



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Recursos Naturales y del Ambiente

Escuela de Ingeniería Forestal

Proyecto de Investigación

TEMA

EVALUACIÓN MORFOLÓGICA DE PLÁNTULAS EN CINCO ESPECIES FORESTALES NATIVAS, UTILIZANDO ÁCIDO GIBERÉLICO COMO TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN TRES TIEMPOS DE INMERSIÓN, EN EL SECTOR PAYACACAO, CANTÓN ECHEANDÍA.

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Forestal otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Forestal

AUTORES

William Rodrigo Fuentes Martinez

Ángel Gustavo Ushca Quinatoa

DIRECTOR:

Ing. Rodrigo Yáñez García. M.Sc.

GUARANDA - ECUADOR

2016

CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el trabajo de investigación titulado: **EVALUACIÓN MORFOLÓGICA DE PLÁNTULAS EN CINCO ESPECIES FORESTALES NATIVAS, UTILIZANDO ÁCIDO GIBERÉLICO COMO TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN TRES TIEMPOS DE INMERSIÓN, EN EL SECTOR PAYACACAO, CANTÓN ECHEANDIA.**

REVISADO Y APROBADO POR:

Ing. Rodrigo Yáñez García. M.Sc.

DIRECTOR

Ing. Agr. Kleber Espinoza Mora. Mg.

BIOMETRISTA

Ing. Agr. Sonia Fierro Borja. Mg.

REDACCIÓN TÉCNICA

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Yo, William Rodrigo Fuentes Martínez con CI 0201443546 y Ángel Gustavo Ushca Quinatoa con CI 1205772146, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

William Rodrigo Fuentes Martínez
CI. 0201443546

Ángel Gustavo Ushca Quinatoa
CI. 1205772146

Ing. Rodrigo Yáñez García. M.Sc.
CI. 02005002227

Ing. Kleber Espinoza Mora. Mg
CI. 0200989630

Ing. Agr. Sonia Fierro Borja. Mg.
CI. 0201084712

DEDICATORIA

El presente trabajo de tesis está dedicado a Dios por darme la oportunidad de seguir viviendo y además darme la fortaleza y humildad para continuar con mis estudios de tercer nivel y de esta manera cumplir una de mis metas propuestas.

También quiero dedicar esta tesis a mis padres: Aquilino y Piedad, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos Raúl, Wilson y Neicer, también a mis sobrinos, por su apoyo y consejos y además sus motivaciones de continuar en mis estudios.

A mi hija Michell, ya que es lo más importante en mi vida, me da las fuerzas y energías para poder seguir adelante en todas mis metas propuestas.

A Elizabeth por sus palabras y su confianza, por su amor y por brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente, a mis amigos, amigas y compañeros, todas aquellas personas que de una u otra manera ha contribuido para el logro de mis objetivos.

William Rodrigo Fuentes Martínez

DEDICATORIA

Primeramente Dios, más que pedirte tengo que agradecerte por todas las bendiciones que me has otorgado en todo este tiempo de vida. Gracias señor por ayudarme a cumplir mis sueños de ser un profesional.

A mi Madre, por traerme al mundo y guiarme por el camino del bien, por ser la persona que siempre ha estado conmigo en todo momento.

A mi Padre, a mi hermano, Juan y a todos mis hermanos por ser un aporte en mi carrera.

A mis dos hijas: Heidy y Ángela, ya que han sido mi fortaleza y mis ganas de seguir adelante con mis estudios para que de esta manera ser un aporte en sus vidas y la sociedad en general.

También a los amigos amigas y compañeros que han estado apoyándome moralmente en los momentos difíciles con sus consejos y experiencias.

Dedicado con esfuerzo y perseverancia.

Ángel Gustavo Ushca Quinatoa

AGRADECIMIENTO

Nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad Estatal de Bolívar y al Centro de Apoyo Académico Echeandía por permitirnos ser partes de esta distinguida institución académica.

A la facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, especialmente a la Escuela de Ingeniería Forestal por permitirnos ser estudiantes de tan distinguida carrera, por lo que llevaremos con altitud los conocimientos adquiridos, desempeñando con profesionalismo la misión y visión como lo caracteriza nuestra Escuela.

También a todos los Docentes, quienes impartieron sus conocimientos durante todos los ciclos de nuestra vida estudiantil. A cada uno de ellos nuestro respeto y agradecimiento.

Igualmente agradecemos oportunamente a los miembros del tribunal de nuestra investigación; Director de Proyecto de Investigación Ing. Rodrigo Yáñez García. M.Sc., Biometría Ing. Kléber Espinoza Mora Mg. Redacción Técnica Ing. Sonia Fierro Borja. Mg. y antemano al Dr. Moisés Arreguin. Director de Escuela, y al Ing. Edwin Silva Mendoza, quienes han sido partícipes de este proyecto de investigación desde el inicio hasta el final brindándonos su incondicional apoyo.

Agradecidos eternamente por todas sus colaboraciones y directrices, que DIOS NOS BENDIGA siempre a cada uno de nosotros.

William Rodrigo Fuentes Martínez

Ángel Gustavo Ushca Quinatoa

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág.
CERTIFICADO DE APROBACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XX
RESUMEN Y SUMMARY	XXI
SUMMARY	XXII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PROBLEMA.....	4
III. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1. Características morfológicas.....	5
3.2. Características fisiológicas	6
3.2.1. Crecimiento potencial de la raíz.....	6
3.2.2. Contenido de humedad	6
3.2.3. Contenido de nutrimentos.....	7
3.2.4. Carbohidratos de reserva	8
3.2.5. Daño por frío.....	8
3.3. Especies forestales nativas	8
3.3.1. Importancia de las especies forestales nativas	9
3.3.2. Ventajas de las especies forestales nativas	10
3.3.3. Desventajas de las especies forestales nativas	10
3.4. Descripción de las especies forestales nativas.....	11
3.4.1. Moral fino	11
3.4.1.1. Taxonomía	11
3.4.1.2. Origen	12
3.4.1.3. Descripción morfológica	12

3.4.1.4. Distribución de la especie	12
3.4.1.5. Clima	13
3.4.1.6. Usos	13
3.4.2. Guayacán	13
3.4.2.1. Taxonomía	13
3.4.2.2. Descripción botánica	14
3.4.2.3. Distribución geográfica	14
3.4.2.4. Propagación.....	14
3.4.2.5. Comercialización.....	15
3.4.2.6. Aplicación y usos	15
3.4.3. Cedro de montaña	15
3.4.3.1. Taxonomía	15
3.4.3.2. Descripción botánica	16
3.4.3.3. Distribución y ecología.....	16
3.4.3.4. Usos	16
3.4.3.5. Cuidados silviculturales de plantaciones	17
3.4.4. Caucho.....	18
3.4.4.1. Taxonomía	18
3.4.4.2. Origen / extensión	18
3.4.4.3. Descripción general.....	19
3.4.4.4. Hábitat	20
3.4.4.5. Importancia ecológica	20
3.4.4.6. Vegetación / zona ecológica	20
3.4.4.7. Aspectos fisiológicos.....	21
3.4.4.8. Aspectos del cultivo	21
3.4.4.9. Propagación.....	22
3.4.5. Laurel.....	22
3.4.5.1. Taxonomía	22
3.4.5.2. Distribución geográfica	23
3.4.5.3. Características botánicas.....	23
3.4.5.4. Requerimientos edafoclimáticos	24
3.4.5.6. Productos y usos actuales y potenciales	24

3.5. Propagación de especies forestales nativas	25
3.6. Métodos de propagación de especies forestales	25
3.6.1. Propagación sexual o por semilla.....	25
3.6.2. Propagación asexual o vegetativa	26
3.6.3. La micropropagación.....	26
3.7. La semilla	27
3.7.1. Clases de semillas	27
3.7.1.1. Semillas erráticas.....	27
3.7.1.2. Semillas latentes.....	27
3.7.1.3. Semillas recalcitrantes	28
3.7.1.4. Semillas ortodoxas	28
5.7.2. Manejo de semillas forestales	29
5.7.2.1. Recolección.....	29
3.7.2.2. Tamaño y sanidad de los frutos.....	29
3.7.2.3. Almacenamiento de frutos y semillas	30
3.8. Germinación de semillas	30
3.8.1. Condiciones ambientales para la germinación.....	31
3.8.1.1. Humedad.....	31
3.8.1.3. Oxígeno	31
3.8.1.4. Luminosidad	31
3.8.1.5. Sustrato	32
3.9. Tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas forestales.....	32
3.9.1. Efectos	33
3.9.2. División de los tratamientos	33
3.9.2.1. Escarificación.....	33
3.9.2.2. Escarificación por inmersión en agua.....	34
3.9.2.3. Escarificación con ácidos	34
3.9.2.4. Estratificación	35
3.9.2.5. Tratamientos hormonales.....	36
3.9.2.6. Combinaciones de los tratamientos.....	36
3.10. Reguladores de crecimiento.....	36
3.10.1. Las giberelinas	37

3.10.2. Modo de acción	37
3.10.3. Importancia	37
3.10.4. Función de las giberelinas	38
3.10.5. Ácido giberélico (GA3)	38
3.10.6. Efecto de hormonas en la germinación	39
3.10.7. Biosíntesis de las giberelinas	40
3.11. Sustratos	40
3.11.1. Funciones del sustrato	40
3.11.2. Características del sustrato ideal	41
3.11.3. Descripción general de algunos sustratos	42
3.11.3.1. Arenas	42
3.11.3.2. Tierra de guabo.....	43
3.11.3.3. Humus de lombriz	43
3.11.3.4. Tamo de arroz	43
3.11.3.5. Tamo de café	43
3.12. Vivero	44
3.12.1. Construcción del vivero.....	44
3.12.2. Labores culturales en el vivero	44
3.12.3. Riego.....	44
3.12.4. Control de malezas.	45
3.12.4.1. Métodos manuales	45
3.12.4.2. Métodos químicos	45
3.12.5. Fertilización	46
3.13. Plagas.....	46
3.13.1. Hormiga arriera (<i>Atta cephalotes</i>).....	46
3.13.2. Crisomélidos	47
3.13.3. Ácaros. Arañitas.....	47
3.14. Enfermedades.....	47
3.14.1. Corynespora	47
3.14.2. Fusarium oxysporum.....	47
IV. MARCO METODOLÓGICO	48
4.1. MATERIALES	48

4.1.1. Ubicación del experimento	48
4.1.2. Situación geográfica y climática	48
4.1.3. Zona de vida.....	48
4.1.4. Material experimental.....	49
4.1.5. Materiales de campo.....	49
4.1.6. Materiales de oficina	49
4.2. Métodos	49
4.2.1. Factores en estudio:	49
- Factor A: Especies forestales nativas.....	49
- Factor B: Tiempos de inmersión	49
4.2.2. Tratamientos	50
4.2.3. Procedimiento:	50
4.2.4. Tipos de análisis.....	51
Análisis de varianza (ADEVA)	51
Prueba de tukey al 5% para comparar promedios de Factor A y tratamientos.	51
Polinomios ortogonales para factor B.....	51
Análisis de correlación y regresión simple.	51
Análisis económico relación beneficio-costo, B/C.....	51
4.3. Métodos de evaluación y datos tomados	51
4.3.1. Días a la germinación (DG).....	51
4.3.2. Porcentaje de sobrevivencia (PS).....	51
4.3.3. Altura de la planta (AP).....	52
4.3.4. Diámetro del tallo (DT)	52
4.3.5. Número de ramas (NR)	52
4.3.6. Número de hojas (NH)	52
4.3.7. Largo del limbo (LL).....	52
4.3.8. Ancho del limbo (AL)	53
4.3.9. Longitud del pecíolo (LP).....	53
4.3.10. Diámetro del pecíolo (DP).....	53
4.3.11. Volumen de la raíz (VR)	53
4.3.12. Incidencias de plagas y enfermedades (I.P.E)	53
4.4. Manejo del experimento	54

4.4.1. Preparación del lugar de investigación.....	54
4.4.2. Obtención del material para sustratos	54
4.4.3. Preparación del sustrato.....	54
4.4.4. Análisis físico químico de los sustratos	54
4.4.5. Llenado de fundas	55
4.4.6. Desinfección del sustrato.....	55
4.4.7. Distribución de las unidades de investigación.....	55
4.4.8. Recolección de las semillas	55
4.4.9. Selección de las semillas	55
4.4.10. Desinfección de las semillas	56
4.4.11. Tratamiento de las semillas.....	56
4.4.12. Siembra.....	56
4.4.13. Raleo.....	56
4.4.14. Control de malezas	56
4.4.15. Control fitosanitario	57
4.4.16. Riego.....	57
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	58
5.1. Días a la germinación (DG); altura de plantas en cm a los 60 días después de la siembra (AP en cm a los 60 dds) y porcentaje de sobrevivencia de plantas (PSP).....	58
5.2. Diámetro del tallo en mm; número de hojas y longitud del limbo en cm a los 60 días después de la siembra (DT en mm a los 60 dds; NH a los 60 dds y LL en mm a los 60 dds)	70
5.3. Ancho del limbo en cm; longitud del pecíolo en cm y diámetro del pecíolo en mm (AL en cm a los 60 dds; LP en cm a los 60 dds y DP en mm a los 60 dds).....	82
5.4. Altura de plantas en cm, diámetro del tallo en mm y número de hojas a los 90 días después de la siembra (AP en cm a los 90 dds; DT en mm a los 90 dds y NH a los 90 dds)	93
5.5. Longitud del limbo en cm; ancho del limbo en cm y longitud del pecíolo en cm a los 90 días después de la siembra (LL en cm a los 90 dds; AL en cm a los 90 dds y LP en cm a los 90 dds)	105

5.6. Diámetro del pecíolo en mm a los 90 días después de la siembra (DP en mm a los 90 dds) y Volumen de raíz (VR en cm ³)	116
5.7. Incidencia de plagas (IP) e incidencia de enfermedades (IE).....	124
5.8. Análisis de correlación y regresión lineal	127
5.9. Análisis económico de la relación B/C.	129
VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	132
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	133
7.1. Conclusiones.....	133
7.2. Recomendaciones.....	134
BIBLIOGRAFÍA	135
ANEXOS	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Pág.
1. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable DG; AP en cm a los 60 dds y PSP.	58
2. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable DE; AP en cm a los 60 dds y PSP.....	62
3. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable DE; AP en cm a los 60 dds y PSP.....	66
4. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable DT en mm a los 60 dds; NH a los 60 dds y LL en cm a los 60 dds.....	70
5. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable DT en mm a los 60 dds; NH a los 60 dds y LL en cm a los 60 dds.	74
6. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable DT en mm a los 60 dds; NH a los 60 dds y LL en cm a los 60 dds.....	78
7. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable AL en cm a los 60 dds; LP en cm a los 60 dds y DP en mm a los 60 dds.	82
8. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable AL en cm a los 60 dds; LP en cm a los 60 dds y DP en mm a los 60 dds.....	86

9. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable AL en cm a los 60 dds; LP en cm a los 60 dds y DP en mm a los 60 dds.	89
10. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable AP en cm a los 90 dds; DT en mm a los 90 dds y NH a los 90 dds.....	93
11. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable AP en cm a los 90 dds; DT en mm a los 90 dds y NH a los 90 dds.....	97
12. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable AP en cm a los 90 dds; DT en mm a los 90 dds y NH a los 90 dds.....	101
13. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable LL en cm a los 90 dds; AL en cm a los 90 dds y LP en cm a los 90 dds.....	105
14. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable LL en cm a los 90 dds; AL en cm a los 90 dds y LP en cm a los 90 dds.....	109
15. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable LL en cm a los 90 dds; AL en cm a los 90 dds y LP en cm a los 90 dds.....	113
16. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable DP en mm a los 90 dds y VR en cm ³	116
17. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable DP en mm a los 90 dds y VR en cm ³ ..	118
18. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable DP en mm a los 90 dds y VR en cm ³	121

19. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable IP e IE.	124
20. Análisis de correlación y regresión lineal.	127
21. Costos de producción de plántulas en cinco especies forestales nativas, utilizando ácido giberélico como tratamiento pregerminativo en tres tiempos de inmersión, en el sector Payacacao, Cantón Echeandía Año 2016.	129
21. Análisis económico de producción de plántulas en cinco especies forestales nativas, utilizando ácido giberélico como tratamiento pregerminativo en tres tiempos de inmersión, en el sector Payacacao, Cantón Echeandía Año 2016.	130

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N°	Pág.
1. Especies forestales nativas en la variable días a la germinación de plántulas...	59
2. Especies forestales nativas en la variable altura de plantas a los 60 dds.....	60
3. Especies forestales nativas en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas.....	60
4. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable días a la germinación	63
5. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas a los 60 dds.	64
6. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas.....	64
7. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable días a la germinación de plántulas.	67
8. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas a los 60 dds.	68
9. Especies forestales nativas en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas.....	68
10. Especies forestales nativas en la variable diámetro del tallo a los 60 dds.....	71
11. Especies forestales nativas en la variable longitud del limbo a los 60 dds....	71
12. Especies forestales nativas en la variable numero de hojas a los 60 dds.....	72
13. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo a los 60 dds.	75
14. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable número de hojas por planta a los 60 dds.....	75
15. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del limbo a los 60 dds.	76
16. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo los 60 dds.	79

17. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable humero de hojas a los 60 dds.	79
18. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable numero de hojas 60 dds.....	80
19. Especies forestales nativas en la variable ancho del limbo a los 60 dds.....	83
20. Especies forestales nativas en la variable longitud del peciolo a los 60 dds. ..	83
21. Especies forestales nativas en la variable diámetro del peciolo a los 60 dds. .	84
22. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo a los 60 dds.	87
23. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del peciolo a los 60 dds.....	87
24. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del peciolo a los 60 dds.	88
25. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo a los 60 dds.....	90
26. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del peciolo a los 60 dds.....	91
27. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del peciolo a los 60 dds.....	92
28. Especies forestales nativas en la variable altura de plantas a los 90 dds.	94
29. Especies forestales nativas en la variable diámetro del tallo a los 90 dds.....	94
30. Especies forestales nativas en la variable número de hojas a los 90 dds.	95
31. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas a los 90 dds.	98
32. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo a los 90 dds.	98
33. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable número de hojas a los 90 dds.	99
34. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas a los 90 dds.	102
35. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo a los 90 dds.	103

36. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable número de hojas a los 90 dds.	103
37. Especies forestales nativas en la variable longitud del limbo a los 90 dds. ..	106
38. Especies forestales nativas en la variable ancho del limbo a los 90 dds.	106
39. Especies forestales nativas en la variable longitud del peciolo a los 90 dds.	107
40. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del limbo a los 90 dds.	110
41. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo a los 90 dds.	110
42. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del peciolo a los 90 dds.	111
43. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del limbo a los 90 dds.	114
44. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo a los 90 dds.	114
45. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del peciolo a los 90 dds.	115
46. Especies forestales nativas en la variable diámetro del peciolo a los 90 dds.	117
47. Especies forestales nativas en la variable volumen de raíz a los 90 dds.	118
48. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del peciolo a los 90 dds.	119
49. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable volumen de raíz a los 90 dds.	120
50. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del peciolo a los 90 dds.	122
51. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable volumen de raíz a los 90 dds.	123
52. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable incidencia de plagas.	125
53. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable incidencia de enfermedades.	126

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°

1. Mapa ubicación de la investigación
2. Análisis del sustrato
3. Base datos
4. Fotografías del manejo de la investigación
 - Identificación del sitio
 - Limpieza del terreno
 - Obtención del material para el sustrato
 - Preparación del sustrato
 - Llenado de fundas con sustrato
 - Distribución de las unidades experimentales
 - Desinfección del sustrato
 - Recolección de las semillas
 - Selección de las semillas
 - Desinfección de las semillas
 - Tratamiento de las semillas y siembra
 - Siembra
 - Raleo de las plántulas
 - Evaluación de días de germinación
 - Evaluación de altura de la plantas
 - Evaluación del diámetro del tallo
 - Evaluación del largo del limbo
 - Visita de los Miembros del Tribunal de Calificación del Proyecto
 - Evaluación del Volumen de raíz
5. Glosario de términos técnicos

RESUMEN Y SUMMARY

Las especies forestales nativas, disminuye la degradación de los suelos y permiten la conservación de nichos ecológicos. Los tratamientos pregerminativos rompen la latencia de las semillas, que no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello. En este proyecto investigativo se planteó como objetivos: a) Determinar las características morfológicas que presentan las plántulas de cinco especies forestales nativas, en cada uno de los tratamientos. b) Evaluar el tratamiento apropiado de cinco especies forestales nativas utilizando ácido giberélico en tres tiempos de inmersión. c) Realizar un análisis económico relación beneficio–costo, B/C. El ser humano mantiene una estrecha relación con el bosque, básicamente utilizando los productos y subproductos como: madera para la construcción, para la elaboración de combustible directo para preparar los alimentos, del bosque también se aprovecha la caza, resinas, frutos, y, partes de los árboles se emplean en la medicina. Progresivamente se ha ido perdiendo la cobertura vegetal nativa causadas por la aplicación de una agricultura inadecuada, presión que ha hecho que los bosque vayan desapareciendo quedando unos pocos relictos boscosos como muestras del antiguo paisaje. En el Cantón Echeandía no hay registros estadísticos actuales de la cantidad de especies forestales nativas aún existentes. Esta investigación se realizó en la comunidad Payacacao del Cantón Echeandía, Provincia de Bolívar. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en arreglo factorial de 5×3 con 4 repeticiones. El factor A: correspondió a especies forestales nativas, A₁: Moral fino; A₂: Guayacán; A₃: Cedro de montaña; A₄: Caucho y A₅: Laurel. El factor B fue Tiempos de inmersión B₁: Ácido giberélico remojo 3 horas; B₂: Ácido giberélico remojo 6 horas y B₃: Ácido giberélico remojo 9 horas. Se tuvieron 15 tratamientos. Se realizó análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% para Factor A y tratamientos, Polinomios Ortogonales, análisis de correlación y regresión lineal, relación beneficio/costo. Los resultados fueron: Las especies forestales nativas y los tiempos de inmersión en ácido giberélico incidieron significativamente en las variables evaluadas especialmente en la sobrevivencia de plantas a los 90 días después de la siembra. La mayor sobre vivencia de las plantas a los 90 días se dio en la especie forestal nativa A₃: Cedro de montaña con el 88,75%. El tiempo de inmersión con el mejor porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días fue el B₃ = Ácido giberélico remojo 9 horas con el 88,10%. Los tratamientos más eficaces fueron el T₇: A₃B₁ (Especie forestal Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 3 horas) con el 91,50% y T₁₃: A₅B₁ (Especie forestal Laurel + ácido giberélico remojo 3 horas) con el 90,50% de sobrevivencia de plantas a los 90 días. Las variables independientes que contribuyeron a un valor más alto del porcentaje de sobrevivencia de plantas fueron: días a la germinación, 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 y volumen de raíz. Los beneficios netos más elevados se dio en el T₇: A₃B₁ con \$. 35,55 y una RB/C de 5,21 y RI/C de 4,21, y, T₉: A₃B₃ con un benéfico neto de \$. 33,95 y una RB/C de 5,02 y una RI/C de 4,02.

SUMMARY

The native forest species, it diminishes the degradation of the floors and they allow the conservation of ecological niches. The treatments pregerminativos break the latency of the seeds that not able to germinate but until the conditions of the means are the appropriate ones for it. In this investigative project thought about as objectives: a) Determine the morphological characteristics that present the plantains of five native forest species, in each one of the treatments. b) Evaluating the appropriate treatment of five native forest species using gibberellic acid in three times of immersion. c) Carry out an economic analysis relationship benefit-cost, B/C. The human being maintains a narrow relationship with the forest, basically using the products wood for the construction, for the elaboration of direct fuel to prepare the allowances, of the forest also takes advantage the hunt, resins, fruits, and, you leave of the trees they are used in the medicine. Progressively has left losing the native vegetable covering caused by the application of an inadequate agriculture, pressure that has made that the forest goes disappearing being some few relicts boscosos like samples of the old landscape. In the Echeandía canton is not current statistical registrations of the quantity of even existent native forest species. This investigation was carried out in the community Payacacao of the Echeandía canton, Bolivar province. An experimental design of complete blocks was used at random in factorial arrangement of 5 x 3 with 4 repetitions. The factor A: it corresponded to native forest species, A₁: Morals dies; A₂: Guaiac; A₃: Mountain cedar; A₄: Rubber and A₅: Laurel. The factor B was Times of immersion B₁: Gibberellic acid soaking 3 hours; B₂: Gibberellic acid soaking 6 hours and B₃: Gibberellic acid soaking 9 hours. 15 treatments were had. Carried out variance analysis, test of Tukey to 5% for Factor A and treatments, Orthogonal Polynomials, correlation analysis and lineal regression, relationship benefice/cost. The results were: The native forest species and the times of immersion in gibberellic acid impacted significantly especially in the valued variables in the survival of plants to the 90 days after the siembra. The biggest envelope vivencia of the plants to the 90 days was given in the native forest species A₃: Mountain cedar with 88,75%. The time of immersion with the best percentage of survival of plants to the 90 days was the B₃: Gibberellic acid soaking 9 hours with 88,10%. The most effective treatments were the T₇: A₃B₁ (Species forest mountain Cedar + gibberellic acid soaking 3 hours) with 91,50% and T₁₃: A₅B₁ (Species forest Laurel + gibberellic acid soaking 3 hours) with 90,50% of survival of plants to the 90 days. The independent variables that contributed to a higher value of the percentage of survival of plants were: days to the germination, 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 and root volume. The highest net profits were given in the T₇: A₃B₁ with \$. 35,55 and a RB/C 5,21 and RI/C 4,21, and, T₉: A₃B₃ with a beneficent one net of \$. 33,95 and a RB/C 5,02 and a RI/C 4,02.

I. INTRODUCCIÓN

La historia de la humanidad es la historia de la utilización de los diversos bosques del mundo y sus múltiples productos. Los bosques han sido fuente de materia prima para la construcción, el transporte y la comunicación, fuente de alimentos y del combustible necesario para cocinarlos y, una vez desmontada la superficie boscosa, fuente de tierras donde levantar explotaciones agrícolas y ciudades. (FAO. 2006)

Desde un punto de vista geográfico Ecuador es un país pequeño. No obstante está caracterizado por su singular topografía, su diversidad de zonas climáticas, y una población de especies vegetales y animales mega diversa. El Ministerio de Turismo de Ecuador, Cuenta con aproximadamente 11,5 millones de hectáreas cubiertas de bosques, que representan el 42% del área total del país. Si bien es cierto, los bosques nativos juegan un papel importante en mitigar el cambio climático, también conservan la biodiversidad, los suelos, el agua, y cuando son manejadas de manera sostenible, pueden fortalecer economías locales y nacionales y promover el bienestar de las generaciones presentes y futuras. (Salazar. J. 2006)

La Provincia Bolívar a pesar de ser una de las más pequeñas de este país posee abundantes recursos naturales y una gran biodiversidad, que aún se conservan debido a la cultura de la población sobre el medio ambiente y al respeto del hombre por la naturaleza; en las áreas más cercanas, pero en aquellas áreas alejadas según los personeros del Ministerio de Agricultura y Ganadería se talan los árboles para dar paso a los cultivos de ciclo corto lo que repercute en los cambios climáticos.

(<https://www.google.com/plan+desarrollo+local+de+la+provincia.bolivar.html>)

Las principales ventajas que presentan las especies nativas son que permiten la conservación de especies, disminuye la degradación de los suelos y permiten la conservación de nichos ecológicos. (Ceron, C. 2010)

La aplicación de tratamientos pregerminativos es importante ya que acelera el proceso de germinación en las semillas y se producen plántulas en menor tiempo, en la búsqueda de opciones para su producción, se ha recurrido a usar los reguladores de crecimiento (ácido giberélico GA3), para estimular la germinación de ciertas especies de semillas que están en dormancia, aumentan la velocidad de germinación y activa el crecimiento de las plántulas. (Prieto, J. et, al. 2009)

El crecimiento de las plantas es un proceso dinámico y complejo, que esta rigurosamente controlado, en donde los reguladores del crecimiento vegetal juegan un papel principal en el control del crecimiento, no únicamente dentro de las plantas como un universo, sino también a nivel de órganos, tejidos y células. Actúan como sustancias mensajeras, en las que los lugares de síntesis y acción generalmente son distintos, siendo en algunos casos activos en el mismo sitio de formación. Por lo general presentan un área y un espectro de acción muy amplio y diverso, pues además pueden influir en múltiples procesos totalmente distintos, al mismo tiempo y en partes diferentes de la planta. (Pinzón, R. 2008)

El ácido giberélico (GA3) estimula la germinación en especies de semillas latentes, aumenta la velocidad de germinación, estimula el crecimiento de las plántulas y supera el enanismo de los epicótilos latentes. Este último efecto puede ser transitorio y producir en crecimiento anormal de la plántula. (Vega, R. 2009)

Los tratamientos pregerminativos son todos aquellos procedimientos necesarios para romper la latencia de las semillas, esto es, el estado en que se encuentran algunas tal que, estando vivas, no son capaces de germinar sino hasta que las condiciones del medio sean las adecuadas para ello. (Arnold, F. 2005)

Los objetivos planteados en este trabajo investigativo fueron:

- Evaluar morfológicamente las plántulas de cinco especies forestales nativas, utilizando ácido giberélico como tratamiento pregerminativo en tres tiempos de inmersión.

- Determinar las características morfológicas que presentan las plántulas de cinco especies forestales nativas, en cada uno de los tratamientos.
- Evaluar el tratamiento apropiado de cinco especies forestales nativas utilizando ácido giberélico en tres tiempos de inmersión.
- Realizar un análisis económico relación beneficio–costo, B/C.

II. PROBLEMA

El desgaste de los suelos por desertificación, erosión y falta de recuperación de biomasa en Ecuador, es un problema ecológico que requiere ser tratado con seriedad, en este contexto, el conocimiento de métodos y condiciones específicas ambientales para una exitosa pre-germinación de especies nativas forestales, es precario.

Hay semillas que poseen cubierta dura y cutinizada, que frenan la imbibición de agua e intercambio de gases, retardando la división y el alargamiento celular en el embrión y por ende la rotura de las cubiertas seminales; haciendo imposible la continuación del ciclo embrionario y germinativo, éste es el caso de las semillas del presente estudio.

Existen limitaciones en la germinación de estas semillas, incluso cuando todas las condiciones son favorables, debido a que entran en estado de latencia, durante el cual su germinación queda temporalmente suspendida o retardada.

La falta de información que se tiene acerca de los tratamientos pregerminativos a base de ácido giberélico y sustratos adecuados para la producción de plantas nativas es una de las limitantes para su producción, ante ello la falta de investigación no ha permitido obtener resultados y conocimiento a viveristas y técnicos forestales para la producción de tan valiosas especies.

La presente investigación está orientada a obtener un paquete tecnológico en base a tres tratamientos pregerminativos probando una dosis de ácido giberélico, para romper la latencia de las semillas forestales y así conseguir plantas vigorosas en menor tiempo posible, con ello se pretende que sea un aporte al desarrollo académico y al conocimiento de métodos eficientes de propagación de especies forestales nativas, para que en futuras ocasiones sean aplicables a nivel de viveros.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Características morfológicas

La morfología de la planta es la manifestación de la respuesta fisiológica de la misma a las condiciones ambientales y a las prácticas culturales del vivero, y generalmente es fácil de cuantificar. (Birchler, T. et, al. 2008)

Los parámetros morfológicos o atributos físicos son los más utilizados en la determinación de la calidad de la planta y entre ellos son:

La altura puede ser manipulada en vivero a través de la fertilización y el riego. Correlacionar sólo la altura de la planta con el comportamiento en campo, excluyendo otros parámetros, puede inducir a un error; varios estudios han concluido que la altura inicial de las plantas no se correlaciona, o lo hace de forma negativa con la supervivencia, aunque sí se correlaciona con el crecimiento en altura después de la plantación. (Prieto, J. et, al. 2009)

El diámetro permite predecir en gran medida la supervivencia de la planta en campo, especialmente cuando se incluye una estimación de la biomasa de la raíz, aparentemente el diámetro es un buen indicador del comportamiento de la altura y ambos definen la producción de biomasa de la parte aérea y la raíz. También, el diámetro está fuertemente correlacionado con el peso de la parte aérea y del sistema radicular. Una supervivencia alta (> 80%), se logra cuando las plantas tienen de 5 a 6 mm de diámetro. (Mexal, J. y Landis, T. 2007)

El peso (biomasa aérea y radicular) de la planta tiene alta correlación con la supervivencia en campo, con la misma consistencia que el diámetro del tallo o cuello de la raíz. El peso seco es un indicador efectivo cuando se relaciona el peso seco de la parte aérea con el peso seco del sistema radicular. (Prieto, J. et, al. 2009)

3.2. Características fisiológicas

La medición de parámetros fisiológicos es puntual, pues se refiere al estado de la planta en el momento de realizar la medición, cambian rápidamente y su validez no se extiende más de cuatro semanas; permiten establecer diferencias en cuanto al estado de las plantas. Sin embargo, para evaluar la aptitud de un lote de plantas deben medirse varios parámetros fisiológicos, ya que no se cuenta con experiencia suficiente para afirmar que uno solo de ellos sea decisivo debido a su gran variabilidad; algunos de ellos son: crecimiento potencial de la raíz, estado hídrico, nivel de nutrimentos minerales, carbohidratos de reserva e índice de daño por frío. (Merlín, B. 2012)

3.2.1. Crecimiento potencial de la raíz

La formación de raíces nuevas es una medida fisiológica indirecta de la calidad de planta. La abundante emisión de raíces demuestra alta calidad y garantiza un rápido crecimiento después de la plantación; cuando se establece en condiciones ambientales favorables para su crecimiento, emite nuevas raíces, las cuales iniciarán el proceso de absorción de agua. El desarrollo de nuevas raíces es una manifestación de las prácticas culturales, de manejo durante el traslado al sitio de plantación y de su condición fisiológica al plantarse. (Cortina, J. et, al. 2010)

3.2.2. Contenido de humedad

Es el estado hídrico de la planta, éste es dinámico y cambia en relación con la humedad que exista en el sustrato de crecimiento y en el ambiente; cuando están sometidos durante mucho tiempo a tensión hídrica, se altera el proceso de asimilación de CO₂ y de transpiración, lo que se traduce en una degradación del mecanismo de fotosíntesis y un deterioro en su crecimiento. (Rodríguez, T. 2008)

3.2.3. Contenido de nutrimentos

La deficiencia de nutrimentos se detecta cuando la tasa de crecimiento es limitada y cada especie forestal presenta una sintomatología específica. Un ajuste de deficiencia de nutrimentos puede ser realizado mediante un conocimiento previo de los niveles de nutrimentos en el sustrato y en el follaje de la planta. (Prieto, J. et, al. 2009)

En relación al estado nutricional, un vivero forestal debería producir planta con niveles óptimos de nutrimentos, ya que planta saludable tendrá mejor desempeño en la plantación que planta clorótica y achaparrada; además, estará en condiciones para soportar el estrés de plantación. El primer resultado de la deficiencia de nutrimentos es la reducción en la tasa de crecimiento, la productividad disminuye sin presentarse síntomas visibles; si esta condición persiste, pueden aparecer síntomas de deficiencia y reducirse aún más el crecimiento. (Soriano, M. 2011)

El aporte de nutrimentos es quizás, junto con el manejo del suministro hídrico, una de las prácticas culturales de mayor importancia en la producción de plantas.

