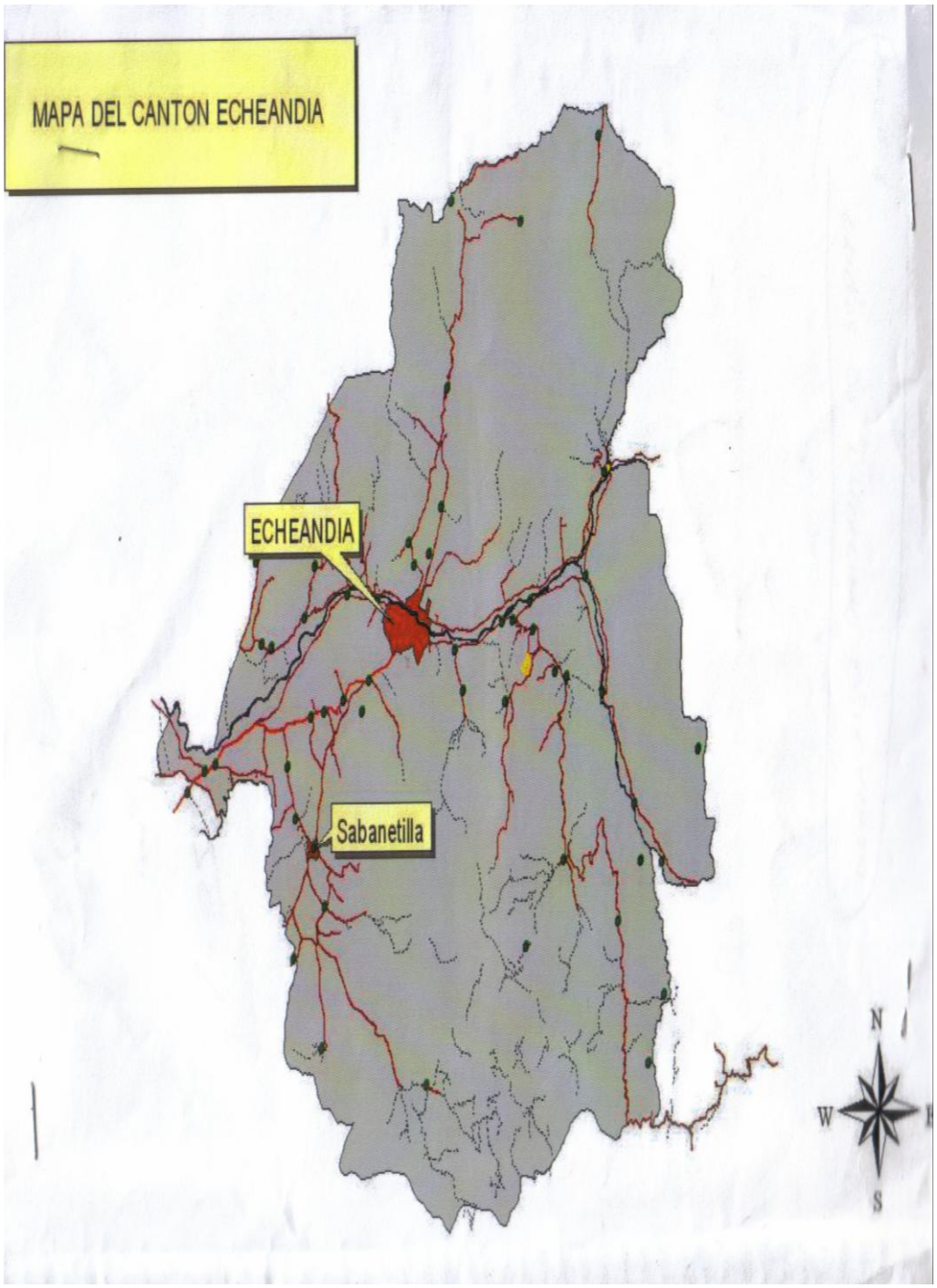
VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro, M. y Camino, R. 2002. Melina (Gmelina arbórea) in central América. Forest Plantations Working Paper 20. Forest Resources Development Service. Forest Resources División. FAO. Roma. Pp.18. Traducido por Alfaro, M
2. Alizaga, R. y Herrera, J. 2001. Tratamientos pregerminativos en semilleros de melina, Gmelina arborea brox, Instituto tecnológico de Costa Rica. Pp. 187.
3. Ansorena, J. 1994. Sustratos propiedades y caracterización. Madrid. Mundi Prensa. Pp. 247.
4. Agrosoft Ltda. 2000. Trees Versión 2. Árboles tropicales y subtropicales de uso múltiple. Reporte de especie No. 4 Medellín, Colombia. Pp.16.
5. Barrantes, G. 1999. Comercialización de semillas en el Banco de Semillas del Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH). Segundo simposio sobre Avances en la producción de Semillas Forestales en América Latina. Santo Domingo, República Dominicana. Pp. 29.
6. Barquero, M. 1987. Establecimiento de rodales semilleros de ***Gmelina arbórea*** Roxb. Hojancha. Guamacaste, In: Rojas, F, E. (ed). Primer Taller Nacional de Semillas y Viveros Forestales. San José Costa Rita. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Pp. 153.
7. Biblioteca de la Agricultura. 1998. Editorial Lexus. España. Pp. 348.
8. Biblioteca de Consulta Encarta® 2009
9. Biblioteca del Campo. 1995. Granja Integral Autosuficiente. Agua, Suelos, Abonos y Lombrices. Editorial Disloque. Tercera edición. Colombia. Pp. 117.
10. Bohórquez, D. 2007. Evaluación agronómica de la multiplicación por estacas de aliso (***Alnus acuminata***), con cuatro sustratos y dos hormonas en la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Estatal de Bolívar. Guaranda- Ecuador. Pp.156.

