



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Recursos Naturales y del Ambiente**

**Escuela de Ingeniería Forestal**

**Proyecto de Investigación**

**TEMA**

EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE PLÁNTULAS DE PACHACO (*Schizolobium parahybum*), CEDRO DE MONTAÑA (*Cedrela montana*), Y GUACHAPELÍ (*Pseudosamanea guachapele*), UTILIZANDO TRES SUSTRATOS Y DOS TIEMPOS DE INMERSIÓN EN ÁCIDO GIBERÉLICO, EN EL 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**

Carlos Alberto Miranda Salas

Ángel Arcenio Villafuerte Villares

**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 AGRONÓMICA DE PLÁNTULAS DE PACHACO (*Schizolobium parahybum*), CEDRO DE MONTAÑA (*Cedrela montana*), Y GUACHAPELÍ (*Pseudosamanea guachapele*), UTILIZANDO TRES SUSTRATOS Y DOS TIEMPOS DE INMERSIÓN EN ÁCIDO GIBERÉLICO, EN EL CANTÓN ECHEANDÍA.

REVISADO Y APROBADO POR:

-----  
Ing. Rodrigo Yánez García. M.Sc  
DIRECTOR

-----  
Ing. Agr. Kleber Espinoza Mora. Mg.  
BIOMETRÍSTA

-----  
Ing. Agr. Sonia Fierro Borja. Mg.  
REDACCIÓN TÉCNICA

## **CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Ángel Arcenio Villafuerte Villares con CI 0201845054 y Carlos Alberto Miranda Salas con CI 1205770033, 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.

-----  
Ángel Arcenio Villafuerte Villares  
CI. 0201845054

-----  
Carlos Alberto Miranda Salas  
CI. 1205770033

-----  
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 Proyecto Investigativo le dedico a mis seres queridos.

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi amada esposa Dánica Sotomayor, quien me brindó su apoyo incondicional con su esfuerzo y sacrificio en todos estos años de formación profesional de mi carrera.

De manera muy especial a mi amado hijo Jesús Damián Miranda Sotomayor, quien ha sido mi sueño y fuente de inspiración para continuar adelante trabajando y preparándome para afrontar con calidad a este mundo competitivo en el futuro.

A mis Padres, por su valioso aporte moral en todo este camino duro de la vida, para llegar al sendero de la superación y ser una persona de bien y así servir a la sociedad.

A mi familia, aquellos que me apoyaron, que siempre estuvieron pendientes dándome el apoyo necesario en todo momento

.

Carlos Miranda

## **DEDICATORIA**

Dedico este Proyecto de Investigación a Dios, quien supo guiarme por el buen camino, darme fuerza para seguir adelante y no desmayar, enseñándome las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento en seguir adelante.

A mis Padres, quienes me dieron la vida su apoyo, consejos, comprensión, amor, por su ayuda en los momentos que más lo necesitaba para terminar mi trabajo de investigación.

A mis Hermanos, por darme ese apoyo incondicional durante el tiempo que realizaba el Proyecto Investigativo y así terminarlo con éxito.

Ángel Villafuerte

## **AGRADECIMIENTO**

De manera especial queremos dejar constancia de nuestro agradecimiento integral como seres humanos y en tal virtud a la Universidad Estatal de Bolívar, en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias Recursos Naturales y del Ambiente, Escuela de Ingeniería Forestal.

A nuestros docentes, porque gracias a su amistad, guía y apoyo hemos llegado a culminar uno de los anhelos más grandes de nuestra vida, producto del inmenso apoyo, afecto y confianza que depositamos, logrado terminar nuestra carrera de estudios constituyendo el regalo más grande que pudiera recibir por lo cual estaremos eternamente agradecidos.

Un agradecimiento especial de forma leal y profunda al Ingeniero Rodrigo Yáñez García Ms.C, Director del Proyecto de Investigación, quien nos brindó su apoyo en la planificación, desarrollo y culminación del mismo.

Nuestro agradecimiento y gratitud al Ingeniero Kleber Espinoza Mora. Mg. en el Área de Biometría, por el gran apoyo desde el inicio hasta la culminación de este trabajo de investigación.

Un sincero agradecimiento para la Ingeniera Sonia Fierro Borja. Mg en el Área de Redacción Técnica, por todo el apoyo brindado durante el proceso de este trabajo investigativo.

Finalmente queremos agradecer de manera muy especial al Ing. Edwin Silva por sus consejos y apoyo brindado durante toda nuestra etapa de estudio para alcanzar las sendas de superación hacia nuestra meta anhelada.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
CERTIFICADO DE APROBACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO .....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XVI
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVIII
RESUMEN Y SUMMARY .....	XIX
SUMMARY .....	XX
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PROBLEMA.....	4
III. MARCO TEÓRICO.....	5
3.1. Descripción de las especies forestales en estudio .....	5
3.1.2. Cedro de montaña .....	9
3.1.2.1. Taxonomía .....	9
3.1.2.2. Descripción botánica .....	9
3.1.2.3. Distribución y ecología.....	9
3.1.2.4. Usos .....	10
3.1.2.5. Cuidados silviculturales de plantaciones .....	10
3.1.3. Guachapelí .....	11
3.1.3.1. Clasificación taxonómica.....	11
3.1.3.2. Ecología .....	12
3.1.3.3. Descripción botánica general.....	12
3.1.3.4. Propagación.....	12
3.1.3.5. Plantación .....	13
3.1.3.6. Manejo .....	13

3.1.3.7. Uso y manejo en finca .....	13
3.1.4. Características generales de los árboles semilleros.....	14
3.1.5. Métodos de recolección .....	14
3.1.6. Época de recolección.....	15
3.1.7. Equipo utilizado .....	15
3.2. Características generales de las semillas forestales .....	15
• Tamaño y peso .....	15
• Forma .....	16
• Aspecto externo .....	16
• Color.....	16
3.3. Métodos de propagación de especies forestales .....	16
3.3.1. Propagación sexual o por semilla.....	17
3.3.2. Propagación asexual o vegetativa .....	17
3.4. La semilla .....	18
3.4.1. Partes de la semilla.....	18
3.4.1.1. El embrión.....	18
3.4.1.2. Los cotiledones .....	19
3.4.1.3. El endospermo y perispermo .....	19
3.4.1.4. La cubierta de la semilla .....	19
3.4.2. Clases de semillas .....	19
3.4.2.1. Semillas erráticas.....	20
3.4.2.2. Semillas latentes.....	20
3.4.2.3. Semillas recalcitrantes .....	20
3.4.2.4. Semillas ortodoxas .....	21
3.5. La germinación .....	21
3.5.1. Condiciones ambientales necesarias para la germinación.....	21
3.5.1.1. Humedad.....	21
3.5.1.2. Temperatura.....	22
3.5.1.3. Oxígeno .....	22
3.5.1.4. Contenido de humedad .....	22
3.5.1.5. Capacidad germinativa .....	23
3.6. Tratamientos y métodos pregerminativos .....	23



3.6.1. Efectos .....	24
3.6.2. División de los tratamientos .....	24
3.6.3. Escarificación.....	24
3.6.3.1. Escarificación por inmersión en agua.....	25
3.6.3.2. Estratificación .....	26
3.6.3.3. Hormonas y otros estimulantes químicos .....	27
3.7. Sustratos .....	27
3.7.1. Características del sustrato ideal .....	28
3.7.2. Propiedades de un sustrato .....	29
3.7.2.1. Propiedades físicas .....	29
3.7.2.2. Propiedades químicas .....	29
3.7.2.3. Otras propiedades .....	30
3.7.3. Funciones de los sustratos. ....	30
3.7.4. Tipos de sustratos.....	30
• Estopa de coco .....	30
• Arena .....	31
• Cascarilla de arroz.....	31
• Tierra negra .....	31
• Purines .....	32
• Turba .....	32
• Cascarilla de café .....	33
• Aserrín de balsa .....	33
3.8. Hormonas .....	34
3.8.1. Auxinas .....	35
3.8.2. Citoquininas .....	35
3.8.3. Función de las giberelinas .....	36
3.8.4. Biosíntesis de las giberelinas .....	36
3.8.5. Ácido giberélico (GA3).....	37
3.8.6. Efecto del ácido en la germinación .....	37
3.8.7. Aplicaciones comerciales .....	38
3.9. Vivero.....	39
3.9.1. Construcción del vivero.....	39

3.9.2. Labores culturales en el vivero .....	40
3.9.2.1. Riego.....	40
3.9.2.2. Control de malezas .....	40
3.9.2.3. Fertilización .....	40
3.9.2.4. Control de plagas y enfermedades .....	41
4.1. Materiales .....	42
4.1.1. Localización de la investigación .....	42
4.1.2. Situación geográfica y climática .....	42
4.1.3. Zona de vida.....	42
4.1.4. Material experimental.....	43
4.1.5. Materiales de campo.....	43
4.1.6. Materiales de oficina .....	44
4.2. Métodos .....	44
4.2.1. Factores en estudio:.....	44
• Factor A: Especies forestales .....	44
• Factor B: Sustratos.....	44
• Factor C: Tiempos de inmersión .....	44
4.2.2. Tratamientos combinación de los factores (AxBxC) .....	45
4.2.3. Tipo de diseño.....	46
4.2.4. Procedimiento: .....	46
4.2.4. Tipos de análisis.....	46
4.2.4.1. Análisis de varianza (ADEVA).....	46
4.2.4.2. Prueba de tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos. Factor A, B. ....	47
4.2.4.3. Análisis de efecto principal para factor C.....	47
4.2.4.4. Análisis de correlación y regresión lineal.....	47
4.2.4.5. Análisis económico relación beneficio-costos B/C. ....	47
4.3. Métodos de evaluación y datos tomados .....	47
4.3.1. Días a la germinación (DG).....	47
4.3.2. Porcentaje de sobrevivencia (PS).....	47
4.3.3. Altura de la planta (AP).....	47
4.3.4. Diámetro del tallo (DT).....	47