La fertilización es el principal responsable del estado nutrimental final y un atributo fisiológico de calidad relacionado con el vigor y la resistencia pos trasplante. (Merlín, B. 2012)

El crecimiento depende de los niveles de nutrimentos que puede aportar el sustrato y los que se adicionan; por ello, es importante conocer el nivel óptimo de los diferentes elementos dependiendo de la fase de crecimiento en que se encuentran las plantas. (Cortina, J. et, al. 2010)

La producción de biomasa es importante debido a que refleja el desarrollo de la planta en vivero y los resultados indican desproporción y la existencia de un sistema radicular insuficiente para proveer de energía a la parte aérea de la planta. (Rodríguez, T. 2008)

3.2.4. Carbohidratos de reserva

El contenido de carbohidratos varía de acuerdo al tejido o partes de la planta y los periodos de crecimiento y/o reposo durante al año. Las concentraciones de carbohidratos estructurales, tales como los azúcares y almidones, se determinan mediante técnicas que requieren mucho tiempo en laboratorios bien equipados, aun así, se han utilizado como indicadores de calidad por varios autores. (Soriano, M. 2011)

3.2.5. Daño por frío

Una muestra de plantas se prueba a bajas temperaturas durante ciertos periodos de tiempo, luego se evalúa el daño por frío en los diferentes tejidos vegetales y se califica la viabilidad. El resultado indica el porcentaje de las especies o procedencias que mejor resistirán las bajas temperaturas y los daños por heladas, una vez plantadas. (Merlín, B. 2012)

3.3. Especies forestales nativas

Las especies forestales nativas o autóctonas son especies que pertenecen a una región o ecosistemas determinados. Su presencia en esa región es el resultado de fenómenos naturales sin intervención humana. Todos los organismos naturales, en contraste con organismos domesticados, tienen su área de distribución dentro de la cual se consideran nativos. Fuera de esa región si son llevadas por los humanos se las considera especies introducidas. (López, C. 2011)

El conjunto de especies nativas constituyen la flora y fauna autóctonas. Están bien adaptadas entre sí y forman un ecosistema. Cuando las especies nativas son destruidas u otras especies son introducidas ese equilibrio se altera y el ecosistema puede llegar a degradarse hasta el punto que no pueda restablecerse por sí mismo. En ciertos casos se realizan esfuerzos para restaurar la vegetación y fauna de lugares degradados, lo cual requiere planeamiento cuidadoso.

Ciertas especies no pueden restablecerse a menos que ya estén presentes otras, es decir que es necesario seguir un proceso de sucesión empezando por plantar especies pioneras, seguidas por especies secundarias y terminando con las de clima. (<http://www.encyclopediaBosque%20Nativo.html>)

3.3.1. Importancia de las especies forestales nativas

La flora nativa se caracteriza por ser el conjunto de especies que pertenecen a hábitats naturales, siendo parte de ecosistemas muy ricos en biodiversidad, aislados de agresiones antrópicas y de la influencia de su distribución actual. (http://www.laesferaverde.cl/bo_c.html)

Los bosques naturales son recursos renovables que pueden dar una producción permanente de bienes y servicios, pero, se conoce poco sobre el manejo que deben recibir para mantener la productividad y esto ha limitado su conservación. Para ir mejorando el uso de estos recursos se debe saber que utilidad tienen los árboles donde se encuentran, cuales especies son apropiadas, como se propagan y donde se las debe promocionar. (Manual Agropecuario, 2006)

La forestación con especies nativas en el ámbito nacional tienen muchas limitantes, como por ejemplo no hay investigaciones que permitan con certeza y fiabilidad desarrollar actividades de producción y plantación de especies nativas. (Red Agroforestal Ecuatoriana. 2005)

Ampliar el propósito de protección y conservación significa, incrementar y motivar el interés por la reforestación con especies nativas dada que estas tienen características propias que las hacen adecuadas para este propósito, por su adaptación al medio, su capacidad de regeneración, su diversidad de uso y su resistencia a plagas y enfermedades.

(<http://www.buenastareas.com/ensayos/Tala-De-Árboles/904099.html>)

Tradicionalmente estas especies sirven para satisfacer necesidades de alimentación, medicina, vivienda, combustible, madera y ornamentación. Modernamente se reconoce su utilidad, tanto en el área urbana como en el área rural, por los servicios que prestan, lo cual no puede sustituirse con otras alternativas. (FAO. 2010)

3.3.2. Ventajas de las especies forestales nativas

- Los usos son bien conocidos y hay buena aceptación para la madera en el mercado local así como otros productos como postes de cerca, horcones, leña y carbón. En algunos casos, sobre todo en sistemas agroforestales, ya se conoce muy bien su manejo, como en el caso de árboles de sombra de cafetales, cercos vivos, árboles para leña, árboles en huertos caseros, árboles en pastos o líneas de árboles en las orillas de propiedades.
- Constituyen un eslabón conocido para procesos naturales como polinización por aves, insectos, mamíferos, dispersión de semillas, relación con epífitas y con la fauna del suelo, reciclaje de nutrientes, pero falta mucho por dilucidar ya que en gran parte depende de las especies nativas plantadas y las exóticas con las cuales se comparan.
- Se menciona a menudo (pero sin buena base científica) que las especies nativas están “mejor adaptadas a su ambiente”, o que como “regla general debe preferirse lo conocido”, pero esto naturalmente es muy subjetivo y faltan comparaciones con parcelas bien diseñadas. (Valdivieso, E. 2008)

3.3.3. Desventajas de las especies forestales nativas

- Les es difícil competir con algunas exóticas como eucaliptos y pinos en cuanto a crecimiento, forma, capacidad de retoño (eucaliptos), capacidad de crecer en suelos muy pobres o producción de fibra larga para pulpa y papel (pinos).

- Resulta a veces difícil conseguir semilla seleccionada, para las condiciones de sitio donde se proyecta plantar.
- Hay poco conocimiento de la silvicultura y de los rendimientos esperados.
- La literatura existente es muy escasa y a menudo viene del extranjero con condiciones climáticas, edáficas y socioeconómicas diferentes. Felizmente este cuadro está cambiando rápidamente, y, ya existen excelentes publicaciones sobre manejo de semillas y crecimiento inicial de plantaciones.
- Por ser muy abundantes en el pasado y por pagar poco precio por sus productos derivados, hay a veces resistencia para plantarlas, especialmente si aún pueden extraerse de los bosques nativos.
- El crecimiento (vigor y forma) a menudo es decepcionante así como las propiedades de la madera cuando se compara con la aceptación de la madera que proviene de bosques naturales.
(<http://www.agroforestry.net/tti/Cananga-lang-ylang/html>)

3.4. Descripción de las especies forestales nativas

3.4.1. Moral fino

3.4.1.1. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase: Hemamelidae

Orden: Urticales

Familia: Moraceae

Género: Maclura

Especie: tinctoria (L)

Nombre científico: *Maclura tinctoria* (L)

Nombre común: Moral fino, sota, lora de clavo.

(<http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/moral%20fino.html>)

3.4.1.2. Origen

Es una especie tropical, originaria de América. (Botero, L. 2009)

3.4.1.3. Descripción morfológica

Árbol: De 5 a 20 m de alto. Tronco con espinas. Corteza exterior amarillenta y lenticelada. Ramitas terminales a veces con espinas. Exudado lechoso. Hojas: Simples y alternas, de 4 a 13 cm de largo y de 3 a 5 cm de ancho, elípticas a oblongas, con ápice acuminado, bordes dentados y base desigual.

Estípulas persistentes o deciduas. Flores y frutos: Florece y fructifica de mayo a octubre. Flores estaminadas en espigas axilares. Flores pistiladas en cabezuelas globulares. Frutos agregados y globosos, de 1 a 2 cm de diámetro, verdes, tornándose amarillentos al madurar. (Ortega, L. et, al. 2014)

3.4.1.4. Distribución de la especie

Se encuentra desde México hasta América del sur, en la zona tropical. Se reporta para la India. En México en las vertientes del Golfo de México y del Pacífico. En los bosques registrados, forma parte de la vegetación secundaria, prefiere los suelos calizos, aunque también desarrolla en suelos volcánicos. Desarrolla cerca de las corrientes del agua, en las partes más emergidas. (Botero, L. 2009)

3.4.1.5. Clima

El moral crece en las zonas de vida subtropical húmeda y subtropical muy húmeda en donde la precipitación anual promedio es de entre 1300 y 3000 mm. La mayoría de la distribución natural tiene una temporada seca anual de alrededor de 2 meses. La temperatura anual promedio varía entre 24.5 °C en las elevaciones más altas hacia el norte y 27.5 °C en el extremo sur de la distribución. Las diferencias en la temperatura entre el verano y el invierno y entre el día y la noche son mínimas en ambos casos. (<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49780102.html>)

3.4.1.6. Usos

Es una madera con características muy importantes que le han permitido ser utilizada en construcciones navales, chapas decorativas, muebles y revestimiento, durmientes, puentes, carrocerías de vehículos, ebanistería, pisos, postes, bolas, etc. Presenta excelentes subproductos como tintes (corteza), curtiembres y resina esta última se utiliza en medicina y en el calafateo de los buques. (Little, E. y Dixon, R.2008)

3.4.2. Guayacán

3.4.2.1. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Scrophulariales

Familia: Bignoniaceae

Género: *Tabebuia*

Especie: *chrysantha*

Nombre Científico: *Tabebuia chrysantha*

Nombre Común: Guayacán, madero negro, guayacán prieto. (Ordoñez, I. 2006)

3.4.2.2. Descripción botánica

Especie arbórea de 15 – 30 m de alto, 24 - 40 cm de diámetro, de hojas palmadas compuestas, de cinco folíolos de 6 a 12 cm de largo, inflorescencia con flores llamativas, de color amarillo vivo, parecido al “Lame”, alcanzan 5 cm de alto, su fruto es una cápsula de 20 a 30 cm de largo. Copa amplia extendida e irregular, su propagación puede ser por semilla o estaca, es una especie que crece en laderas con suelos pobres, secos y áridos, soporta inundaciones prolongadas, su madera es dura y pesada. (Landis, T. 2007)

3.4.2.3. Distribución geográfica

La distribución va desde México hasta la parte norte de América del Sur, Venezuela, Ecuador y Perú, crece en los bosques tropófilos, en áreas de clima intertropical semiárido, en elevaciones bajas con climas de seco a húmedos. Amazonia, áreas de montañas bajas, valles secos de 0 a 1500 msnm, requiere 200 a 1000 mm, de precipitación, esta especie rebrota luego de ser aprovechada. Su floración, deja una alfombra de flores amarillas, la fructificación se producen durante la época seca (de noviembre y diciembre), de manera que las semillas puedan aprovechar las primeras lluvias. (Little, E. y Dixon, R. 2008)

3.4.2.4. Propagación

Por semillas. Las semillas son de germinación errática, las primeras pueden germinar tan pronto como a los 20 días y las últimas a los seis meses. También puede reproducirse utilizando el trasplante a macetas y luego al terreno de la gran cantidad de plántulas germinadas al pie de los árboles adultos. Se propaga por semilla; su crecimiento es muy lento, pero es árbol de larga vida. Se desarrolla bien en los suelos pobres donde se caracteriza por su resistencia a la sequía. (Ordoñez, I. 2006)

3.4.2.5. Comercialización

La comercialización de la madera es limitada ya que al ser considerada como una especie en peligro de extinción las tasas de corte son altas, en comparación con otras maderas (teca, balsa), comúnmente explotadas. La madera de guayacán no se exporta, es destinado la totalidad del producto al consumo nacional para los ebanistas. (Botero, L. 2009)

3.4.2.6. Aplicación y usos

Es una especie comercial, maderable por excelencia, tanto para construcción como para muebles y artesanías finas, mangos de herramientas y carrocerías, así como para pisos de uso industrial, ya que la madera es muy durable y resistente al ataque de termitas y el agua salada.

3.4.3. Cedro de montaña

3.4.3.1. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Sapindales

Familia: Meliaceae

Género: Cedrela

Especie: montana

Nombre científico: *Cedrela montana*

Nombre común: Cedro andino, cedrillo, cedro de montaña. (Velázquez, M. 2009)

3.4.3.2. Descripción botánica

Son árboles medianos, 25 m de altura con 35 cm de DAP. Ramitas glabras con lenticelas. Corteza externa pardo grisácea 6 mm de espesor, corteza interna crema con olor a ajo. Hojas alternas paripinadas 30 – 35 cm de largo, pecíolo de 20 cm de largo, raquis de 15 – 20 cm de largo, glabra, pecioluelos de 8 mm de largo glabros, 8 pares de folíolos lanceolados, opuestos, 10 cm. de largo y 4 cm. de ancho, ápice acuminado, base obtusa, margen entero, 20 pares de nervios secundarios en cada una, envés pulverulento, en folíolos jóvenes, consistencia semicariácea.

Inflorescencia en panícula terminal, de 20 – 25 cm de largo, pedúnculo de 3 cm de largo, ráquíz de 20 cm de largo, pedicelos de 5 mm de largo. Flores con cáliz verde marrón, corola crema. Fruto capsular verde parduzco, lenticelado. (Landis, T. 2007)

3.4.3.3. Distribución y ecología

Se desarrolla entre 1500 m de altitud. En tablachupa se encuentra entre 2500 – 3000 msnm. Florece desde mediados de Agosto, hasta finales de Enero, fructifica desde mediados de Diciembre, hasta finales de Junio no rebrota. La regeneración natural es no frecuente en bosque primario, ausente en bosque secundario. Lugar de origen los Andes, nativo del Ecuador y países vecinos se lo encuentra desde los 1000 – 3500 msnm. Crece en la Faja Montano con una precipitación anual entre 1.000 mm y 2.000 mm, con una temperatura anual entre los 12°C y 18°C, con una Humedad relativa superior al 40%. (Ortega, G. 2006)

3.4.3.4. Usos

Se usa para hacer muebles, puertas y ventanas, también como leña. Loaiza, G. 2009, sugiere que por su acentuado olor agradable, podría realizarse extracción de su esencia balsámica y usarla como fijador de perfumes o usos afines.

3.4.3.5. Cuidados silviculturales de plantaciones

Para obtener adecuados resultados en el crecimiento y desarrollo de las plantas, suficiente sobre vivencia y óptima producción en las plantas, debemos aplicar cuidados culturales, entre los cuales podemos citar:

- Limpieza y coronamiento

Es recomendable realizar la limpia del terreno y el coronamiento del área de influencia en el crecimiento de la planta en un radio entre 60 cm y 70 cm alrededor, durante los dos primeros años y entre 2 a 3 veces al año.

Esta operación se puede realizar en forma manual, mecánica o química si la abundancia lo determina. (Velázquez, M. 2009)

- Riego y fertilización

En casos especiales, donde las condiciones climáticas no son las ideales, es necesario aplicar el riego en forma artificial. Y según el tipo de suelo realizar fertilizaciones para mejorar el rendimiento y productividad del sitio y de las especies. (Ortega, G. 2006)

- Controles generales

Se deben realizar mediciones de los parámetros indicadores del crecimiento y producción de las plantas, así como también el control de plagas y enfermedades para evitar que se desarrollen y causen daños a las plantaciones. (Arnold, F. 2005)

- **Podas y clareos**

Generalmente las podas se deben aplicar cuando los árboles han alcanzado un diámetro a la altura del pecho igual o superior a los 10 cm y solo a aquellos que tienen mejor desarrollo.

El raleo debe realizarse de acuerdo al programa y plan de manejo de las plantaciones. (Ordóñez, I. 2006)

3.4.4. Caucho

3.4.4.1. Taxonomía

Reino: Plantae

Filo: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Tribu: Micrandreae

Género: Hevea

Especie: brasiliensis

Nombre científico: ***Hevea brasiliensis***

Nombre común: Goma, árbol de caucho, palo de hule, lakú.

(https://es.wikipedia.org/wiki/Hevea_brasiliensis.html.)

3.4.4.2. Origen / extensión

Se extiende desde México hasta Nicaragua, en Centroamérica. Ha sido introducido a Cuba, La española, Puerto Rico, Santo Tomás, Trinidad y Tobago. (CATIE. 2012)

3.4.4.3. Descripción general

Alcanza de 20 a 25 m de alto de tronco del recto, de 60 cm de diámetro, con ramas separadas entre sí, horizontales y con ligaran forma de S; copa abierta y piramidal. Tiene hojas alternas, simples, de 20 por 10 a 45 por 20 cm, oblongas, con pecíolos de 4 a 25 mm de largo. Pierden sus hojas entre enero y mayo, excepto en zonas muy húmedas. Flores masculinas en receptáculos cóncavos en las axilas de las hojas caídas, de 1,5 cm de diámetro, sobre pedicelos bracteolados de 1 cm de largo, pubescentes; cada receptáculo rodeado por numerosas bractéolas ovadas, verde amarillentas y densamente pubescentes, con numerosos estambres de 4 a 5 mm de largo, de color crema. Flores femeninas en un receptáculo semicóncavo de 15 mm de ancho, sésiles, rodeadas por numerosas bractéolas ovadas, verde amarillentas, pubescentes. Drupas agregadas, de 4 a 5 cm de diámetro, cada fruto cónico, con 4 ángulos, cartilaginoso, contiene una o dos semillas de 8 a 10 mm de largo. Maduran de julio a octubre. (Benítez, R. 2010)

Su látex es blanco o amarillento y abundante hasta los 25 años de edad del árbol. De él se fabrica el caucho, después de "sangrar" el tronco mediante incisiones angulares en V. Este látex contiene 30 a 36% de hidrocarburo del caucho, 0,5% de cenizas, 1,5% de proteínas, 2% de resina y 0,5% de quebrachitol. El caucho también puede obtenerse del látex de otros árboles del género ***Hevea*** (v.g. ***Guianensis aubl*** y ***H. pauciflora***). Este árbol es originario de la cuenca hidrográfica del río Amazonas, donde existía en abundancia y con exclusividad, características que generaron el auge o fiebre del caucho, periodo de la historia sudamericana de mucha riqueza y pujanza para empresarios que se asentaron en la región amazónica y a la vez de desastre para la población indígena que sufrió exterminios y esclavitud, hasta que los ingleses se apoderaron del lucrativo negocio, al sacar el botánico Henry A. Wickham ilegalmente de Brasil semillas de este árbol, en 1876, para establecer plantaciones en Malasia, Birmania, Ceilán y África subsahariana. Hacia 1914 la cantidad de caucho obtenido de plantaciones ya superaba la extraída de árboles silvestres.

(https://es.wikipedia.org/wiki/Hevea_brasiliensis.html.)

3.4.4.4. Hábitat

Prospera en sitios perturbados, en potreros, cerca de arroyos, en zonas cafetaleras, sitios riparios. Clima húmedo a muy húmedo con 1,500 mm de lluvia y 25 °C de temperatura media. Crece sobre suelos de origen volcánico, calizo y metamórfico. Suelos: arcilloso, pedregoso, negro, cárstico con humus, subsuelo arenoso, amarillo arcilloso, rendzina. (Benítez, R. 2010)

3.4.4.5. Importancia ecológica

Especie Secundaria / Primaria. Especie pionera muy abundante en la vegetación secundaria de diversas selvas. Frecuente en el estrato superior de las selvas y en lugares de pastoreo (potreros), cafetales y cacaotales. Los terrenos que han sido sujetos a cultivo por uno o dos años se cubren de una vegetación de *Donnell smithii* y *Trichos permumcampbellii* son los más abundantes. Cuando la acción del hombre es más persistente, son frecuentes, además *Cordia alliodora*, *Guazuma tomentosa*, *Spondias mombin* y *Lonchocarpus castilloi*. (Montesinos, L. 2008)

3.4.4.6. Vegetación / zona ecológica

- Tipo de vegetación

Bosque mesófilo de montaña (restringido a su parte más baja). (Cabera, M. y Ordoñez, O. 2007)

- Vegetación asociada

Swietenia macrophylla, *Guarea sp.*, *Pinus sp.*, *Quercus sp.*, *Arbutus sp.*, *Castilla elástica*, *Platanus sp.*, *Schizolobium sp.*, *Spondias sp.*, *Apeiba sp.*, *Cordia alliodora*, *Oecopetalum sp.*, *Magnolia sp.*, *Clethra sp.*, *Bixa orellana*,

Haematoxylon sp., *Brosimum alicastrum*, *Tabebuia pentaphylla*. (Mogrovejo, P. 2010)

- **Zona ecológica**

Trópico húmedo. Trópico subhúmedo. (Benítez, R. 2010)

3.4.4.7. Aspectos fisiológicos

- **Crecimiento**

Especie de rápido crecimiento. Las temperaturas de 30 °C son favorables para el alargamiento de la raíz y del hipocotíleo, las plántulas tienen las mismas exigencias que las semillas. En 15 años puede llegar a alcanzar 20 m y 50 cm de diámetro. (Landis, T. 2007)

- **Producción**

Buena productora de abono verde (mantillo). Produce frutos en años alternados, pero anualmente en las islas del Caribe y en Venezuela. (Lara, G. 2009)

3.4.4.8. Aspectos del cultivo

- **Cultivo**

En Surinam, se han establecido plantaciones de enriquecimiento en bosques naturales usando la siguiente técnica: 1 ó 2 años antes de la plantación se eliminan todas las plantas indeseables. Luego se plantan los arbolitos en grupos de 3, con 1 m de espaciamiento entre cada arbolito (triángulo equilátero). El espaciamiento entre los grupos es de 10 por 15 m, resultando en 200 grupos por hectárea. Durante la rotación final, quedan de 130 a 150 árboles de pie por hectárea. En la plantación es necesario controlar a las trepadoras y enredaderas. El árbol de

caucho aún en condiciones aisladas, varias combinaciones de fertilizantes no han tenido éxito en mejorar la altura o el crecimiento del diámetro de árboles jóvenes. (Muñoz, V. 2009)

3.4.4.9. Propagación

- Reproducción asexual

1. Estacas. A los 4 años de edad, se tienen los mejores crecimientos en diámetro y altura, siendo éstos de 7.7 cm y 6.5 m respectivamente. Cortes de raíz desnuda. Cortes de tallo, 2. Brotes o retoños (tocón).

- Reproducción sexual

1. Regeneración natural (excelente). 2. Semilla (plántulas). Fácil de propagar por semilla. 3. Siembra directa. (Cabera, M. y Ordoñez, O. 2007)

3.4.5. Laurel

3.4.5.1. Taxonomía

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Familia: Boraginaceae

Género: Cordia

Especie: alliodora

Nombre científico: Cordia alliodora. (Gonzales, G. 2009)

3.4.5.2. Distribución geográfica

Crece naturalmente en México y todo Centroamérica, y en Suramérica se extiende hasta Paraguay, el Sur de Brasil y el norte de Argentina. (Rodríguez, J. 2009)

3.4.5.3. Características botánicas

Árbol caducifolio, de 7 a 25 m (hasta 40 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de hasta 90 cm. Copa muy pequeña, estrecha y abierta lo cual permite el paso de mucha luz. Hojas alternas, simples; láminas de 4.5 a 17 cm de largo por 2 a 5 cm de ancho, ovado-lanceoladas, elípticas u oblongas, margen entero; entrenudos engrosados y huecos, ocupados por hormigas; las hojas despiden ajo al estrujarse. Forma un cilindro (fuste) muy recto, algunas veces con contrafuertes basales, delgados. La corteza exuda una sabia incolora con un ligero olor a ajo y tiene un grosor total de 8 a 15 mm. (MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2011)

Las flores se ubican en panículas axilares o terminales vistosas, de 5 a 15 cm de largo; son flores sésiles o sobre pedicelos, blanco verduscas, de aroma agradable y sumamente dulce, actinomorfas, de 1.2 a 1.5 cm de diámetro.

Los frutos son nuececillas (drupas) de 2 a 3 cm de largo por 3 a 4 cm de ancho, con todas las partes florales persistentes, los pétalos convertidos en alas papiráceas, café claros a grisáceos, pequeños y redondos, dispuestos en racimos y con una semilla por fruto. Las semillas son blancas, de 4 a 13 mm de largo por 4 a 9 mm de ancho. (Cailliez, F. 2008)

Crece árboles dispersos en pastizales (sombra y refugio para el ganado), árboles en linderos (cortina rompe vientos), árboles de sombra para cultivos perennes (café, cacao, caña de azúcar). Es una especie frecuentemente encontrada en los potreros y podría usarse en baja densidad en los siguientes sistemas: callejones forrajeros, cultivos en estratos múltiples, cultivos perennes en callejones, cortinas rompe vientos, barbechos mejorados.

El crecimiento es rápido: 2 metros por año, lográndose en condiciones óptimas hasta 7 metros de altura en 20 meses, la corta final usualmente es a los 20 años, puede ofrecer hasta 200 metros cúbicos por hectárea. Cada árbol llega a producir de 2 a 8 kg de semilla. El número de frutos por kilogramo es de 20900. Se estima que el volumen anual de producción de madera varía de 10 a 20 m³/ha/año. (Rodríguez, J. 2009)

3.4.5.4. Requerimientos edafoclimáticos

Su crecimiento se da en un amplio rango de condiciones ecológicas. Crece en gran variedad de climas y suelos, así como en diferentes elevaciones, desde el nivel del mar, llegando hasta a unos 1200 m de altitud en las cercanías del Valle Central (prospera en lomeríos, pendientes, cañadas, terrenos bajos y llanos costeros). Sin embargo, la especie alcanza un mejor desarrollo en altitudes inferiores a los 800 m, en climas cálido húmedo con temperaturas desde 18°C como mínima y 32°C como máxima; con precipitaciones de 2,000 a 4,000 mm y sobre terrenos planos u ondulados. (Vera, J. 2009)

3.4.5.6. Productos y usos actuales y potenciales

La madera de *Cordia alliodora* es comúnmente usada en todo tipo de construcción, muebles, durmientes de ferrocarril, puentes, cubiertas de barcos, construcción de interiores y exteriores, contrachapados, como tablilla biselada y es muy buena para la producción de pulpa de papel. Tanto las semillas como las hojas son usadas en la medicina casera. (Cailliez, F. 2008)

3.5. Propagación de especies forestales nativas

La propagación de especies forestales nativas puede ser definida como la producción de las plantas controladas por el hombre para perpetuar individuos escogidos o grupos de plantas que tienen para él un valor específico. La mayoría de las plantas son formas mejoradas que deben la continuidad de su existencia al hecho que han sido propagadas en condiciones cuidadosamente controladas. (Miller, V. 2010)

La propagación de especies como actividad consiente del hombre, constituye en sí una verdadera ciencia por los profundos conocimientos que se requieren de la biología de las plantas cultivadas, a la vez que es un arte en cuanto a las habilidades de los creadores y continuadores de los métodos y procedimientos, a veces asombrosos, para obtener plantaciones cada vez mejores, de cualquier uso, económico y social. (<http://www.buenastareas.com/ensayos/Tala-De-Árboles/904099.html>)

En el campo de la silvicultura práctica, el propagar especies de valor constituye la única vía posible de crear bosques que satisfagan las necesidades crecientes de la sociedad. (Aguirre, J. y Maldonado, P. 2008)

3.6. Métodos de propagación de especies forestales

Existen varios tipos de propagación, la sexual, asexual y micro propagación clonal en los cuales se puede aplicar una diversidad de técnicas de siembra dependiendo del tipo de especie que se vaya a propagar. (Marín, A. 2008)

3.6.1. Propagación sexual o por semilla

La germinación de plantas anuales, bianuales y muchas perennes, necesita que sus semillas tengan tratamientos previos para poder germinar (estratificación o

escarificación), mientras que otras, germinan inmediatamente al ser colocadas en el ambiente apropiado.

La propagación por semillas puede realizarse en forma directa tanto en fundas como en platabandas, o si es el caso directamente en el terreno definitivo a ser plantada. (Bustamante, N. 2010)

La reproducción sexual de los árboles, donde la semilla es el medio principal, constituye el método más importante por cuanto se producen plantas más vigorosas, adaptables y sanas. El método según estos autores, presenta una serie de eventos de tipo biológico cuya comprensión y entendimiento permiten establecer los procedimientos a seguirse en el campo silvicultural, sobre todo en el manejo de semillas. (Mogrovejo, P. 2010)

3.6.2. Propagación asexual o vegetativa

Este método se utiliza para conservar las características genéticas de las especies que tienen dificultad en reproducirse por semillas. Se puede realizar por brotes de raíz o de tocones, acodos y estacas. En teoría, cualquier parte de una planta puede dar origen a otra de iguales características según sean las condiciones de crecimiento como luz, temperatura, nutrientes, sanidad, etc. (Eckart, P. 2009)

3.6.3. La micropropagación

La micropropagación es la producción de un gran número de plantas en un lugar reducido (laboratorios) a partir de un fragmento de tejido denominado explante, este explante puede ser obtenido de cualquier parte de la planta (raíz, tallo, hojas o frutos). (Marín, A. 2008)

3.7. La semilla

La semilla, es el medio principal para perpetuar de generación en generación la mayoría de las plantas (ya que algunas se regeneran vegetativamente) y gran parte de las leñosas. La vida de la semilla es una serie de eventos biológicos, que comienza con la floración de los árboles y termina con la germinación de la semilla madura. (Miller, V. 2010)

Botánicamente, la semilla es un óvulo maduro, encerrado dentro del ovario o fruto y consta de tres partes básicas: el embrión, los tejidos de almacenamiento y las cubierta (Arriagada, V. 2012)

3.7.1. Clases de semillas

Técnicamente se conocen las siguientes clases de semillas:

3.7.1.1. Semillas erráticas

Las semillas erráticas, son aquellas que no producen una germinación uniforme bajo ningún tratamiento y, generalmente provienen de algunas especies de bosque seco, donde se observa que algunas germinan a los pocos días de extraídas del fruto, otras después de algunas semanas e incluso meses. (Cabrera, M. y Ordoñez, O. 2007)

3.7.1.2. Semillas latentes

La latencia significa que una semilla está en un estado que impide germinar. Incluso si la semilla está en condiciones favorables, que conducen a la germinación, todavía no germinan. Hay varias etapas de latencia de las semillas, que van desde muy latente y latente. Una variedad de factores que pueden afectar la germinación de una semilla, incluyen la luz, el agua, los gases, la temperatura,

las cubiertas de las semillas, las limitaciones mecánicas y las estructuras hormonales. (Cerón, C. 2010)

3.7.1.3. Semillas recalcitrantes

Las semillas recalcitrantes no pueden ser almacenadas y tienen escasa longevidad a diferencia de las ortodoxas. Estas semillas son liberadas de la planta madre con un alto contenido de humedad (entre el 40 y 60% de agua sobre su peso). Así mismo, su latencia es de una naturaleza más efímera y menos profunda. Las semillas recalcitrantes no están condicionadas ni estructurales ni fisiológicamente para resistir la desecación y el frío. Es por ello que al tratar de almacenarlas se presentan problemas como daños en la estructura celular provocados por desecación cuando su contenido de humedad se reduce por debajo del 20%; daños por congelación, provocados por la formación de cristales cuando se almacenan con altos contenidos de humedad; problemas asociados con el almacenamiento hermético en una condición húmeda, en donde hay falta de oxígeno; contaminación por hongos y bacterias y germinación durante el almacenamiento. Semillas recalcitrantes que no pueden sobrevivir si se las seca más allá de un contenido de humedad relativamente alto (con frecuencia en el intervalo de 20 y 50%, peso en húmedo) y que no toleran el almacenamiento durante largos periodos de tiempo. (Arriagada, V. 2012)

3.7.1.4. Semillas ortodoxas

Son las semillas que sobreviven a los periodos de desecación y congelación durante su conservación ex situ. Así, hay semillas que se consideran medianamente ortodoxas mientras que otras son totalmente ortodoxas. Un ejemplo notable de semillas ortodoxas son los de la palmera ***Phoenix dactilifera*** de las cuales se han germinado con normalidad semillas de más de 2.000 años. De todos modos, el máximo periodo de supervivencia de una semilla ortodoxa todavía es desconocido. (Mogrovejo, P. 2010)

5.7.2. Manejo de semillas forestales

5.7.2.1. Recolección

El conocimiento de los patrones de maduración de los frutos y de las semillas es la base para obtener semillas viables después del procesamiento. Una vez que los frutos y semillas llegan a la madurez fisiológica, se inicia un proceso de deterioro, cuya velocidad está íntimamente relacionada con los factores medioambientales, especialmente con las variaciones de temperatura entre día y noche. Señalan también que existen algunos indicadores que ayudan a determinar si los frutos están maduros y si es la época propicia para empezar la recolección, así:

- El cambio de color, ya que los frutos al madurar suelen pasar de un color verde a diversos tonos de amarillo, café, gris o morado.
 - La presencia de animales frugívoros en los árboles.
 - El aumento de tamaño de los frutos en algunas especies.
 - El endurecimiento del pericarpio (parte externa) en algunos frutos secos
 - Inicio de la caída de los frutos en el suelo.
 - Presencia de hojas externas secas y secamiento del cuerpo de la planta.
- (Rodríguez, J. 2009)

3.7.2.2. Tamaño y sanidad de los frutos

Un mismo árbol produce frutos de diferentes tamaños. Los frutos pequeños tienen semillas con escasa sustancia de reserva o en su mayoría vanas; por lo tanto, si se mezclan con frutos medianos y grandes disminuye la calidad de las semillas. Además, los frutos que presentan signos de ataque de enfermedades o insectos deben ser desechados ya que pueden contagiar a los sanos y causar daños a todo el lote de semillas. (Cabrera, M. y Ordoñez, O. 2007)

3.7.2.3. Almacenamiento de frutos y semillas

La finalidad del almacenamiento, es la conservación de semillas vivas, desde la época de recolección hasta el momento de la siembra. El almacenaje permite mantener la viabilidad de las semillas sin la presencia de agentes dañinos permitiendo contar con suficiente cantidad de semillas en buen estado. (Samaniego, C. y Prado, L. 2011)

3.8. Germinación de semillas

La germinación se define como el surgimiento y desarrollo, a partir del embrión de la semilla, de las estructuras esenciales (radícula, primeras hojas) que indican la capacidad de la semilla para producir una planta normal en condiciones favorables.

El proceso de germinación se divide en tres fases: a) En la fase I ocurre la inhibición, que consiste en la absorción del agua necesaria para la rehidratación de proteínas, así como para el transporte y para que ocurra las reacciones hidrolíticas; b) En la fase II se produce la activación del metabolismo (o germinación sensu stricto), donde ocurre la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas, también se incrementan las actividades enzimáticas, así como la degradación inicial de las reservas). (Rodríguez, J. 2009)

Finalmente en la fase III tiene lugar la emergencia de la radícula (crecimiento visible), concluyendo el proceso germinativo, ya que el crecimiento subsecuente se considera un proceso separado. Dentro de los requerimientos ambientales necesarios para la germinación se consideran esenciales el agua, oxígeno y la temperatura. (Ordoñez, I. 2006)

3.8.1. Condiciones ambientales para la germinación

3.8.1.1. Humedad

La humedad es un factor completamente imprescindible en el proceso de germinación. La semilla absorbe agua hasta la imbibición, lo que permite la activación de los procesos metabólicos. (Arriagada, V. 2012)

3.8.1.2. Temperatura

Es uno de los principales y más influyentes factores de la germinación, se han reportado rangos mínimos por encima de 0°C, óptimos entre 25 y 31°C, máximos de 40 - 50°C. El factor desencadenante es la variación de la temperatura, por debajo o por encima de estos límites puede ocurrir la muerte de la semilla. (Ansorena, J. 2006)

3.8.1.3. Oxígeno

En los primeros estadios de la germinación, antes de que la radícula rompa el tegumento, las reacciones son de carácter anaeróbico, posteriormente el proceso se hace totalmente dependiente del oxígeno. A bajas temperaturas (5°C) el consumo de oxígeno a través de la testa es menor. (Rodríguez, J. 2009)

3.8.1.4. Luminosidad

La sensibilidad de las semillas a la luz es bastante variable de acuerdo con la especie. La respuesta de las semillas a la luz está ligada a una cromoproteína denominada “fitocromo”, pigmento responsable de atraparla. (Vera, J. 2009)

3.8.1.5. Sustrato

En la mayoría de los ensayos de laboratorio con especies de semillas pequeñas se utiliza papel de germinación. Sin embargo la elección del medio en que se van a colocar las semillas, depende del equipo, la especie, las condiciones de trabajo y la experiencia. (Pinzón, R. 2008)

3.9. Tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas forestales

Las semillas de algunas especies no germinan porque tienen una cascara muy dura, y no permite que el agua entre a ella, esta no se hincha y por lo tanto no genera la plántula. Por ello los tratamientos son mecanismos que facilitan la separación de las semillas de los frutos, uniformizar, acelerar y mejorar el proceso germinativo. (Ramos, L. et, al. 2010)

La mayoría de las semillas no germinan aunque estén maduras, hasta que hayan sido sometidas al frío por encima del punto de congelación, en condiciones de humedad; dicho tratamiento saca a los embriones del estado de reposo. La duración de la temperatura y la del frío varían ampliamente con la especie; la eliminación del endocarpio leñoso o del pericarpio de las semillas reduce a menudo el número de días de enfriamiento necesarios para la germinación; los inhibidores de la cubierta de la semilla son eliminados mediante repetidos lavados con agua, pero, los del embrión sólo parecen ser eliminados por la acción fisiológica del frío; las semillas de envolturas muy duras pueden requerir tratamientos especiales que las ablanden suficientemente para que puedan germinar. Las semillas pueden ser escarificadas, tratadas con ácidos fuertes o sometidas a congelación y deshielos alternos, o como en el caso de frutos secos y de hueso se pueden quitar las cubiertas. (Trujillo, E. 2008)

Para mejorar, acelerar y unificar los procesos germinativos es necesario aplicar tratamientos pregerminativos, debido a que tienen una capa externa de la semilla

impermeable o dura que impide que llegue al embrión, agua y oxígeno. (Bordero, V. 2010)

3.9.1. Efectos

- Estimulan germinación
- Rompen latencia física o fisiológica
- Produce plántulas homogéneas en menos tiempo
- Reduce costos
- Evita riesgos
- Optimiza el uso de insumos
- Evita la pérdida de semillas. (Ansorena, J. 2006)

3.9.2. División de los tratamientos

3.9.2.1. Escarificación

Son procesos que tienen 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 interfieran en el desarrollo de la germinación como función normal. Estas condiciones pueden lograrse adelgazando dichas cubiertas, que en ocasiones son muy gruesas, duras y resistentes, o permitiéndolas que sean atacadas por productos químicos, que determinen cambios importantes en ellas al tener acción sobre la lignina que generalmente forma el compuesto más persistente de las mismas. (Ramos, L. et, al. 2010)

3.9.2.2. Escarificación por inmersión en agua

El propósito de remojar las semillas en agua es modificar las cubiertas duras, remover los inhibidores, suavizar las semillas y reducir el tiempo de germinación. (Vera, J. 2009)

Ciertas cubiertas impermeables pueden ser suavizadas colocando las semillas en cuatro o cinco veces su volumen en agua caliente (77-100°C), se retira del fuego de inmediato y las semillas se dejan remojar en el agua que se enfría gradualmente por 12 a 24 horas, después es posible separar las semillas hinchadas de las que no se hinchan mediante cribas adecuadas y someter estas últimas de nuevo al mismo tratamiento o emplear otro método para tratarlas. El remojar las semillas antes de ponerlas a germinar puede acortar el tiempo de emergencia si las semillas de ordinario germinan con lentitud.