11. Calderón, E. 1 990. Manual del Fruticultor Moderno. México Limusa. Volumen 3. Pp. 531.
12. CIMMYT, 1986. Análisis Económico de Alternativas Tecnológicas para Pequeños Productores. CIMMYT. México, D.F. México. Pp. 120.
13. Gamboa, M. 1999. Manual para productores de Melina ***Gmelina arborea*** en Costa Rica. Pp. 157.
14. INIAP. 1989. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Manual Práctico de Semilleros y Viveros de Café. Estación Experimental Pichilingue Quevedo. Pp. 24.
15. INIAP. 1995. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Manual del cultivo del cacao Estación Experimental Pichilingue Quevedo 2da. Edición. Pp. 81.
16. INIAP. 2004. Revista Técnica Informativa No. 16. Quito, Ecuador. Pp. 31.
17. Mianardi, F. 1980. El huerto y el jardín en su peso Barcelona de Vicchi. Pp. 283.
18. Morán, D. 1989. Determinación del periodo de latencia de 7 líneas promisorias de arroz\5 variedades testigos en la zona de Babahoyo. Tesis de Ingeniero Agrónomo Universidad Técnica de Babahoyo. Pp. 187.
19. Moya, R. 2004. Manual para la producción de Melina, ***Gmelina arbórea*** en Costa Rica. Pp. 131.
20. PDL. 2005. Plan de desarrollo Local del cantón Echeandía del año 2005. Pp. 547.
21. Rojas, F. y Arias, D. 2004. Manual para la producción de Melina, ***Gmelina arbórea*** en Costa Rica. Pp. 144.
22. Trujillo, E. 2002. Manual de Árboles. Sistemas de producción en vivero. Requerimientos ecológicos, limitantes, usos y protocolo de producción de 90 especies. Primera edición. Impreso en Bogotá-Colombia. Pp. 121.
23. http://www.ecuaquimica.com.ec.html.

ANEXOS

Anexo No.1. Mapa de la Ubicación del Ensayo



Anexo No. 2. Base de Datos

1. Repeticiones
2. Factor a: métodos germinativos
3 Factor b: tipos de sustratos
4. Días a la floración
5. Porcentaje de brotación
6. Altura de plantas a los 30 días
7. Altura de plantas a los 60 días
8. Altura de plantas a los 90 días
9. Diámetro del tallo a los 30 días
10. Diámetro del tallo a los 60 días
11. Diámetro del tallo a los 90 días
12. Número de hojas a los 30 días
13. Número de hojas a los 60 días
14. Número de hojas a los 90 días

Caso No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	1	1	21	58	6,16	13,16	39,33	2	3	4,16	6,6	9	13
2	1	1	2	22	59	11,8	35,9	69,1	2	5,6	7,2	9,2	12	14
3	1	1	3	22	52	8,57	24,57	63,14	2,14	4,14	5	6	10	13
4	1	2	1	20	67	7,66	10,33	35	2	2	4,5	6,6	9	12
5	1	2	2	21	64	6,5	19,37	58,12	2	3,25	5	6,5	10	12
6	1	2	3	21	65	8	20,4	61,4	2,2	3,2	6	6	9	13
7	1	3	1	20	99	7,53	32,91	59,66	2	4	6,5	5,8	12	15
8	1	3	2	19	98	8,16	43,83	64,91	2,16	5,5	7,58	6,3	13	15
9	1	3	3	19	99	8,83	45,83	65,08	2,4	5,25	6,66	6,3	12	15