4.3.5. Número de hojas (NH) .....	48
4.3.6. Largo del limbo (LL).....	48
4.3.7. Ancho del limbo (AL) .....	48
4.3.8. Longitud del pecíolo (LP).....	48
4.3.9. Incidencias de plagas y enfermedades (I.P.E) .....	48
4.4. Manejo del experimento .....	49
4.4.1. Limpieza del lugar.....	49
4.4.2. Construcción del cerramiento .....	49
4.4.3. Obtención y preparación del material para los sustratos .....	49
4.4.4. Análisis físico químico de los sustratos .....	50
4.4.5. Llenado de fundas .....	50
4.4.6. Desinfección de los sustratos.....	50
4.4.7. Distribución de las unidades experimentales.....	50
4.4.8. Recolección y selección de las semillas .....	50
4.4.9. Desinfección de las semillas .....	50
4.4.10. Tratamiento de las semillas y siembra .....	51
4.4.11. Raleo.....	51
4.4.12. Control de malezas .....	51
4.4.13. Control de plagas.....	51
4.4.14. Riego.....	52
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	53
5.1. Días a la germinación (DG); altura de plantas en cm a los 30 días después de la siembra (AP en cm a los 60 dds) y porcentaje de sobrevivencia de plantas (PSP).....	53
5.2. Diámetro del tallo en mm a los 30 días después de la siembra (DT en mm a los 30 dds); número de hojas a los 30 días después de la siembra (NH a los 60 dds) y largo del limbo en cm a los 30 días después de la siembra (LL en cm a los 30 dds).....	62
5.3. Ancho del limbo en cm a los 30 días después de la siembra (AL en cm a los 30 dds) y longitud del pecíolo en cm a los 30 días después de la siembra (LP en cm a los 30 dds).....	71

5.4. Altura de plantas en cm a los 60 días después de la siembra (AP en cm a los 60 dds), diámetro del tallo en mm a los 60 días después de la siembra (DT en mm a los 60 dds) y número de hojas a los 60 días después de la siembra (NH a los 60 dds) .....	78
5.5. Largo del limbo en cm a los 60 días después de la siembra (LL en cm a los 60 dds); ancho del limbo en cm a los 60 días después de la siembra (AL en cm a los 60 dds) y longitud del pecíolo en cm a los 60 días después de la siembra (LP en cm a los 60 dds) .....	87
5.6. Incidencia de plagas (IP) .....	96
5.7. Análisis de correlación y regresión lineal .....	98
5.8. Análisis económico de la relación B/C. ....	99
VI. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	103
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	104
7.1. Conclusiones.....	104
7.2. Recomendaciones.....	106
BIBLIOGRAFÍA .....	107
ANEXOS	

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro N°</b>	<b>Pág.</b>
1. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor A: Especies forestales en la variable DG; AP en cm a los 30 dds y PSP. ....	53
2. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor B: Tipos de sustratos en la variable DG; AP en cm a los 30 dds y PSP. ....	55
3. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C: Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable DG; AP en cm a los 30 dds y PSP. ....	57
4. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable DG; AP en cm a los 30 dds y PSP. ....	59
5. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor A: Especies forestales en la variable DT en mm a los 30 dds; NH a los 30 dds y LL en cm a los 30 dds. ....	62
6. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor B: Tipos de sustratos en la variable DT en mm a los 30 dds; NH a los 30 dds y LL en cm a los 30 dds. ....	64
7. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C: Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable DT en mm a los 30 dds; NH a los 30 dds y LL en cm a los 30 dds. ....	66
8. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable DT en mm a los 30 dds; NH a los 30 dds y LL en cm a los 30 dds. ....	68
9. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor A: Especies forestales en la variable AL en cm a los 30 dds; y LP en cm a los 30 dds. ....	71

10. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor B: Tipos de sustratos en la variable AL en cm a los 30 dds; y LP en cm a los 30 dds.....	72
11. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C: Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable AL en cm a los 30 dds; y LP en cm a los 30 dds. ....	74
12. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable Al en cm a los 30 dds; y LP en cm a los 30 dds.....	76
13. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor A: Especies forestales en la variable AP en cm a los 60 dds; DT en mm a los 60 dds y NH a los 60 dds.....	78
14. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor B: Tipos de sustratos en la variable AP en cm a los 60 dds; DT en mm a los 60 dds y NH a los 60 dds.....	80
15. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C: Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable AP en cm a los 60 dds; DT en mm a los 60 dds y NH a los 60 dds. ....	82
16. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable AP en cm a los 60 dds; DT en mm a los 60 dds y NH a los 60 dds. ....	84
17. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor A: Especies forestales en la variable LL en cm a los 60 dds; AL en cm a los 60 dds y LP en cm a los 60 dds. ....	87
18. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de factor B: Tipos de sustratos en la variable LL en cm a los 60 dds; AL en cm a los 60 dds y LP en cm a los 60 dds. ....	89
19. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C: Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable LL en cm a los 60 dds; AL en cm a los 60 dds y LP en cm a los 60 dds. ....	91

20. Resultados de la prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable LL en cm a los 60 dds; AL en cm a los 60 dds y LP en cm a los 60 dds.....	93
21. Resultados promedios de tratamientos (especies forestales por tipos de sustratos y por tiempos de inmersión) en la variable incidencia de plagas. ....	96
22. Análisis de correlación y regresión lineal .....	98
23. Costos de producción de plántulas en tres especies forestales, utilizando tres tipos de sustratos y dos tiempos de remojo en ácido giberélico, cantón Echeandía año 2016.....	99
24. Análisis económico y relación beneficio/costo de la producción de plántulas en tres especies forestales, utilizando tres tipos de sustratos y dos tiempos de inmersión en ácido giberélico, cantón Echeandía año 2016..	101

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N°</b>	<b>Pág.</b>
1. Especies forestales en la variable días a la germinación, altura de plantas a los 30 dds y porcentaje de sobrevivencia de plantas. ....	53
2. Tipos de sustratos en la variable días a la germinación, altura de plantas a los 30 dds y porcentaje de sobrevivencia de plantas. ....	56
3. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable días a la germinación, altura de plantas a los 30 dds y porcentaje de sobrevivencia de plantas. ....	58
4. Interacción de factores (AxBxC) en la variable días a la germinación, altura de plantas a los 30 dds y porcentaje de sobrevivencia de plantas. ....	60
5. Especies forestales en la variable diámetro del tallo en mm a los 30 dds; número de hojas a los 30 dds y largo del limbo en cm a los 30 dds. ....	62
6. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo en mm a los 30 dds; número de hojas a los 30 dds y largo del limbo en cm a los 30 dds. ....	64
7. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo en mm a los 30 dds; número de hojas a los 30 dds y largo del limbo en cm a los 30 dds. ....	66
8. Interacción de factores (AxBxC) en la variable diámetro del tallo en mm a los 30 dds; número de hojas a los 30 dds y largo del limbo en cm a los 30 dds. ....	69
9. Especies forestales en la variable ancho del limbo en cm a los 30 dds y longitud del pecíolo en cm a los 30 dds. ....	71
10. Tipos de sustratos en la variable ancho del limbo en cm a los 30 dds y longitud del pecíolo en cm a los 30 dds. ....	73
11. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo en cm a los 30 dds y longitud del pecíolo en cm a los 30 dds. ....	74
12. Interacción de factores (AxBxC) en la variable ancho del limbo en cm a los 30 dds y longitud del pecíolo en cm a los 30 dds. ....	77
13. Especies forestales en la variable altura de plantas en cm a los 60 dds; diámetro del tallo en mm a los 60 dds y número de hojas a los 60 dds. ....	79



14. Tipos de sustratos en la variable altura de plantas en cm a los 60 dds; diámetro del tallo en mm a los 60 dds y número de hojas a los 60 dds. ....	81
15. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas en cm a los 60 dds; diámetro del tallo en mm a los 60 dds y número de hojas a los 60 dds. ....	82
16. Interacción de factores (AxBxC) en la variable altura de plantas en cm a los 60 dds; diámetro del tallo en mm a los 60 dds y número de hojas a los 60 dds.....	85
17. Especies forestales en la variable largo del limbo en cm a los 60 dds; ancho del limbo en cm a los 60 dds y longitud del pecíolo en cm a los 60 dds.....	87
18. Tipos de sustratos en la variable largo del limbo en cm a los 60 dds; ancho del limbo en cm a los 60 dds y longitud del pecíolo en cm a los 60 dds.....	89
19. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable largo del limbo en cm a los 60 dds; ancho del limbo en cm a los 60 dds y longitud del pecíolo en cm a los 60 dds. ....	91
20. Interacción de factores (AxBxC) en la variable largo del limbo en cm a los 60 dds; ancho del limbo en cm a los 60 dds y longitud del pecíolo en cm a los 60 dds. ....	94
21. Interacción de factores (AxBxC) en la variable incidencia de plagas. ....	97

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo N°

1. Mapa ubicación de la investigación
2. Resultados del análisis físico químico de los sustratos
3. Base de datos
4. Ilustraciones del manejo y evaluación del ensayo
  - Limpieza del terreno
  - Preparación del sustrato
  - Llenado de fundas
  - Desinfección del sustrato
  - Distribución de las unidades de investigación
  - Desinfección de las semillas
  - Preparación de la solución de ácido giberélico
  - Siembra
  - Evaluación de altura de plantas a los 30 días después de la siembra
  - Evaluación del diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra
  - Evaluación del largo del limbo a los 60 días después de la siembra
  - Evaluación del ancho del limbo a los 60 días después de la siembra
  - Visita del Tribunal de Calificación del Proyecto
5. Glosario de términos técnicos