En algunos casos el tratamiento de remojo supera la latencia de las cubiertas de la semilla y en otras estimula la germinación. (Mogrovejo, P. 2010)

3.9.2.3. Escarificación con ácidos

Éste es un método muy eficaz para interrumpir el reposo debido a la cubierta seminal, si se sumerge a las semillas en ácidos fuertes como el ácido sulfúrico o en disolventes orgánicos, como acetona o alcohol, se puede lograr interrumpir éste tipo de reposo por debilitamiento de la cubierta seminal. (Zavaleta, J. et, al. 2010)

El propósito de la escarificación con ácido es modificar los tegumentos duros o impermeables de las semillas. El remojo con ácido sulfúrico concentrado es un método efectivo para lograrlo, este ácido debe usarse con cuidado porque es muy corrosivo y reacciona violentamente con el agua, elevando la temperatura en forma considerable y produciendo salpicaduras. Las semillas se colocan en recipientes de vidrio o barro y se cubren con el ácido en proporción de una parte de semilla por dos de ácido. La duración del tratamiento depende de la

temperatura y clase de semilla. Al final del tratamiento se escurre el ácido y se lavan las semillas, se debe usar agua en abundancia para diluir el ácido. (Uribe, M. et, al. 2011)

El sumergir la semilla es beneficioso en dos sentidos: puede reblandecer la cubierta dura y también puede lavar ciertos inhibidores químicos que impiden la germinación. 24 horas en agua caliente a unos 30-40°C será por lo general suficiente. En el caso de que sea necesario más tiempo, se deberá cambiar el agua a diario. Ciertas semillas se han de someter a tratamientos de inmersión en agua hirviendo o en disoluciones de ácido sulfúrico para acabar de reblandecer la cubierta o para eliminar los inhibidores. (El baño ácido reproduce el paso por el estómago) (Bordero, V. 2010)

3.9.2.4. Estratificación

La estratificación es el tratamiento a que se someten las semillas durante el almacenamiento sin que pierdan su energía germinativa. La estratificación tiene por objeto acelerar la maduración de las semillas, favoreciendo la germinación de aquellas que tienen los tegumentos espesos y relativamente impermeables. Para estratificar se emplean recipientes o cajas de poco fondo donde las semillas se van disponiendo en capas entre arena fresca (si se trata de conservar las semillas) o muy húmeda (si las semillas tienen envolturas leñosas muy duras), estas cajas deben ponerse en lugares fríos o enterrarlos en el terreno, en sitios donde no le dé el sol, o mejor en cámaras frigoríficas. Las temperaturas más apropiadas para las distintas especies varía entre 0-10°C y el período de estratificación entre 30 y 100 días. (Hernández, G. 2006)

Es el método más práctico para romper el letargo de las semillas, provocar la permeabilidad de las cubiertas e inducir a una pronta y pareja germinación. Consiste en colocar las semillas en un ambiente frío húmedo y a la vez aireado, durante varias semanas o meses. De esta manera, ya sea en cajas de madera,

recipientes de metal, las semillas se ponen a estratificar en forma de capas o estratos de ellas cubiertas con arena, musgo, aserrín.

Todo esto debe permanecer a una temperatura bastante baja, del orden de 0 a 10°C con suficiente grado de humedad, no excesiva ni que permita encharcamiento y con adecuada cantidad de aire en circulación. (Vera, J. 2009)

3.9.2.5. Tratamientos hormonales

Estimulan mediante la aplicación externa, los procesos bioquímicos que dan origen a la germinación. Normalmente hay estímulo a la germinación cuando se aplica ácido giberélico (Giberalina) También se han encontrado resultados positivos con auxinas y citoquininas.

Es necesario tener en cuenta la concentración y dosis recomendada para cada especie tener en cuenta, que si la cubierta de la semilla es impermeable, es necesario realizar alguno de los tratamientos antes descritos para garantizar la penetración de la hormona al interior de la semilla. (Trujillo, E. 2008)

3.9.2.6. Combinaciones de los tratamientos

En ocasiones el uso de dos tratamientos simultáneos mejora la germinación. Normalmente la combinación ideal es con agua antes de siembra, dado que la imbibición es un proceso que de todas maneras tiene que sufrir la semilla durante la germinación en el vivero con agua del riego. Al introducirla previamente embebida se gana tiempo y es más factible el éxito. (Bordero, V. 2010)

3.10. Reguladores de crecimiento

Los reguladores de las plantas se definen como compuestos orgánicos, diferentes de los nutrientes, que en pequeñas cantidades, fomentan, inhiben o modifican de alguna u otra forma cualquier tipo de proceso fisiológico vegetal. (Vera, J. 2009)

3.10.1. Las giberelinas

Los reguladores del crecimiento de las plantas son compuestos orgánicos diferentes de los nutrientes que en pequeñas cantidades fomentan, inhiben o modifican de alguna u otra forma cualquier proceso fisiológico vegetal. Para su estudio se agrupan en cuatro grupos: Auxinas, Giberelinas, Citocininas e Inhibidores. Las de las plantas son reguladores producidos por las mismas plantas que en bajas concentraciones regulan los procesos fisiológicos, el término hormona se aplica sólo cuando se refiere a los productos naturales de las plantas, el término regulador no se limita a los compuestos sintéticos sino que pueden también incluir hormonas, dicho término puede aplicarse a cualquier material que pueda modificar los procesos fisiológicos de cualquier planta. El término regulador debe utilizarse en lugar de hormonas, al referirse a productos químicos agrícolas que se utilicen para controlar cultivos. (Zavaleta, J. et, al. 2010)

3.10.2. Modo de acción

Las giberelinas son activas y producen respuesta a concentraciones extremadamente bajas. Tiene que haber un mecanismo eficaz para la percepción y transducción de la señal para que se produzca la respuesta. Las giberelinas incrementan tanto la división como la elongación celular. Inducen el crecimiento a través de una alteración de la distribución de calcio en los tejidos. Las giberelinas activan genes que sintetizan ARNm, el cual favorece la síntesis de enzimas hidrolíticos, como la α -amilasa, que desdobra el almidón en azúcares, dando así alimento al organismo vegetal, y por tanto, haciendo que incremente su longitud. (Manual Agropecuario. 2004.)

3.10.3. Importancia

Son únicas sustancias químicas capaces de promover la formación de flores en plantas que son representativas de clase fisiológica bien definidas, porque son capaces de remplazar ciertas condiciones ambientales específicas que controlan la

formación de flores. La aplicación de las giberelinas induce a formar flores a la mayoría de plantas de día largo y que requieren temperaturas frías.

El ácido Giberélico GA3 fue la primera de esta clase de hormonas descubiertas. Las giberelinas son sintetizadas en los primordios apicales de las hojas, en puntos de las raíces y en semillas en desarrollo. (Biblioteca de Consulta Encarta. 2010)

La hormona no muestra el mismo transporte fuertemente polarizado como el observado para la auxina, aunque en algunas especies existe un movimiento basipétalo en el tallo, su principal función es incrementar la tasa de división celular. (Samaniego, C. y Prado, L. 2011)

3.10.4. Función de las giberelinas

Entre las principales funciones tenemos:

- Inducir a la floración
- Aumenta la producción y calidad de los frutos
- Las plantas tratadas manifiestan un notorio desarrollo
- Aumenta la resistencia de los tallos
- Aumenta el área foliar
- Aumenta la cosecha
- Se obtiene temprana floración
- Elongación celular
- Multiplicación de la célula
- Aumento de la biosíntesis celular.

(<http://www.interbiología.vitalave.net/molécula/homvege.html>)

3.10.5. Ácido giberélico (GA3)

Nombre comercial: Ácido giberélico; sustancia activa: Giberelina (GA3) los mecanismos de acción del AG3, puede provocar cambios a nivel genético que

estimula a su vez la síntesis enzimática en las células, así también provoca la estimulación de la síntesis de ARN en las capas de aleurona. Una de las teorías sostiene que el ácido giberélico tiene relación con la síntesis del ARN mensajero dirigido por ADN en el núcleo. El ácido giberélico puede provocar la expansión celular, mediante la inducción de enzimas que debilitan las paredes celulares. Con frecuencia el ácido giberélico incrementa el contenido de Auxinas, transportándolas a su lugar de acción.

El ácido giberélico (GA3) estimula la germinación en ciertas especies de semillas latentes, aumenta la velocidad de germinación, estimula el crecimiento de las plántulas y supera el enanismo de los epicótilos latentes. Este último efecto puede ser transitorio y producir en crecimiento anormal de la plántula. (Vega, R. 2009)

3.10.6. Efecto de hormonas en la germinación

Mientras que en la mayoría de los casos la inactividad de la semilla se puede romper por la humedad, luz y combinaciones de temperatura, usualmente prosiguiendo la estratificación, se ha encontrado que algunos lotes según parece de semillas sanas no germinan satisfactoriamente. Se piensan que tales fallas pueden ser causadas por inhibidores en las semillas. Por ejemplo, Sondheimer, 1968 determinó que el efecto de tales sustancias se puede invertir fácilmente con la aplicación de sustancias antagónicas tales como ácido giberélico. Esta es una práctica aceptada ampliamente, tratamientos con hormonas, especialmente las giberelinas (GA3), han tenido mejores resultados en la germinación de semillas de árboles dormantes. En experimentos con árboles de madera dura, estimulo favorablemente la síntesis giberélica en la germinación de la semilla. La investigación en especies de coníferas, especialmente con *Pinus* y *Alnus* también ha demostrado que las giberelinas tienen un papel principal en el rompimiento de semilla dormante. (Hernández, G. 2006)

3.10.7. Biosíntesis de las giberelinas

Todas las giberelinas conocidas derivan del anillo del gibano son terpenoides, en su biosíntesis se sigue la ruta del ácido mevalónico. En todas las plantas esta ruta es común hasta llegar GA12 - aldehído. A partir de este punto, las diferentes especies siguen rutas distintas para formar las más de 90 giberelinas conocidas hoy día. Una vez fabricadas pueden darse un gran número de interconversiones las hojas jóvenes son los principales lugares de producción de giberelinas. Posteriormente son translocadas vía floema al resto de la planta; las raíces también las producen exportándolas al tallo vía xilema, Se han encontrado también altos niveles de giberelinas en semillas inmaduras. (Zavaleta, J. et, al. 2010)

3.11. 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 vegetales. Los sustratos están formados por fragmentos de diferentes materiales, resultando en un complejo de partículas de materiales rocosos y minerales característicos. También los sustratos pueden estar constituidos por ciertos organismos vivos, o muertos. De la selección de sustrato apropiado dependerá la rapidez de la germinación de la semilla de dicha especie. (Ansorena, J. 2006)

3.11.1. Funciones del sustrato

Sus funciones básicas son:

1. Proporcionar anclaje a la planta.
2. Suministrar el agua y los nutrientes que requiere.

Por supuesto el sustrato óptimo variará en función de la planta para la que se utilice. Así, la cantidad y tamaño de los poros, la capacidad de retención de agua y

nutrientes, su pH, la salinidad, etc. Van a permitirnos diferenciar entre unos tipos de sustratos y otros. (<http://blogtecnos.blogspot.com/2013/12/tipos-de-sustratos-definicion.html>)

3.11.2. Características del sustrato ideal

El mejor medio de cultivo dependerá de numerosos factores como son: el tiempo de material vegetal con el que se trabaja (semillas, plantas, estacas, etc.). Especie vegetal, condiciones climáticas, sistemas y programas de riego y fertilización. Aspectos económicos, etc. Para obtener buenos resultados, durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren las siguientes características del medio de cultivo.

(http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.html)

a) Propiedades físicas

- Elevada capacidad de retención de agua, fácilmente disponible
- Suficiente suministro de aire.
- Distribución del tamaño de las partículas que mantenga las condiciones anteriores.
- Baja densidad aparente.
- Elevada porosidad. (Uribe, M. et, al. 2011)

b) Propiedades químicas

- Bajo o apreciable capacidad de intercambio catiónico, dependiendo de que la fertirrigación, se aplique permanentemente, o de modo intermitente, respectivamente.
- Suficiente nivel, de nutrientes asimilables.
- Baja salinidad.
- Elevada capacidad catiónica y capacidad para mantener constante el pH. Mínima velocidad de descomposición. (Muñoz, V. 2009)

c) Otras propiedades

- Libre de semillas de malas hierbas, nematodos y otros patógenos y sustancias fototóxicas.
- Reproductividad y disponibilidad.
- Bajo costo.
- Fácil de mezclar.
- Fácil de desinfectar, y estabilidad frente a la desinfección.
- Resistencia a cambios, extremos físicos, químicos y ambientales.
(http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.html)

3.11.3. Descripción general de algunos sustratos

Son elementos de origen natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta. (Restrepo, I. 2007)

3.11.3.1. Arenas

Este es uno de los sustratos que más se utiliza por su facilidad de uso, granulometría y porque nos da un buen drenaje general al homogeneizarse bien con el resto de componentes del sustrato. Las mejores arenas para este fin, son las de río. Tienen una capacidad de retención de agua media. El único problemilla que podemos tener a diferencia de las gravas por ejemplo, es que con el tiempo perderemos un poco de la fase aérea debido a la compactación por lo tanto la capacidad de aireación disminuirá levemente. Otro aspecto interesante es que apenas se degradan con el tiempo. (Alain, M. 2009)

3.11.3.2. Tierra de guabo

Este material puede ser utilizado, como sustrato con el objeto de ayudar a la germinación y formación de nuevas plantas. La tierra de guabo posee moderada capacidad de retención de agua, y aire debido a su estructura esponjosa que posee. (Ansorena, J. 2006)

3.11.3.3. Humus de lombriz

Este sustrato es uno de los mejores a día de hoy. Su aporte en nutrientes disponibles es excepcional, además de mejorar la estructura del sustrato y su composición química. (Suquilanda, V. 2010)

3.11.3.4. Tamo de arroz

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico, bien sea cruda o parcialmente carbonizada. La principal función de esta mezcla es favorecer la oxigenación del sustrato. Si utilizas cáscara de arroz es recomendable hacer un proceso de desinfección química o anaerobia, con el fin de eliminar partículas pequeñas, así como hongos, larvas de insectos u otro microorganismo que pueda ocasionar la contaminación de nuestro cultivo hidropónico.

(<http://www.infoagro.com.html>)

3.11.3.5. Tamo de café

Es uno de los subproductos del cultivo del café que presenta una gran variedad de alternativas para ser recicladas en su totalidad, por ejemplo, la transformación de la misma en humus a partir del cultivo de lombrices, su participación en la elaboración de abonos orgánicos fermentados tipo bocashi, su participación en la

elaboración de aboneras (composteras), que es deseable para obtener abonos orgánicos de muy buena calidad. (Mogrovejo, P. 2010)

3.12. Vivero

Es el lugar donde se realiza la producción de plantas. En él se producen plántulas de calidad y en cantidad necesaria para la plantación en el sitio definitivo. Los viveros pueden ser establecidos dentro de las fincas como también en lugares que reúnan las condiciones favorables. En un vivero debe haber suficiente agua para el riego, terrenos con buen drenaje para evitar los encharcamientos y que se encuentren cerca de los sitios de la plantación para facilitar el transporte de las plantas. (Pinzón, R. 2008)

3.12.1. Construcción del vivero

Se estima que para producir de 1000 a 1200 plantas, se requiere un área de 20 m² (de 50 a 60 fundas por m²) esta área ya incluye los espacios o calles para facilitar las labores de manejo y mantenimiento. El tamaño del vivero estará en función del tamaño de las fundas a utilizar. De la misma manera para la protección de las plántulas de los rayos solares se debe utilizar Zarán, cede u hojas de plátano. (Rodríguez, J. 2009)

3.12.2. Labores culturales en el vivero

Son aquellos cuidados indispensables para el buen desarrollo de las actividades del vivero. (Vera, J. 2009)

3.12.3. Riego

El riego en la etapa de germinación es de primera necesidad. Recuérdese que uno de los factores para el estímulo del desarrollo de las plantas es la humedad adecuada. El riego se dosifica por lo menos dos veces al día, a primera hora de la

mañana y al caer la tarde, pudiendo variar de acuerdo a las condiciones climáticas de la zona. En general las plantas deben permanecer húmedas pero sin excesos de agua, que puedan fomentar enfermedades. (Salazar, J. 2006)

3.12.4. Control de malezas

Las malezas o hierbas indeseables, requieren de un especial seguimiento y control en todas las etapas de producción del vivero. Sus desventajas consisten en:

- Competir con las plántulas del vivero por luz y por los nutrientes del sustrato.
- Pueden ser hospederas de insectos, hongos o bacterias causantes de enfermedades.
- Dan aspecto antiestético y de desaseo general.

Las malezas se pueden controlar de dos maneras: por métodos manuales y químicos. (Suquilanda, V. 2010)

3.12.4.1. Métodos manuales

Son preferibles sobre los métodos químicos, por su bajo costo y ningún riesgo de afectar la producción del vivero debe realizarse cuando las malezas estén pequeñas, mínimo cada 15 días o una vez por mes, hasta que la planta se desarrolle y haya autosombreamiento, lo cual evitará el desarrollo de las malezas. Para su práctica se requieren tijeras podadoras o machetes bien afilados. (Lara, G. 2009)

3.12.4.2. Métodos químicos

Existe una variada gama de herbicidas, los cuales deben ser utilizados atendiendo exactamente las indicaciones del productor. Existen varias formas de presentación, prevaleciendo la líquida. (Vera, J. 2009)

3.12.5. Fertilización

Los programas de fertilización, se proyectan con base en los 3 macro nutrientes principales (N, P, K); los niveles de fertilización deben ajustarse a cada una de las tres etapas de desarrollo de la plántula en vivero. Los elementos anotados NPK, son los más importantes y deben tenerse en cuenta, en todos los programas de fertilización, además de los otros elementos llamados menores como el Boro (B), Calcio (Ca), magnesio (Mg), etc. Los fertilizantes pueden ser de dos tipos: orgánicos y químicos. (Rodríguez, J. 2009)

3.13. Plagas

Los principales organismos que causan problemas sanitarios afectando la productividad en el vivero contemplan tres grupos: invertebrados (insectos, ácaros y babosas), microorganismos (hongos, bacterias y virus), nemátodos y vertebrados (aves y roedores). Las plántulas deben salir al campo libre de insectos y/o enfermedades o de los daños ocasionados por ellos. (Lara, G. 2009)

3.13.1. Hormiga arriera (*Atta cephalotes*)

Pertenece a la familia de las Formicidae, éstas no se alimentan directamente de las plantas, sino que cortan sus hojas en forma semicirculares, para luego trasladarlas a su nido, en donde las utilizará para cultivar un hongo del cual se alimentan. En las zonas cálidas, es común el ataque de las hormigas arrieras, el daño para este tipo de hormigas, se observa principalmente por la presencia de hormigueros dentro o cerca del vivero, como prevención se deben detectar y eliminar los nidos cercanos al vivero. (INIAP- COSUDE. 2004)

3.13.2. Crisomélidos

Pequeños coleópteros de colores brillantes, existen muchas especies que son plagas nocturnas de las hojas tiernas, a las que hacen unos pequeños orificios. (Saunders, J. 2012)

3.13.3. Ácaros. Arañitas

Habitualmente de color rojo o marrón, se localizan en el envés de la hoja. Atacan los brotes jóvenes, especialmente en el vivero; producen atrofas, malformaciones y defoliación de los brotes terminales. (Rogg, W. 2010)

3.14. Enfermedades

El vivero es un medio propicio para la aparición de diferentes agentes causales de enfermedades que pueden ocasionar problemas en la producción. El adecuado manejo del vivero, la prevención y las técnicas de control adecuadamente realizadas, permiten el crecimiento y desarrollo de plántulas sanas. (Lara, G. 2009)

3.14.1. Corynespora

Ataca el follaje en plantas de esa misma edad.

3.14.2. Fusarium oxysporum

Afecta la raíz y tallo en plántulas, y árboles jóvenes. (Muñoz, V. 2009)

IV. MARCO METODOLÓGICO

4.1. MATERIALES

4.1.1. Ubicación del experimento

El presente trabajo investigativo se llevó a cabo en la:

Provincia	Bolívar
Cantón	Echeandía
Parroquia	Central
Sitio	Comunidad Payacacao

4.1.2. Situación geográfica y climática

Parámetros	
Altitud	832 msnm
Latitud	01°24'06'' S
Longitud	79° 8'48'' W
Temperatura máxima	25°C
Temperatura mínima	22°C
Temperatura media anual	19 °C
Precipitación media anual	2500 mm
Humedad relativa (%)	90%

Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. 2015

4.1.3. Zona de vida

La zona de vida donde se realizó la investigación corresponde al piso bosque húmedo subtropical (bh-ST). (Holdridge, L. 1979)

4.1.4. Material experimental

- Semillas de especies forestales nativas
- Ácido giberélico

4.1.5. Materiales de campo

Cámara fotográfica, calibrador vernier, flexómetro, cinta métrica, piola, fundas de polietileno, libreta de campo, lápiz, manguera, azadón, rastrillo, pala, machete, rótulos, carretilla, bomba mochila, zaranda, sacos, semillas forestales, funguicidas, insecticidas, ácido giberélico.

4.1.6. Materiales de oficina

Computadora, internet, impresora, hojas de papel boom, flash memory, calculadora, lápiz, borrador, libreta de campo.

4.2. Métodos

4.2.1. Factores en estudio:

- **Factor A: Especies forestales nativas**

A₁ = Moral fino (*Maclura tinctoria*)

A₂ = Guayacán (*Tabebuia chrysantha*)

A₃ = Cedro de montaña (*Cedrela montana*)

A₄ = Caucho (*Hevea brasiliensis*)

A₅ = Laurel (*Cordia alliodora*)

- **Factor B: Tiempos de inmersión**

B₁ = Ácido giberélico remojo 3 horas

B₂ = Ácido giberélico remojo 6 horas

B₃ = Ácido giberélico remojo 9 horas

4.2.2. Tratamientos

Combinación de factores (A x B) según el siguiente detalle:

N° Trat.	Código	Detalle
T ₁	A ₁ B ₁	Moral fino + ácido giberélico remojo 3 horas
T ₂	A ₁ B ₂	Moral fino + ácido giberélico remojo 6 horas
T ₃	A ₁ B ₃	Moral fino + ácido giberélico remojo 9 horas
T ₄	A ₂ B ₁	Guayacán + ácido giberélico remojo 3 horas
T ₅	A ₂ B ₂	Guayacán + ácido giberélico remojo 6 horas
T ₆	A ₂ B ₃	Guayacán + ácido giberélico remojo 9 horas
T ₇	A ₃ B ₁	Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 3 horas
T ₈	A ₃ B ₂	Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 6 horas
T ₉	A ₃ B ₃	Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 9 horas
T ₁₀	A ₄ B ₁	Caucho + ácido giberélico remojo 3 horas
T ₁₁	A ₄ B ₂	Caucho + ácido giberélico remojo 6 horas
T ₁₂	A ₄ B ₃	Caucho + ácido giberélico remojo 9 horas
T ₁₃	A ₅ B ₁	Laurel + ácido giberélico remojo 3 horas
T ₁₄	A ₅ B ₂	Laurel + ácido giberélico remojo 6 horas
T ₁₅	A ₅ B ₃	Laurel + ácido giberélico remojo 9 horas

4.2.3. Procedimiento:

Tipo de diseño:	DBCA en arreglo factorial 5x3x4
❖ Localidad	1
❖ Tratamientos	15
❖ Repeticiones	4
❖ Número de unidades investigativas	60
❖ Área total del ensayo	176 m ²
❖ Área neta del ensayo	150 m ²
❖ Número de fundas por unidad investigativa	30
❖ Número total de fundas	1800

4.2.4. Tipos de análisis

Análisis de varianza (ADEVA), según el siguiente detalle:

Fuentes de Variación	Grados de libertad	CME*
Bloques (r-1)	3	$\mu^2_e + 15\mu^2_e$ Bloques
Especies Forestales (a-1)	4	$\mu^2_e + 120^{2a}$
Métodos Pregerminativos (b-1)	2	$\mu^2_e + 200^2B$
A x B	8	$\mu^2_e + 40^2AxB$
E. Exp. (t-1) (r-1)	42	μ^2_e
TOTAL (t x r) – 1	59	

* Cuadrados Medios Esperados. Modelo Fijo. Tratamientos Seleccionados por los Investigadores.

- Prueba de tukey al 5% para comparar promedios de Factor A y tratamientos.
- Polinomios ortogonales para factor B.
- Análisis de correlación y regresión simple.
- Análisis económico relación beneficio-costo, B/C.

4.3. Métodos de evaluación y datos tomados

4.3.1. Días a la germinación (DG)

Variable que se evaluó contando los días transcurridos desde el momento de la siembra hasta cuando el 75% de las semillas estuvieron germinadas.

4.3.2. Porcentaje de sobrevivencia (PS)

Esta variable se consideró contando el número de plantas prendidas a los 90 días en cada una de las unidades experimentales.

4.3.3. Altura de la planta (AP)

Se midió con un flexómetro en cm, desde la base del tallo hasta su ápice terminal del eje central en 10 plantas seleccionadas al azar, de la parcela neta, esta variable se registró a los 60 y 90 días.

4.3.4. Diámetro del tallo (DT)

Dato que se evaluó a los 60 y 90 días con la ayuda de un calibrador de Vernier, mismo que se le colocó en un punto inmediatamente inferior a la inserción de las primeras hojas en 10 plantas, seleccionadas al azar de la parcela neta, en cada unidad experimental y su medida se expresó en mm.

4.3.5. Número de ramas (NR)

Dato que fue evaluado mediante un conteo directo de cada una de las 10 plantas seleccionadas al azar por cada unidad investigativa, mismo que fue tomado a los 60 y 90 días de haber realizado la siembra.

4.3.6. Número de hojas (NH)

Esta variable se tomó a los 60 y 90 días en 10 plantas de las parcelas, contando directamente el número de hojas por planta.

4.3.7. Largo del limbo (LL)

Variable que fue registrada con ayuda de una cinta métrica, midiendo la distancia desde la inserción del limbo con el pecíolo hasta su ápice, a los 60 y 90 días, de 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad investigativa y su medida fue expresada en cm.

4.3.8. Ancho del limbo (AL)

Dato que se tomó midiendo la distancia existente, entre los bordes del limbo en su parte media, para lo cual se utilizó una regla y su medida se expresó en cm, en las 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad investigativa, a los 60 y 90 días de haber realizado la siembra.

4.3.9. Longitud del pecíolo (LP)

Se tomó en 10 plantas de la parcela neta, midiendo desde la inserción del pecíolo con el tallo hasta la base de la hoja, a los 60 y 90 días, se utilizó una cinta métrica y se expresó en centímetros.

4.3.10. Diámetro del pecíolo (DP)

Dato que fue registrado a los 60 y 90 días, utilizando un calibrador de Vernier en el punto inmediatamente inferior a la inserción de la primera hoja en 10 plantas seleccionada al azar de la parcela neta y se expresó en milímetros.

4.3.11. Volumen de la raíz (VR)

Variable que se evaluó a los 90 días, para obtener el resultado se tomó como muestra la planta más vigorosa y la menos vigorosa, de cada unidad experimental, 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.

4.3.12. Incidencias de plagas y enfermedades (I.P.E)

Variable que fue evaluada mediante la siguiente fórmula. (López, C. 2011)

$$\% \text{ Incidencia} = \frac{\# \text{ Plantas u \u00f3rganos afectados}}{\# \text{ Plantas u \u00f3rganos analizados}} \times 100$$

4.4. Manejo del experimento

4.4.1. Preparaci\u00f3n del lugar de investigaci\u00f3n

Una vez definido el lugar, se procedi\u00f3 a medir el \u00e1rea para la implementaci\u00f3n del vivero, luego se realiz\u00f3 una limpieza eliminando las malezas, palos y piedras; para el cerco de toda el \u00e1rea en estudio se utiliz\u00f3 estacas de ca\u00f1a guadua y se cubri\u00f3 toda el \u00e1rea con sar\u00e1n.

4.4.2. Obtenci\u00f3n del material para sustratos

El material que se utiliz\u00f3 para el sustrato se obtuvo de las piladoras aleda\u00f1as al Cant\u00f3n, y, la tierra se recolect\u00f3 del mismo predio donde se llev\u00f3 a cabo la investigaci\u00f3n.

4.4.3. Preparaci\u00f3n del sustrato

Los materiales se procedieron a mezclar en porcentajes de 50% de tierra com\u00fan + 50 % de tamo de caf\u00e9, para luego proceder al llenado de fundas.

4.4.4. An\u00e1lisis f\u00edsico qu\u00edmico de los sustratos

Al inicio de la investigaci\u00f3n se efectu\u00f3 un an\u00e1lisis f\u00edsico qu\u00edmico del sustrato. La muestra recogida se identific\u00f3 debidamente, fijando una etiqueta rotulada en la funda de papel, inmediatamente se realiz\u00f3 el env\u00edo de las muestras al laboratorio para su respectivo an\u00e1lisis.

4.4.5. Llenado de fundas

Se procedió a llenar las fundas de color negro de 6 x 8 pulgadas con el sustrato ya elaborado procurando no dejar espacios de aire y colocándolas una a continuación de otra en cada unidad de investigación.

4.4.6. Desinfección del sustrato

La desinfección se efectuó con la ayuda de una bomba de mochila con una solución de captan a dosis de 1 gr/l de agua, que fueron aplicados en cada funda cuando estén llenas en su totalidad.

4.4.7. Distribución de las unidades de investigación

La distribución de las unidades investigativas en las parcelas se realizó al azar, se sortearon los tratamientos de acuerdo al diseño experimental establecido y se ubicaron rótulos señalando los tratamientos respectivos.

4.4.8. Recolección de las semillas

Las semillas se obtuvieron de árboles, vigorosos y sanos, de los bosques de la comunidad de Payacacao, lo cual permitió obtener una buena germinación de plántulas.

4.4.9. Selección de las semillas

Una vez que se obtuvo las semillas se procedió a su clasificación o selección, tomando en cuenta su tamaño, estado sanitario, de esta manera obtener una buena germinación.

4.4.10. Desinfección de las semillas

Las semillas se desinfectó un día antes de la siembra con Vitavax en una dosis de 50 gr/2 Kg de semilla, para evitar el ataque de hongos y contar con semillas de buena calidad.

4.4.11. Tratamiento de las semillas

Se colocó en un recipiente ácido giberélico a 100 ppm, posteriormente se sumergió las semillas forestales nativas de cada especie, seguido de ello las semillas estuvieron sometidas a remojo durante 3 horas para un tratamiento, 6 horas para el segundo tratamiento y 9 horas para un tercer tratamiento, luego se procedió a la siembra respectiva.

4.4.12. Siembra

La siembra se realizó manualmente, con la ayuda de un espeque se hizo un hoyo en el centro de la funda a una profundidad de 1 cm, donde se depositó dos semillas por funda en cada tratamiento.

4.4.13. Raleo

Actividad que se realizó en forma manual, previa a una selección eliminando la plántula más débil y dejando una sola planta por funda.

4.4.14. Control de malezas

El control de malezas se realizó manualmente y en forma continua de acuerdo a la presencia de malezas, teniendo cuidado de no maltratar las plantas, en cada una de las unidades experimentales.

4.4.15. Control fitosanitario

Para evitar los daños causados por insectos defoliadores, taladradores de semilla se utilizó productos a base de Cipermetrinas con una dosis de 20 cm, por bomba mochila de 20 lts y se aplicó por aspersión.

4.4.16. Riego

El riego se realizó por aspersión con una manguera a manera de lluvia en un período de dos veces por semana en la mañana y tarde, teniendo cuidado que todos los tratamientos reciban la misma cantidad de agua.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

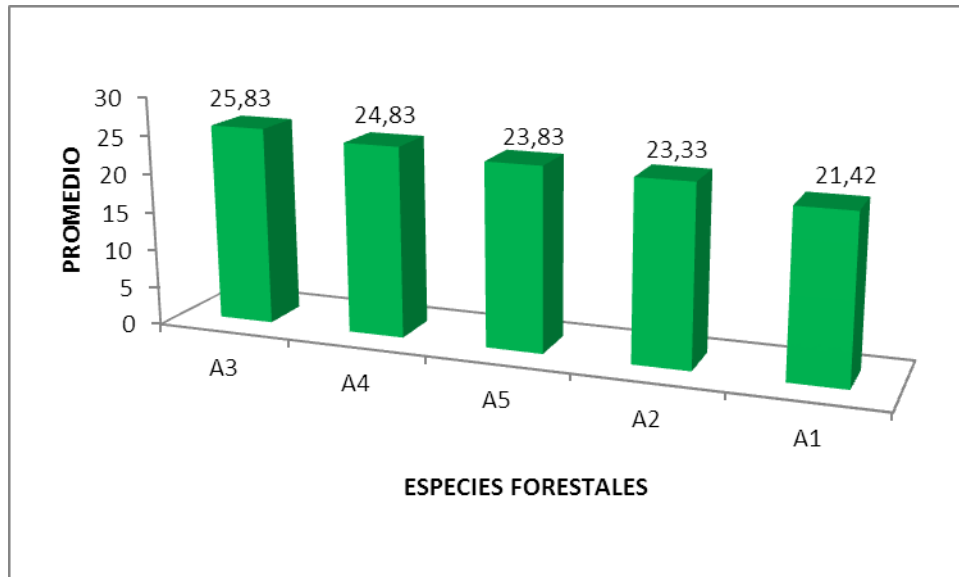
5.1. Días a la germinación (DG); altura de plantas en cm a los 60 días después de la siembra (AP en cm a los 60 dds) y porcentaje de sobrevivencia de plantas (PSP)

Cuadro No. 1. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable DG; AP en cm a los 60 dds y PSP.