10	2	1	1	20	57	7	13,85	38,87	2	3,28	4,14	6,8	9	13
11	2	1	2	22	62	13,57	35,57	70,28	2,42	5,28	7,14	9,1	12	15
12	2	1	3	22	55	6	23	63	2	4	5,37	6,2	9	11
13	2	2	1	23	69	6,11	9,5	34,87	2	2,12	4,5	5,5	8	12
14	2	2	2	22	65	8,28	20,71	59,14	2,14	3,28	5,48	6,5	9	11
15	2	2	3	23	67	7	22	65,62	2,14	3,25	6,75	6,2	9	15
16	2	3	1	21	100	8,83	33	60,5	2,14	4,25	6,08	6,1	11	15
17	2	3	2	20	97	8,08	40,33	64,9	2,33	5,33	6,1	6,5	12	15
18	2	3	3	19	100	8,16	45	68,09	2,16	5,9	6,54	6,5	10	13
19	3	1	1	21	59	8,18	13,45	41,45	2,25	3,09	4,8	6,1	9	14
20	3	1	2	22	60	13,77	30,22	71	1,83	4,77	6,44	9,3	11	13
21	3	1	3	23	53	7,42	24,28	66	3	4,28	5	6,8	10	12
22	3	2	1	22	70	5,28	9	32	2,14	2	4	5,5	9	14
23	3	2	2	23	67	7,8	21,6	61,6	1,85	3,57	6,2	7,6	10	13
24	3	2	3	21	66	8,2	22,5	63,4	2,2	3,6	6,8	5,1	9	14
25	3	3	1	20	97	5,58	34	57	2	4,88	6,5	6,3	8	15
26	3	3	2	20	98	7,66	42	62,08	2	5,66	6,25	6	11	15
27	3	3	3	19	98	8,16	44,58	68,45	2,08	5	6,8	6,3	12	14

15. Longitud de la hoja a los 30 días
16. Longitud de la hoja a los 60 días
17. Longitud de la hoja a los 90 días
18. Ancho de la hoja a los 30 días
19. Ancho de la hoja a los 60 días
20. Ancho de la hoja a los 90 días
21. Longitud del pecíolo a los 30 días
22. Longitud del pecíolo a los 60 días
23. Longitud del pecíolo a los 90 días
24. Diámetro del pecíolo a los 30 días
25. Diámetro del pecíolo a los 60 días
26. Diámetro del pecíolo a los 90 días
27. Volumen de la raíz en cm
28. Porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días

15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
4,3	7	11,16	3,16	5,16	9,16	2,66	3,8	6,66	1	1,16	2,16	420	57
8	10,1	15,9	6,6	9,7	12,8	2,57	4,1	8,3	1	1,6	2,1	410	60
4,4	10,1	12	4,7	7,7	9,57	2,5	5,4	7,59	1,14	2	2,14	423	51
4,5	7,66	11,8	3,1	5,8	9,3	1,8	3,3	7,3	1	1,5	2,16	430	68
4,87	9,6	14,8	3,37	7,5	12,75	2,56	5	8,75	1	2	2,12	410	65
4,6	9,2	14,8	3,4	7,6	13,6	2,4	6,4	9,4	1	1,8	2,8	490	65
4,9	8,66	11	3,75	10,4	10,5	1,75	5,4	7	1	1,9	2,75	493	96
5,7	10,9	14	4,8	10	13,5	2,4	7,4	9,16	1,58	2,25	2,83	490	94
5,5	10,75	13,66	4,5	5	11,16	2,66	6,8	8,25	1,58	2,58	2,75	495	95
4,7	6,28	11,57	2,85	9,85	8,85	2,2	3,57	5,5	1	1,14	2,28	425	59
8	11,57	15,85	6	6,75	13,85	3,57	4,1	9,85	1,57	2,7	3,57	412	59