## RESUMEN Y SUMMARY

Las especies forestales de los bosques del Ecuador, juegan un papel importante en la ecología constituyen una pieza clave dentro de las estrategias de conservación y manejo de los recursos genéticos forestales. En este trabajo se plantearon como objetivos: i) Determinar las características morfológicas que presentan las plántulas de pachaco, cedro de montaña y guachapelí en cada uno de los sustratos. ii) Evaluar el efecto de los tres tipos de sustratos sobre la germinación de las tres especies forestales. iii) Identificar el tratamiento apropiado de las tres especies forestales utilizando ácido giberélico en dos tiempos de inmersión. iv) Realizar un análisis económico relación beneficio costo. Los recursos naturales se han venido aprovechando sin planificación que conlleve a mantenerlos a largo plazo, la falta de conciencia por parte de la humanidad, ha hecho que se vayan deteriorando poco a poco y ocasionando problemas que afectan al medio ambiente, la flora y fauna. La falta de investigación en las formas de utilizar ácido giberélico para la propagación de especies forestales, ha traído como consecuencia la producción de plantas de mala calidad, y resultados poco alentadores en propagación de plantas. Este trabajo investigativo se desarrolló la ciudadela cinco de junio del Cantón Echeandía, Provincia de Bolívar. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial de  $3 \times 3 \times 2$  con 3 repeticiones. El factor A especies forestales  $A_1$ : Pachaco;  $A_2$ : Cedro de montaña;  $A_3$ : Guachapelí. El factor B Tipos de sustratos  $B_1$ : Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%;  $B_2$ : Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%;  $B_3$ : Tierra negra 75% + arena 25%. El factor C Tiempos de inmersión:  $C_1$ : Ácido giberélico remojo 3 horas y  $C_2$ : Ácido giberélico remojo 6 horas. Se tuvo 18 tratamientos. Se realizó análisis de varianza, prueba de Tukey al 5% para Factor A, B y tratamientos, análisis de efecto principal para factor C, análisis de correlación y regresión lineal, relación beneficio/costo. Los resultados fueron: Las especies forestales, el tipo de sustrato y los tiempos de inmersión en ácido giberélico, incidieron significativamente en los componentes agronómicos, sobre todo en la sobrevivencia de plantas. La especie forestal con el mejor porcentaje de sobrevivencia de las plantas a los 60 días fue Guachapelí ( $A_3$ ) con el 94,67%. El sustrato con la mayor sobrevivencia de las plantas fue el  $B_2$ : Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% con el 91,44%. El mejor tiempo de inmersión en ácido giberélico fue el  $C_2$ : Ácido giberélico remojo 6 horas que tuvo el 91,11% de sobrevivencia de plantas. Los tratamientos más efectivos fueron  $T_{13}$ :  $A_3B_1C_1$  (Guachapelí + Tierra negra 50% + cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas) y  $T_{16}$ :  $A_3B_2C_2$  (Guachapelí + Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas) donde se tuvo el 95,33% de sobrevivencia de plantas a los 60 días. Las variables independientes que contribuyeron a incrementar el porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 60 días, fueron: días a la germinación; altura de plantas y diámetro del tallo a los 60 días; largo del limbo a los 30 días y ancho del limbo a los 60 días. Económicamente los mejores tratamientos fueron el  $T_{12}$ :  $A_2B_3C_2$  (Especie forestal Cedro de montaña + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 6 horas), con un beneficio neto de \$. 126,96, una relación beneficio/costo de 3,45; y  $T_{11}$ :  $A_2B_3C_1$  (Especie forestal Cedro de montaña + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas) con un benéfico neto de \$. 125,66; una RB/C de 3,42.

## SUMMARY

The forest species of the forests of the Ecuador, play an important paper in the ecology they constitute a key piece inside the conservation strategies and handling of the forest genetic resources. In this work they thought about as objectives: i) Determine the morphological characteristics that present the pachaco plantains, mountain cedar and guachapelí in each one of the bases. ii) Evaluate the effect of the three types of bases on the germination of the three forest species. iii) Identify the appropriate treatment of the three forest species using gibberellic acid in two times of immersion. iv) Carry out an economic analysis relationship benefits cost. The natural resources one has come taking advantage without planning that bears to maintain them long term, the conscientious lack on the part of the humanity, has made them to go deteriorating little by little and causing problems that affect to the environment, the flora and fauna. The investigation lack in the forms of using gibberellic acid for the propagation of forest species, he/she has resulted in the production of plants of bad quality, and not very encouraging results in propagation of plants. This investigative work was developed the citadel June of the Canton five Echeandía, County of Bolívar. A design of complete blocks was used at random in factorial arrangement of  $3 \times 3 \times 2$  with 3 repetitions. The factor A forest species  $A_1$ : Pachaco;  $A_2$ : Mountain cedar;  $A_3$ : Guachapelí. The factor B Types of bases  $B_1$ : Earth black 50% + husk of coffee 50%;  $B_2$ : Earth black 50% + sawdust of raft 50%;  $B_3$ : Earth black 75% + sand 25%. The factor C Times of immersion:  $C_1$ : Gibberellic acid soaking 3 hours and  $C_2$ : Gibberellic acid soaking 6 hours. One had 18 treatments. Carried out variance analysis, test of Tukey to 5% for Factor A, B and treatments, analysis of main effect for factor C, correlation analysis and lineal regression, relationship benefic/cost. The results were: The forest species, the basis type and the times of immersion in gibberellic acid, they impacted significantly in the agronomic components, mainly in the survival of plants. The forest species with the best percentage in survival of the plants to the 60 days was Guachapelí ( $A_3$ ) with 94,67%. The basis with the biggest survival in the plants was the  $B_2$ : Earth black 50% + sawdust of raft 50% with 91,44%. The best time of immersion in gibberellic acid was the  $C_2$ : Gibberellic acid soaking 6 hours that had 91,11% of survival of plants. The most effective treatments were  $T_{13}$ :  $A_3B_1C_1$  (Guachapelí + Earth black 50% + husk of coffee 50% + Gibberellic acid soaking 3 hours) and  $T_{16}$ :  $A_3B_2C_2$  (Guachapelí + Earth black 50% + sawdust of raft 50% + Gibberellic acid soaking 6 hours) where one had 95,33% of survival of plants to the 60 days. The independent variables that contributed to increase the percentage of survival of plants to the 60 days were: days to the germination; height of plants and diameter of the shaft to the 60 days; long of the limbo to the 30 days and wide of the limbo to the 60 days. Economically the best treatments were the  $T_{12}$ :  $A_2B_3C_2$  (Species forest mountain Cedar + Earth black 75% + sand 25% + Gibberellic acid soaking 6 hours), with a net profit of \$. 126,96, a relationship benefice/cost of 3,45; and  $T_{11}$ :  $A_2B_3C_1$  (Species forest mountain Cedar + Earth black 75% + sand 25% + Gibberellic acid soaking 3 hours) with a beneficent one net of \$. 125,66; a RB/C 3,42.

## I. INTRODUCCIÓN

La conservación de la diversidad biológica es un elemento que ha venido ganando relevancia a nivel mundial y en particular los estudios biológicos de la flora constituyen una pieza clave dentro de las estrategias de conservación y manejo de los recursos genéticos forestales. (Barberis, I. et, al. 2008)

Las especies forestales de los bosques del Ecuador, juegan un papel importante en la ecología, como parte fundamental de la biodiversidad, en nuestro país existen alrededor de 7 millones de ha de bosques con potencial de manejo forestal menos del 10% reúnen condiciones económicas para ser sometidas a un manejo forestal sustentable. El área con potencial forestal es de 2'512.000 ha que representa un 9,28% de la superficie nacional. (Palacios, W. 2011)

La Provincia de Bolívar cuenta con importantes recursos madereros como el cedro, nogal, laurel, balsa, jigua, pinos, ciprés y eucaliptos. Todas estas maderas son consideradas de lujo y la calidad que las caracteriza, hace que sean muy codiciadas en la construcción. (Añazco, M. 2009)

Echeandía al ser un Cantón en el Subtrópico, posee una riqueza natural que a pesar de sufrir una disminución substancial de los bosques para incrementar el horizonte agrícola, aún se puede identificar y catalogar como reservas naturales ya que existen árboles como el Quebracha, Coquito de Montaña, Copal, Pepón, Cabo de Hacha, Laurel de Montaña, Pambil, Motilón, Chambilio, Sangre de Drago, Caoba, Capulí, Cedro, Moral, Fernán Sánchez, etc. (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Echeandía. 2015)

La propagación de las plantas es de gran importancia ya que se desarrolla como una alternativa más para la conservación de la biodiversidad. Con esta actividad se pretende estudiar cuales son los requerimientos de las plantas en la germinación así como en otros métodos de propagación vegetativa para establecerse. Conocer

más sobre estos métodos es enriquecer el conocimiento de las especies y nos ayuda a proponer nuevos métodos. (Montenegro, F. 2008)

El sustrato es un factor más del cultivo, como la luz o la temperatura, pero la diferencia de estos, el sustrato es un medio biológico, física y químicamente activo, cuya actividad depende del resto de factores ambientales, las técnicas de cultivo y el cultivo. (Espinoza, R. 2010)