DG (**)			AP en cm a los 60 dds (**)			PSP (**)		
Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango
A ₃ : Cedro de montaña	25,83	A	A ₄	7,58	A	A ₃	88,75	A
A ₄ : Caucho	24,83	AB	A ₅	5,95	B	A ₅	86,92	AB
A ₅ : Laurel	23,83	BC	A ₃	4,78	C	A ₁	85,92	B
A ₂ : Guayacán	23,33	C	A ₂	3,00	D	A ₄	85,75	B
A ₁ : Moral fino	21,42	D	A ₁	1,77	E	A ₂	75,25	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

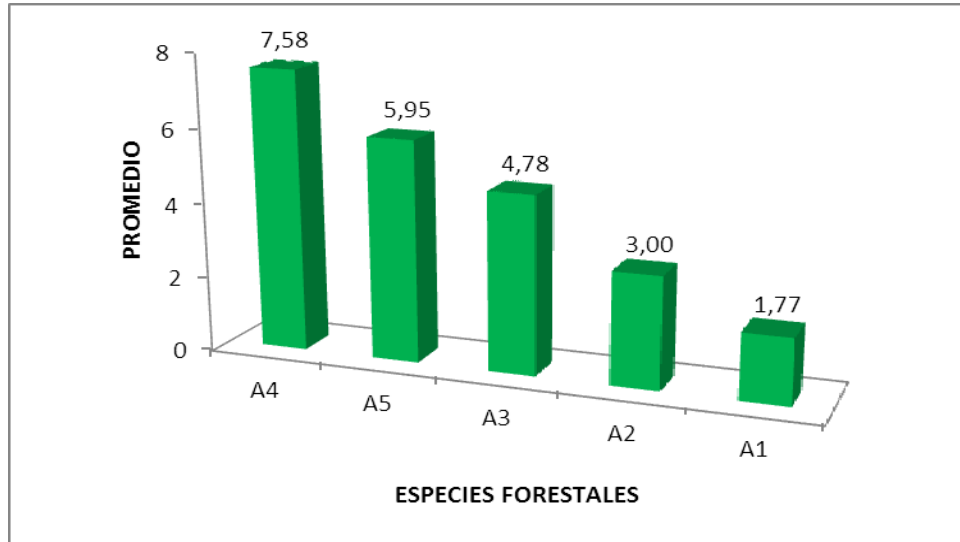
Gráfico No. 1. Especies forestales nativas en la variable días a la germinación de plántulas.



Se calcularon diferencias estadísticas altamente significativas como respuesta de las especies forestales nativas en cuanto a las variables días a la germinación, altura de plantas a los 60 días después de la siembra y porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días después de la siembra (Cuadro No. 1).

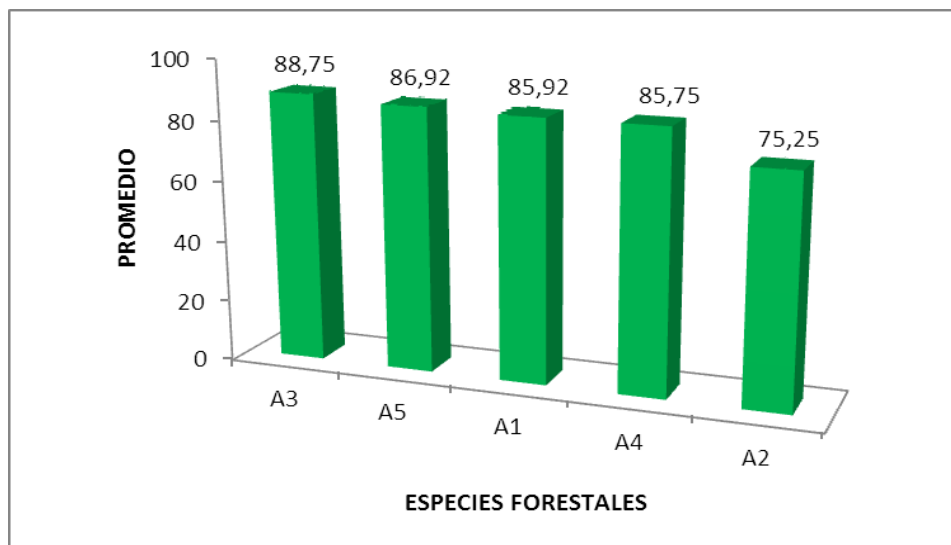
Con la prueba de Tukey al 5%, las semillas de la especie forestal más tardía en germinar fue A₃: Cedro de montaña con 25,83 días, las semillas de la especie forestal que más pronto emergieron fue las de Moral Fino (A₁) con 21,42 días (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1).

Gráfico No. 2. Especies forestales nativas en la variable altura de plantas a los 60 dds.



La mayor altura de plantas a los 60 días, se registró en la especie forestal A₄: Caucho con 7,58 cm, la AP más bajo se registró en A₁: Moral Fino con 1,77 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 2).

Gráfico No. 3. Especies forestales nativas en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas



La especie forestal nativa con el mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas evaluado a los 90 días después de la siembra fue el A₃: Cedro de montaña con 88,75%; seguido de la especie Laurel (A₅) que alcanzo el 86,90 % SP. El PSP más bajo se evaluó en la especie forestal Guayacán (A₂) con el 75,25% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 3)

Los resultados de la altura de plantas son lógicos porque de las cinco especies utilizadas, el Caucho tiene un rápido crecimiento. Las temperaturas de 30 °C son favorables para el alargamiento de la raíz y del hipocótilo, las plántulas tienen las mismas exigencias que las semillas. En 15 años puede llegar a alcanzar 20 m. (Landis, T. 2007)

Las variables días a la germinación, altura de plantas y porcentaje de sobrevivencia de plantas, son características varietales propias de cada especie forestal y dependen de su interacción genotipo ambiente.

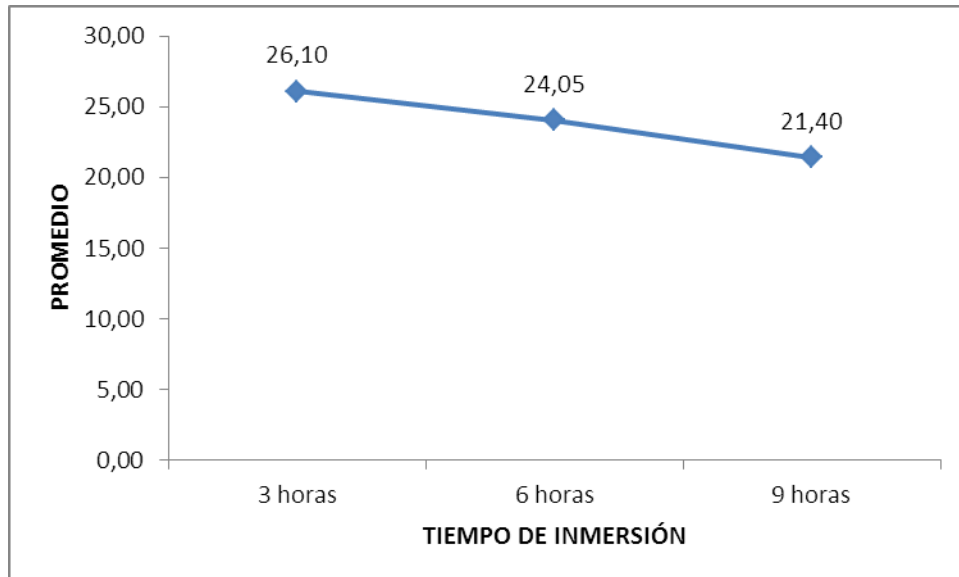
Entre los factores que inciden directamente en el proceso de germinación de la semilla y crecimiento inicial tenemos la temperatura, humedad y sanidad de la semilla.

Cuadro No. 2. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable DG; AP en cm a los 60 dds y PSP.

DG (**)			AP en cm a los 60 dds (*)			PSP (**)		
Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango
B ₁ : Ácido giberélico remojo 3 horas	26,10	A	B ₃	5,64	A	B ₃	88,10	A
B ₂ : Ácido giberélico remojo 6 horas	24,05	B	B ₂	4,35	B	B ₂	83,25	B
B ₃ : Ácido giberélico remojo 9 horas	21,40	C	B ₁	3,85	C	B ₁	82,20	B

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

Gráfico No. 4. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable días a la germinación.



La respuesta de los tiempos de inmersión de la semilla fueron muy diferentes (**) para los días a la germinación y porcentaje de sobrevivencia de plantas; mientras que para la altura de plantas a los 60 dds, fue diferente (*) (Cuadro No. 2).

Con la prueba de Polinomios Ortogonales, el menor tiempo de germinación de las semillas se evaluó en el B₃: Ácido giberélico remojo 9 horas con 21,40 días (21,00); en tanto que el mayor número de días a la germinación se tuvo en el B₁: Ácido giberélico remojo 3 horas con 26,16 días (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 4).

Gráfico No. 5. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas a los 60 dds.

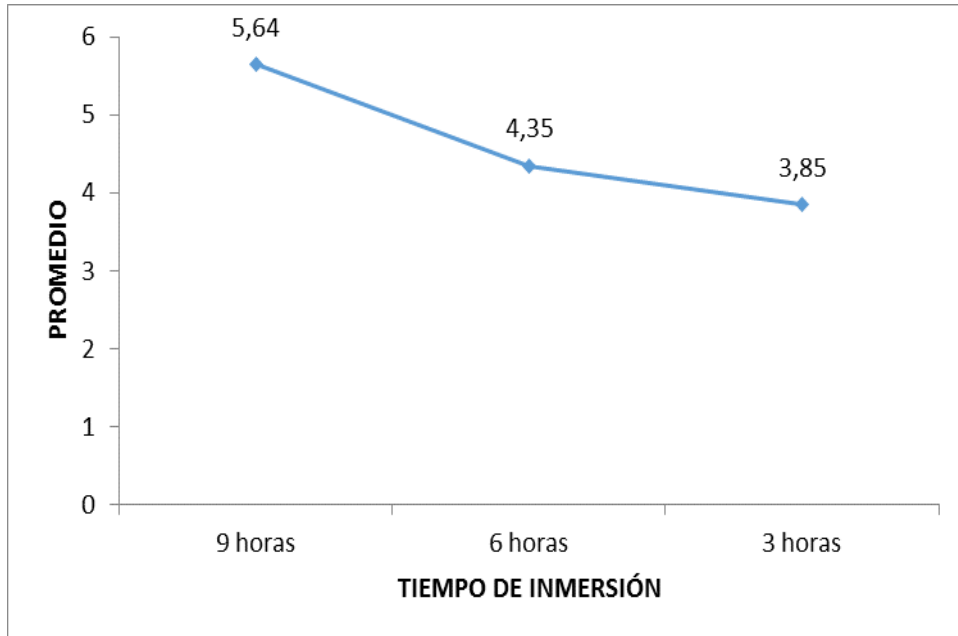
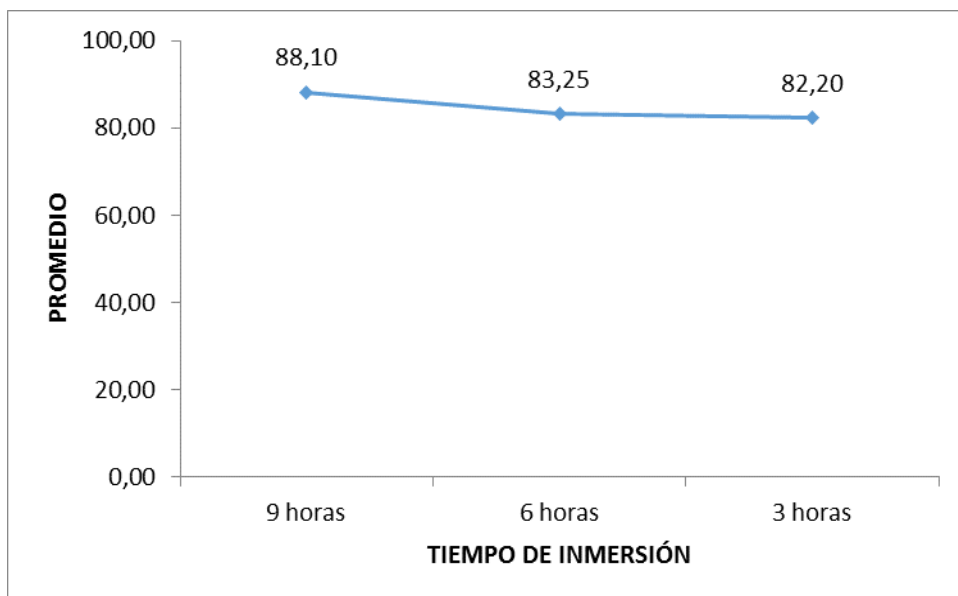


Gráfico No. 6. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas.



En forma consiste los valores promedios más altos para las variables altura de plantas a los 60 dds y sobrevivencia de plantas evaluado a los 90 dds, se registró en el B₃: Ácido giberélico remojo 9 horas con 5,64 cm y el 88,10% respectivamente. El periodo de inmersión con los promedios más bajos para AP y PSP fue el B₁: Ácido giberélico remojo 3 horas con 3,85 cm y 82,20% respectivamente (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 5 y 6).

Estos resultados, señalan que para las variables altura de plantas a los 60 dds y sobrevivencia de plantas, se tuvo una respuesta de tipo lineal, es decir que a mayor tiempo de inmersión de las semillas en la solución de ácido giberélico mayores fueron los valores promedios de las variables

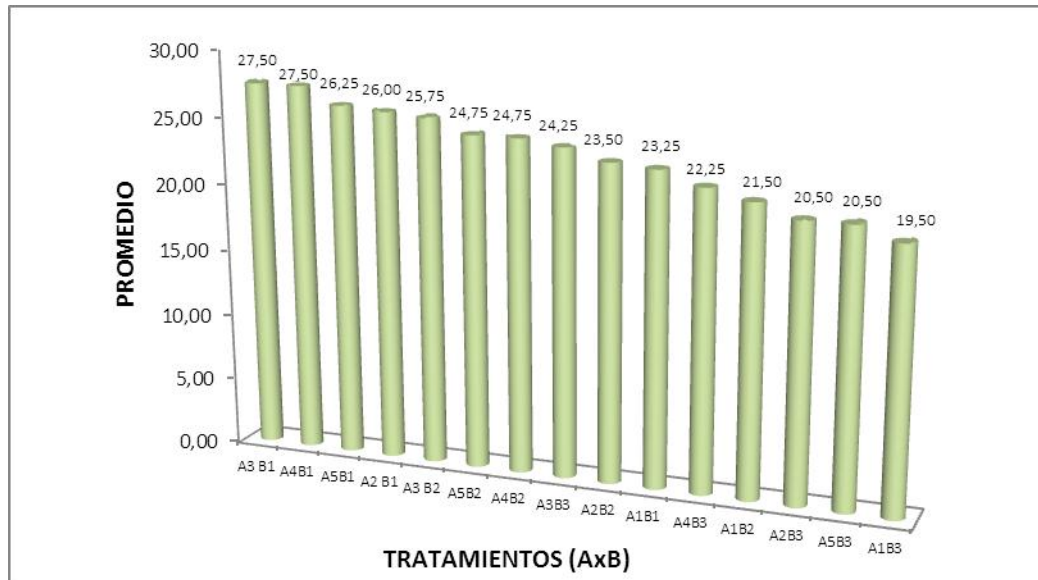
La función de las giberelinas es aumentar la actividad celular, principalmente la elongación, facilitando que las raíces atraviesen la cubierta de la semilla y por ello asegura uniformidad en la producción

Cuadro No. 3. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable DG; AP en cm a los 60 dds y PSP.

DG (**)			AP en cm a los 60 dds (**)			PSP (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T ₇ : A ₃ B ₁	27,50	A	T ₁₂ : A ₄ B ₃	9,25	A	T ₇ : A ₃ B ₁	91,50	A AB ABC BCD BCDE BCDE BCDEF CDEF DEF DEF DEF EF F G H
T ₁₀ : A ₄ B ₁	27,50	A	T ₁₁ : A ₄ B ₂	7,25	B	T ₁₃ : A ₅ B ₁	90,50	
T ₁₃ : A ₅ B ₁	26,25	AB	T ₁₅ : A ₅ B ₃	6,88	B	T ₁₀ : A ₄ B ₁	89,25	
T ₄ : A ₂ B ₁	26,00	AB	T ₁₀ : A ₄ B ₁	6,25	BC	T ₉ : A ₃ B ₃	88,00	
T ₈ : A ₃ B ₂	25,75	ABC	T ₁₄ : A ₅ B ₂	6,08	BCD	T ₈ : A ₃ B ₂	86,75	
T ₁₄ : A ₅ B ₂	24,75	BCD	T ₉ : A ₃ B ₃	5,45	CDE	T ₁ : A ₁ B ₁	86,75	
T ₁₁ : A ₄ B ₂	24,75	BCD	T ₇ : A ₃ B ₁	5,00	CDEF	T ₂ : A ₁ B ₂	86,50	
T ₉ : A ₃ B ₃	24,25	BCDE	T ₁₃ : A ₅ B ₁	4,90	DEF	T ₁₅ : A ₅ B ₃	85,50	
T ₅ : A ₂ B ₂	23,50	CDEF	T ₆ : A ₂ B ₃	4,21	EFG	T ₁₄ : A ₅ B ₂	84,75	
T ₁ : A ₁ B ₁	23,25	DEF	T ₈ : A ₃ B ₂	3,88	FG	T ₁₁ : A ₄ B ₂	84,50	
T ₁₂ : A ₄ B ₃	22,25	EFG	T ₅ : A ₂ B ₂	3,06	GH	T ₃ : A ₁ B ₃	84,50	
T ₂ : A ₁ B ₂	21,50	FGH	T ₃ : A ₁ B ₃	2,41	HI	T ₁₂ : A ₄ B ₃	83,50	
T ₆ : A ₂ B ₃	20,50	GH	T ₄ : A ₂ B ₁	1,72	HI	T ₄ : A ₂ B ₁	82,50	
T ₁₅ : A ₅ B ₃	20,50	GH	T ₂ : A ₁ B ₂	1,50	I	T ₅ : A ₂ B ₂	73,75	
T ₃ : A ₁ B ₃	19,50	H	T ₁ : A ₁ B ₁	1,40	I	T ₆ : A ₂ B ₃	69,50	
CV = 3,97%			CV = 1,45%			CV = 1,97%		

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

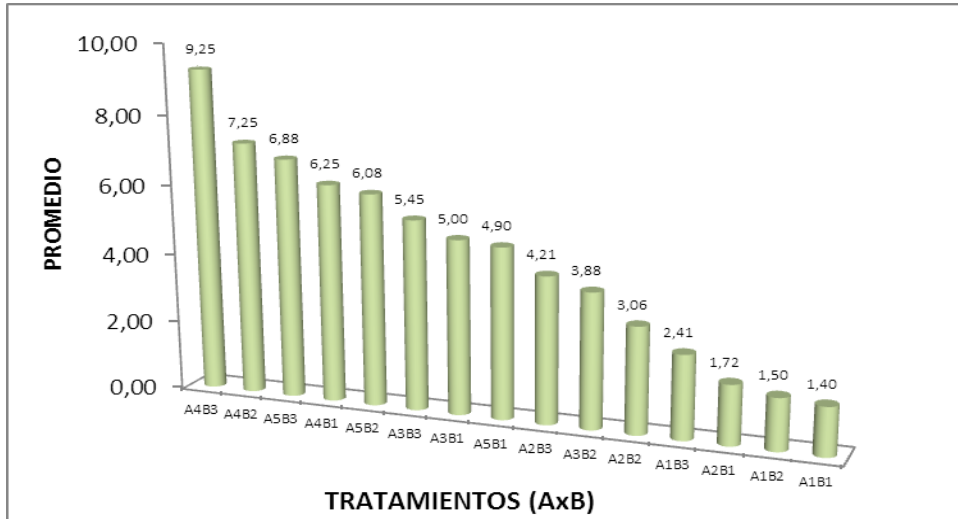
Gráfico No. 7. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable días a la germinación de plántulas.



Se calculó una dependencia de factores altamente significativa, en las variables días a la germinación; altura de plantas a los 60 días después de la siembra y porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días, es decir la respuesta de las especies forestales nativas dependieron del tiempo de inmersión (Cuadro No. 3).

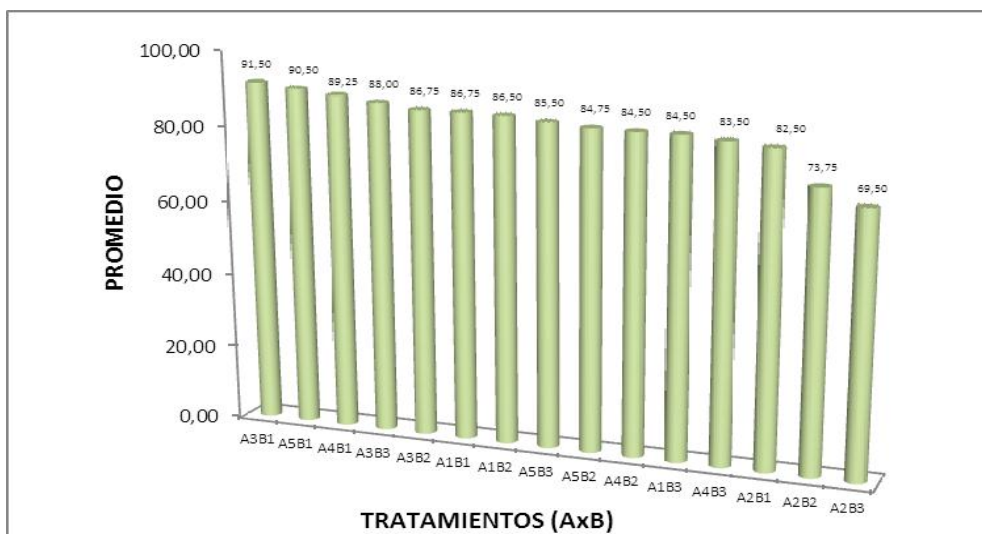
Con la prueba de Tukey al 5%, los tratamiento más tardío en germinar fueron el T₇: A₃B₁: Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 3 horas y T₁₀: A₄B₁: Caucho + ácido giberélico remojo 3 horas con 27,50 (28) DG. La germinación de plantas más temprana se determinó al combinar la semillas de Moral fino con ácido giberélico remojo 9 horas (T₃: A₁B₃) con 19,50 (20,00) (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 7).

Gráfico No. 8. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas a los 60 dds.



En la prueba de Tukey al 5%, la mayor altura de plantas a los 60 dds, se evaluó en la especie nativa Caucho remojadas por 9 horas en ácido giberélico (T_{12} : A₄B₃) con 9,25 cm; mientras que la AP más baja se dio en el tratamiento T₁: A₁B₁: Moral fino + ácido giberélico remojo 3 horas con 1,40 cm (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 8).

Gráfico No. 9. Especies forestales nativas en la variable porcentaje de sobrevivencia de plantas.



La prueba de Tukey al 5%, indica que el mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 dds, se registró en los tratamientos T₇: A₃B₁ (Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 3 horas) y T₁₂: A₄B₃ (Caucho + ácido giberélico remojo 9 horas) con el 91,50 y 90,50% de sobrevivencia respectivamente. El PS más bajo se evaluó en el tratamiento T₆: A₂B₃: Guayacán + ácido giberélico remojo 9 horas con el 69,50% de sobrevivencia de plantas (Cuadro No. 3 y Gráfico No. 9).

Esta diferencia se debe posiblemente a las tipologías propias de cada especie forestal nativa y al contenido de macro y micro nutrientes que se encuentran presentes en el sustrato, para este caso se reportó un pH 7.1 prácticamente neutro; un contenido alto para Potasio, hierro y Materia Orgánica; medio para nitrógeno; fósforo, calcio; magnesio, azufre, cobre y manganeso, bajo para zinc y boro (INIAP. 2016).

5.2. Diámetro del tallo en mm; número de hojas y largo del limbo en cm a los 60 días después de la siembra (DT en mm a los 60 dds; NH a los 60 dds y LL en cm a los 60 dds)

Cuadro No. 4. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable DT en mm a los 60 dds; NH a los 60 dds y LL en cm a los 60 dds.

DT en mm a los 60 dds (**)			NH a los 60 dds (**)			LL en cm a los 60 dds (**)		
Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango
A ₄ : Caucho	2,12	A	A ₂ :	4,50	A	A ₄ :	5,08	A
A ₃ : Cedro de montaña	1,29	B	A ₅ :	4,17	AB	A ₅ :	2,82	B
A ₅ : Laurel	1,24	BC	A ₄ :	4,08	ABC	A ₃ :	1,98	C
A ₂ : Guayacán	1,07	CD	A ₃ :	3,83	BC	A ₂ :	1,66	D
A ₁ : Moral fino	0,87	D	A ₁ :	3,50	C	A ₁ :	1,24	E

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 10. Especies forestales nativas en la variable diámetro del tallo a los 60 dds.

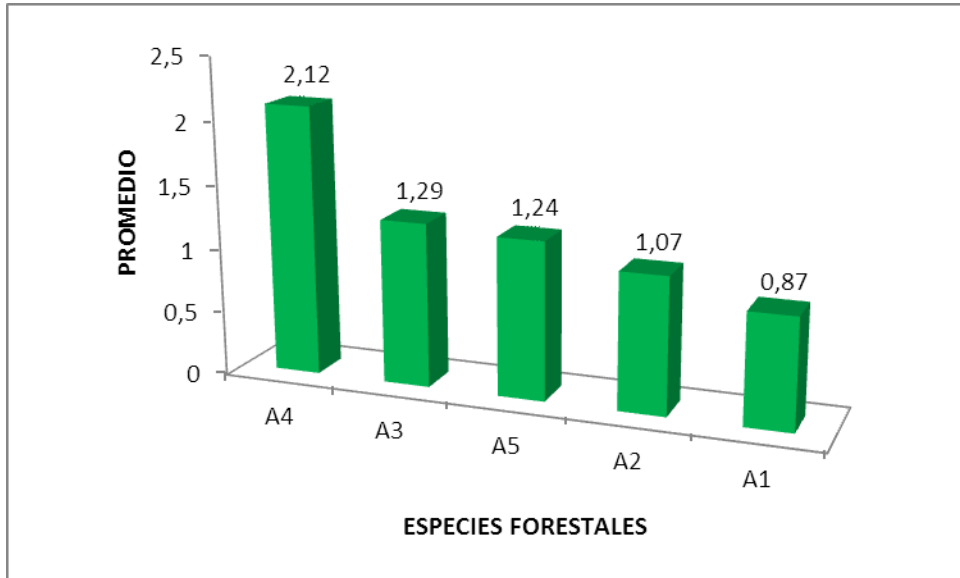
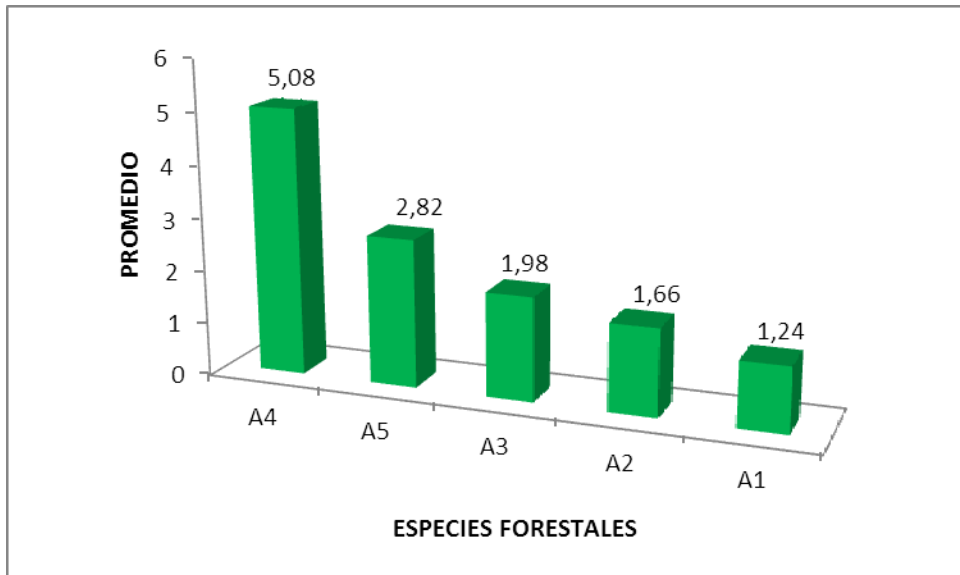


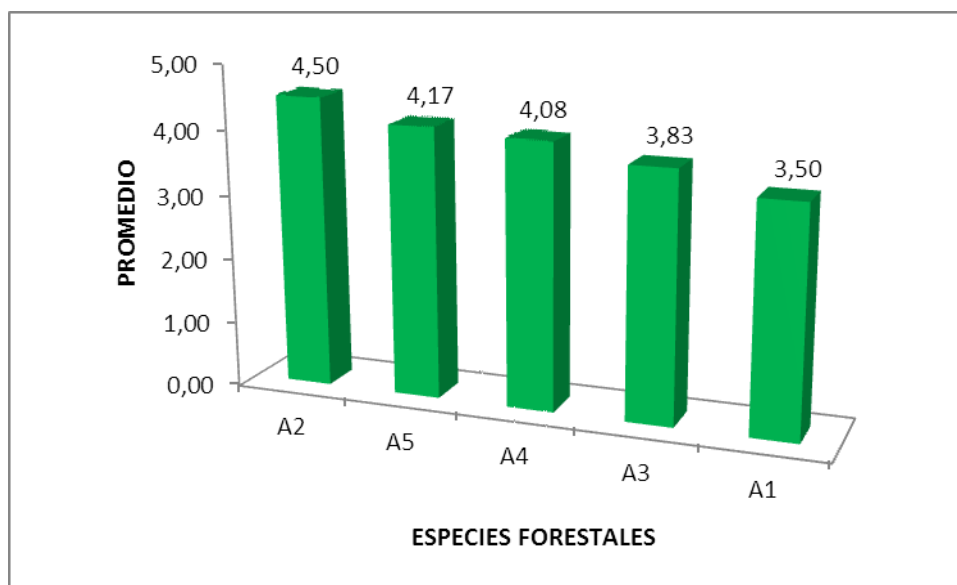
Gráfico No. 11. Especies forestales nativas en la variable longitud del limbo a los 60 dds.



La respuesta de las especies forestales nativas sobre la variable diámetro del tallo; número de hojas y longitud del limbo a los 60 días después de la siembra; fue muy diferente (**) (Cuadro No. 4).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente el promedio más alto para el DT y LL a los 60 dds se registró en la especie A₄: Caucho con 2,12 mm de DT y 5,08 cm de LL. Los valores promedios menores de estas variables correspondieron a la especie A₁: Moral fino con 0,87 mm de DT y 1,24 cm de LL (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 10, 11).

Gráfico No. 12. Especies forestales nativas en la variable número de hojas a los 60 dds.



El mayor número de hojas se registró en la especie forestal Guayacán (A₂) con 4,50 (5,00) hojas/planta. La especie forestal que tuvo el menor número de hojas por planta fue Moral fino (A₁) con 3,50 (4) (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 12).

Las variables diámetro del tallo, número de hojas y largo de limbo, son características varietales propias de cada especie y dependen de su interacción con el ambiente en donde se desarrollan.

Son determinantes los componentes del sustrato como el contenido de materia orgánica, macro y micronutrientes, pH, capacidad de intercambio cationico; y, dentro de los factores climaticos sobresale la humedad y temperatura ambiental.

Cuadro No. 5. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable DT en mm a los 60 dds; NH a los 60 dds y LL en cm a los 60 dds.

DT en mm a los 60 dds (*)			NH a los 60 dds (NS)			LL en cm a los 60 dds (NS)		
Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango
B ₁ : Ácido giberélico remojo 3 horas	1,10	A	B ₁ :	3,55	A	B ₁ :	2,04	A
B ₂ : Ácido giberélico remojo 6 horas	1,31	B	B ₂ :	4,30	A	B ₂ :	2,73	A
B ₃ : Ácido giberélico remojo 9 horas	1,55	C	B ₃ :	4,20	A	B ₃ :	2,91	A

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 13. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo a los 60 dds.

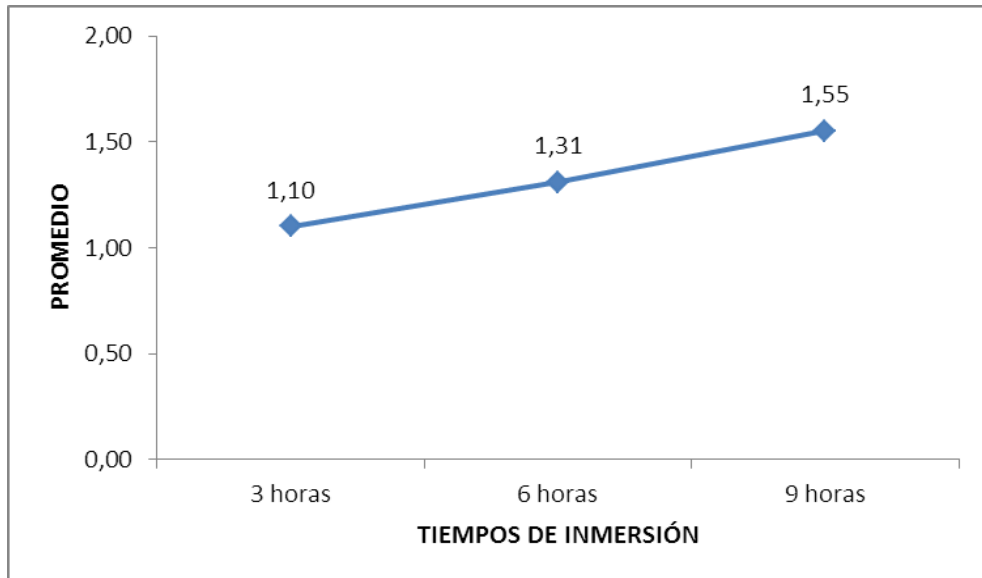


Gráfico No. 14. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable número de hojas por planta a los 60 dds.

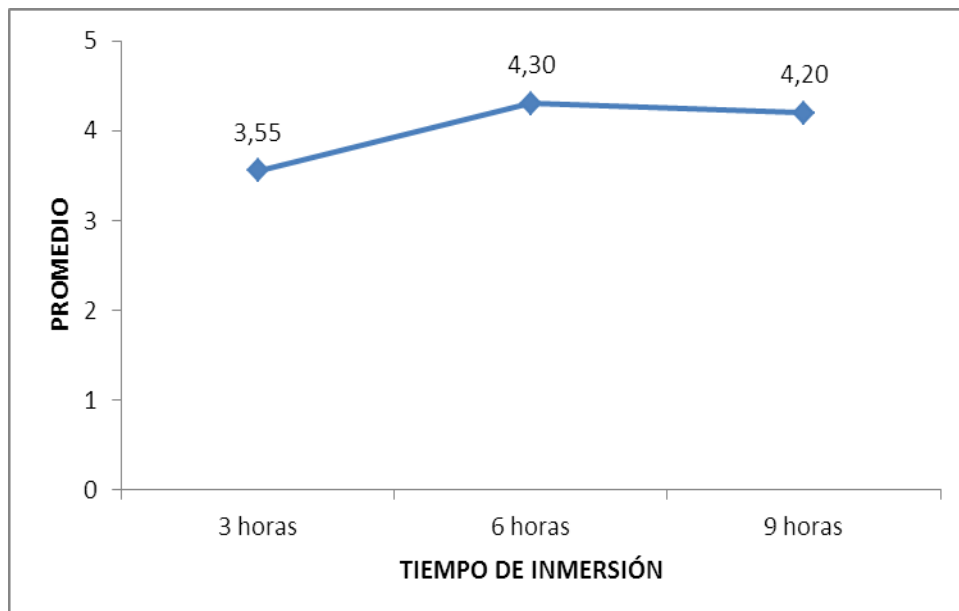
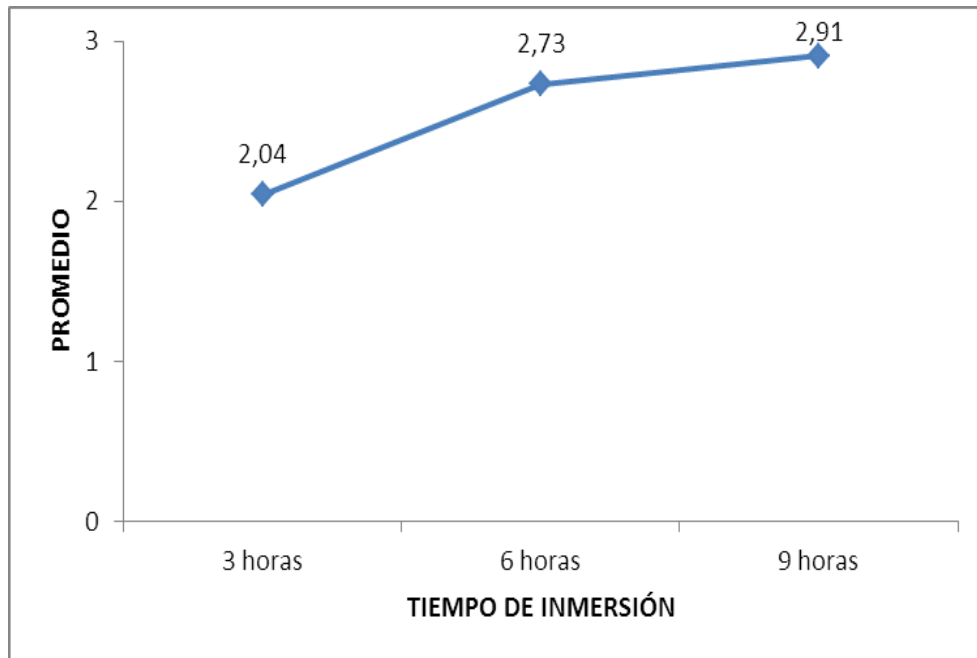


Gráfico No. 15. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del limbo a los 60 dds.