4	8,6	12,37	4,6	5,5	10,1	2,5	4,25	6,37	1	1,87	2,25	428	53
4	7,1	10,5	3,5	7,1	9	2	2,37	7,5	1	1,12	1,69	427	70
5,4	9,28	13,28	3,57	6,25	11,28	2,5	5,7	8,4	1	2	2,14	415	65
4,2	9,87	13	3,6	9,25	12,87	2,75	7,2	8,87	1,06	1,6	2,5	483	65
5,7	7,16	12,3	4,75	9,25	10,9	2,25	6,4	7	1,25	2,16	2,83	490	97
5,1	10,3	13,3	3,9	8,66	12,5	2,25	6,9	8	1,16	2,5	2,4	493	92
6	9,8	10,36	5	5,16	11,9	2,3	5,66	8,45	1,16	2,3	2,08	492	96
4,43	6,36	15,1	3,45	8,77	7,7	2	3	6,09	1	1	1,54	430	59
8,77	11	12,4	7,4	7,57	13	2,9	5,1	8,55	2	2,77	3	415	60
4,28	9,7	11,7	4,1	5,7	12,4	1,35	5,57	8,46	1,14	2	2,28	425	53
4	7,4	15,2	3,4	8,4	9,85	2,2	2,4	6,57	1	1	1,71	426	70
4,8	10,2	15,4	3,4	7,2	13,6	2,1	6	8,8	1	2	3	416	66
5,4	9,4	10	3,6	8,3	13,2	1,8	7,8	7,8	1,2	2	2,8	485	68
4,4	6,3	12,25	3,4	9,8	12,16	2,16	6	7,5	1	2	2,33	490	95
5,58	10,8	10	4,58	9	12,4	2,3	5,16	7,66	1,16	2,08	2,75	492	96
5,75	10,25	12,9	4,75	9,08	10,5	2,3	6,08	7,45	1	2,4	2,63	493	96

Anexo No. 3. Fotografías del manejo del ensayo



Preparación de la solución con ácido nítrico



Preparación de sustratos



Distribución de las unidades experimentales



Desinfección del sustrato



Identificación de tratamientos



Siembra del ensayo.



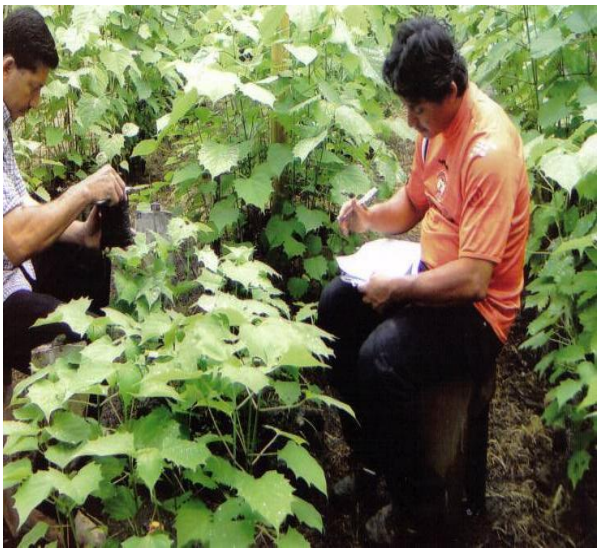
Evaluación de altura de plantas a los 90 días



Visita del tribunal de calificación de tesis



Evaluación de la longitud de la hoja a los 90 días



Evaluación del porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días

Anexo No. 4. Glosario de términos técnicos

Asexual.- Reproducción a partir de un individuo sin fusión de células a partir de dos parentales diferentes; la reproducción asexual es común en el reino vegetal.

Cónico.- Perteneciente a forma de cono.

Copa.- Parte superior de un árbol que incluye las ramas y las hojas.

Drupa.-. Fruto carnoso de endocarpio leñoso compuesto de un solo carpelo y procedente de un ovario superior.

Elipsoidal.- Superficie cerrada simétrica respecto de tres ejes perpendiculares.

Esquejes.- Cogollo separado del pie de una planta con partes de raíces que pueden formar una nueva planta.

Escarificación.- De escarificar. Producción accidental o quirúrgica de una excava.

Exfolia.- Dividir en láminas o escamas.

Fuste.- Nombre que recibe a veces el tronco de un árbol.

Glabra.- Calvo, lampiño.

Micorrización.-Es la asociación simbiótica entre hongos y plantas, se manifiestan como importantes herramientas para el productor y la utilización de plantas forestales

Morfología.- Estudio de la forma y disposición de los órganos y tejidos de las plantas.

Monoicas.- Se aplica a las plantas que tienen separadas las flores de cada sexo, pero en un mismo pie.

Nudo.- Punto de un tallo a partir del cual crece una hoja.

Pecíolo.- Tallo de una hoja que une a un nudo.

Ramoneo.- art. cortar las puntas de las ramas de los árboles o comerse los animales las hojas de las puntas de las ramas de los árboles.

Sexual.- reproducción que implica la función de dos células y su núcleo a partir de dos individuos parentales de modo que la descendencia recibe material genético de ambos.

Sustrato.- Nombre que recibe las sustancias sobre las que actúa una enzima.

Turba.- Tipo de capa de montículo que se encuentra en ciertos habitats muy húmedos o inundados tales como los pantanos que se descomponen muy lentamente a menudos en condiciones muy acidas y pueden tener varios metros de espesor.

Vaina.- Cubierta protectora, la parte inferior de la hoja que se enrolla alrededor del tallo