Probablemente el factor más importante que influye en el crecimiento de las plántulas, es el sustrato adecuado en la elección de un sustrato ideal, un primer criterio podría ser el costo económico del producto pero sin duda, existen otros factores físico-químicos más difíciles de evaluar a prioridad que deben tenerse muy en cuenta para el éxito del nuevo sistema de cultivo. Prácticamente, ningún sustrato es malo, pero parece más razonable escoger el sustrato de acuerdo a las posibilidades reales de cada explotación. (Hermosilla, M. 2009)

El ácido giberélico es uno de los reguladores del crecimiento de las plantas más utilizado en la agricultura, la selvicultura y la horticultura. Las giberelinas tienen un número de efectos sobre el desarrollo vegetal estimulan rápido crecimiento de tallos, inducen divisiones mitóticas en las hojas de algunas especies, incrementan la tasa de germinación de semillas. Ácido giberélico puede ayudar a la acumulación de metabolitos en el floema, activar el cambium. (Vega, R. 2009)

El ácido giberélico también fomenta la germinación de semillas. El regulador ácido abscísico (ABA), prolonga la dormancia de las semillas, caracterizada por la gran concentración de ABA y la baja concentración de giberelinas en el embrión, con el tiempo, el ABA se deteriora y se incrementa la síntesis de giberelinas. El proceso que permite a las semillas germinar después de un período de tiempo inmediato a su formación se suele conocer con el nombre de "postmaduración". Después de la imbibición, la absorción pasiva de agua por parte de la semilla, las giberelinas liberadas por el embrión anuncian que es el momento de que la semilla cese la dormancia y comience a germinar. (Pacheco, G. 2007)

Los objetivos planteado en este trabajo investigativo fueron:

- Evaluar agrónomicamente las plántulas de pachaco, cedro de montaña y guachapelí, utilizando tres sustratos y dos tiempos de inmersión en ácido giberélico.
- Determinar las características morfológicas que presentan las plántulas de pachaco, cedro de montaña y guachapelí en cada uno de los sustratos.
- Evaluar el efecto de los tres tipos de sustratos sobre la germinación de las tres especies forestales.
- Identificar el tratamiento apropiado de las tres especies forestales utilizando ácido giberélico en dos tiempos de inmersión.
- Realizar un análisis económico relación beneficio costo.

## **II. PROBLEMA**

En el Cantón Echeandía, los recursos naturales se han venido aprovechando sin una planificación que conlleve a mantenerlos a largo plazo, además, el manejo inadecuado de estos recursos y la falta de conciencia por parte de la humanidad, ha hecho que se vayan deteriorando poco a poco y ocasionando problemas que afectan al medio ambiente, la flora y fauna.

La falta de investigación en cuanto a las formas de utilizar ácido giberélico para la propagación de especies forestales, ha traído como consecuencia la producción de plantas de mala calidad, y resultados poco alentadores en propagación de plantas nativas.

Existe desconocimiento por parte de los agricultores en cuanto a las ventajas e importancia que ofrecen los diferentes tipos de sustratos, los mismos que no han sido aplicados de la mejor manera en los diferentes sectores involucrados a la actividad forestal.

El presente proyecto de investigación está orientado a obtener información técnica en base a la propagación por semillas de plántulas de pachaco, cedro de montaña y guachapelí, sometidas a dos tiempos de inmersión en ácido giberélico y sembradas en tres tipos de sustrato, mismos que facilitaran una pronta germinación, disponiendo así de plantas de calidad en menor tiempo posible, de esta modo se dispondrá de información precisa y veras, que servirá para implementar sistemas forestales y agrosilvopastoriles, de importancia para el sector agroecológico.



### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Descripción de las especies forestales en estudio

##### 3.1.1. Pachaco

###### 3.1.1.1. Clasificación taxonómica

<b>División:</b>	Fanerógamas
<b>Subdivisión:</b>	Angiosperma
<b>Clase:</b>	Dicotiledónea
<b>Orden:</b>	Fabales
<b>Familia:</b>	Leguminosae
<b>Género:</b>	Schizolobium
<b>Especie:</b>	Parahyba
<b>Nombre Científico:</b>	<u><i>Schizolobium parahybum</i></u>
<b>Nombre Común:</b>	Pachaco. (Borja, C. 2010)

###### 3.1.1.2. Características generales

El pachaco *Schizolobium parahybum*, es el árbol muy vistoso, fuste recto, sin ramas y de bonita forma, con un tronco alto que en la superficie tiene grandes racimos, largos como hojas. A la distancia se lo observa como un árbol gigantesco, parecido a un helecho, alcanzando una altura de más o menos 30 metros y hasta 100 centímetros de DAP. (Meyer, C. 2009)

El medio ambiente común en el que lo encuentra a esta especie forestal en las costas subtropicales del Sur Este del Brasil, desde Río de Janeiro Grande sul. Se lo encuentra en zonas muy extensas de los trópicos de América Central, hasta la parte sur de México en Colombia, Perú, Bolivia y Ecuador. (Wright, R. 2007)

Su rango climático de adaptación es muy grande, desde el bosque muy húmedo tropical (bmh-T) hasta las sabanas secas, desde lugares planos hasta colinas escarpadas y desde lugares fértiles hasta lugares pobres, por lo tanto, es obvio indicar es un planta muy adaptable. (Tipán, G. 2012)

### **3.1.1.3. Aspectos dendrológicos**

El pachaco (*Schizolobium parahybum*) posee hojas compuestas vipinadas, caducas, las flores son aquellas dorados, rectos en forma de ramilletes de 30 centímetros de alto y de apariencia ornamental. El fruto es una vaina de 6 centímetros de longitud aproximadamente.

Florece durante los meses de julio a los 6 meses, la recolección de semillas se la realiza entre los meses de enero a los 12 meses, comenzando en ocasiones desde diciembre. (Borja, C. 2010)

Los árboles son visibles a distancias en su época de floración. La producción de semillas comienza desde los 10 a 11 años. Un kilogramo tiene un total de 110 unidades. El 50% de las semillas germinan en forma uniforme y el resto en forma escalonada. (Montenegro, F. 2008)

Se considera que para cubrir un metro cuadrado de platabanda con plántulas de pachaco, se necesitan dos libras de semillas. La viabilidad de las semillas es de uno a dos años. Se adaptan fácilmente desde 5 a 1000 msnm. (Wright, R. 2007)

### **3.1.1.4. Características de la madera**

Que los árboles jóvenes tienen madera suave, liviana, algunas veces muy duras, resistente y fibrosa fácil de trabajar, es de color blanco amarillento con transición gradual a duramen de color marrón muy pálido, pálido sin color, con sabor astringente, con brillo mediano a brillante. (Tipán, G. 2012)

La durabilidad en el pachaco puede ser definida como:

- Poco durable en contacto con el suelo.
- Relativamente durante en el caso de uso externo
- Muy durable en el uso interno.
- Susceptible al ataque de hongos e insectos si no es preservada. (Borja, C. 2010)

### **3.1.1.5. Datos silviculturales**

El pachaco, de acuerdo se lo encuentra distribuido en amplias zonas del litoral y del Oriente, desde hábitats que van desde el bosque muy húmedo - tropical al bosque seco tropical y en lugares con una altitud de 5 hasta 1000 msnm. (Recalde, M. 2010)

Se ha ensayado el establecimiento de plantaciones de enriquecimiento con el pachaco, obteniéndose resultados halagadores. Las plantaciones iniciales se realizaron en la estación del INIAP de “Pichelingue” en la zona de Quevedo, en la década de los 50 con carácter de experimental.

“Apreciación sobre las posibilidades de manejo de los bosque tropicales húmedos del Ecuador” da una lista de especies prometedoras para los ensayos de comprobación y fase piloto, y entre ellas, ubica al (*Schizolobium paranybum*) en primer lugar. (Meyer, C. 2009)

En el Oriente el PNF en cooperación con el INIAP, da la importancia que tiene esta especie al realizar tres ensayos con el pachaco y otras especies, aplicado el sistema silvopastoril. (Vega, L. 2012)

El porcentaje de germinación de las semillas de especies forestales es un poco bajo; en los viveros forestales el objetivo es producir el mayor número da arbolitos en el mejor tiempo posible.

Con diversos tratamientos se puede aumentar el porcentaje de germinación y la vez acorta el tiempo de germinación. Que la semilla existente en el vivero debe ser almacenada en lugares frescos y ventilados antes de proceder a la siembra; ya que no ser así los resultados no podrían ser halagadores por muchos cuidados que no tuviese en la realización de las labores de cultivo. (Wright, R. 2007)

Las condiciones principales que debe reunir una semilla son las siguientes:

- Debe estar completamente madura, lo que se reconoce por su coloración.

La madurez de la semilla es una condición intrínseca y se logra cuando su embrión está totalmente desarrollado, encontrándose las sustancias de los cotiledones aptas para ser asimiladas. Este es el momento más propicio para sembrarlas y obtener como consecuencia una germinación y plantas de óptima calidad.

- Debe tener tamaño y peso máximo dentro de las dimensiones de la especie a tratar.

Las semillas gruesas y pesadas darán siempre origen a una planta más resistente y de crecimiento más vigoroso, ya que al ser mayor su almendra contiene mayor cantidad de sustancias alimenticias, por otra parte, por el peso se puede distinguir la semilla vana, impropia para la germinación.