Se determinaron diferencias estadísticas altamente significativas como respuesta del tiempo de inmersión únicamente en la variable diámetro del tallo a los 60 dds (Cuadro No. 5).

Con la prueba de Polinomios Ortogonales, numéricamente a los 60 días después de siembra los promedios más altos del DT; NH y LL, se evaluó en el tiempo de inmersión B₃ (Ácido giberélico remojo 9 horas) con 1,55 mm de diámetro del tallo; 4,20 (4,00) hojas/planta y 2,91 cm de largo del limbo. Mientras que los promedios menores se tuvo en tiempo de inmersión por 3 horas en ácido giberélico (B₁) con un DT de 1,10 mm; 3,55 (4,00) hojas/planta y una LL de 2,04 cm (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 13, 14 y 15).

Estos resultados señalan que el diámetro del tallo, número de hojas/planta y la longitud del limbo a los 60 días, no fueron influenciados en forma significativa por el tiempo de inmersión de la semilla en ácido giberélico, sino que influyeron

más bien otros factores como la temperatura, contenido de macro y micronutrientes de, humedad del sustrato, sanidad y nutrición de las plantas y entre otros.

Cuadro No. 6. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable DT en mm a los 60 dds; NH a los 60 dds y LL en cm a los 60 dds.

DT a los 60 dds (**)			NH a los 60 dds (**)			LL a los 60 dds (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T ₁₂ : A ₄ B ₃	2,51	A	T ₅ : A ₂ B ₂	5,25	A	T ₁₂ : A ₄ B ₃	6,31	A
T ₁₁ : A ₄ B ₂	2,24	A	T ₁₂ : A ₄ B ₃	5,00	AB	T ₁₁ : A ₄ B ₂	5,09	B
T ₁₀ : A ₄ B ₁	1,61	B	T ₁₃ : A ₅ B ₁	4,25	ABC	T ₁₀ : A ₄ B ₁	3,85	C
T ₇ : A ₃ B ₁	1,48	BC	T ₉ : A ₃ B ₃	4,25	ABC	T ₁₄ : A ₅ B ₂	3,11	D
T ₆ : A ₂ B ₃	1,38	BC	T ₁₁ : A ₄ B ₂	4,25	ABC	T ₁₅ : A ₅ B ₃	2,72	DE
T ₃ : A ₁ B ₃	1,36	BC	T ₆ : A ₂ B ₃	4,25	ABC	T ₁₃ : A ₅ B ₁	2,63	DEF
T ₁₄ : A ₅ B ₂	1,33	BC	T ₁₅ : A ₅ B ₃	4,25	ABC	T ₉ : A ₃ B ₃	2,21	EFG
T ₉ : A ₃ B ₃	1,28	BC	T ₂ : A ₁ B ₂	4,25	ABC	T ₈ : A ₃ B ₂	2,17	EFG
T ₁₅ : A ₅ B ₃	1,22	BCD	T ₁₄ : A ₅ B ₂	4,00	ABC	T ₅ : A ₂ B ₂	2,04	FG
T ₁₃ : A ₅ B ₁	1,18	BCD	T ₄ : A ₂ B ₁	4,00	ABC	T ₆ : A ₂ B ₃	1,71	GH
T ₈ : A ₃ B ₂	1,13	CD	T ₈ : A ₃ B ₂	3,75	BC	T ₃ : A ₁ B ₃	1,58	GHI
T ₅ : A ₂ B ₂	1,08	CD	T ₇ : A ₃ B ₁	3,50	C	T ₇ : A ₃ B ₁	1,57	GHI
T ₂ : A ₁ B ₂	0,79	DE	T ₃ : A ₁ B ₃	3,25	C	T ₄ : A ₂ B ₁	1,23	HI
T ₄ : A ₂ B ₁	0,76	DE	T ₁₀ : A ₄ B ₁	3,00	C	T ₂ : A ₁ B ₂	1,22	HI
T ₁ : A ₁ B ₁	0,48	E	T ₁ : A ₁ B ₁	3,00	C	T ₁ : A ₁ B ₁	0,93	I
CV = 13,96%			CV = 12,72%			CV = 10,25%		

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

Gráfico No. 16. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo los 60 dds.

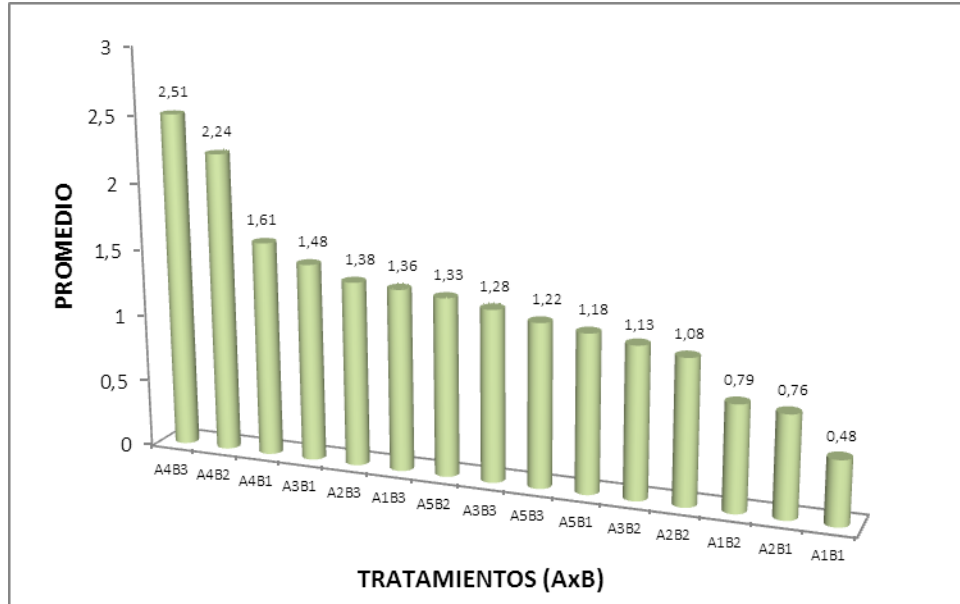
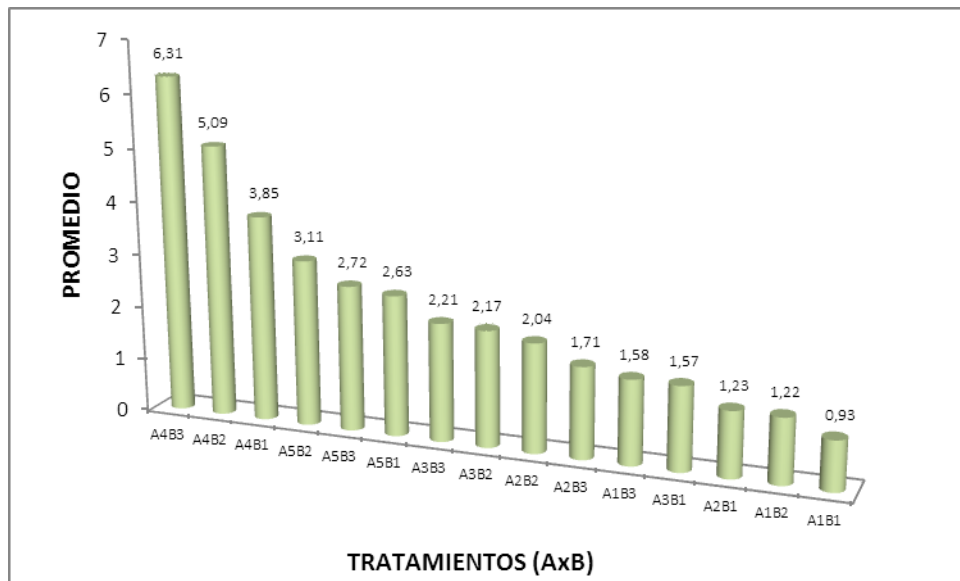


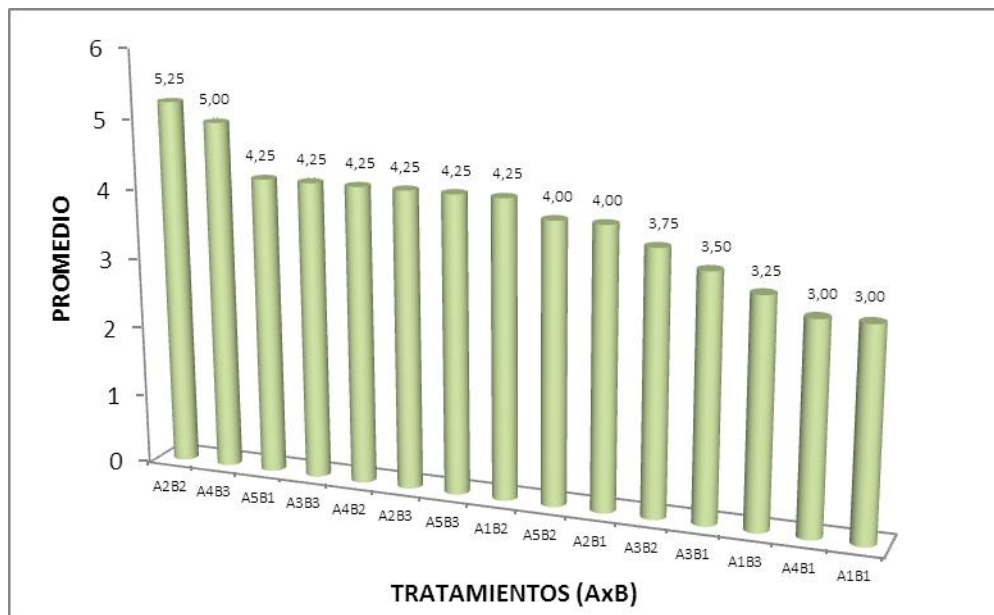
Gráfico No. 17. Especies forestales nativas en la variable longitud del limbo a los 60 dds.



Se calculó una dependencia de factores altamente significativa en las variables diámetro del tallo; número de hojas y largo del limbo a los 60 días después de la siembra; es decir la respuesta de las especies forestales nativas dependió del tiempo de inmersión en ácido giberélico (Cuadro No. 6).

Con la prueba de Tukey al 5%, el mayor diámetro del tallo y la longitud del limbo se registraron al remojar las semillas de la especie forestal Caucho en ácido giberélico por 9 horas (T_{12}) con 2,51 mm de DT y 6,31 cm de LL. De forma consistente los promedios más bajos se tuvieron al remojar por 3 horas en ácido giberélico el Moral fino ($T_1: A_1B_1$) con 0,48 mm del DT y 0,93 cm de la LL (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 16 y 17).

Gráfico No. 18. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable número de hojas a los 60 dds.



El mayor número de hojas/planta se evaluó en los tratamientos $T_5: A_2B_2$ (Especie forestal Guayacán + ácido giberélico remojo 6 horas) y $T_{12}: A_4B_3$ (Especie forestal Caucho + ácido giberélico remojo 9 horas) con 5,00 hojas; los tratamientos con la menor cantidad de hojas/planta fueron el $T_1: A_1B_1$ (Especie

Moral fino + ácido giberélico remojo 3 horas y T₁₀: A₄B₁ (Caucho + ácido giberélico remojo 3 horas) con 3,00 hojas (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 18)

Con estos resultados se evidencia que las giberelinas que contiene el ácido giberélico intervienen regulando el crecimiento, desarrollo o metabolismo de las plantas. En el crecimiento de los tallos y en la brotación de yemas las giberelinas estimulan la división celular promoviendo la organogénesis en los callos celulares.

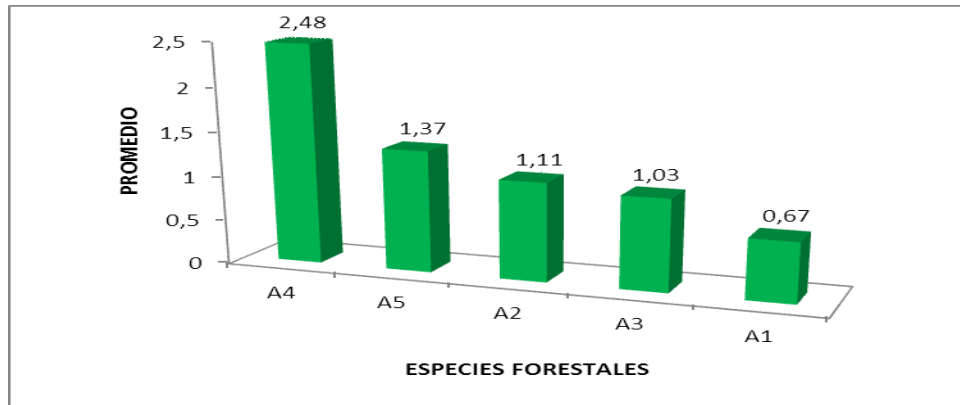
5.3. Ancho del limbo en cm; longitud del peciolo en cm y diámetro del peciolo en mm (AL en cm a los 60 dds; LP en cm a los 60 dds y DP en mm a los 60 dds)

Cuadro No. 7. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable AL en cm a los 60 dds; LP en cm a los 60 dds y DP en mm a los 60 dds.

AL en cm a los 60 dds (**)			LP en cm a los 60 dds (**)			DP en mm a los 60 dds (**)		
Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango
A ₄ : Caucho	2,48	A	A ₃ :	1,26	A	A ₄ :	1,46	A
A ₅ : Laurel	1,37	B	A ₂ :	0,8	B	A ₅ :	1,13	B
A ₂ : Guayacán	1,11	C	A ₄ :	0,63	C	A ₃ :	0,86	C
A ₃ : Cedro de montaña	1,03	C	A ₁ :	0,56	C	A ₁ :	0,71	CD
A ₁ : Moral fino	0,67	D	A ₅ :	0,34	D	A ₂ :	0,63	D

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

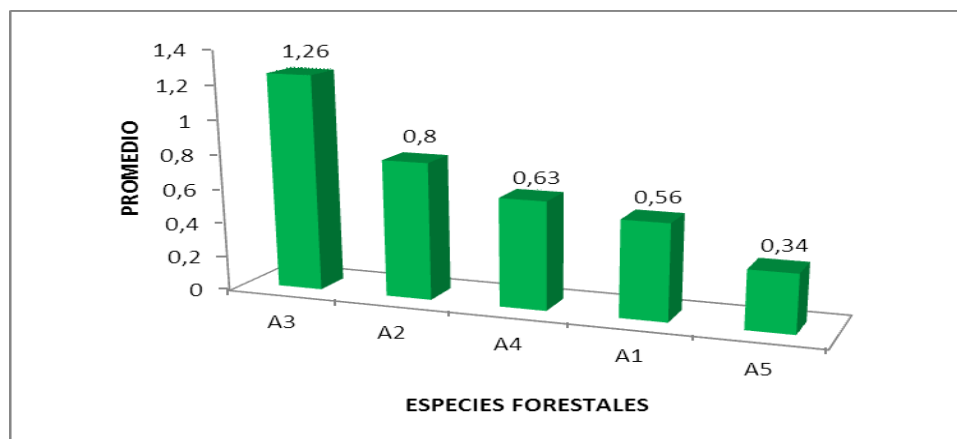
Gráfico No. 19. Especies forestales nativas en la variable ancho del limbo a los 60 dds.



La respuesta de las especies forestales nativas en cuanto a las variables ancho del limbo, longitud del peciolo y diámetro de peciolo evaluado a los 60 días después de la siembra fue muy diferente (**) (Cuadro No. 7).

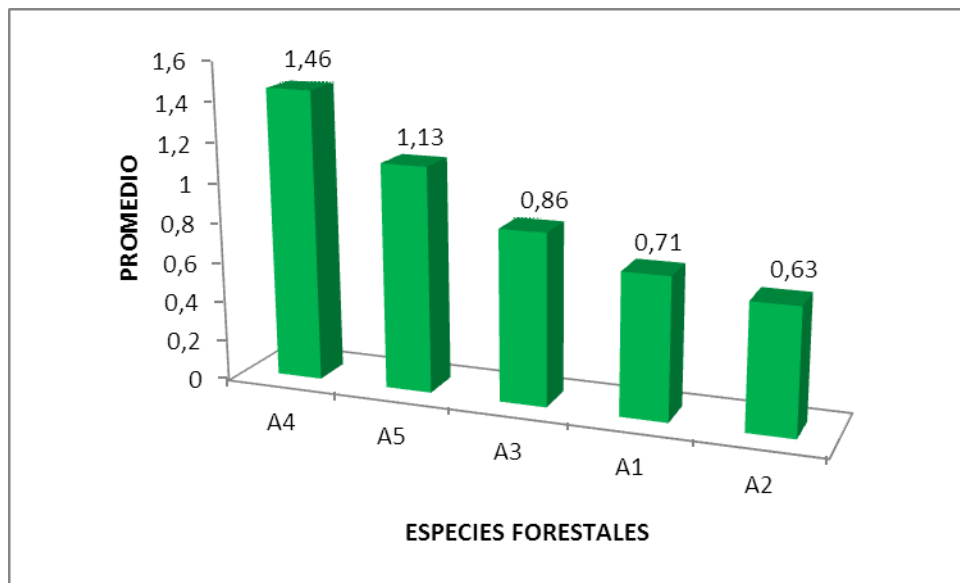
Con la prueba de Tukey al 5%, el mayor ancho del limbo se evaluó en la especie Caucho (A₄) con 2,48 cm; el promedio más bajo se registró en las plantas de Moral fino (A₁) con 0,67 cm (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 19).

Gráfico No. 20. Especies forestales nativas en la variable longitud del peciolo a los 60 dds.



Los promedios más altos de la longitud del pecíolo se dio en las plantas de especie Cedro de montaña (A₃) con 1,26 cm; el valor más bajo de la LL correspondió a la especie nativa Laurel (A₅) con 0,34 cm (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 20).

Gráfico No. 21. Especies forestales nativas en la variable diámetro del pecíolo a los 60 dds.



El mayor diámetro del pecíolo se encontró en la especie forestal Caucho (A₄) con 1,46 mm; en la especie A₂ (Guayacán) se determinó el promedio menor de diámetro del pecíolo con 0,63 mm (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 21).

La poca variabilidad de estos resultados se debe quizá a que el período que duro la investigación es muy corto y las especies forestales nativas no manifestaron todo su potencial de crecimiento y desarrollo.

Factores determinantes a más de los varietales que inciden en estas variables son la temperatura, distribución del riego, nutrición de las plantas, y el fotoperiodo, además de esto se requiere un sustrato optimo o adecuado, ya q de ello dependen el anclaje a la planta, suministro de agua y nutrientes para tener un mejor desarrollo y uniformidad en las plantas.

Cuadro No. 8. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable AL en cm a los 60 dds; LP en cm a los 60 dds y DP en mm a los 60 dds.

AL en cm a los 60 dds (NS)			LP en cm a los 60 dds (NS)			DP en mm a los 60 dds (NS)		
Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango
B ₁ : Ácido giberélico remojo 3 horas	1,14	A	B ₁ :	0,58	A	B ₁ :	0,85	A
B ₂ : Ácido giberélico remojo 6 horas	1,29	A	B ₂ :	0,69	A	B ₂ :	0,91	AB
B ₃ : Ácido giberélico remojo 9 horas	1,57	A	B ₃ :	0,88	A	B ₃ :	1,12	AB

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 22. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo a los 60 dds.

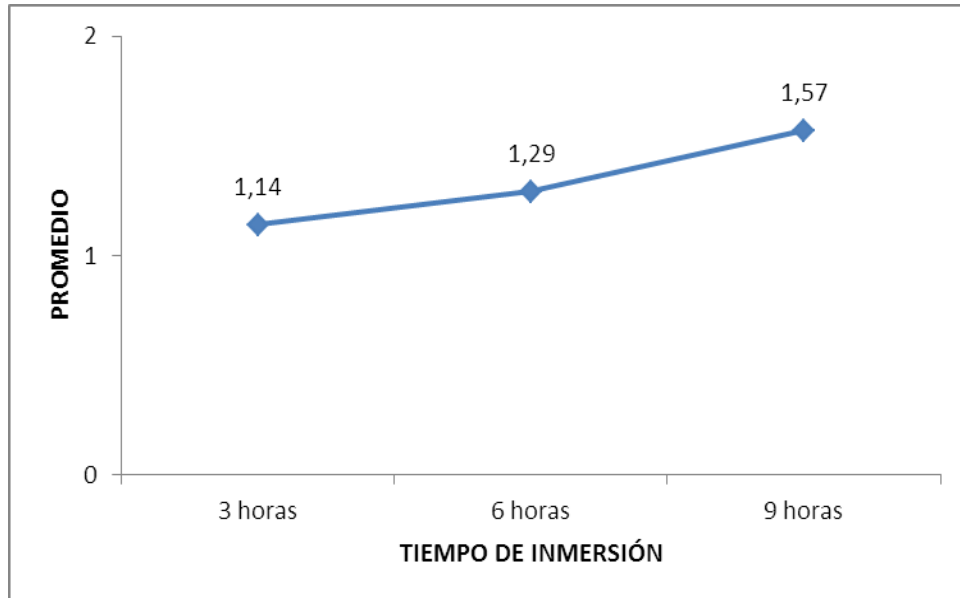


Gráfico No. 23. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del pecíolo a los 60 dds

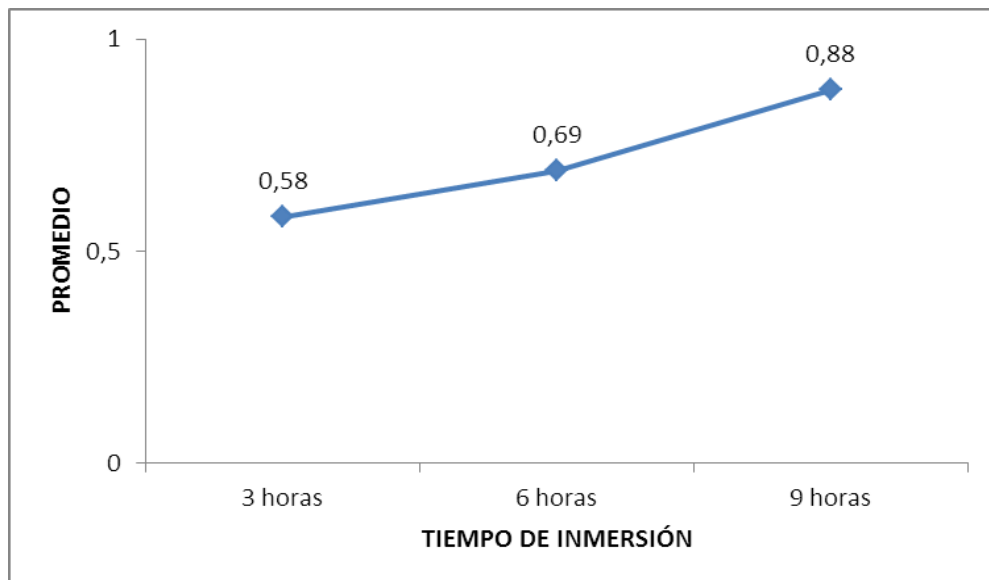
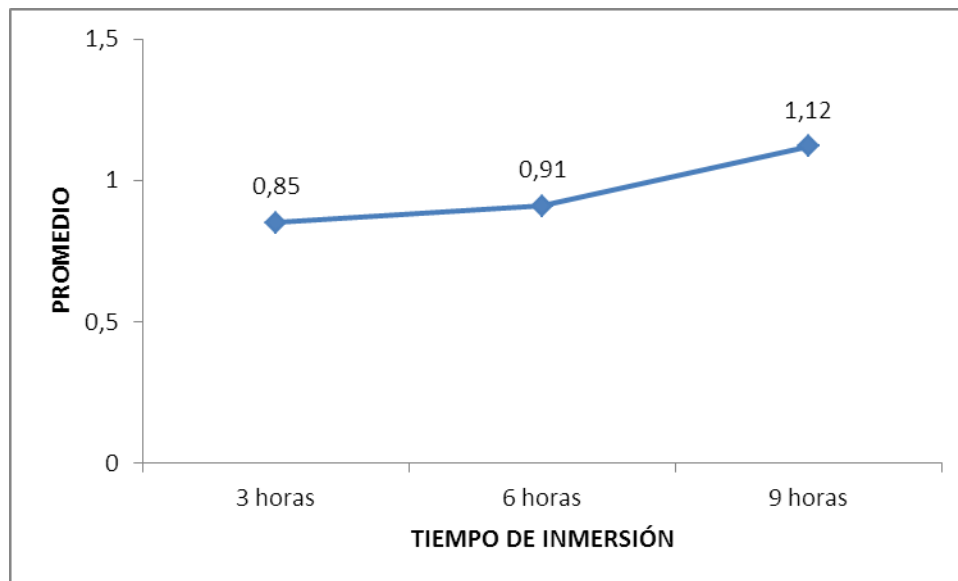


Gráfico No. 24. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del pecíolo a los 60 dds.



Se calcularon diferencias estadísticas no significativas como respuesta de los tiempos de inmersión en las variables ancho del limbo; longitud y diámetro del pecíolo a los 60 días después de la siembra (Cuadro No. 8).

Con la prueba de Polinomios Ortogonales, numéricamente a los 60 días después de la siembra, el mayor promedio del AL; LP y DP, se dio en el tiempo de inmersión B₃: Ácido giberélico remojo 9 horas con 1,57 cm; 0,88 cm y 1,12 mm para cada variable. Los promedios más bajos de estas variables se dieron en el B₁: 3 horas con 1,14 cm de AL; 0,58 cm de LP y 0,85 mm de DP (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 22, 23 y 24).

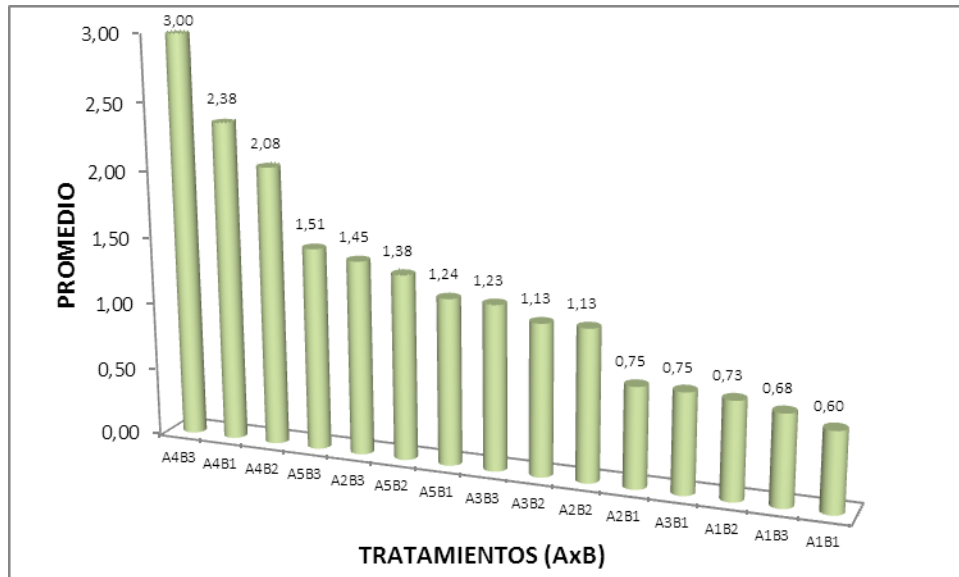
Con estos resultados se establece que las variables ancho del limbo, longitud del pecíolo y diámetro del pecíolo, son características varietales y dependen de su interacción genotipo ambiente. Entre los factores bioclimáticos tenemos la temperatura, humedad ambiental, fotoperiodo, etc. influyen también las características físicas y químicas del sustrato, sanidad y nutrición de las plantas.

Cuadro No. 9. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable AL en cm a los 60 dds; LP en cm a los 60 dds y DP en mm a los 60 dds.

AL en cm a los 60 dds (**)			LP en cm a los 60 dds (**)			DP en mm a los 60 dds (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T ₁₂ : A ₄ B ₃	3,00	A	T ₉ : A ₃ B ₃	1,56	A	T ₁₂ : A ₄ B ₃	1,61	A
T ₁₀ : A ₄ B ₁	2,38	B	T ₈ : A ₃ B ₂	1,16	B	T ₁₅ : A ₅ B ₃	1,44	A
T ₁₁ : A ₄ B ₂	2,08	B	T ₇ : A ₃ B ₁	1,07	BC	T ₁₁ : A ₄ B ₂	1,44	A
T ₁₅ : A ₅ B ₃	1,51	C	T ₁₂ : A ₄ B ₃	0,90	BCD	T ₁₀ : A ₄ B ₁	1,32	AB
T ₆ : A ₂ B ₃	1,45	C	T ₆ : A ₂ B ₃	0,90	BCD	T ₁₄ : A ₅ B ₂	1,03	BC
T ₁₄ : A ₅ B ₂	1,38	C	T ₅ : A ₂ B ₂	0,88	CD	T ₃ : A ₁ B ₃	0,99	BCD
T ₁₃ : A ₅ B ₁	1,24	CD	T ₃ : A ₁ B ₃	0,73	DE	T ₈ : A ₃ B ₂	0,94	BCDE
T ₉ : A ₃ B ₃	1,23	CDE	T ₂ : A ₁ B ₂	0,64	DEF	T ₁₃ : A ₅ B ₁	0,9	CDEF
T ₈ : A ₃ B ₂	1,13	CDEF	T ₄ : A ₂ B ₁	0,63	DEF	T ₇ : A ₃ B ₁	0,84	CDEF
T ₅ : A ₂ B ₂	1,13	CDEF	T ₁₀ : A ₄ B ₁	0,54	EF	T ₉ : A ₃ B ₃	0,81	CDEF
T ₄ : A ₂ B ₁	0,75	DEFG	T ₁₁ : A ₄ B ₂	0,45	EFG	T ₆ : A ₂ B ₃	0,74	CDEF
T ₇ : A ₃ B ₁	0,75	DEFG	T ₁₃ : A ₅ B ₁	0,36	FG	T ₁ : A ₁ B ₁	0,61	DEF
T ₂ : A ₁ B ₂	0,73	EFG	T ₁₅ : A ₅ B ₃	0,33	G	T ₅ : A ₂ B ₂	0,59	EF
T ₃ : A ₁ B ₃	0,68	FG	T ₁₄ : A ₅ B ₂	0,33	G	T ₄ : A ₂ B ₁	0,57	EF
T ₁ : A ₁ B ₁	0,60	G	T ₁ : A ₁ B ₁	0,31	G	T ₂ : A ₁ B ₂	0,54	F
CV = 4,92%			CV = 5,20%			CV = 5,72%		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

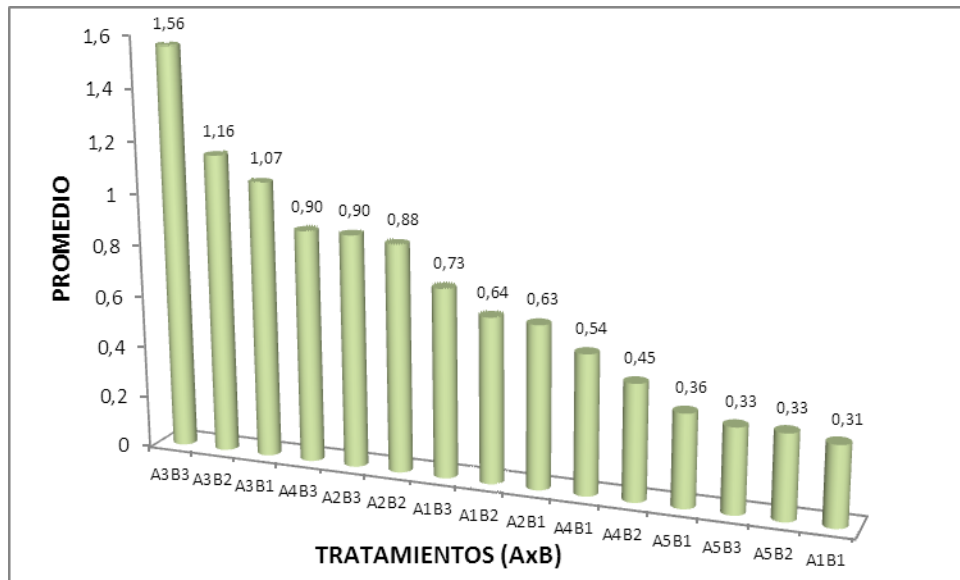
Gráfico No. 25. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo a los 60 dds.



La respuesta de las especies forestales nativas en cuanto a las variables ancho del limbo, ancho y diámetro del pecíolo a los 60 días después de la siembra, dependieron de los tiempos de inmersión; es decir fueron factores dependientes (Cuadro No. 9).

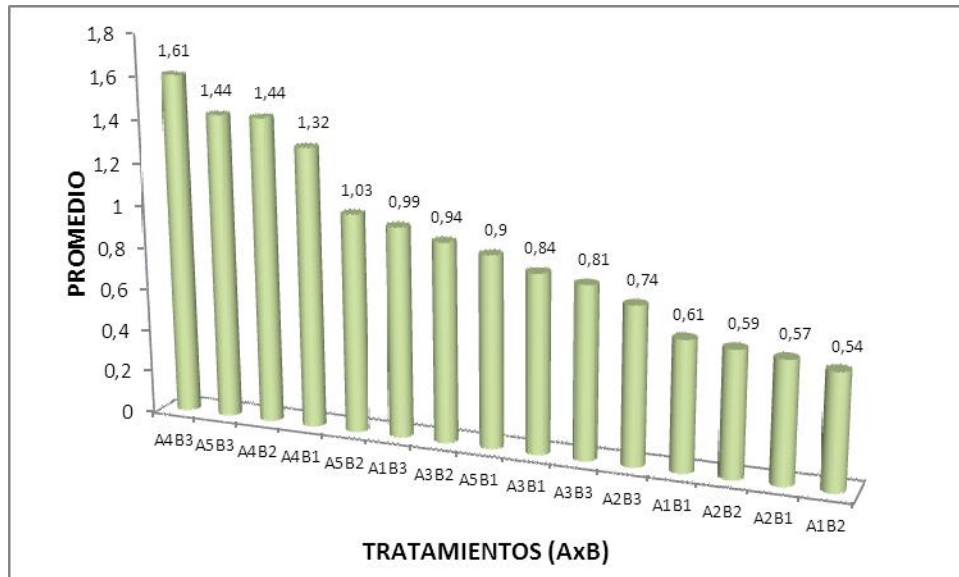
Con la prueba de Tukey al 5%, el mayor ancho del limbo se evaluó en la interacción A₄B₃ (T₁₂: Especie forestal Caucho + ácido giberélico remojo 9 horas) con 3,00; el promedio más bajo se dio en la combinación de factores A₁B₁ (T₁: Especie Moral fino + ácido giberélico remojo 3 horas) con 0,60 cm (Cuadro No. 9 y Gráfico No. 25)

Gráfico No. 26. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del pecíolo a los 60 dds.



La prueba de Tukey al 5%, indica que el promedio más alto de la longitud del pecíolo se registró en la interacción A₃B₃ (T₉: Especie Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 9 horas) con 1,56 cm, mientras que el valor menor se determinó en el T₁: Especie forestal Moral fino + ácido giberélico remojo 3 horas con 0,31 cm (Cuadro No. 9 y Gráfico No. 26).

Gráfico No. 27. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del pecíolo a los 60 dds.