- No debe desprender olor picante, y su color deben ser los normales en su especie.
- La edad de la semilla es muy importante ya que está íntimamente relacionada con su poder germinativo. (Borja, C. 2010)

### **3.1.2. Cedro de montaña**

#### **3.1.2.1. 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)

#### **3.1.2.2. 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, ráquíz 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)

#### **3.1.2.3. 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)

#### **3.1.2.4. Usos**

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

#### **3.1.2.5. 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)

### **3.1.3. Guachapelí**

#### **3.1.3.1. Clasificación Taxonómica**

**Reino:** Plantae

**Phylum** Magnoliophyta

**Clase** Magnoliopsida

**Orden** Fabales

**Familia** Fabaceae

**Género** Pseudosamanea

**Especie** guachapele

**Nombre científico:** *Pseudosamanea guachapele* (Gomes, Z. 2006)

### **3.1.3.2. Ecología**

Su distribución natural abarca desde México hasta Bolivia (incluyendo Surinam y Venezuela y Ecuador). El hábitat en el que se encuentra es: elevaciones de 0-800 metros, sin embargo se ha plantado hasta una altitud de 1200 m. Tolera pequeños incendios. Esta especie no es capaz de tolerar mal drenaje o las inundaciones, drenaje texturados de los suelos neutros. Se desarrolla en suelos fértiles cerca de los ríos, La temperatura media anual: 20 - 40 ° C. La media de precipitación anual: 700 - 2300 mm de suelo. (Montenegro, F. 2008)

### **3.1.3.3. Descripción botánica general**

Esta especie es caducifolia por lo que requiere una temporada seca anual de aproximadamente 4-5 meses. Puede alcanzar 30 metros de altura, con troncos de más de 30 cm de diámetro. La corteza es la característica más notable de este árbol, de color gris muy claro y además está cubierta de grandes y llamativas placas de tejido muerto como flecos. (Recalde, M. 2010)

De hojas compuestas, bipinnadas y alternas, grandes, de hasta 30 centímetros de largo, cubiertas en su cara posterior por un finísimo terciopelo de color amarillento. Las flores poseen largos y abundantes estambres de color blanco o crema, se desarrollan en grupos o inflorescencias grandes. Los frutos son legumbres secas y aplanadas de color café oscuro. Dentro de cada fruto podemos encontrar de 5 a 10 semillas pequeñas en forma de frijoles. El número de semillas por kilogramo está entre 23000 y 29000 semillas / Kg. La madera esta lista desde 20 a 40 años. (Gomes, Z. 2006)

### **3.1.3.4. Propagación**

El pretratamiento aumenta la tasa de germinación de 20-35% a 90-95%. Los mejores resultados se obtienen con una escarificación manual, usando papel de lija en un lado de la semilla hasta que pierde su brillo natural y aparece porosa. El



sumergir en agua a 70°C por 4 minutos y pasarlas a agua fría dejándolas por 24 horas puede dar tasas de germinación de hasta un 75%. (Arevalo, A. et. al. 2006)

Las semillas se pueden sembrar en camas de germinación y después repicar a bancales y producir como pseudo estaca o puede sembrarse directamente en bolsas. Germina en 5-28 días. Las plantitas son muy vigorosas y se pueden trasplantar a los 3 días después de la germinación. Deberían mantenerse a la sombra por 20 días, regando a menudo. Pueden plantarse en el campo a los 4-5 meses de estar en el vivero, cuando han alcanzado de 35 - 40 cm. A las plantas de contenedor les ayuda si se podan las raíces y se elimina la mitad inferior de las hojas 15 días antes de la plantación definitiva. (Montenegro, F. 2008)

### **3.1.3.5. Plantación**

En Costa Rica se planta usualmente a 2.5 x 4.5, 3 x 3; 3.5 x 4.0 y 3.5 x 3.5 m pero también se puede hacer plantar a 2 x 2 m, lo cual podría mejorar la forma del fuste, que no suele ser óptima. (Velasteguí, R. 2005)

### **3.1.3.6. Manejo**

Es muy importante el control de malezas en los dos primeros años de la plantación. Los árboles manejados para la producción de postes o leña rebrotan bien después de ser podados con este fin. Se debe seleccionar los mejores rebrotes y eliminar el resto. La forma de los fustes se puede mejorar con podas de formación tempranas. (Red Agroforestal Ecuatoriana. 2005)

### **3.1.3.7. Uso y manejo en finca**

Sus usos más importantes en América Central son como árbol de sombra en pasturas y para madera de aserrío. Se usa en construcción rural para horcones, vigas, tablas, tablonés, pisos, durmientes y madera aserrada, así como en ebanistería. (Gomes, Z. 2006)

Las piezas de madera más pequeñas se usan para postes y como combustible. La leña solo necesita 1 a 2 semanas para secar, se raja fácil y quema bien y lentamente, con buenas brasas y poco humo. Las hojas son un forraje para ganado de alta calidad con un 24% de proteína. Aunque por el momento no son usadas ampliamente en América Central para este propósito este uso tiene un enorme potencial.

Las hojas se descomponen rápidamente por lo que pueden ser usadas también como abono verde para cultivos. Es una especie fijadora de nitrógeno. (Montagnini, F. 2009)

#### **3.1.4. Características generales de los árboles semilleros**

Entre las características más importantes de los árboles semilleros tenemos: edad del árbol semillero, fecha de fructificación, régimen de fructificación, producción de frutos y semillas. (Muñoz, V. 2012)

#### **3.1.5. Métodos de recolección**

Generalmente, la recolección de frutos y semillas en árboles y arbustos se realiza a mano, directamente del árbol o del suelo, o por medio de instrumentos especiales denominados cortadores, los cuales pueden ser de diferentes tipos y tamaños. La recolección en el suelo o en el agua se puede llevar a cabo cuando las especies producen frutos o semillas pesadas y grandes, las cuales caen debajo del sitio ocupado por la copa del árbol.

La recolección de frutos o semillas directamente en la copa de los árboles se utiliza principalmente en aquellas especies que produce frutos dehiscentes y con semillas pequeñas, livianas o aladas. El proceso de recolección y método a utilizar, depende principalmente de la especie, tipo de fruto, cantidad de frutos y semillas a recolectar, tamaño, forma y altura de los árboles, finalidades de la recolección y personal a disposición. (Uribe, M. et, al. 2011)

### **3.1.6. Época de recolección**

Es muy importante conocer la época más propicia para la recolección de frutos y semillas para evitar recoger frutos y semillas no maduros fisiológicamente, atacados por los agentes biológicos o llegar cuando los frutos dehiscentes han dispersado sus semillas. La época de recolección depende principalmente de dos factores: de las características generales del fruto y semilla, y del estado de madurez de la semilla. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Rumex\\_crispus.html](http://es.wikipedia.org/wiki/Rumex_crispus.html))

### **3.1.7. Equipo utilizado**

Generalmente se utilizan escaleras de metal o madera, espolines o trepadores, cortadoras o podadoras, redes, lonas, canastas, ganchos, tijeras, garfios para ascender y materiales para empaquetar a los frutos y semillas. (Domínguez, M. 2007)

## **3.2. Características generales de las semillas forestales**

La semilla, en los antófitos, está constituida por un embrión en estado latente, que posee un rudimento radical que dará origen al sistema radicular y un rudimento de yema que constituye el ápice vegetativo y que nos dará origen al tallo de la plántula. Además de esto, posee un tejido reservante denominado endospermo y de tejidos protectores que forman lo que se llama tegumento seminal externo. La parte más externa de este tegumento seminal se denomina epispermo. (Montenegro, F. 2008)

- **Tamaño y peso**

En las semillas forestales se consigue una gran variedad en cuanto al tamaño y al peso; y así tenemos desde muy pequeñas hasta muy grandes, y desde muy livianas hasta relativamente pesadas. Estas dos características están muy relacionadas y así

generalmente en semillas de un mismo lote y especie, las más grandes pesan más y viceversa. (Muñoz, V. 2012)

- **Forma**

Aquí también se presentan formas muy variables y así las hay redondas o redondeadas, ovaladas, alargadas, reniformes. (Trujillo, N. 2010)

- **Aspecto externo**

Pueden ser rugosas o lisas, duras o blandas, peludas, estriadas, aladas, brillantes u opacas. (Domínguez, M. 2007)

- **Color**

Presentan variedad de colores y tonalidades, pero generalmente son de color amarillento o pardo o marrón, blancas, etc. Además de estas características anatómicas y morfológicas de las semillas, es también necesario conocer algunas cualidades o propiedades de las semillas forestales, como son: su origen y autenticidad, edad y madurez, peso y dimensiones, pureza, vitalidad o viabilidad y características germinativas, en las cuales en conjunto nos van a determinar la calidad de las semillas que tenemos disponibles para el cultivo de las diferentes especies forestales. (Toledo, M. 2009)

### **3.3. Métodos de propagación de especies forestales**

Existen dos tipos de propagación de plantas que se observan en la naturaleza: sexual (o por semilla) y asexual (o vegetativamente), en las cuales se puede lograr una diversidad de técnicas de siembra dependiendo del tipo de especie que se vaya a propagar. (Marín, A. 2008)

### **3.3.1. Propagación sexual o por semilla**

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. 2007)

La reproducción sexual en los árboles aporta diversidad genética a la población, que favorece a los individuos forestales para su adaptación futura a condiciones ambientales cambiantes. (Miller, V. 2010)

El uso de semillas es la forma más común de propagación forestal. Generalmente la propagación de plantas por medio de semillas se caracteriza por: a) permite almacenar el material reproductivo para tener disponibilidad en época apropiada, b) permite producir grandes cantidades de material plantable, c) o se requiere de personal especializado para la producción. (Marín, A. 2008)

### **3.3.2. Propagación asexual o vegetativa**

También conocida como propagación indirecta o agámica. Se efectúa con partes de una planta, provista de yemas y con capacidad de enraizamiento para originar nuevos individuos o insertando dichas yemas a otras plantas afín y capaces de soldar sus tejidos para proseguir su desarrollo normal. De esta manera puede asegurarse la plena transmisión de los caracteres fijos de una variedad vegetal. (Casanova, F. 2011)

Este tipo de propagación consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas cuyos órganos vegetales tienen la capacidad de regenerarse.