Con la prueba de Tukey al 5%, el mayor diámetro del pecíolo correspondió a la combinación de factores especie forestal Caucho + ácido giberélico remojo 9 horas (T₁₂: A₄B₃) con 1,61 mm; en tanto que el promedio más bajo se tuvo en el tratamiento T₂ (Especie forestal Moral fino + ácido giberélico remojo 6 horas) con 0,54 mm (Cuadro No. 9 y Gráfico No. 27).

Estos resultados permiten fortalecer que las giberelinas actúan sobre el crecimiento y desarrollo de las partes vegetativas de las plantas, contribuyendo a una mejor nutrición de las plantas y por ende a una mayor efectividad de la tasa de fotosíntesis.

Las giberelinas actúan en la división celular y el crecimiento de las plantas, inhiben el desarrollo de raíces laterales, rompen la latencia de las yemas axilares, promueven el órgano-génesis en los tallos celulares; retrasan la senescencia o envejecimiento de los órganos vegetales, promueven la expansión celular en las hojas y promueven el desarrollo de los cloroplastos.

<http://www.ecuaquimica.com.html>,

5.4. Altura de plantas en cm, diámetro del tallo en mm y número de hojas a los 90 días después de la siembra (AP en cm a los 90 dds; DT en mm a los 90 dds y NH a los 90 dds)

Cuadro No. 10. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable AP en cm a los 90 dds; DT en mm a los 90 dds y NH a los 90 dds.

AP en cm a los 90 dds (**)			DT en mm a los 90 dds (**)			NH a los 90 dds (**)		
Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango
A ₄ : Caucho	12,35	A	A ₄ :	3,84	A	A ₂ :	7,58	A
A ₅ : Laurel	12,05	A	A ₅ :	2,88	B	A ₅ :	6,50	B
A ₃ : Cedro de montaña	8,00	B	A ₂ :	1,99	C	A ₄ :	5,75	C
A ₂ : Guayacán	5,95	C	A ₃ :	1,65	D	A ₃ :	5,58	C
A ₁ : Moral fino	5,46	C	A ₁ :	1,32	E	A ₁ :	5,50	C

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

Gráfico No. 28. Especies forestales nativas en la variable altura de plantas a los 90 dds.

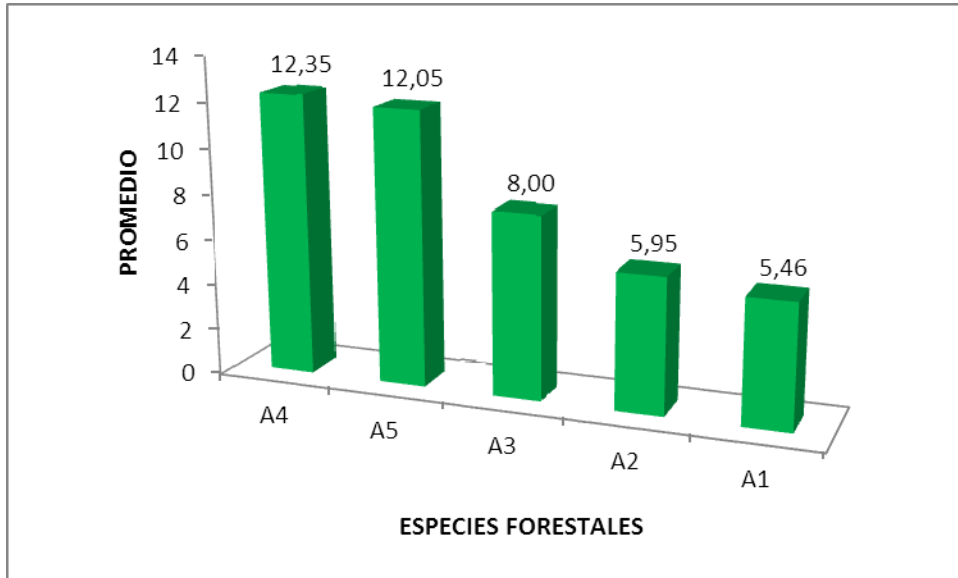
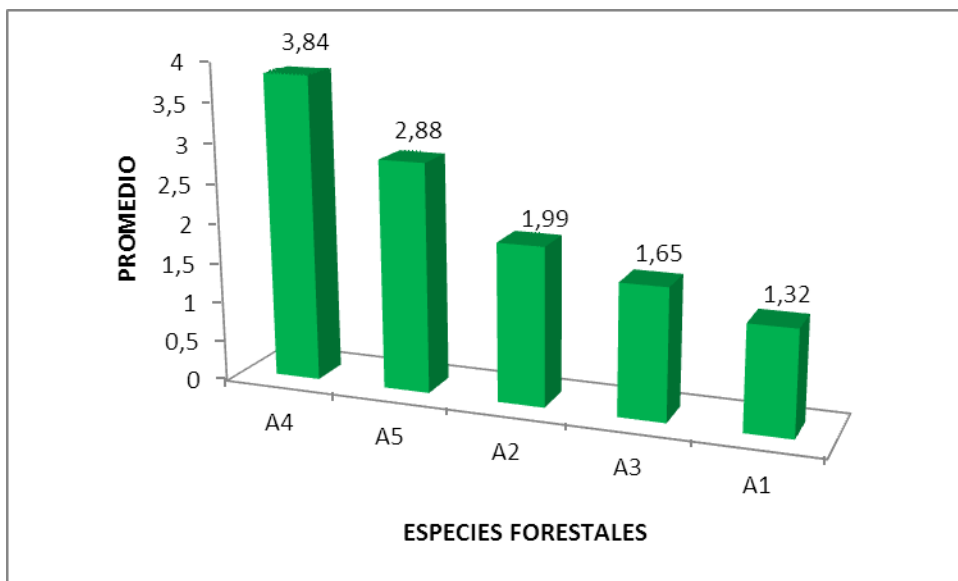


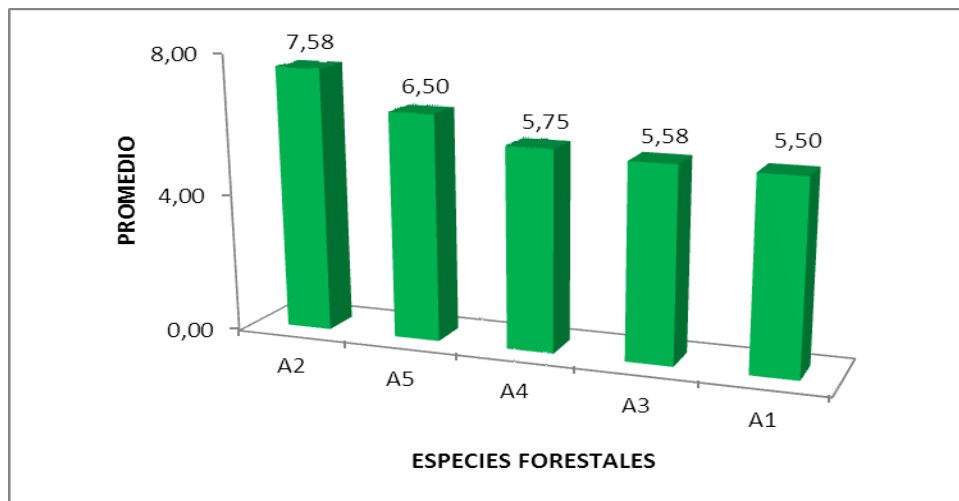
Gráfico No. 29. Especies forestales nativas en la variable diámetro del tallo a los 90 dds.



La respuesta de las especies forestales nativas fue muy diferente (**) en cuanto a las variables altura de plantas; diámetro del tallo y número de hojas a los 90 días después de la siembra (Cuadro No. 10).

Con la prueba de Tukey al 5%, plantas más altas y tallos más gruesos se registró en la especie forestal Caucho (A₄) con 12,35 cm y 3,84 mm respectivamente. Plantas más pequeñas y tallos más delgados se tuvo en la especie A₁ (Moral fino) con 5,46 cm de AP y 1,32 mm de DT (Cuadro No. 10 y Gráfico No. 28 y 29).

Gráfico No. 30. Especies forestales nativas en la variable número de hojas a los 90 dds.



Con la prueba de Tukey al 5%, las especies forestales con el mayor número de hojas fue Guayacán (A₂) con 7,58 (8,00) y Laurel (A₅) con 6,50 (7,00). En las demás especies forestales se tuvo 6,00 hojas/planta (Cuadro No. 10 y Gráfico No. 30).

Estos resultados son lógicos, porque el Cuacho, es una especie forestal nativa de rápido crecimiento. Las temperaturas de 30 °C son favorables para el alargamiento de la raíz y del hipocótilo, las plántulas tienen las mismas exigencias que las semillas. En 15 años puede llegar a alcanzar 20 m y 50 cm de diámetro. (Landis, T. 2007)

En la altura de la planta es determinante la calidad de sustrato en relación a nutrientes, textura, aireación, densidad, materia orgánica, pH, microorganismos favorables que contribuyen a los procesos de aireación, la temperatura, el O₂, CO₂ capacidad de intercambio catiónico, capacidad de campo y entre otros.

Como se infirió anteriormente la especie forestal Caucho dispone de un crecimiento vegetativo rápido en comparación a las demás especies forestales nativas utilizadas en este proyecto investigativo.

El diámetro del tallo en la etapa de plántula, permite predecir en gran medida la supervivencia de la planta en campo, especialmente cuando se incluye una estimación de la biomasa de la raíz, aparentemente el diámetro es un buen indicador del comportamiento de la altura y ambos definen la producción de biomasa de la parte aérea y la raíz. También, el diámetro está fuertemente correlacionado con el peso de la parte aérea y del sistema radicular. Una supervivencia alta (> 80%), se logra cuando las plantas tienen de 5 a 6 mm de diámetro. Mexal, J. y Landis, T. 2007

El número de hojas es una característica varietal y depende también de su interacción genotipo-ambiente

Estos resultados se deben a que las plantas de Guayacán dispone de copa muy pequeña, estrecha y abierta lo cual permite el paso de mucha luz, lo que facilita el crecimiento y desarrollo de los órganos vegetativos.

Cuadro No. 11. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable AP en cm a los 90 dds; DT en mm a los 90 dds y NH a los 90 dds.

AP en cm a los 90 dds (*)			DT en mm a los 90 dds (*)			NH a los 90 dds (**)		
Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango
B ₁ : Ácido giberélico remojo 3 horas	8,13	A	B ₁ :	1,94	A	B ₁ :	5,00	A
B ₂ : Ácido giberélico remojo 6 horas	8,35	A	B ₂ :	2,51	B	B ₂ :	6,00	B
B ₃ : Ácido giberélico remojo 9 horas	9,81	AB	B ₃ :	2,57	B	B ₃ :	7,00	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 31. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas a los 90 dds.

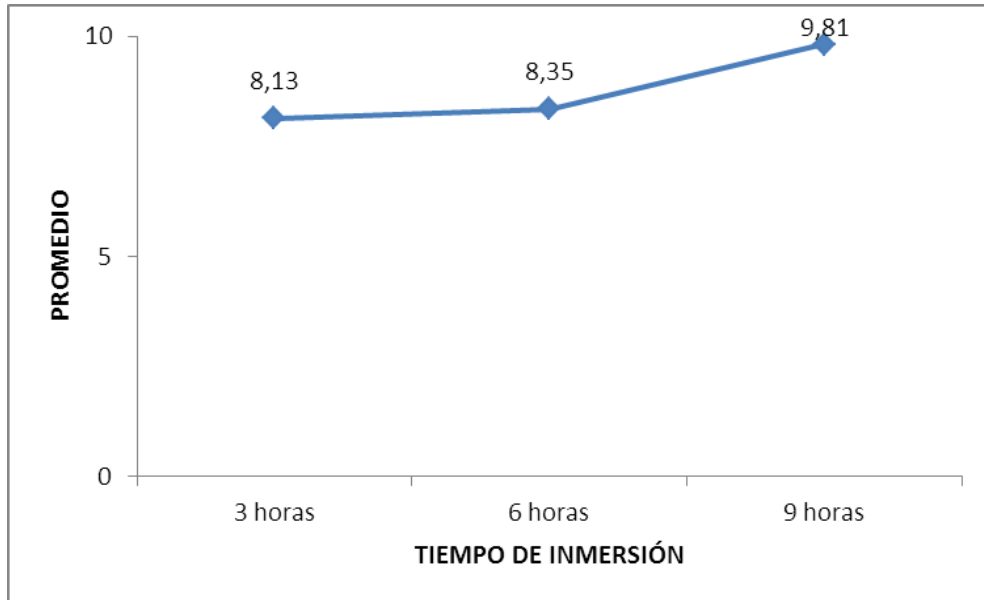


Gráfico No. 32. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo a los 90 dds

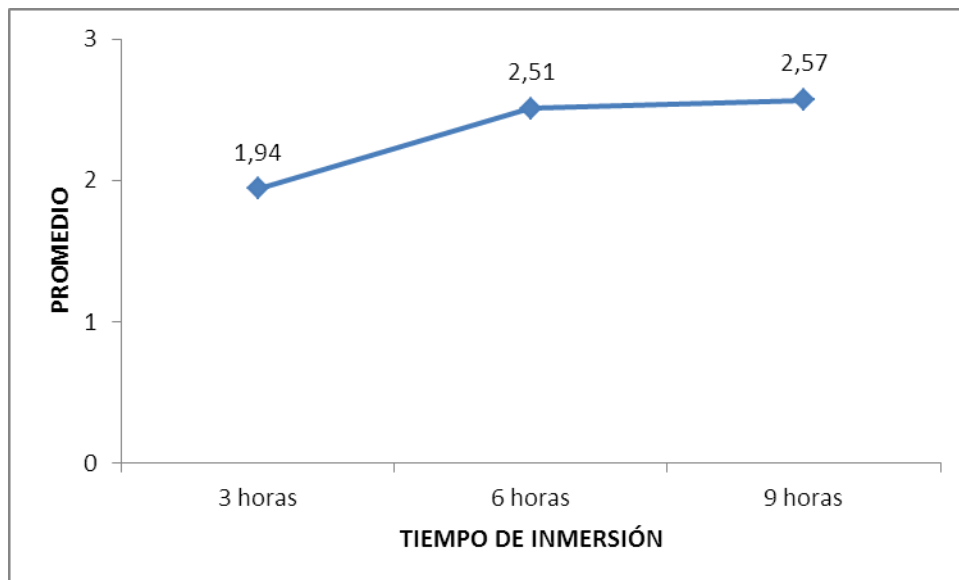
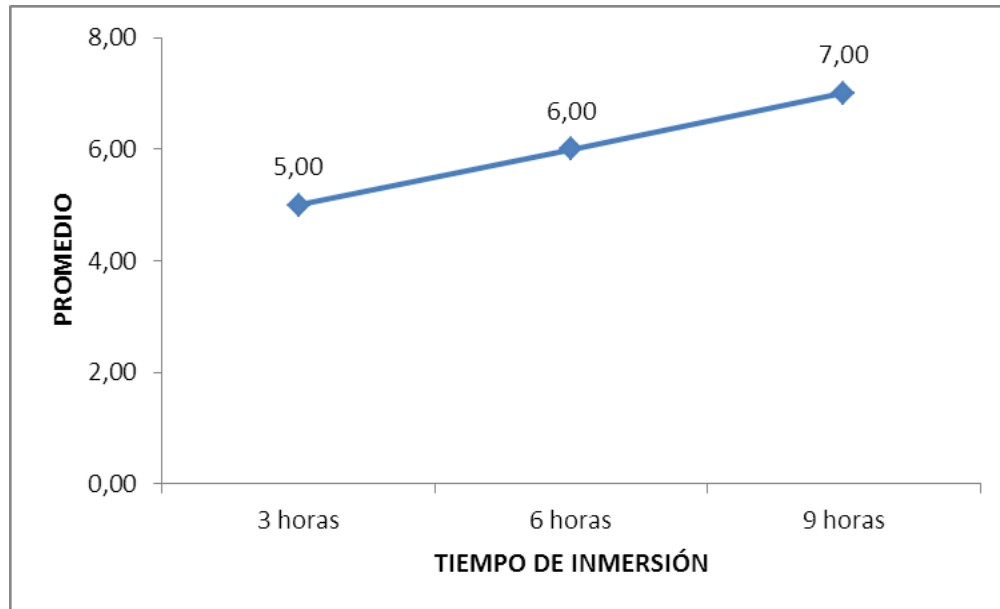


Gráfico No. 33. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable número de hojas a los 90 dds.



Se determinaron diferencias estadísticas significativas y altamente significativas como respuesta del tiempo de inmersión para las variables altura de plantas, diámetro del tallo y número de hojas a los 90 días después de la siembra (Cuadro No. 11)

Los resultados de la prueba de Polinomios Ortogonales, indican que de forma consistente los promedios más altos de estas variables evaluadas a los 90 dds, se registró en el tiempo de inmersión B₃ (Ácido giberélico remojo 9 horas) con 9,81 cm de AP, 2,57 mm de DT y 7,00 hojas/planta.

Los promedios menores de la AP; DT y NH, se registró en el periodo de inmersión de 3 horas en ácido giberélico (B₁) con 8,13 cm de AP; 1,94 mm de DT y 5,00 hojas/planta (Cuadro No. 11 y Gráfico No. 31, 32 y 33).

Con estos resultados se nota una respuesta de tipo lineal; es decir que al someter las semillas de las especies forestales a mayor tiempo de inmersión en la solución

de ácido giberélico mayores fueron los resultados de las variables evaluadas a los 90 días después de la siembra.

El crecimiento y desarrollo de las plantas está regulado por sustancias químicas que en conjunto ejercen una completa interacción para cubrir las necesidades de la planta.

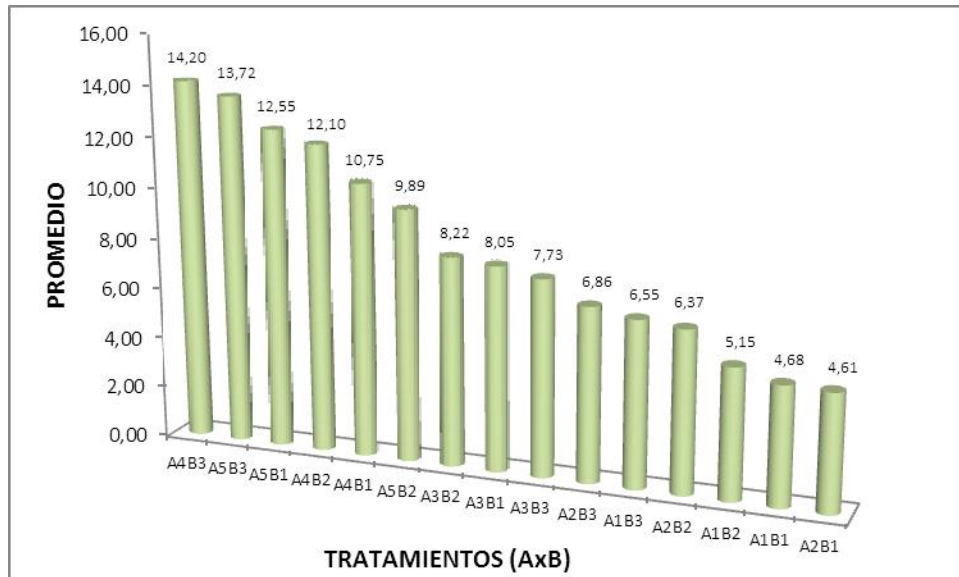
En esta investigación se confirma que la presencia del ácido giberélico en el momento adecuado y en pequeñas cantidades estimula, inducen o modifican cualquier proceso fisiológico en las plantas, específicamente para tener un cierto crecimiento metabólico de los tallos.

Cuadro No. 12. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable AP en cm a los 90 dds; DT en mm a los 90 dds y NH a los 90 dds

AP en cm a los 90 dds (**)			DT en mm a los 90 dds (**)			NH a los 90 dds (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T ₁₂ : A ₄ B ₃	14,20	A	T ₁₁ : A ₄ B ₂	4,24	A	T ₅ : A ₂ B ₂	8,25	A
T ₁₅ : A ₅ B ₃	13,72	AB	T ₁₂ : A ₄ B ₃	4,14	A	T ₆ : A ₂ B ₃	7,75	AB
T ₁₃ : A ₅ B ₁	12,55	BC	T ₁₄ : A ₅ B ₂	3,28	B	T ₁₅ : A ₅ B ₃	7,75	AB
T ₁₁ : A ₄ B ₂	12,10	CD	T ₁₅ : A ₅ B ₃	3,26	B	T ₁₂ : A ₄ B ₃	7,25	ABC
T ₁₀ : A ₄ B ₁	10,75	DE	T ₁₀ : A ₄ B ₁	3,13	B	T ₄ : A ₂ B ₁	6,75	BCD
T ₁₄ : A ₅ B ₂	9,89	E	T ₆ : A ₂ B ₃	2,23	C	T ₁₄ : A ₅ B ₂	6,50	BCDE
T ₈ : A ₃ B ₂	8,22	F	T ₁₃ : A ₅ B ₁	2,11	C	T ₃ : A ₁ B ₃	6,25	CDEF
T ₇ : A ₃ B ₁	8,05	F	T ₅ : A ₂ B ₂	2,1	CD	T ₉ : A ₃ B ₃	6,00	CDEF
T ₉ : A ₃ B ₃	7,73	FG	T ₉ : A ₃ B ₃	1,83	CDE	T ₁₁ : A ₄ B ₂	5,75	DEF
T ₆ : A ₂ B ₃	6,86	FG	T ₄ : A ₂ B ₁	1,65	DE	T ₈ : A ₃ B ₂	5,50	DEFG
T ₃ : A ₁ B ₃	6,55	GH	T ₇ : A ₃ B ₁	1,62	EF	T ₂ : A ₁ B ₂	5,25	EFG
T ₅ : A ₂ B ₂	6,37	GH	T ₈ : A ₃ B ₂	1,51	EF	T ₁₃ : A ₅ B ₁	5,25	EFG
T ₂ : A ₁ B ₂	5,15	HI	T ₂ : A ₁ B ₂	1,42	EF	T ₇ : A ₃ B ₁	5,25	EFG
T ₁ : A ₁ B ₁	4,68	I	T ₃ : A ₁ B ₃	1,38	EF	T ₁ : A ₁ B ₁	5,00	FG
T ₄ : A ₂ B ₁	4,61	I	T ₁ : A ₁ B ₁	1,17	F	T ₁₀ : A ₄ B ₁	4,25	G
CV = 6,65%			CV = 7,72%			CV = 9,10 %		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

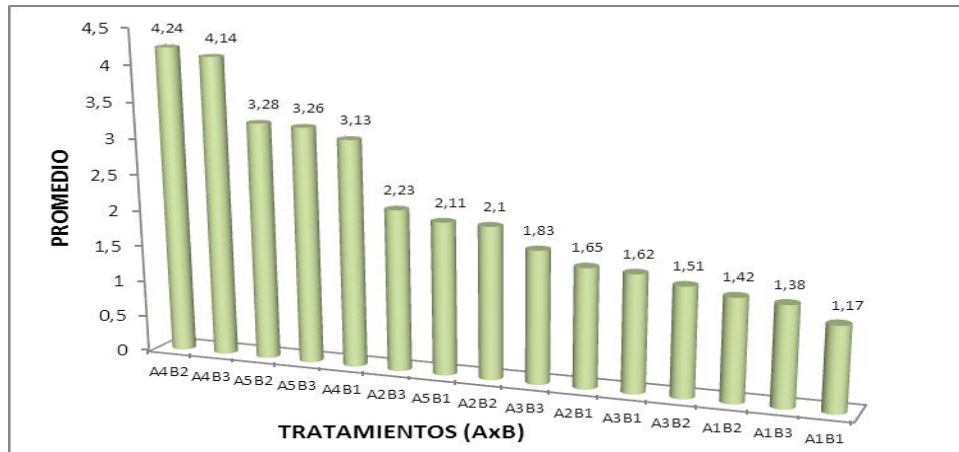
Gráfico No. 34. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas a los 90 dds.



Se determinó una dependencia de factores altamente significativa en cuanto a las variables altura de plantas, diámetro del tallo y número de hojas evaluado a los 90 días después de la siembra; es decir la respuesta de las especies forestales nativas dependió de los tiempos de inmersión (Cuadro No. 12).

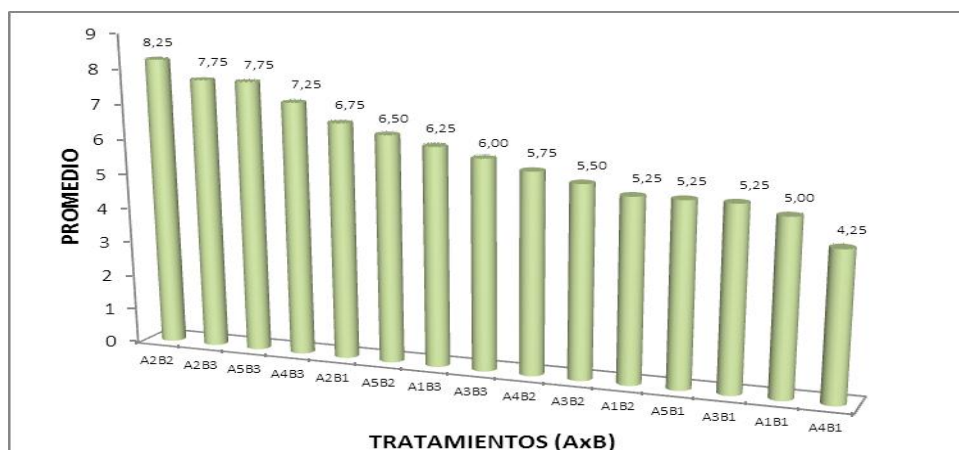
La prueba de Tukey al 5%, indica que la mayor altura de plantas se encontró en el tratamiento T₁₂: Especie forestal Caucho + ácido giberélico remojo 9 horas con 14,20 cm, y, la menor AP se dio en el T₄: Especie forestal Guayacán + ácido giberélico remojo 3 horas con 4,61 cm (Cuadro No. 12 y Grafico No. 34)

Gráfico No. 35. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo a los 90 dds.



En la prueba de Tukey al 5%, el mayor diámetro del tallo, se identificó en el tratamiento T₁₁ (Especie forestal Caucho + ácido giberélico remojo 6 horas) con 4,24 mm y T₁₂ (A₄B₃: Caucho + ácido giberélico remojo 9 horas) con 4,14 mm. El valor más bajo se registró en el T₁: A₁B₁ (Moral fino + ácido giberélico remojo 3 horas) con 1,17 mm (Cuadro No. 12 y Grafico No. 35).

Gráfico No. 36. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable número de hojas a los 90 dds.



La prueba de Tukey al 5%, señala que el mayor número de hojas se evaluó en el tratamiento T₅: (Especie Guayacán + ácido giberélico remojo 6 horas) con 8,25 (8,00); el tratamiento con la menor cantidad de hojas/planta fue el T₁₀: A₄B₁ (Especie forestal Caucho + ácido giberélico remojo 3 horas) con 4,25 (4,00) hojas (Cuadro No. 12 y Gráfico No. 36).

Estas diferencias se dieron por la eficiencia de la hormona, a lo que suma las características físicas, químicas y biológicas del sustrato tuvo un pH 7.1 prácticamente neutro; un contenido alto para potasio, hierro y materia orgánica; medio para nitrógeno; fósforo, calcio, magnesio, azufre, cobre y manganeso, bajo para zinc y boro (INIAP. 2016).

5.5. Largo del limbo en cm; ancho del limbo en cm y longitud del pecíolo en cm a los 90 días después de la siembra (LL en cm a los 90 dds; AL en cm a los 90 dds y LP en cm a los 90 dds)

Cuadro No. 13. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable LL en cm a los 90 dds; AL en cm a los 90 dds y LP en cm a los 90 dds.

LL en cm a los 90 dds (**)			AL en cm a los 90 dds (**)			LP en cm a los 90 dds (**)		
Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango
A ₄ : Caucho	10,40	A	A ₄ :	6,37	A	A ₂ :	1,62	A
A ₅ : Laurel	9,39	B	A ₅ :	4,04	B	A ₃ :	1,58	A
A ₃ : Cedro de montaña	4,38	C	A ₂ :	2,66	C	A ₄ :	1,20	B
A ₂ : Guayacán	3,21	D	A ₃ :	2,61	C	A ₅ :	1,13	B
A ₁ : Moral fino	2,52	E	A ₁ :	1,16	D	A ₁ :	0,39	C

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 37. Especies forestales nativas en la variable longitud del limbo a los 90 dds.

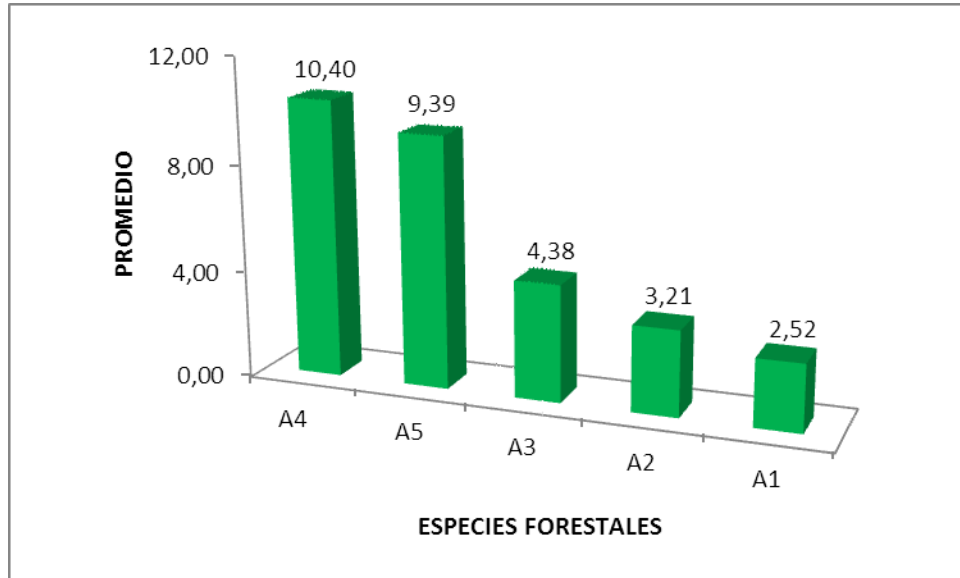
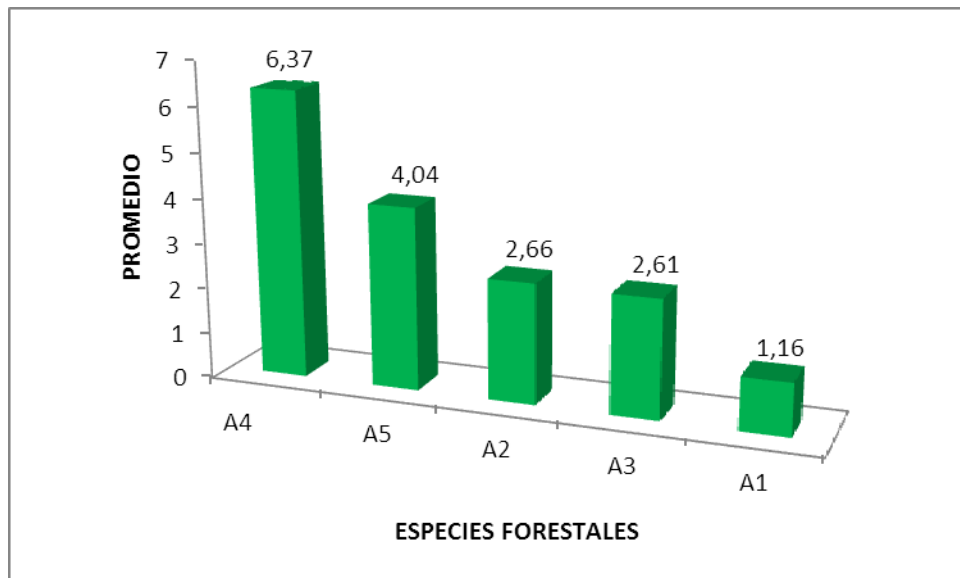


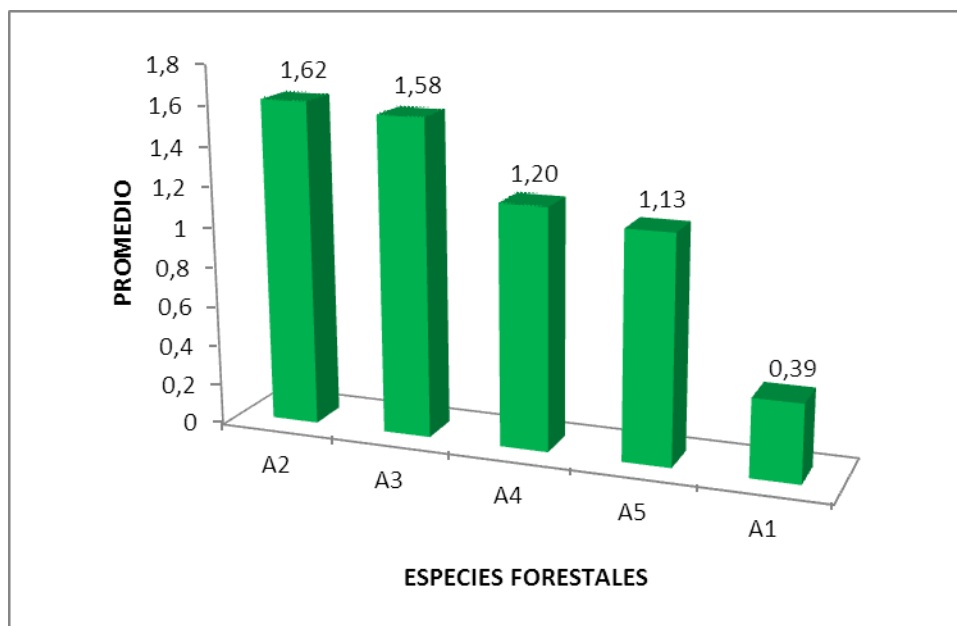
Gráfico No. 38. Especies forestales nativas en la variable ancho del limbo a los 90 dds.



La respuesta de las especies forestales nativas en cuanto a las variables longitud y ancho del limbo, y longitud del pecíolo evaluado a los 90 días después de la siembra fue muy diferente (**) (Cuadro No. 13).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente el promedio más alto de la longitud y ancho del pecíolo se registró en la especie forestal A₄: Caucho con 10,40 cm y 6,37 cm respectivamente. Mientras que los promedios más bajos se tuvo en la especie forestal A₁: Moral fino con 2,52 cm de LL y 1,16 cm de AL (Cuadro No. 13 y Grafico No. 37 y 38).

Gráfico No. 39. Especies forestales nativas en la variable longitud del pecíolo a los 90 dds.



La prueba de Tukey al 5% para la LP, demuestra que el valor más alto se evaluó en la especie A₂: Guayacán con 1,62 cm, y, el promedio menor se dio en la especie A₁: Moral fino con 0,39 cm (Cuadro No. 13 y Grafico No. 39).

Las variables longitud y ancho del limbo, y longitud del pecíolo son características varietales de cada especie forestal y mantienen una fuerte interacción con el ambiente donde se desarrolla la planta.

Estos resultados son lógicos debido a que las giberelinas a más de estimular la germinación en ciertas especies de semillas latentes, estimulan el crecimiento de las plántulas y supera el enanismo de los epicótilos latentes. Afecta la descomposición vegetal y ayuda a su crecimiento, ayudando el crecimiento, longitud y ancho del limbo, y longitud del pecíolo.

Si las plantas están bien nutridas, dispone de humedad y temperatura adecuada, el resultado son plantas más altas y vigorosas lo cual es una ventaja para los viveristas, quienes obtienen plantas de calidad y en menor tiempo para la plantación.

Cuadro No. 14. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable LL en cm a los 90 dds; AL en cm a los 90 dds y LP en cm a los 90 dds.

LL en cm a los 90 dds (NS)			AL en cm a los 90 dds (NS)			LP en cm a los 90 dds (NS)		
Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango
B ₁ : Ácido giberélico remojo 3 horas	5,88	A	B ₁ :	3,24	A	B ₁ :	0,98	A
B ₂ : Ácido giberélico remojo 6 horas	5,99	A	B ₂ :	3,16	A	B ₂ :	1,18	B
B ₃ : Ácido giberélico remojo 9 horas	6,07	A	B ₃ :	3,70	A	B ₃ :	1,39	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 40. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del limbo a los 90 dds.