La propagación asexual o vegetativa es la reproducción de las plantas sin intervención de las semillas; y la procedencia de las plantas no es otra cosa que la propagación de esta. (Namoc, J. 2010)

La propagación vegetativa o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una célula un tejido, un órgano (raíces, tallos, ramas, hojas). 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)

### **3.4. La Semilla**

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, la regeneración de los bosques y la sucesión ecológica. En la naturaleza la semilla es una fuente de alimento básico para muchos animales. También, mediante la producción agrícola, la semilla es esencial para el ser humano, cuyo alimento principal está constituido por semillas, directa o indirectamente, que sirven también de alimento para varios animales domésticos.

([http://es.wikipedia.org/wiki/Rumex\\_crispus.html](http://es.wikipedia.org/wiki/Rumex_crispus.html))

#### **3.4.1. Partes de la semilla**

##### **3.4.1.1. El embrión**

Es el elemento de las semillas viables considerado como una nueva planta en miniatura, consiste en el eje embrionario y los cotiledones, cuya inserción divide en dos partes al eje embrionario, la parte superior o epicotíleo y de la plúmula formada por el primer par de hojas verdaderas que rodean y protegen al ápice vegetativo. (Muñoz, V. 2012)

El embrión es una nueva planta que resulta de la unión durante la fertilización del gameto femenino por el gameto masculino. Su estructura es un eje con puntos de crecimiento en ambos extremos (uno para el tallo y otro para la raíz) y una o más hojas seminales o cotiledones fijadas en el eje embrionario. (Namoc, J. 2010)

#### **3.4.1.2. Los cotiledones**

Son las primeras hojas de la nueva planta, esto se observa en el caso de las especies de germinación epigea de las dicotiledóneas. En estos casos constituyen la principal fuente de reservas nutritivas (leguminosas), de aspecto grueso y ocupan la mayor parte del interior de las semillas, están ligados al eje embrionario por haces vasculares que conducen las sustancias nutritivas. (Correa, J. 2009)

#### **3.4.1.3. El endospermo y perispermo**

Son dos capas que preceden a la cubierta, en algunos casos como el coco de palma forman la mayor parte de reservas nutritivas, que generalmente quedan reducidos a una sola capa de células o son reabsorbidos. (Marín, A. 2008)

#### **3.4.1.4. La cubierta de la semilla**

Normalmente que desempeña la cubierta de la semilla es proporcionar protección mecánica al embrión, haciendo posible manejar las semillas, sin dañarlas, ya sea en el transporte o en almacenamiento durante largos periodos.

Según manifiesta este autor, la cubierta de la semilla influye en gran medida en el proceso de germinación, de ahí la importancia de conocer el tipo de semilla para saber que tratamiento pregerminativo aplicar. (Miller, V. 2010)

#### **3.4.2. Clases de semillas**

Técnicamente se conocen las siguientes clases de semillas:

#### **3.4.2.1. Semillas erráticas**

Son aquellas semillas difíciles de germinar, por lo tanto no es posible realizar afirmaciones generales o establecer modelos de producción en base a aquellas semillas de especies que son de tipo erráticas. (Muñoz, V. 2012)

#### **3.4.2.2. Semillas latentes**

En este grupo de semillas se consideran aquellas que necesitan ser almacenadas durante algún tiempo (meses), para que el embrión complete su madurez fisiológica. Estas semillas al ser sembradas inmediatamente después de extraídas del fruto no suelen germinar, por lo general muchas especies forestales de bosque seco. (Namoc, J. 2010)

#### **3.4.2.3. Semillas recalcitrantes**

A diferencia de las ortodoxas, las semillas recalcitrantes no pueden ser almacenadas y tienen escasa longevidad. Las 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, y en muchos casos no se puede asegurar que la presente. (Miller, V. 2010)

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. (SEMARNAT. 2008)



#### **3.4.2.4. Semillas ortodoxas**

Son aquellas cuyo contenido de humedad es posible bajarlo a valores entre 5 a 10 % y guardarlas a temperaturas bajo cero sin dañarlas, y por lo tanto es posible su conservación por períodos largos sin perder su poder germinativo.

Esta capacidad para tolerar la desecación se debe principalmente a que por el proceso normal de maduración, estas semillas van perdiendo humedad y es así que cuando son dispersadas desde el árbol, o bien cuando permanecen en el estando maduras, su contenido de humedad es bajo. (Correa J. 2009)

### **3.5. La Germinación**

La germinación es el proceso mediante el cual una semilla se desarrolla hasta convertirse en una planta. Este proceso se lleva a cabo cuando el embrión se hincha y la cubierta de la semilla se rompe. Para lograr esto, toda nueva planta requiere de elementos básicos para su desarrollo: temperatura, agua, oxígeno y sales minerales. El ejemplo más común de germinación, es el brote de un semillero a partir de una semilla de una planta floral o angiosperma. Sin embargo, el crecimiento de una hifa a partir de una esporamicotica micótica se considera también germinación. En un sentido más general, la germinación puede implicar todo lo que se expande en un ser más grande a partir de una existencia pequeña o germen. La germinación es un mecanismo de la reproducción sexual de las plantas. ([wikipedia.org/wiki/Germinaci%C3%B3n.html](http://wikipedia.org/wiki/Germinaci%C3%B3n.html))

#### **3.5.1. Condiciones ambientales necesarias para la germinación**

##### **3.5.1.1. Humedad**

La imbibición de agua es el primer paso del proceso de germinación. Los dos factores que afectan más a la absorción de agua por las semillas son: la naturaleza de las semillas por su cubierta y la cantidad de agua circundante en el medio.

Las células de las semillas que germinan no pueden realizar los procesos vitales de absorción, metabolismo, transporte de alimentos, asimilación, respiración y crecimiento sin una abundancia de agua. Cuando el agua ablanda el epispermo, ésta deja pasar el oxígeno y bióxido de carbono. (INIAP. 2011)

### **3.5.1.2. Temperatura**

Las semillas de muchas especies germinan bajo grandes variaciones de temperatura; otras necesitan para una germinación completa temperaturas dentro de los límites más estrechos. Por lo regular se puede decir que temperaturas muy bajas y muy altas reducen o inhiben la germinación. (Quijia, P. et, al. 2010)

### **3.5.1.3. Oxígeno**

Poco después que ha comenzado la fase de hidratación se puede notar que empieza la actividad respiratoria a causa de que el embrión necesita oxígeno para obtener energía y alimentos de las reservas del endospermo o de los cotiledones. (Segovia, C. 2010)

### **3.5.1.4. Contenido de humedad**

Para determinar la humedad se debe tomar como muestra de 1 a 10 gramos para semillas pequeñas y de 20 gramos si la semilla es grande. Luego se realiza la trituración y se coloca en una cápsula para ser secadas en una estufa a temperaturas variables entre 105 y 130°C en destilación con tolueno, de acuerdo al contenido de sustancias volátiles. El C.H se calcula mediante el peso de las semillas al ambiente menos el peso de la semilla al horno, dividido para el peso de la semilla al horno y por 100. La tolerancia aceptada es de 0,5%; la fórmula propuesta por Loaiza para su determinación es la siguiente:

$$\text{CH \%} = \frac{\text{Ph} - \text{Ps}}{\text{Ps}} \times 100$$

Dónde:

Ph = peso de semillas húmedas (al ambiente)

Ps = peso de las semillas secas (al horno). (Loaiza, V. 2005)

### **3.5.1.5. Capacidad germinativa**

El proceso de germinación se determina por medio de los ensayos de germinación, los cuales deben hacerse con semillas puras escogidas del ensayo de pureza y por lo menos deben hacerse con 400 granos como mínimo, los cuales son subdivididos en cuatro lotes de 100 granos cada uno, separados al azar.

(<http://es.wikipedia.org/wiki/Germinaci%C3%B3n.html>)

### **3.6. Tratamientos y métodos pregerminativos**

Los inhibidores de las cubiertas de las semillas son eliminados mediante repetidos lavados con agua, pero los del embrión solo parecen ser eliminados por la acción fisiológica del frío. Las semillas de envoltura muy dura pueden requerir tratamientos especiales que las ablanden suficientemente para que puedan germinar. Para facilitar la germinación estas semillas pueden ser escarificadas, tratadas con ácido fuerte o sometidas a congelación y deshielos alternos o como en el caso de frutos secos y de hueso, se puede quitar la cubierta. (Trujillo, E. 2008)

Se ha dedicado mucha investigación a idear métodos artificiales para eliminar la latencia (tratamientos pre-germinativos) y asegurar que las semillas germinen con rapidez y de manera uniforme. Mediante la aplicación de protocolos pre-germinativos en vivero es posible disminuir la latencia a un grado mínimo, promoviendo la germinación de la semilla; teniendo presente que los protocolos varían según la especie. (Arriagada, V. 2012)

Tratamientos pre-germinativos son cualquier tratamiento mecánico, físico y/o químico que se aplica a una semilla o grupo de semillas, con el objetivo de hacerlas germinar más rápidamente y en mucha mayor cantidad.

(<http://www.elmundoforestal.com/terminologia/tratamientopregerminativo.html>)

### **3.6.1. 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)

### **3.6.2. División de los tratamientos**

Los tratamientos más globalizados son:

### **3.6.3. 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)

Es cualquier proceso que rompa, raye, altere mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas para hacerlas permeables al agua y a los gases y se subdivide en:

- **Mecánica:** Consiste en raspar la cubierta de las semillas con lijas, limas o quebrarlas con un martillo o pinzas.
- **Química:** Consiste en remojar las semillas por períodos breves de 15 minutos a 2 horas, en compuestos químicos. Las semillas secas se colocan en recipientes no metálicos y se cubren con el solvente químico con agitación regular para obtener resultados uniformes.