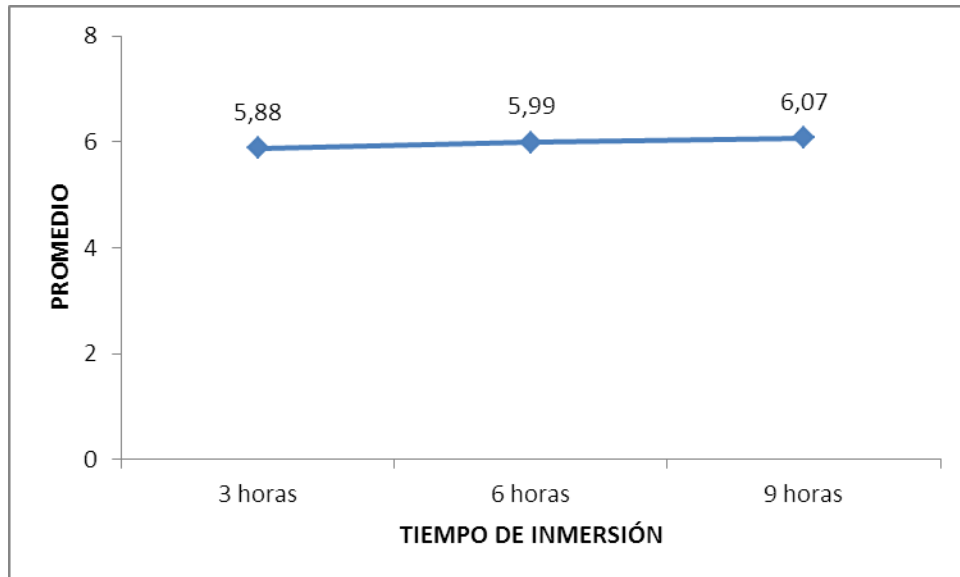


Gráfico No. 41. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo a los 90 dds

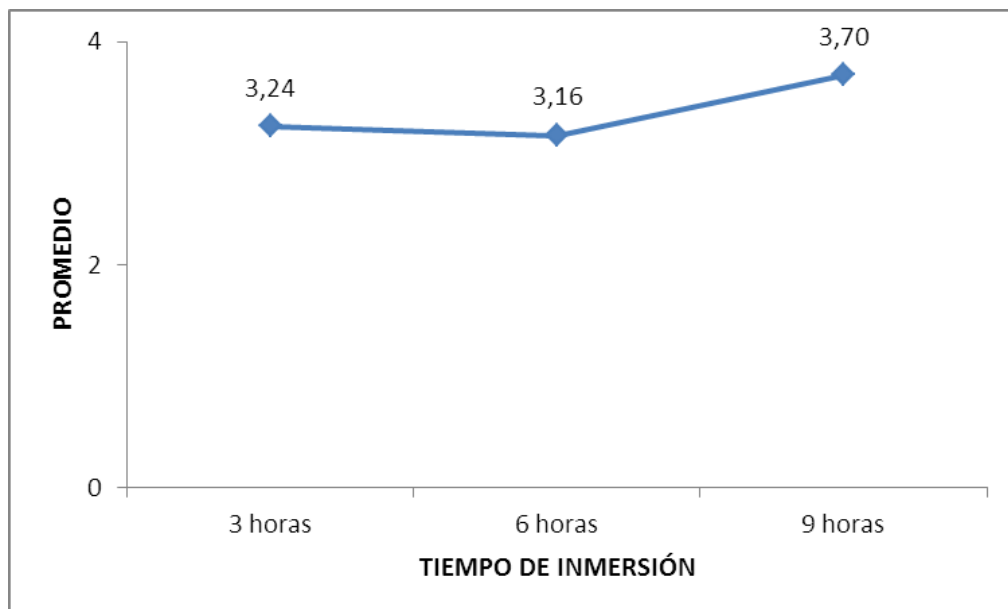
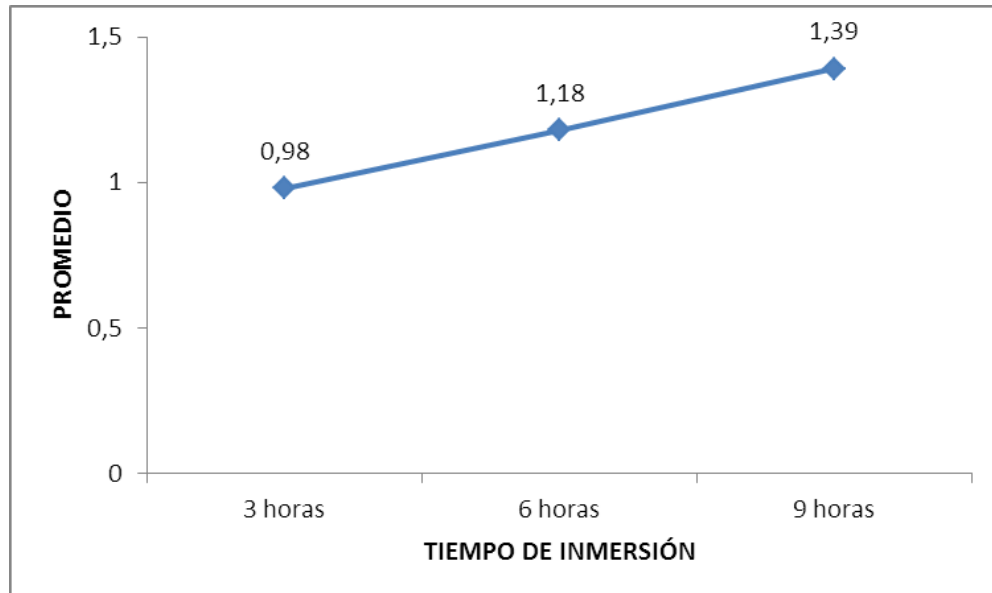


Gráfico No. 42. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del peciolo a los 90 dds.



No calcularon diferencias estadísticas significativas como respuesta de los tiempos de inmersión en cuanto a las variables longitud y ancho del limbo; así como para el diámetro del peciolo (Cuadro No. 14).

Con la prueba de Polinomios Ortogonales, a los 90 días después de la siembra, numéricamente los promedios más altos de estas variables se evaluaron en el tiempo de inmersión B₃: Ácido giberélico 9 horas con 6,07 cm de LL; 3,70 cm de AL y 1,39 de LP. Los promedios más bajos correspondieron al tiempo de inmersión B₁: Ácido giberélico 3 horas con 5,88 cm de LL; 3,24 cm de AL y 0,98 LP (Cuadro No. 14 y Gráfico No. 40, 41 y 42).

La variable ancho y longitud del limbo; y, diámetro del peciolo, son de tipo varietales y obedecen a la interacción genotipo – ambiente.

En estas variables actúan los factores bioclimáticos como temperatura, humedad relativa y la evapotranspiración, etc. en los edáficos esta la textura, estructura, porosidad, pH, contenido y disponibilidad de macro y micro nutriente, así como la

capacidad de intercambio catiónico del sustrato. Componentes que intervienen en el crecimiento y desarrollo de los vegetales, es decir en conjunto ejercen una completa interacción para cubrir las necesidades de la planta, lo que se traduce en valores mayores de estas variables.

Cuadro No. 15. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable LL en cm a los 90 dds; AL en cm a los 90 dds y LP en cm a los 90 dds.

LL en cm a los 90 dds (**)			AL en cm a los 90 dds (**)			LP en cm a los 90 dds (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T ₁₁ : A ₄ B ₂	10,70	A	T ₁₁ : A ₄ B ₂	7,34	A	T ₆ : A ₂ B ₃	2,57	A
T ₁₀ : A ₄ B ₁	10,27	AB	T ₁₂ : A ₄ B ₃	6,10	B	T ₈ : A ₃ B ₂	1,69	B
T ₁₂ : A ₄ B ₃	10,24	AB	T ₁₀ : A ₄ B ₁	5,67	BC	T ₇ : A ₃ B ₁	1,65	B
T ₁₃ : A ₅ B ₁	9,71	BC	T ₁₃ : A ₅ B ₁	5,08	C	T ₅ : A ₂ B ₂	1,49	BC
T ₁₅ : A ₅ B ₃	9,51	BC	T ₁₅ : A ₅ B ₃	3,60	D	T ₉ : A ₃ B ₃	1,40	BCD
T ₁₄ : A ₅ B ₂	8,94	C	T ₁₄ : A ₅ B ₂	3,43	D	T ₁₂ : A ₄ B ₃	1,38	BCD
T ₈ : A ₃ B ₂	5,00	D	T ₆ : A ₂ B ₃	3,42	D	T ₁₁ : A ₄ B ₂	1,32	BCDE
T ₇ : A ₃ B ₁	4,54	D	T ₉ : A ₃ B ₃	3,05	DE	T ₁₃ : A ₅ B ₁	1,23	BCDE
T ₆ : A ₂ B ₃	4,35	DE	T ₇ : A ₃ B ₁	2,47	EF	T ₁₅ : A ₅ B ₃	1,20	BCDE
T ₉ : A ₃ B ₃	3,60	EF	T ₅ : A ₂ B ₂	2,42	EF	T ₁₄ : A ₅ B ₂	0,98	CDEF
T ₅ : A ₂ B ₂	2,96	FG	T ₈ : A ₃ B ₂	2,31	F	T ₁₀ : A ₄ B ₁	0,89	DEFG
T ₂ : A ₁ B ₂	2,75	FG	T ₄ : A ₂ B ₁	2,13	FG	T ₄ : A ₂ B ₁	0,79	EFGH
T ₄ : A ₂ B ₁	2,58	G	T ₂ : A ₁ B ₂	1,55	GH	T ₂ : A ₁ B ₂	0,43	FGH
T ₃ : A ₁ B ₃	2,33	G	T ₃ : A ₁ B ₃	1,08	HI	T ₃ : A ₁ B ₃	0,40	GH
T ₁ : A ₁ B ₁	2,25	G	T ₁ : A ₁ B ₁	0,85	I	T ₁ : A ₁ B ₁	0,34	H
CV = 6,17%			CV = 7,47%			CV = 8,37%		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

Gráfico No. 43. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del limbo a los 90 dds.

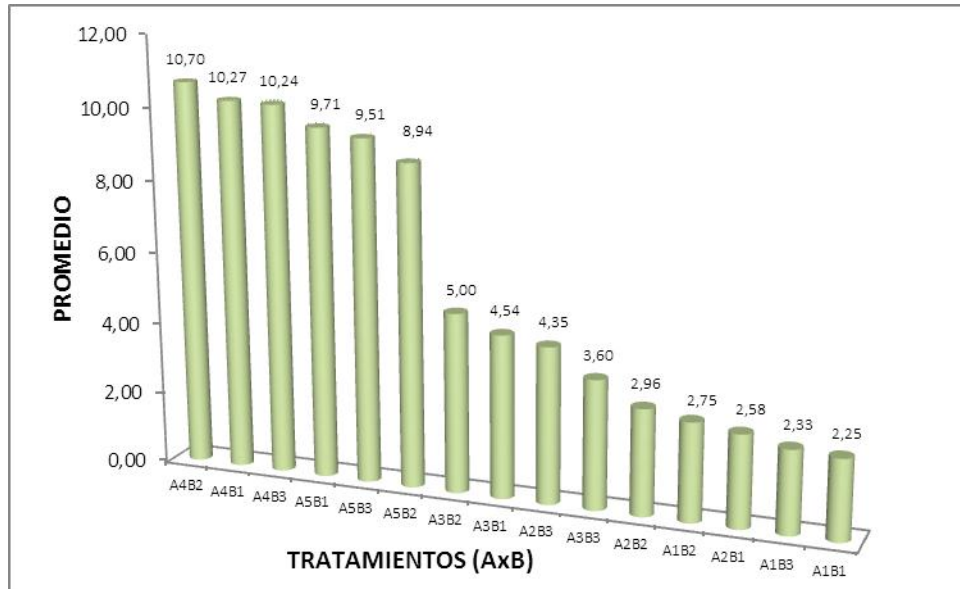
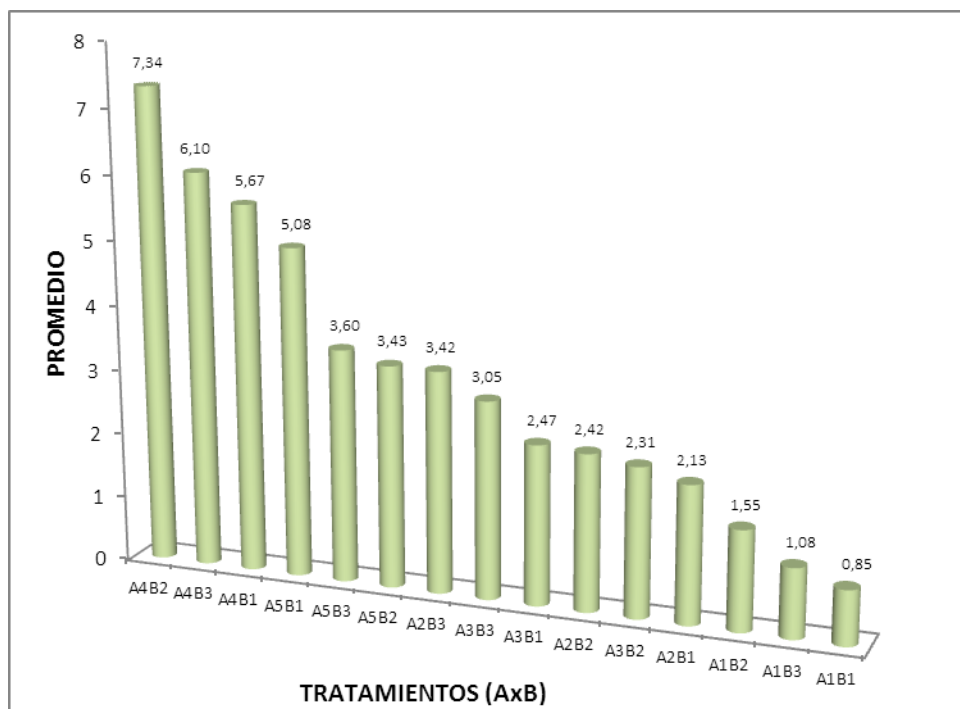


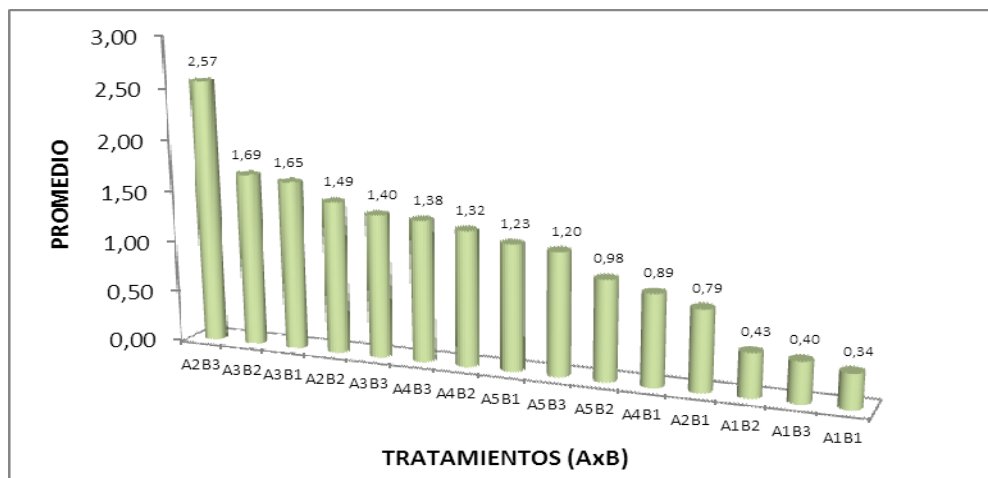
Gráfico No. 44. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo a los 90 dds.



Se determinó una dependencia de factores altamente significativa para las variables longitud y ancho del limbo, y, longitud del pecíolo evaluado a los 90 días después de la siembra. Es decir la respuesta de las especie forestales nativas dependió del tiempo de inmersión en ácido giberélico (Cuadro No. 15).

Con la prueba de Tukey al 5%, la mayor longitud y ancho del limbo se encontró en el tratamiento T₁₁: Especie forestal Caucho + ácido giberélico remojo 6 horas con 10,70 cm y 7,34 cm respectivamente. De manera consistente los promedios más bajos se registraron en el tratamiento T₁: Especie forestal Moral fino + ácido giberélico remojo 3 horas con 2,25 cm de LL y 0,85 cm de AL (Cuadro No. 15 y Gráfico No. 43 y 44).

Gráfico No. 45. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable longitud del peciolo a los 90 dds.



Mientras que la mayor longitud del pecíolo se evaluó en la combinación A₂B₃ (T₆) con 2,57 cm. El promedio menor se tuvo en la interacción de factores A₁B₁ (T₁) con 0,34 cm (Cuadro No. 15 y Gráfico No. 45).

En la diferencia entre tratamientos influyó significativamente la aplicación de la hormona, a lo que se sumó el contenido de macro y micro nutrientes que tuvo el sustrato, para este caso se reportó un contenido alto de potasio, hierro y materia orgánica; medio para nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, azufre, cobre y manganeso; bajo para zinc y boro.

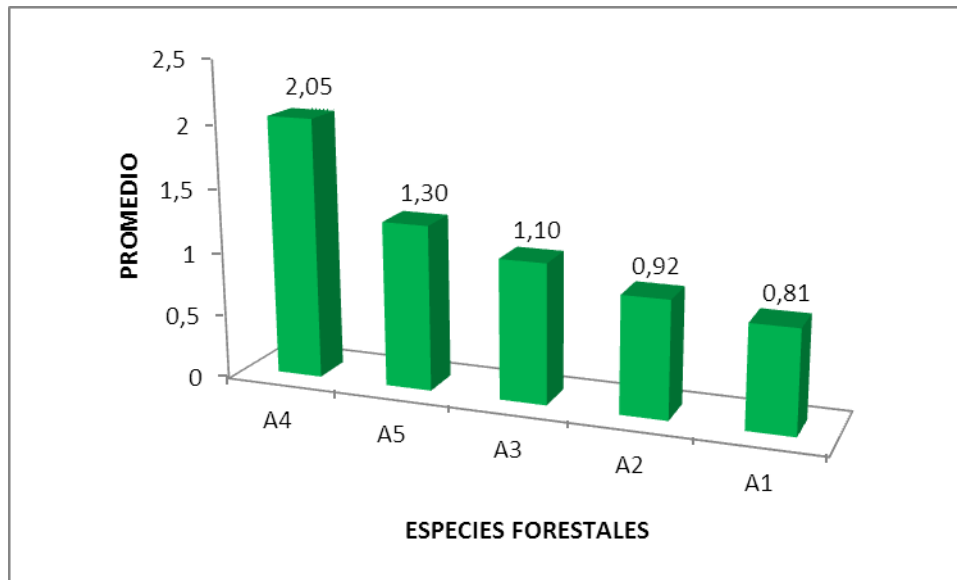
5.6. Diámetro del pecíolo en mm a los 90 días después de la siembra (DP en mm a los 90 dds) y Volumen de raíz (VR en cm³)

Cuadro No. 16. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable DP en mm a los 90 dds y VR en cm³.

DP en mm a los 90 dds (**)			VR en cm ³ (**)		
Especies Nativas	Promedio	Rango	Especies Nativas	Promedio	Rango
A ₄ : Caucho	2,05	A	A ₄ :	51,20	A
A ₅ : Laurel	1,30	B	A ₁ :	50,98	A
A ₃ : Cedro de montaña	1,10	BC	A ₃ :	50,86	AB
A ₂ : Guayacán	0,92	CD	A ₅ :	50,27	AB
A ₁ : Moral fino	0,81	D	A ₂ :	49,69	B

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

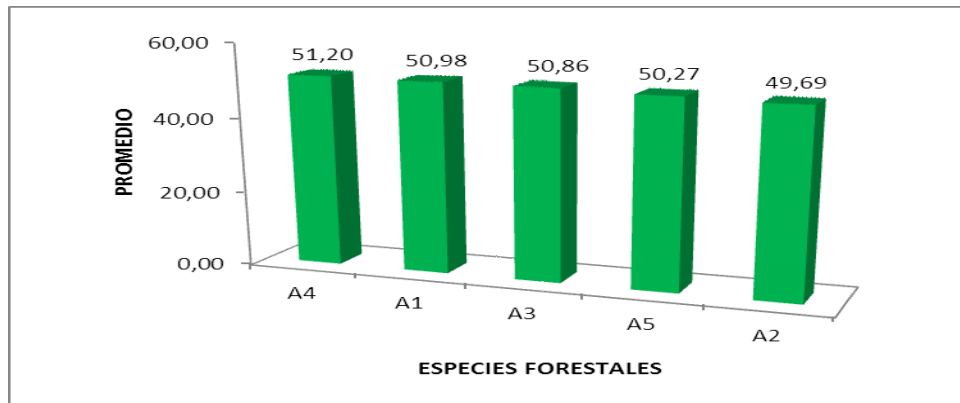
Gráfico No. 46. Especies forestales nativas en la variable diámetro del pecíolo a los 90 dds.



La respuesta de las especies forestales nativas en cuanto a las variables diámetro del pecíolo y volumen de raíz a los 90 días fue muy diferente (**) (Cuadro No. 16).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, a los 90 días después de la siembra, el promedio más alto para el diámetro del pecíolo correspondió a la especie forestal Caucho (A₄) con 2,05 mm; la especie forestal con el promedio menor fue Moral fino (A₁) con 0,81 mm (Cuadro No. 16 y Gráfico No. 46).

Gráfico No. 47. Especies forestales nativas en la variable volumen de raíz a los 90 dds.



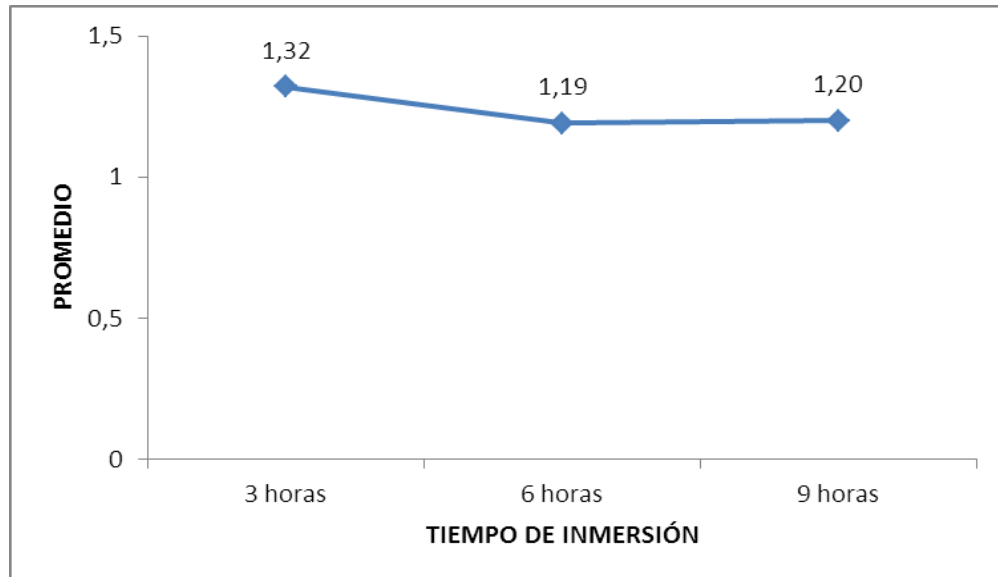
Con la prueba de Tukey al 5%, el mayor volumen radicular se registró en la especie forestal A₄: Caucho con 51,20 cm³, mientras que el menor volumen se evaluó en la especie forestal A₂: Guayacán con 49,69 cm³ (Cuadro No. 16 y Gráfico No. 47).

Estos resultados son lógicos, debido a que de las cinco especies forestales nativas utilizadas en este trabajo investigativo, el Caucho presenta un crecimiento más rápido, es de fácil adaptación al medio donde se está desarrollando.

Cuadro No. 17. Resultados del análisis de Polinomios Ortogonales para comparar el Factor B: Tiempo de inmersión en la variable DP a los 90 dds y VR en cm³.

DP en mm a los 90 dds (NS)			VR en cm ³ (NS)		
Tiempos de inmersión	Promedio	Rango	Tiempos de inmersión	Promedio	Rango
B ₁ : 3 horas	1,32	A	B ₁ : 3 horas	50,41	A
B ₂ : 6 horas	1,19	A	B ₂ : 6 horas	50,82	A
B ₃ : 9 horas	1,20	A	B ₃ : 9 horas	50,57	A

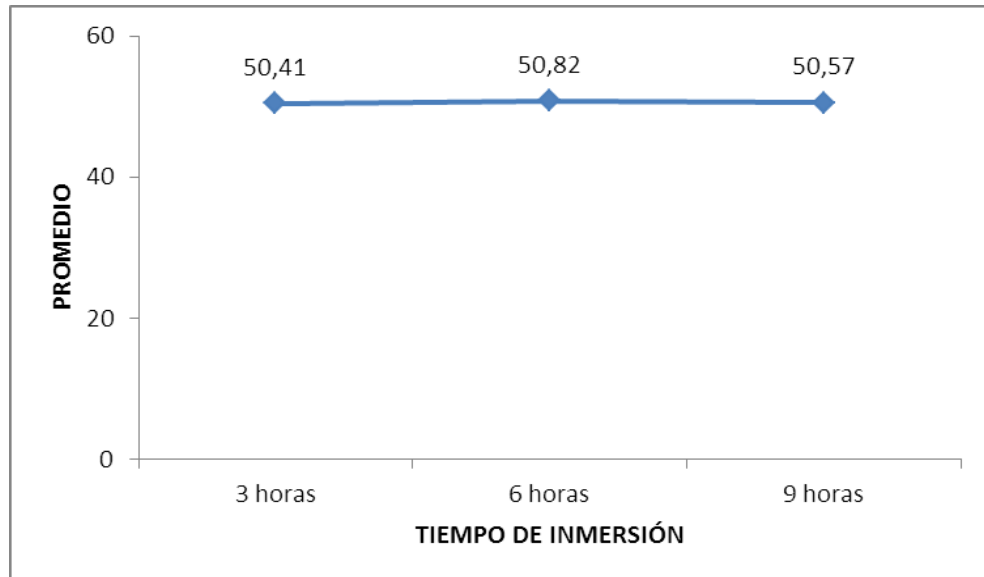
Gráfico No. 48. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del pecíolo a los 90 dds.



No se calcularon diferencias estadísticas significativas como respuesta del tiempo de inmersión en ácido giberélico para las variables diámetro del pecíolo y volumen de raíz evaluados a los 90 días después de la siembra (Cuadro No. 17).

Con el análisis de Polinomios Ortogonales, numéricamente el mayor diámetro del pecíolo se registró en B₁: Ácido giberélico remojo 3 horas con 1,32 mm; en tanto que el menor diámetro del pecíolo se evaluó B₃: Ácido giberélico remojo 9 horas con 1,20 mm (Cuadro No. 17 y Gráfico No. 48)

Gráfico No. 49. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable volumen de raíz a los 90 dds.



Numéricamente el promedio más alto del volumen de raíz se dio en el tiempo de inmersión B₂: Ácido giberélico remojo 6 horas con 50,82 cm³, en tan que el menor volumen se tuvo en el B₁: Ácido giberélico remojo 3 horas con 50,41 cm³ (Cuadro No. 17 y Gráfico No. 49)

Con estos resultados se confirma que una de las funciones del ácido giberélico en la planta son: incrementan el crecimiento en los tallos; interrumpen el período de latencia de las semillas, haciéndolas germinar y movilizan las reservas en azúcares; inducen la brotación de yemas.

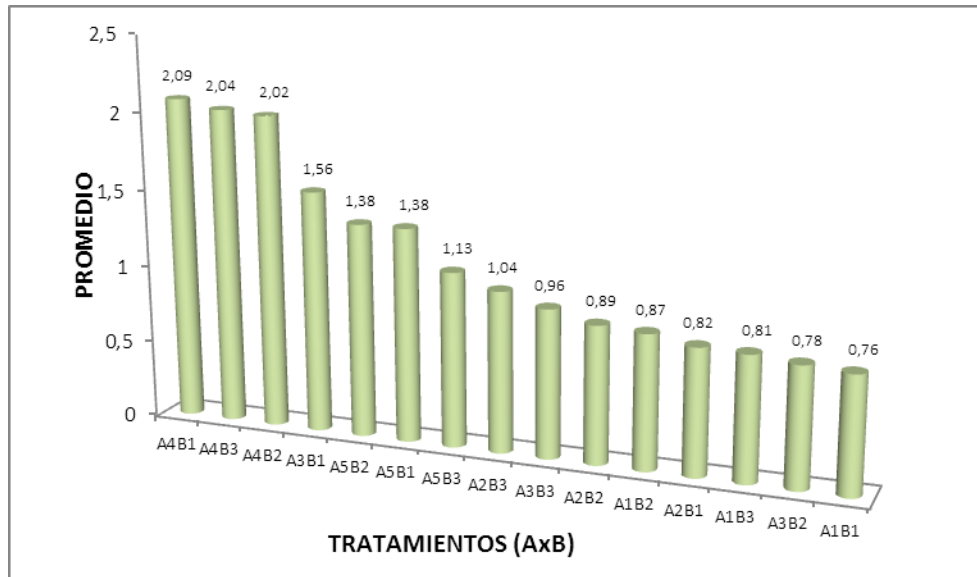
Las hormonas estimulan los meristemas apicales de las raíces y estas se transportan en la planta por vía acropétala, desde el ápice de la raíz hasta los tallos moviéndose a través de la sabia en los vasos correspondientes al xilema.

Cuadro No. 18. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de tratamientos (Factor A: Especies forestales nativas por tiempos de inmersión) en la variable DP en mm a los 90 dds y VR en cm³

DP en mm a los 90 dds (**)			VR en cm ³ (*)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Tratamiento No.	Promedio	Rango
T ₁₀ : A ₄ B ₁	2,09	A	T ₁₁ : A ₄ B ₂	52,33	A
T ₁₂ : A ₄ B ₃	2,04	A	T ₈ : A ₃ B ₂	51,61	AB
T ₁₁ : A ₄ B ₂	2,02	A	T ₂ : A ₁ B ₂	51,46	AB
T ₇ : A ₃ B ₁	1,56	B	T ₉ : A ₃ B ₃	51,28	AB
T ₁₄ : A ₅ B ₂	1,38	BC	T ₃ : A ₁ B ₃	50,94	ABC
T ₁₃ : A ₅ B ₁	1,38	BC	T ₁₂ : A ₄ B ₃	50,82	ABC
T ₁₅ : A ₅ B ₃	1,13	BCD	T ₁₃ : A ₅ B ₁	50,73	ABC
T ₆ : A ₂ B ₃	1,04	CD	T ₄ : A ₂ B ₁	50,64	ABC
T ₉ : A ₃ B ₃	0,96	CD	T ₁ : A ₁ B ₁	50,55	ABC
T ₅ : A ₂ B ₂	0,89	D	T ₁₀ : A ₄ B ₁	50,46	ABC
T ₂ : A ₁ B ₂	0,87	D	T ₁₄ : A ₅ B ₂	50,15	ABC
T ₄ : A ₂ B ₁	0,82	D	T ₁₅ : A ₅ B ₃	49,94	ABC
T ₃ : A ₁ B ₃	0,81	D	T ₆ : A ₂ B ₃	49,86	ABC
T ₈ : A ₃ B ₂	0,78	D	T ₇ : A ₃ B ₁	49,69	BC
T ₁ : A ₁ B ₁	0,76	D	T ₅ : A ₂ B ₂	48,56	C
CV = 14,18%			CV = 2,04%		

Promedios con distinta letra, son estadísticamente diferentes al 5%

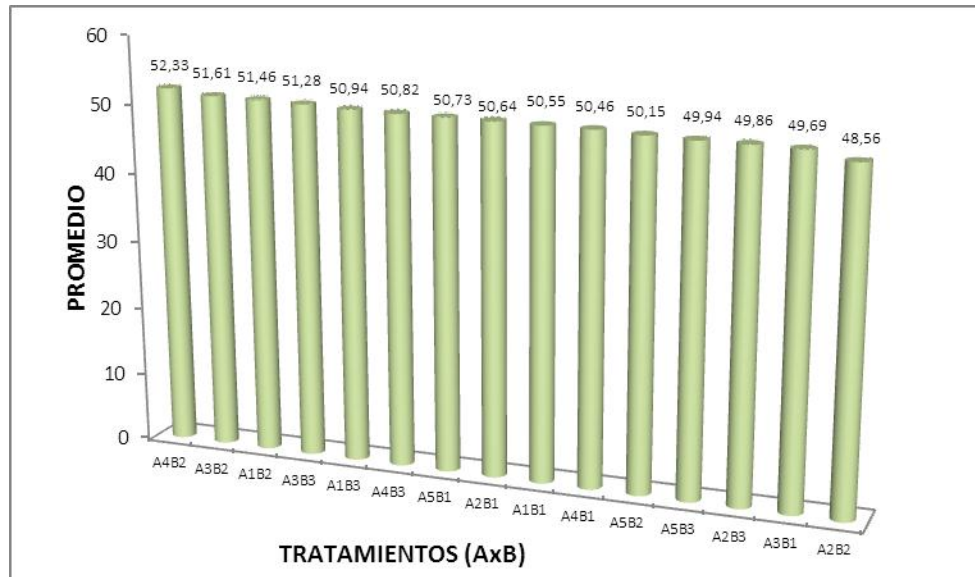
Gráfico No. 50. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del pecíolo a los 90 dds.



La respuesta de las especies forestales nativas, en cuanto la variable diámetro de pecíolo y volumen de raíz, dependió del tiempo de inmersión en ácido giberélico. Es decir fueron factores dependientes (Cuadro No. 18).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, el tratamiento con el promedio mayor del diámetro del pecíolo fue el T₁₀: A₄B₁ (Especie Caucho + ácido giberélico remojo 9 horas) con 2,09 mm, mientras que el valor más bajo se dio en la interacción A₁B₁ (T₁: Especie forestal Moral fino + ácido giberélico remojo 3 horas) con 0,76 mm (Cuadro No. 18 y Gráfico No. 50).

Gráfico No. 51. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable volumen de raíz a los 90 dds.



El mayor volumen de la raíz se determinó en la combinación de factores A_4B_2 (T_{11} : Especie forestal Caucho + ácido giberélico remojo 6 horas) con $52,33 \text{ cm}^3$, y, el menor volumen correspondió a la interacción A_2B_2 (T_5 : Especie forestal Guayacán + ácido giberélico remojo 6 horas) con $48,56 \text{ cm}^3$ (Cuadro No. 18 y Gráfico No. 51).

Con esta respuesta se corrobora la acción de las giberelinas en la división y elongación celular, regulando la transición de la fase juvenil a la adulta, lo que se manifiesta en los promedios más altos de las variables evaluadas, especialmente a los 90 días después de la siembra

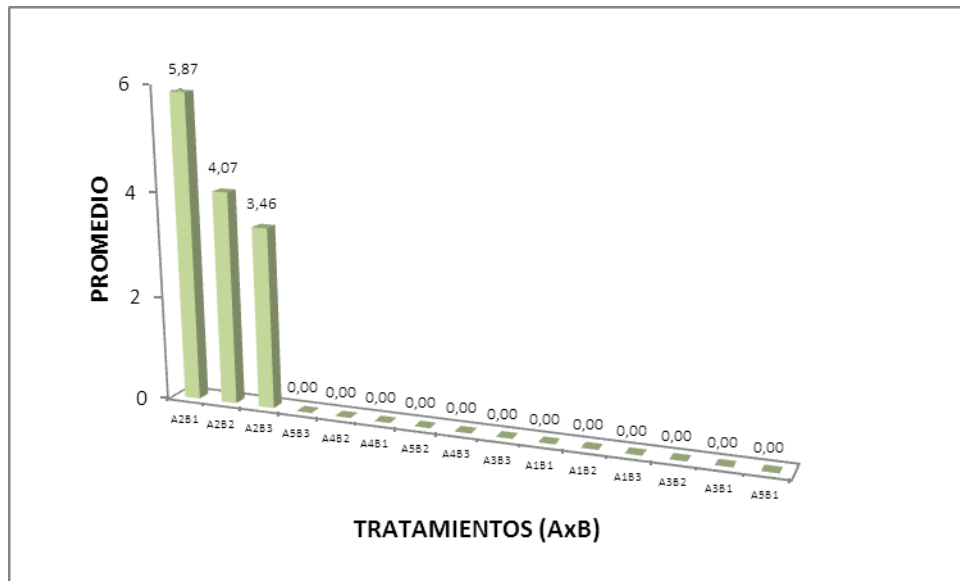
El volumen del sistema radicular es muy importante para una mejor productividad y competitividad de las plantas, ya que tiene una relación directa con la producción de follaje, lo que influye en una mayor tasa de fotosíntesis y por ende en el desarrollo y crecimiento de la planta. Un sistema radicular bien desarrollado permite un mejor aprovechamiento del agua

5.7. Incidencia de plagas (IP) e incidencia de enfermedades (IE)

Cuadro No. 19. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales nativas en la variable IP e IE.

Tratamiento No.	% plagas	% enfermedades
	Pulgón	Damping off
T ₁ : A ₁ B ₁	0,00	1,20
T ₂ : A ₁ B ₂	0,00	0,60
T ₃ : A ₁ B ₃	0,00	1,86
T ₄ : A ₂ B ₁	5,87	1,79
T ₅ : A ₂ B ₂	4,07	2,42
T ₆ : A ₂ B ₃	3,46	3,09
T ₇ : A ₃ B ₁	0,00	2,55
T ₈ : A ₃ B ₂	0,00	3,56
T ₉ : A ₃ B ₃	0,00	1,91
T ₁₀ : A ₄ B ₁	0,00	3,09
T ₁₁ : A ₄ B ₂	0,00	2,42
T ₁₂ : A ₄ B ₃	0,00	3,09
T ₁₃ : A ₅ B ₁	0,00	1,75
T ₁₄ : A ₅ B ₂	0,00	1,34
T ₁₅ : A ₅ B ₃	0,00	0,00
PROMEDIO	0,89	2,04

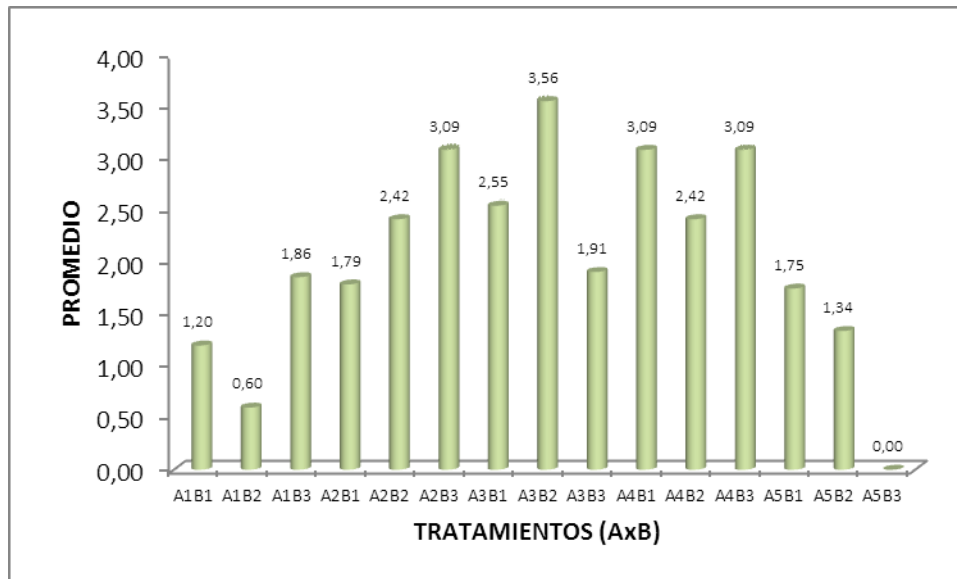
Gráfico No. 52. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable incidencia de plagas.



Durante el proceso investigativo, en las especies forestales nativas fueron se evaluó una incidencia moderada en cuanto al ataque de plagas y enfermedades. La plaga que ataco especialmente a las plantas de Guayacán fue el pulgón

Los únicos tratamientos que fueron afectados por esta plaga fueron T₄: A₂B₁ (Especie forestal Guayacán + ácido giberélico remojo 3 horas) con 5,87%; T₅: A₂B₂ (Guayacán + ácido giberélico remojo 6 horas) con el 4,07% y en el T₆: A₂B₃ (Guayacán + ácido giberélico remojo 9 horas) se tuvo una incidencia 3,46%; en el tratamiento y (Cuadro No. 19 y Gráfico No.52).

Gráfico No. 53. Especies forestales nativas por tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable incidencia de enfermedades.



La mayor incidencia de Damping off, se evaluó en el tratamiento T₈: A₃B₂ (Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 6 horas) con el 3,56%; seguido de los tratamientos T₆: A₂B₃ (Guayacán + ácido giberélico remojo 9 horas) y T₁₀: A₄B₁ (Caucho + ácido giberélico remojo 3 horas) donde la incidencia fue del 3,09%. En el tratamiento T₁₅: A₅B₃: Laurel + ácido giberélico remojo 9 horas) no se registró signos ni síntomas de Damping off (Cuadro No. 19 y Gráfico No. 53).

El Damping off, es la enfermedad conocida como mal de semillero, se presenta cuando hay exceso de humedad en las macetas, un control preventivo que se aplico fue realizar drenajes entre los tratamientos y aplicación de phyton ya que es un bactericida y fungicida agrícola, con dosis de 25cc por 20 lts también esta enfermedad se en los suelos muy ácidos alcalinos y en materia orgánica no descompuestas.

5.8. Análisis de correlación y regresión lineal

Cuadro No. 20. Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el porcentaje de sobrevivencia a los 90 días en plantas de cinco especies forestales nativas, utilizando ácido giberélico como tratamiento pregerminativo.

VARIABLES INDEPENDIENTES (Xs) Componentes de Porcentaje de Sobrevivencia	Coefficiente de Correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R ² %)
Días a la germinación	0,997 (**)	92,249 (**)	70
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
Volumen de raíz	0,826 (**)	38,700 (**)	68

Coefficiente de correlación (R)

En esta investigación se calcularon correlaciones positivas significativas y altamente significativas de los días a la germinación, 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; y, volumen de raíz versus el porcentaje de sobrevivencia de plantas de las cinco especies forestales nativas (Cuadro No. 20)

Coefficiente de regresión (B)

Las variables independientes que contribuyeron a un valor más alto del porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días de las cinco especies forestales nativas,

fueron: días a la germinación, 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; y, volumen de raíz; es decir valores más altos de estas variables independientes significó un valor promedio más elevado del coeficiente de regresión. (Cuadro No. 20)

Coefficiente de determinación (R^2 %)

Las variables independientes más importantes que contribuyeron con el 70 y 68% de porcentaje de sobrevivencia de plantas de las cinco especies forestales nativas fueron días a la germinación y volumen de raíz a los 90 días respectivamente (Cuadro No. 20).

5.9. Análisis económico de la relación B/C.

Para realizar este análisis y determinar la relación beneficio-costos, se tomó en cuenta únicamente los costos de los sustratos, el ácido giberélico y la semilla en cada tratamiento

Cuadro No. 21. Costos de producción de plántulas en cinco especies forestales nativas, utilizando ácido giberélico como tratamiento pregerminativo en tres tiempos de inmersión, en el sector Payacacao, Cantón Echeandía Año 2016.

Concepto	Unidad	Cantidad	Valor unitario \$	Valor parcial \$
Sustrato:				
Tamo de café 50% + tierra de lugar 50%	Kg	120	0,05	6,00
Método pregerminativo:				
Ácido giberélico	gr	1,00	0,05	0,05
Semillas especies forestales nativas:				
A ₁ = Moral fino	Semilla	120	0,03	3,60
A ₂ = Guayacán	Semilla	120	0,03	3,60
A ₃ = Cedro de montaña	Semilla	120	0,02	2,40
A ₄ = Caucho	Semilla	120	0,02	2,40
A ₅ = Laurel	Semilla	120	0,03	3,60

El precio de venta de una planta por especie en el sitio de la investigación es de:

A₁ = Moral fino \$. 0,40

A₂ = Guayacán \$. 0,25

A₃ = Cedro de montaña \$. 0,40

A₄ = Caucho \$. 0,30

A₅ = Laurel \$. 0,25

Cuadro No. 21. Análisis económico de producción de plántulas en cinco especies forestales nativas, utilizando ácido giberélico como tratamiento pregerminativo en tres tiempos de inmersión, en el sector Payacacao, cantón Echeandía Año 2016.

Concepto	Tratamientos														
	T ₁ : A ₁ B ₁	T ₂ : A ₁ B ₂	T ₃ : A ₁ B ₃	T ₄ : A ₂ B ₁	T ₅ : A ₂ B ₂	T ₆ : A ₂ B ₃	T ₇ : A ₃ B ₁	T ₈ : A ₃ B ₂	T ₉ : A ₃ B ₃	T ₁₀ : A ₄ B ₁	T ₁₁ : A ₄ B ₂	T ₁₂ : A ₄ B ₃	T ₁₃ : A ₅ B ₁	T ₁₄ : A ₅ B ₂	T ₁₅ : A ₅ B ₃
No. de plantas	104,00	104,00	101,00	99,00	89,00	83,00	110,00	104,00	106,00	107,00	101,00	100,00	109,00	102,00	103,00
Ingreso Bruto	41,60	41,60	40,40	24,75	22,25	20,75	44,00	41,60	42,40	32,10	30,30	30,00	27,25	25,50	25,75
Costos															
Sustratos	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Ácido giberélico	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Semilla	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	3,60	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	3,60	3,60	3,60
Total costos	9,65	9,65	9,65	9,65	9,65	9,65	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	8,45	9,65	9,65	9,65
Total de beneficios netos: \$	31,95	31,95	30,75	15,10	12,60	11,10	35,55	33,15	33,95	23,65	21,85	21,55	17,60	15,85	16,10
Relación Beneficio Costo RB/C	4,31	4,31	4,19	2,56	2,31	2,15	5,21	4,92	5,02	3,80	3,59	3,55	2,82	2,64	2,67
Relación Ingreso Costo RI/C	3,31	3,31	3,19	1,56	1,31	1,15	4,21	3,92	4,02	2,80	2,59	2,55	1,82	1,64	1,67

✓ **Relación Beneficio – Costo (RB/C e I/C).**

Al comparar los indicadores de la relación beneficio/costo e ingreso/costo (RB/C e I/C), tomando en consideración únicamente lo económico, en el tratamiento T₇: A₃B₁: Especie forestal Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 3 horas, se determinó un total de costos de producción de \$. 8,45; alcanzando el mejor beneficio neto con \$. 35,55 y una relación beneficio/costo de 5,21; es decir que el viverista por cada dólar invertido tiene una ganancia de 4,21 dólares. Seguido muy de cerca del T₉: A₃B₃: Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 9 horas, que registró un costo de \$. 8,45 con un beneficio neto de \$. 33,95 y una RB/C de 5,02 y una RI/C de 4,02 (Cuadro No. 21).

Estos resultados nos infieren que la relación beneficio-costo en la producción de producción de plántulas en cinco especies forestales nativas, utilizando ácido giberélico como tratamiento pregerminativo en tres tiempos de inmersión, en el sector Payacacao, Cantón Echeandía, en todos los tratamientos es superior que la unidad, es decir existió una mejor utilización y recuperación del capital invertido.

VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Con los resultados obtenidos en esta investigación, se acepta la hipótesis alterna, por cuanto las características morfológicas que presentan las plántulas de cinco especies forestales nativas, no son iguales en cada uno de los tiempos de inmersión.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Una vez concluido con los diferentes análisis agronómicos, estadísticos y económicos, se sintetizan las siguientes conclusiones:

- Se calcularon diferencias estadísticas significativas de las especies forestales nativas y los tiempos de inmersión en ácido giberélico para la mayoría de las variables evaluadas principalmente en el porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días después de la siembra.
- Los porcentajes más elevados de sobrevivencia de las plantas a los 90 días se tuvieron en la especie forestal nativa A₃: Cedro de montaña con el 88,75%
- El tiempo de inmersión, que tuvo una mayor efectividad en cuanto al porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días fue el B₃: Ácido giberélico remojo 9 horas con el 88,10%.
- En la interacción de factores especies forestales nativas por los tiempos de inmersión en ácido giberélico, los tratamientos más eficaces fueron el T₇: A₃B₁ (Especie forestal Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 3 horas) con el 91,50% y T₁₃: A₅B₁ (Especie forestal Laurel + ácido giberélico remojo 3 horas) con el 90,50% de sobrevivencia de plantas a los 90 días.
- Las variables independientes que contribuyeron a un valor más alto del porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 90 días de las cinco especies forestales nativas, fueron: días a la germinación, 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 y volumen de raíz.
- En función del análisis económico los tratamientos con los beneficios netos más elevados fueron el T₇: A₃B₁ (Especie forestal Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 3 horas) con \$. 35,55 y una relación beneficio/costo de 5,21 y RI/C de 4,21, y, T₉: A₃B₃ (Especie forestal Cedro de montaña + ácido giberélico remojo 9 horas) con un benéfico neto de \$. 33,95 y una RB/C de 5,02 y una RI/C de 4,02.

7.2. Recomendaciones

Una vez sistematizado las conclusiones se recomienda;

- Para la propagación sexual de especies forestales Moral fino; Guayacán; Cedro de montaña; Caucho y Laurel previo a la siembra dejar las semillas en inmersión por 9 horas en una solución con 100 ppm de ácido giberélico, por mostrar el porcentaje de sobrevivencia más alto en este proyecto investigativo.
- A las Instituciones Gubernamentales y no Gubernamentales encargadas de custodiar la conservación del ecosistema de la provincia, crear e implementar planes de forestación y reforestación con las especies forestales nativas Moral fino; Guayacán; Cedro de montaña; Caucho y Laurel.
- Ante las grandes alternativas de desarrollo forestal sostenible establecer viveros para la producción de las diferentes especies forestales, para contribuir con las acciones de forestación, reforestación y restauración de los diferentes ecosistemas de nuestro planeta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alain, M. 2009. Las plantas fumables: Usos y Propiedades. Las Mil y Una Ediciones. Madrid, España. P. 85.
2. Ansorena, J. 2006. Sustrato propiedad y caracterización Madrid, y Mundi Prensa. P. 30.
3. Arnold, F. 2005. Manual de vivero forestal: Elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile. Documento Técnico CONAF-DED. P.123.
4. Arriagada, V. 2012. Semillas. Inspección, análisis, tratamiento y legislación. Universidad Católica de Chile. Consultado: 04 abril. 2012. Disponible en <http://webiica.iica.ac.cr/bibliotecas/repiica/BV/.../B/.../XL2000600205.pdf>. Bogota, Colombia. El Semillero. P. 350.
5. Aguirre, J. y Maldonado, P. 2008. “Silvicultura en los trópicos”. GTZ – Eschburn. Pp. 76 -79.
6. Benítez, R. 2010. Catálogo del estudio fenológico de 28 especies maderables del bosque húmedo tropical. Lancetilla, Tela, Honduras. P. 103.
7. Birchler, T., Rose, R., Royo, A., Pardos, M. 2008. La Planta Ideal: revisión del concepto, parámetros definatorios e implementación práctica. Investigación agraria: Sistemas y Recursos forestales. Vol. 7. Pp. 109-121.
8. Biblioteca de Consulta Encarta. MICROSOFT ® ENCARTA. ® 2010.
9. Botero, L. 2009. Especies forestales del Valle del Cauca. JICA y CVC. Editorial Lenner. Cali, Colombia. P. 45.
10. Bordero, V. 2010. Viveros forestales establecimiento y manejo. Ing. Agr. Conocoto, Ec., M.A.G. P. 37.
11. Bustamante, N. 2010. Fenología y propagación de 5 especies forestales nativas del Cantón Célica a nivel de vivero. Universidad Nacional de Loja Facultad de Ciencias Agrícolas. Pp. 3 – 11.
12. Cabrera, M. y Ordoñez, O. 2007. Fenología, Almacenamiento de Semillas y Propagación a Nivel de Vivero de Diez Especies Forestales Nativas

del Sur de la Corporación de desarrollo forestal y maderero del Ecuador/OIMT.

13. Cailliez, F. 2008. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, con referencia especial a los trópicos. Vol. 1 – estimación del volumen. FAO. Roma. P. 92.
14. CATIE. 2012. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Manejo de semillas forestales. Serie técnica # 23.
15. Cerón, C. 2010. Manual de Botánica Ecuatoriana Sistemática y Métodos de Estudio. Quito, Ec. Ortega. Pp. 51 – 89.
16. Cortina, J., Valdecantos, A., Seva, J., Vilagrosa, A., Bellot, J., Vallejo, V. 2010. Relación Tamaño - Supervivencia en plántones de especies arbustivas y arbóreas mediterráneas producidos en vivero. En: actas II congreso forestal Español. Pp. 159 - 164.
17. CUPROFOR. 2011. Centro de Utilización y Promoción de Productos Forestales. Serie Tecnológica de maderas Hondureñas.
18. Eckart, P. 2009. Pequeña Guía de Bosque y Montes, Ediciones Omega.
19. Gonzales, G. 2009. Características Morfológicas de especies forestales, Facultad de Ing. Agronómica Universidad Nacional de Colombia. Revista. P. 108.
20. Hernández, G. 2006. Acción de la luz y de las hormonas, ácido giberélico sobre la germinación de semillas de *Alnus acuminata*. Memorias del VIII Congreso Venezolano de Botánica, Facultad de Ciencias Forestales, Mérida. Consultado Octubre 2011. P. 97.
21. Holdridge, L. 1979. Sistema de clasificación de zonas de vida.
22. INIAP-COSUDE. 2004. Tecnologías recomendadas para el manejo integrado de plagas en los principales cultivos de Manabí. INIAP/COSUDE, Manabí, Ecuador. P. 8.
23. FAO, 2006. Situación de los bosques del mundo. Roma, Italia.
24. FAO, 2010. XI Congreso Forestal Mundial. La importancia de los bosques Tropicales Naturales. Antalya, Turquía. C. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/meeting/W3412S.htm>
25. Landis, T. 2007. Manual de Viveros para la Producción de Especies

- Forestales en Contenedor Volumen 4: Fertilización y Riego. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Dasonomía Estatal y Privada, Portland, Oregón, Ing. José Vásconez G., M. Sc. P. 56.
26. Lara, G. 2009. Botánica de cultivos tropicales San José Costa Rica. IICA, colección de libros y materiales educativos, P. 84.
 27. Little, E. y Dixon, R. 2008. Árboles Comunes de la Provincia de Esmeraldas - Ecuador. P. 502.
 28. Loáiza, G. 2009. Silvicultura 1, Universidad Nacional de Loja (Material de Enseñanza), Escuela de Ingeniería Forestal, Loja-Ecuador. Pp. 22-32.
 29. López, C. 2011. Dasimetría. Asignatura para la titulación de Ingeniero Técnico Forestal. Universidad Politécnica de Madrid, España. Disponible en <http://ocw.upm.es>.
 30. Manual Agropecuario, 2004. Tecnologías orgánicas de la Granja Integral. Segunda Edición. Editorial Lime Rin. S A, Guayaquil, Ecuador. Pg. 132-157.
 31. Marín, A. 2008. Observaciones Fenológicas y Propagación Sexual de tres especies de Podocarpácea de la zona Andina Colombiana. Pp. 1 - 6.
 32. Merlín, B. 2012. Factores que Influyen en la Calidad de Brinzales y Criterios para su Evaluación en Vivero. Folleto Técnico Núm. 12. Primera reimpresión. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA. Durango, ME. P. 24.
 33. Mexal, J. y Landis, T. 2007. Target Seedling Concepts: Height and diameter. En: Target Seedling Symposium: Proc. Combined Meeting Western Forest Nursery Associations. Rose, R.; Campbell S. J.; Landis T. D.; eds. U.S.D.A. Forest Service, GTR RM-200, Pp. 17-36.
 34. Miller, V. 2010. Fisiología Vegetal. Traducida por Francisco de la Torre. México. P. 388.
 35. MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2011. Manual de identificación, Familias, Géneros y árboles del ecuador. P. 208.

36. Mogrovejo, P. 2010. Evaluación de Fuentes Semilleras, mediante ensayos de germinación y sobrevivencia a nivel de vivero de ocho especies forestales nativas de los Bosques Andinos del Ecuador. Loja, Ec. P. 140.
37. Montesinos, L. 2008. Catálogo de 100 especies forestales de Honduras. Siguatepeque, Honduras, ESNACIFOR, P.106.
38. Muñoz, V. 2009. Notas del Centro Productor de Semillas de Árboles Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.
39. Ordoñez, I. 2006. Manual divulgativo de las especies forestales de la Reserva de Biosfera del Noroeste. Tumbes - Perú. P. 28.
40. Ortega, G. 2006. "Evaluación del Crecimiento Inicial en Plantación con y sin Asocio Agrícola de cuatro procedencias de (*Cedrela montana*), en el Colegio Agroforestal Fernando Chávez Reyes – Quinchuquí. Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales. Escuela de Ingeniería Forestal. Ibarra – Ecuador. 23 – 24 Pp.
41. Ortega, L., Silva, E., Vásquez, H. 2014. Guía Proyecto de investigación U.E.B. Identificación de fuentes de agua y la vegetación forestal nativa de su entorno en el sector Payacacao del Cantón Echeandia. 1ª edición. P. 45.
42. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. 2015. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipio Cantón Echeandia.
43. Pérez, E. 2012. Plantas útiles de Colombia. Ed. Talleres de sucesores de Rivadeneyra, S.A. Madrid, España. P. 831.
44. Pinzón, R. 2008. Guía para el establecimiento de plantaciones forestales, Proyecto de Reforestación y Conservación de la Cordillera Chongón-Colonche. P. 10.
45. Prieto, J., Sáenz, J., Villaseñor, F., Muñoz, H., Rueda, A. 2009. Calidad de Planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Folleto técnico N° 17. Uruapan, ME. P. 5.
46. Ramos, L., Cruz, N., Morante, J. y Villasis, O. 2010. Empleo de hormonas ANA y AIB estimuladoras de enraizamiento para la propagación

- vegetativa de *Chlorophora tinctoria* (L) Gaud (moral fino) en El Litoral Ecuatoriano. Quevedo-Ecuador. P. 212.
47. Red Agroforestal Ecuatoriana- RAFE, 2005. Guayaquil- Ecuador. Pg. 17.
 48. Restrepo, I. 2007. La idea y el arte de fabricar los abonos orgánicos fermentados, Edit, sima, Brasil Pp. 15 - 20.
 49. Rodríguez, T. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Ediciones Mundi Prensa. ME. P. 156.
 50. Rodríguez, J. 2009. Protocolos de germinación para la certificación de semillas forestales. CONIF. Serie Técnica/N|43. Bogotá. P. 53.
 51. Rogg, W. 2010. Manual de entomología agrícola del Ecuador. Ediciones ABYA-YALA. Quito, Ecuador, P. 773.
 52. Salazar, J. 2006. Manual de cultivos. Ministerio de Agricultura, Programa para el Desarrollo de la Amazonia. Pp. 14 - 16.
 53. Samaniego, C. y Prado, L. 2011. Mercado de semillas de especies forestales prioritarias de la Amazonía del Ecuador. Versión preliminar. Cooperación Galega, Xunta de Galicia, Solidaridad Internacional. Orellana-Ecuador. P. 110.
 54. Saunders, J. 2012. Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura. Capítulo 29. In Estado actual futuro. Eds. Andrews, K. L.; Quezada, J. R. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, Pp. 457-470.
 55. Soriano, M. 2011, Efecto de la Fertilización con N, P y K en la Calidad de Plantas en vivero. Tesis de Postgrado de maestría en Ciencias. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillo, ME. P. 44.
 56. Suquilanda, V. 2010. Manual para la producción orgánica Fundación para el desarrollo agropecuario Quito, Ecuador. P. 29.
 57. Trujillo, E. 2008 Manual de Árboles sistemas de producción en vivero requerimientos ecológicos, limitante, usos y protocolo de producción de especies. Primera Edición Bogotá Colombia. Pp. 19 - 30.
 58. Uribe, M., Durán, R., Bravo, G., Mora, F., Cartes, P. y Delaveau, C. 2011. Propagación vegetativa de *Berberidopsis corallina* Hook.f., una

- especie en peligro de extinción, endémica de Chile. Santiago-Chile. P. 68.
59. Valdivieso, E. 2008. Especies arbóreas que contribuyen a sostener las vertientes de agua en el Cantón Paltas, Provincia de Loja. Estudios Universitarios, volumen 8. Loja, Ecuador.
 60. Vega, R. 2009. Efecto del ácido giberélico y del preenfriamiento sobre la ruptura del reposo en semillas de salvia (*Salvia splendens*). Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. P. 56.
 61. Velázquez, M. 2009. Identificación, fenológica, usos y clasificación de los árboles y arbustos del bosque Seco de Guápalas. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja- Ecuador. P. 106.
 62. Vera, J. 2009. Material de siembra y propagación. In manual “2da edición. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Pp. 24 -37.
 63. Zavaleta, J., Muñoz, A., Blanco, T., Alvarado, C., Loja, B. 2010. Capacidad antioxidante y principales ácidos fenólicos y flavonoides de algunos alimentos. Revista Horizonte Médico, Volumen. 2. Bogotá-Colombia. P. 29.
 64. <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/moral%20fino.html>
 65. <http://www.agroforestry.net/tti/Cananga-ylang-ylang/html>
 66. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49780102.html>
 67. <http://www.verarboles.com/Moral/moral.html>
 68. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Tala-De-Árboles/904099.html>
 69. http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.html
 70. <http://www.infoagro.com.html>
 71. <http://www.encyclopediaBosque%20Nativo.html>
 72. <http://www.laesferaverde.cl/boc.html>
 73. <http://www.interbiología.vitualave.net/molécula/homvege.html>
 74. <http://blogtecnos.blogspot.com/2013/12/tipos-de-sustratos-definicion.html>
 75. <https://www.google.com/plan+desarrollo+localdela+provincia.bolivar.html>
 76. <http://www.buenastareas.com/ensayos/Tala-De-Árboles/904099.html>

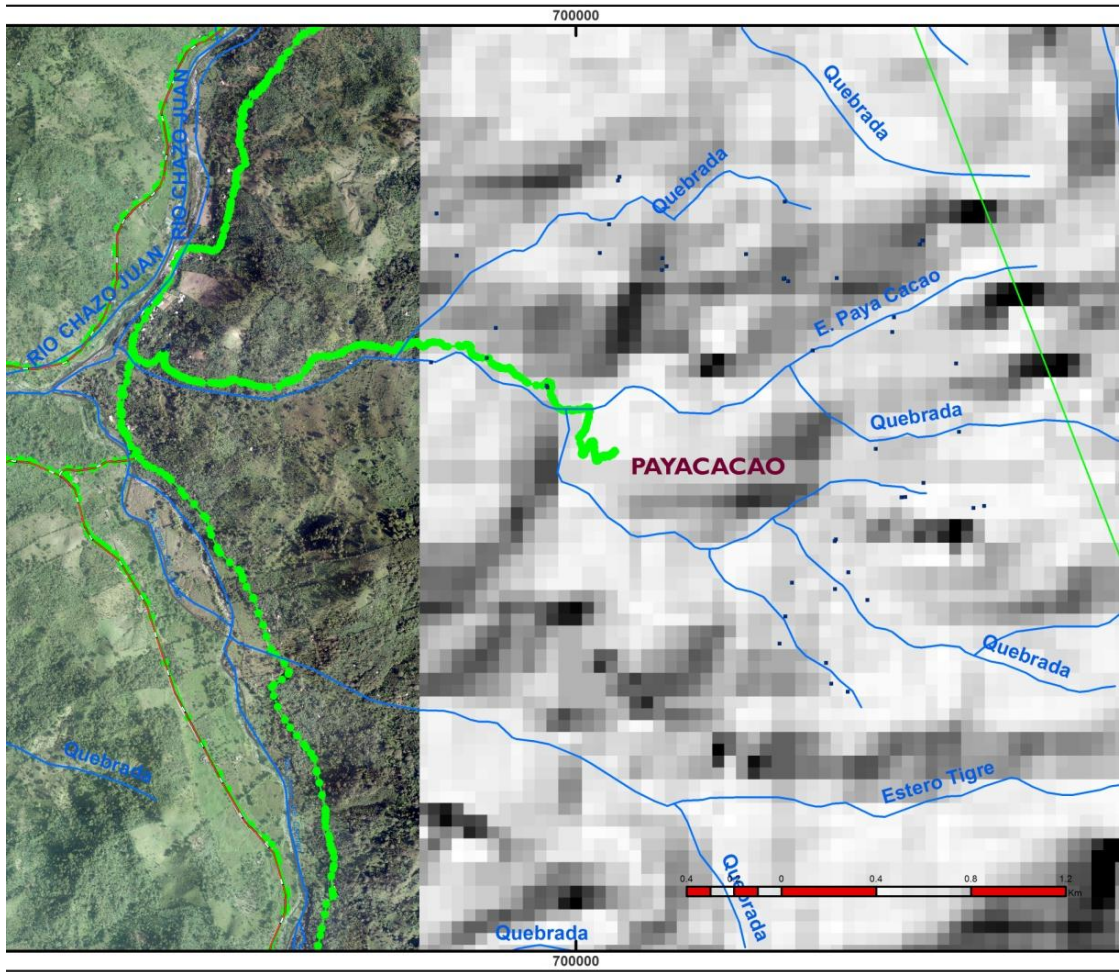
77. https://es.wikipedia.org/wiki/Hevea_brasiliensis.html

78. http://www.laesferaverde.cl/bo_c.html

ANEXOS

ANEXO N° 1. Mapa ubicación de la investigación

**MAPA DEL SECTOR PAYACACAO
UBICACIÓN GEOGRÁFICA.**



ANEXO N° 2. Análisis del sustrato

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Fuentes Martínez Rodrigo Sr. Dirección : Ciudad : Echeandía Teléfono : 0992357631 Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : Bolívar Cantón : Echeandía Parroquia : Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Especies Forestales N° Reporte : 0748 Fecha de Muestreo : 10/02/2016 Fecha de Ingreso : 15/02/2016 Fecha de Salida : 23/02/2016
--	---	---

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm			meq/100ml			ppm					
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
78116	Muestra 1		7,1	26	18	7,25	6	1,5	16	1,5	3,5	73	10,5	0,30	



INTERPRETACION				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH				Elementos: de N a B		pH	
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo	N,P,B = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado	
Ac = Acido	PN = Piac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio	S = Colorimetria	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto	S = Turbidimetria	Fosfato de Calcio Monobásico	
					K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S	

[Signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléf: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec
---	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Fuentes Martínez Rodrigo Sr. Dirección : Ciudad : Echeandía Teléfono : 0992357631 Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : S/N Provincia : Bolívar Cantón : Echeandía Parroquia : Ubicación :	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Especies Forestales N° de Reporte : 0748 Fecha de Muestreo : 10/02/2016 Fecha de Ingreso : 15/02/2016 Fecha de Salida : 23/02/2016
--	---	--

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	CI	Arena	Limo	Arcilla	
78116					7,3	4,0	0,21	1,03	14,75						



INTERPRETACION				ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, Al y Na		C.E.		M.O. y CI		C.E.	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	C.E. = Conductividad Eléctrica	M.O. = Materia Orgánica	M.O. = Titulación de Winkley Black	
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio	RAS = Relación de Adsorción de Sodio	AI+H = Titulación con NaOH		
T = Tóxico			A = Alto				

[Signature]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

[Signature]
RESPONSABLE LABORATORIO

ANEXO N° 4. Fotografías del manejo de la investigación

Identificación del sitio



Limpieza del terreno



Obtención del material para el sustrato



Preparación del sustrato



Llenado de fundas con sustrato



Distribución de las unidades experimentales



Desinfección del sustrato



Recolección de las semillas



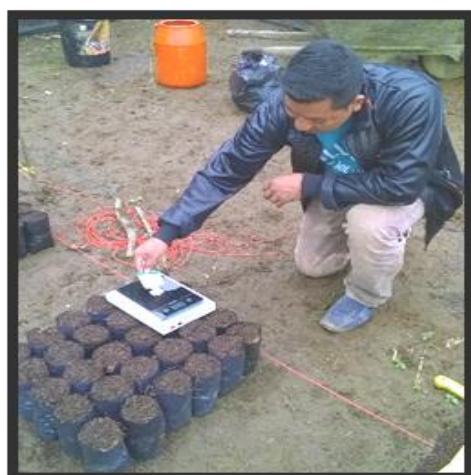
Selección de las semillas



Desinfección de las semillas



Tratamiento de las semillas



Siembra



Raleo de las plántulas



Evaluación de días de germinación



Evaluación de altura de la plantas



Evaluación del diámetro del tallo



Evaluación del largo del limbo



Visita de los Miembros del Tribunal de
Calificación del Proyecto



Evaluación del Volumen de raíz



ANEXO N° 5. Glosario de términos técnicos

Ácido giberélico o giberelina A₃, AG, y AG₃ Es una fitohormona hallable en plantas. Su fórmula química es C₁₉H₂₂O₆. Cuando purificada, es un polvo cristalino blanco a pálido amarillo, soluble en etanol y algo soluble en agua.

Adaptabilidad.- Capacidad de acomodación de un elemento en un sistema nuevo y extraño. Es el potencial para la adaptación.

Auxinas.- Compuesto que se encuentran en toda la planta, las más altas concentraciones se localizan en las regiones meristemáticas en crecimiento activo.

Abonos Orgánicos.- Sustancia o mezcla de productos en descomposición, de origen natural (estiércol), que se incorpora en al suelo para aumentar la fertilidad de este y contribuir al restablecimiento de su estructura.

Biodiversidad.- En la tierra habita una rica y variada gama de organismos vivos, cuyas especies, la diversidad genética existente en los individuos que las conforman y los ecosistemas que habitan constituyen lo que se denomina biodiversidad.

Enfermedades.- Las enfermedades de las plantas son las respuestas de las células y tejidos vegetales a los microorganismos patogénicos o a factores ambientales que determinan un cambio adverso en la forma, función o integridad de la planta y puedan conducir a una incapacidad parcial o total.

Especie.- Grupos de seres originados que descienden unos de otros o de padres comunes y los que se parecen tanto como ellos se aparecen entre sí.

Ecosistema.- Los ecosistemas son las comunidades de organismos que interactúan y el medio ambiente en el que viven.

Fertilidad.- Capacidad de los suelos para producir abundantes cosechas y frutos y que ayudan a incrementar la producción.

Fertilización.- Tipo de sustancia o mezcla química, natural o sintética utilizada para enriquecer el suelo y favorecer el crecimiento vegetal.

Fitosanitario.- Procesos de control de plagas y enfermedades, que se realiza en cultivos o plantas.

Giberelinas.- Se producen en ápices de tallos y raíces, hojas en expansión, frutos y semillas en desarrollo. Las giberelinas, en general, favorecen la elongación celular.

Hormona.- Sustancia química orgánica producida en cantidades pequeñísimas en una parte del organismo y transportada a otra parte del mismo organismo donde interviene en diversas funciones como el crecimiento.

Imbibición.- La Imbibición se define como el desplazamiento de un fluido viscoso por otro fluido inmiscible con este. Este proceso es controlado, y se ve afectado, por varios factores.

Latencia.- Período de inactividad de las semillas (esporas, bulbos, yemas u otros órganos de la planta) durante el cual se ha detenido el crecimiento activo.

Propagación.- La propagación de plantas es la manera como ellas se conservan a través de los tiempos, es como se perpetúan como especie, es decir cómo se reproducen.

Reproducción sexual.- Propagación a partir de semillas.

Reproducción asexual.- Propagación a partir de partes vegetativas como yemas, tallos, ramas y rizomas.

Síntesis.- Composición de un todo por la reunión de sus partes. Suma y compendio de una materia u otra cosa. Proceso de obtención de un compuesto a partir de sustancias más sencillas. Producción de biopolímeros a partir de las moléculas orgánicas sencillas.

Sustrato.- Material distinto al suelo que puede ser de diferente origen y sirve de asentamiento a una planta.

Substancias reguladoras del crecimiento.- Es más general y abarca a las sustancias tanto de origen natural como sintetizado en laboratorio que determinan respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo ó desarrollo en la planta.

Variabilidad o variación.- Propiedad o capacidad que tienen los organismos para cambiar sus características de generación en generación.