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 giberélico 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 giberélico 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)

### **3.6.3.1. 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. 2007)

### **3.6.3.2. 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 semilla se pone a estratificar en forma de capas o estratos de ella 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)

### **3.6.3.3. Hormonas y otros estimulantes químicos**

Existen sustancias que estimulan la germinación, las cuales se emplean en diferentes concentraciones y tiempos de exposición, dependiendo de la especie a tratarse.

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), ácido giberélico. También se han encontrado resultados positivos con auxinas y citoquininas. (Zavaleta, J. et, al. 2010)

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)

### **3.7. Sustratos**

El sustrato, servirá como vehículo para aportar agua, nutriente y oxígeno a la planta, a la vez, le servirá de soporte y medio oscuro para el desarrollo radicular, función vital del crecimiento vegetal. (Espinoza, R. 2010)

Muchas especies enraízan con facilidad en una gran variedad de medios de propagación, sin embargo en especies que lo hacen con dificultad puede tener gran importancia el medio de enraizamiento que se emplee, no influyendo solamente en el porcentaje de esquejes enraizados, sino también en la calidad del sistema radical formado. (Hartman, H. y Kester, D. 2012)

Las características físicas del sustrato influyen en la formación del sistema radical de los esquejes y en la calidad de las raíces que se forman, lo que se debe a las diferencias en la capacidad de almacenamiento de agua y aire que estos poseen.

Un medio ideal de enraizamiento es aquel que tenga suficiente porosidad para permitir buena aireación y una capacidad elevada de retención de agua, pero al mismo tiempo que este bien drenado y libre de organismos patógenos. (Hermosilla, M. 2009)

### **3.7.1. Características del sustrato ideal**

Se considera al sustrato ideal aquel que proporciona a la planta las mejores condiciones para su crecimiento, que posea un bajo impacto ambiental y que la relación beneficio/costo sea adecuada para el sistema productivo.

(<http://www.agrohuerto.com/el-primer-paso-para-cultivar-tu-huerto-el-sustrato/html>)

El sustrato ideal depende de la especie de planta así como el enfoque de cultivo. Pero sí que podemos establecer unas condiciones básicas que son necesarias y benefician a la mayoría de plantas:

- **Retención de agua:** un sustrato debe de tener una gran capacidad de agua sin que se encharque de tal forma que proveemos a la planta de una reserva de agua y resistencia a la evaporación así como la disminución de riego.
- **Drenaje:** Si bien que queremos una buena retención para proveer a la planta necesitamos un buen drenaje para expulsar el agua restante.
- **Aireación:** Las raíces deben respirar al igual que las hojas y un buen contenido de oxígeno facilita la asimilación de nutrientes y el crecimiento de las raíces.
- **Textura:** Al coger con la mano el sustrato y aplastarlo debe ser esponjoso al tacto y no quedar compacto (arcilloso) y con facilidad poder soltarlo. Las



raíces crecen más rápido en sustratos esponjosos que no en densos como los arcillosos.

- Nutrientes: la mezcla debe estar provista nutrientes para el desarrollo de la planta.
- Resistencia: a factores externos ya sean: temperatura, hongos.  
(<http://www.lamarihuana.com/foros/threads/importancia-de-un-sustrato.37332/html>)

### **3.7.2. Propiedades de un sustrato**

#### **3.7.2.1. 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. (Hermosilla, M. 2009)

#### **3.7.2.2. 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. (Ordoñez, J. 2009)

### **3.7.2.3. Otras propiedades**

- Libre de semillas de malas hierbas, nemátodos y otros patógenos y sustancias fitotóxicas.
  - 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](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.html))

### **3.7.3. Funciones de los sustratos.**

- Proporcionan humedad a las semillas.
- Dotan de aireación a las semillas durante el proceso de germinación.

La textura del sustrato influye directamente en el porcentaje de semillas germinadas así como la calidad del sistema radicular que se ha formado de las semillas, la que funciona como depósito de sustancias nutritivas. (Hermosilla, M. 2009)

### **3.7.4. Tipos de sustratos**

- **Estopa de coco**

Este es un producto que queda de residuo después de quitar a las fibras grandes de la cáscara dura del coco; las fibras cortas y muy cortas son separadas para ser utilizadas como sustratos. Contiene elevados porcentajes de lignina lo que le da una gran durabilidad al sustrato.

Existe un gran interés por la estopa de coco, por considerarla un excelente sustrato, en el cual se pueden desarrollar diversos tipos de plantas (flores y

vegetales en sustratos semihidropónicos, plantas de maceta, etc.). Con este sustrato, las plantas adquieren un excelente desarrollo radicular, crecen más saludables y firmes, con tallos más largos y buena floración. (Leopold, A. 2005)

Para utilizar con éxito la estopa de coco, se debe conocer sus propiedades físicas-químicas y cómo prepararla para cultivos de sustrato. Cuando se siembra en la fibra pura, es decir en sistemas semihidropónicos y, especialmente si se trata de plantas sensibles, son indispensables el enjuague y la preparación química del sustrato. (Breuring, R. 2009)

- **Arena**

La arena es un medio muy bueno para el enraizamiento de esquejes, menciona también que este sustrato es inconsistente, carente de nutrientes, muy ligero y que por su alta permeabilidad pierde rápidamente la humedad, debiéndose adicionar nutrientes y suministrar una humedad permanente. (James, R. 2006)

- **Cascarilla de arroz**

Es un sustrato de origen biológico, ya que se lo obtiene en las piladoras de arroz, el autor menciona que la cascarilla de arroz tiene las siguientes ventajas:

- El alto contenido de sílice caracteriza a este sustrato, lo que le permite una lenta descomposición.
  - Es un material liviano.
  - Su costo en la actualidad es bajo, en comparación al de la piedra pómez.
- (Valverde, A. 2006)

- **Tierra negra**

Es la cubierta superficial del suelo localizada generalmente a profundidades promedio de 10 cm., es un agregado de minerales y de partículas orgánicas

producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica con textura, estructura y espacio poroso conocido como horizonte A generalmente de un color gris a negro. (Espinoza, R. 2010)

Para obtener buenos resultados durante la germinación, el enraizamiento y el crecimiento de las plantas, se requieren ciertas características del medio de cultivo relacionadas con sus propiedades físicas y químicas. La tierra negra tiene una buena proporción de limo, arcilla y arena, lo que hace que mantenga su estructura cuando se le aplasta ligeramente y cuando se lo hace con más fuerza se desmenuza, característica que toman en cuenta los proveedores y que es confirmado por el encargado de vivero. (Caso, O. 2012)

- **Purines**

Son productos fitoreguladores que por efecto de la descomposición aeróbica o macerado de plantas pueden ayudar en el control de plagas y enfermedades dentro de un programa de manejo integrado.

Los purines se pueden elaborar de una manera fácil con los recursos de la zona, existen varias maneras de obtener y extraer el ingrediente activo: Licuado o amasado, maceración, infusión, cocimiento, extracto en aceite, tintura o extracto alcohólico, extracto acetónico. (Robinson, T. 2006)

- **Turba**

La turba es un material orgánico, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron; se emplea como combustible y en obtención de abonos orgánicos.

La composición de la turba es: carbono 59%, hidrogeno 6%, oxígeno 33%, nitrógeno 2%. Es muy utilizada como abono orgánico para mejorar suelos por su capacidad de retención de agua.

(<http://www.monografias.com/trabajos13/propaveg.html>)

- **Cascarilla de café**

Los restos de café son buenos fertilizantes para los jardines debido a su alto contenido en nitrógeno. Los restos de café molido también contienen potasio, fósforo, y muchos otros microminerales que ayudan al desarrollo de la planta. Muchas personas dedicadas a la aseguran que a las rosas, los restos de café son de gran utilidad para su desarrollo y crecimiento. Cabe señalar, que los restos de café en la mayoría de los casos se pueden obtener gratuitamente. (Hermosilla, M. 2009)

A continuación se mencionara las características físicas y químicas que posee los restos de café:

Propiedades químicas: la composición química de la cascarilla de café es la siguiente: contenido de humedad de 11,45%, lignina 41,86%, cenizas 0,95%, grasas 5,83%, pentosas 25,5% y furfural 14,76%.

Propiedades físicas: la cascarilla del café tiene una densidad a 26°C de 1,323 gr/cm<sup>3</sup>, una densidad bruta de 0,323 gr/cm<sup>3</sup> y el calor de combustión es de 4500 gr. (Leopold, A. 2005)

- **Aserrín de balsa**

El aserrín se constituye en un subproducto de la producción forestal. Está compuesto en un alto porcentaje por residuos de madera y muy poco por corteza, y está constituido por partículas de alrededor de 4 mm. En su composición

química tiene un alto contenido de celulosa y lignina, sustancias de difícil descomposición en el suelo. (Weaver, R. 2011)

Una vez descompuesto es un medio ampliamente utilizado, obteniéndose buenos resultados. El aserrín tiene enorme capacidad de absorber agua pudiéndolo hacer nueve veces de su peso en poquísimos tiempo, en cambio pierde su humedad lentamente, por su alta disponibilidad, su bajo costo y su peso liviano, este material es ampliamente usado en las mezclas de suelo para plantas que se cultivan en macetas, pero hay que agregar nutrientes complementarios. (Caso, O. 2012)

### **3.8. Hormonas**

Una hormona de crecimiento vegetal es una sustancia orgánica sintetizada al interior de una planta que a bajas concentraciones puede activar, inhibir o modificar cualitativamente el crecimiento, ejerciendo esta acción en un lugar distinto al de origen. (López, F. 2010)

Se entiende por hormonas vegetales aquellas sustancias que son sintetizadas en un determinado lugar de la planta y se transportan a otro, donde actúan a bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo y metabolismo del vegetal. El término "sustancias reguladoras del crecimiento" abarca a las sustancias tanto de origen natural como sintetizado en laboratorio, otorgando respuestas a nivel de crecimiento, metabolismo y desarrollo de la planta. (Pacheco, G. 2007)

Los reguladores de crecimiento son sustancias preparadas sintéticamente y del mismo tipo de las producidas por las plantas en forma natural. Las hormonas producidas por las plantas son elaboradas en los brotes terminales. Señala también que existen varios grupos de estas sustancias, de ellas, las auxinas son las de mayor interés para el enraizamiento. (Weaver, R. 2011)

Las hormonas de enraizamiento pertenecen a la familia de las auxinas y dentro de estas las más utilizadas son el ácido indolacético (AIA), ácido indolbutírico (AIB) y el ácido naftalenacético (ANA). (Leopold, A. 2005)

### **3.8.1. Auxinas**

Son un grupo de reguladores de crecimiento, que son sintetizadas en el tallo y ápices de las raíces y transportada a lo largo del eje de la planta, cuya acción primaria es estimular el crecimiento de las células (elongación). Su nombre derivado del griego auxein, que significa crecer, fue dado a la sustancia reguladora de crecimiento producida en el ápice del coleóptilo de avena. (López, F. 2010)

De forma natural, las concentraciones más altas de auxinas están en los ápices de crecimiento (ápice del coleóptilo, yemas y ápices de crecimiento de las hojas), sin embargo, también se encuentran auxinas ampliamente distribuidas por la planta, sin duda provenientes de las regiones meristemáticas.

Este tipo de reguladores estimulan la división y diferenciación celular y junto con las citoquininas regulan varios procesos de desarrollo. Por ejemplo, las auxinas inducen la formación de raíces laterales en recortes de tallo y la diferenciación de raíces y brotes a partir de cultivo de callos, es controlado por el balance de auxinas y citoquininas. Es decir, en cultivos in vitro, las auxinas junto a las citoquininas, son usadas para controlar la diferenciación y morfogénesis. (Pacheco, G. 2007)

### **3.8.2. Citoquininas**

Las citoquininas es un grupo importante de los reguladores de crecimiento vegetal, tienen la propiedad de promover el crecimiento y desarrollo, y ayuda a retardar la senescencia y actúan con las auxinas para controlar el crecimiento y el desarrollo (Rojas, S. et, al. 2010)

Comprenden una clase separada de sustancias de crecimiento y reguladores de crecimiento. Ellas solo producen un efecto menor cuando es aplicada a plantas intactas, pero ha sido aconsejado por estimular la síntesis de proteínas. Los efectos de las citoquinas son más notables en el cultivo de tejidos, a menudo junto a las auxinas, para estimular la división celular y control de morfogénesis. (Martín, G. 2006)

### **3.8.3. 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>)

### **3.8.4. 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)

### **3.8.5. Ácido giberélico (GA3)**

Es una simple giberelina que promueve el crecimiento y la elongación celular. Afecta la descomposición vegetal y ayuda a su crecimiento si está en bajas proporciones, aunque eventualmente la planta desarrolle tolerancia al compuesto. Este ácido estimula a las células de las semillas germinantes a producir moléculas de ARN mensajero (ARNm) que codifican las enzimas hidrolíticas. El ácido giberélico es una hormona muy potente cuya presencia natural en plantas controla su desarrollo.

Sabiéndose de su poder regulatorio, las aplicaciones de muy bajas concentraciones pueden resultar en profundos efectos, mientras que muy altas pueden dar el efecto opuesto. Se lo usa generalmente en concentraciones de 0,01 a 10 mg/L (Vega, R. 2009)

### **3.8.6. Efecto del ácido 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, 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, estímulo 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)

### **3.8.7. Aplicaciones comerciales**

La giberelina disponible comercialmente es el ácido giberélico o GA<sub>3</sub>, que se obtiene por fermentación de los extractos del hongo *Gibberella*. Las aplicaciones de GA's se utilizan en la producción de uva sin semillas y en la de manzanas, para aumentar el tamaño y la calidad de las mismas, mientras que en los cítricos autoincompatibles incrementan el cuajado del fruto. En general, las GA's son capaces de estimular el cuajado de especies que contienen un número reducido de óvulos, como el melocotón, el albaricoque o la cereza. En los cítricos, el cambio de coloración de verde a naranja se retrasa con GA's, un tratamiento que además previene diversas alteraciones de la corteza. (Rojas, S. et. al. 2010)

Las GA's se utilizan para estimular el desarrollo del tallo de la caña de azúcar y en la alcachofa, y del petiolo en el apio. El incremento y adelanto en la producción de malta a partir de los granos de cebada también es una aplicación comercial de estos compuestos. Las GA's se usan, asimismo, para romper la latencia de tubérculos de papa, o como inductores de la germinación del arroz y de variedades enanas. En la mejora vegetal de gimnospermas, se utilizan para inducir floración precoz y en calabaza, para incrementar la proporción de flores masculinas.

Los inhibidores de la síntesis de GA's, o retardadores del desarrollo, como el paclobutrazol, se utilizan en floricultura para reducir el desarrollo de especies como crisantemos o nochebuenas, mientras que en los cereales se pretende evitar el "encamado" y en las especies frutales, el crecimiento excesivo del árbol. (Martin, G. 2006)

### **3.9. Vivero**

Son extensiones de terrenos destinados a recibir y cultivar especies leñosas procedentes del semillero, o de las estacas y acodos, hasta que adquieran el desarrollo conveniente para ser trasladadas al lugar donde han de vivir definitivamente. (Naiper, I. 2006)

#### **3.9.1. Construcción del vivero**

Una vez que se elige el terreno donde se construirá el vivero se inicia una serie de actividades relacionadas con la instalación y construcción de la infraestructura necesaria para su funcionamiento. Estas actividades, resumidas en el cuadro 23, varían en función del tipo de plantas que se desea propagar y de los recursos económicos disponibles. Básicamente el vivero debe contar con las siguientes instalaciones: semilleros, área de envasado, platabandas (estructuras que sombrean a las plantas), lotes de crecimiento, bodega y equipo e infraestructura de riego. (Valverde, O. 2008)

La limpieza del terreno es una actividad muy importante ya que facilita las labores en el vivero, evita la competencia de la vegetación original del terreno con las plantas que se producen, y facilita el control de insectos (hormigas, grillos, etcétera). (Vera, J. 2009)

Antes de iniciar la producción de plántulas es necesario detectar la presencia de malezas, nematodos, hongos, parásitos e insectos, principalmente cuando se pretende establecer el vivero en terrenos que con anterioridad se dedicaron a la agricultura. Esto permitirá elegir las técnicas de manejo y fumigación necesarias que aseguren la producción exitosa de plántulas con alta calidad, sobre todo en cultivos a pie desnudo. (Leopold, A. 2005)

### **3.9.2. Labores culturales en el vivero**

Las labores culturales comprenden un conjunto de actividades conexas con las agrícolas que se realizan desde la siembra y continúan durante la germinación hasta el trasplante al lugar definitivo. Estas labores son: riego, control de malezas, control de plagas y control de enfermedades. (Vera, J. 2009)

#### **3.9.2.1. Riego**

El riego es crucial para el buen desarrollo del cultivo, si bien su demasía puede ocasionar micosis y otras enfermedades. (Caso, O. 2012)

#### **3.9.2.2. Control de malezas**

El control de malezas consiste exactamente en mantener libre al cultivo de mandioca de la competencia de malezas o hierbas dañinas, pues, en la etapa inicial, las plantas son vulnerables a la competencia de las malezas, debido al crecimiento lento. Por lo tanto, es necesario realizar el control durante los primeros 3 a 4 meses después de la siembra, hasta conseguir que las plantas cubran la superficie o espacios entre plantas, a fin de obtener alto rendimiento.

La maleza compite con las plantas por los factores de crecimiento que son: luz, agua y elementos minerales del suelo que necesitan las plantas para crecer. En los primeros tiempos, la planta tiene poca capacidad para aprovechar estos factores, y fácilmente son relegadas por las malezas que, contrariamente, se caracterizan por su gran eficacia y capacidad para aprovechar los factores de crecimiento para su desarrollo. (Saunders, J. 2012)

#### **3.9.2.3. Fertilización**

La fertilización es una técnica ampliamente utilizada en la agricultura para corregir las deficiencias nutricionales en diferentes sistemas de cultivo. Esta

práctica resultante de la aplicación de los nutrientes en la parte aérea de la planta, está diseñada para complementar y/o agregar y mantener el equilibrio nutricional de las plantas, especialmente durante los períodos de máxima demanda, favoreciendo así la provisión adecuada para mejorar los caracteres genéticos de la producción. (Espinoza, R. 2010)

#### **3.9.2.4. Control de plagas y enfermedades**

Las plagas presentes en un vivero son uno de los agentes que pueden producir danos generalizados, si no son evitados previamente o controlados en el momento de su aparición. En este sentido el responsable del vivero debe mantener un programa de control permanente, ya que la mejor forma de evitar este tipo de daño es la prevención. Es necesario controlar en forma diaria el estado sanitario, con el fin de efectuar una detección temprana de los daños que se pueden presentar. (Lara, G. 2012)

En los viveros son comunes las enfermedades foliares causadas por hongos y bacterias, las cuales deben controlarse durante todas las etapas de producción, por ello se debe examinar las plantas y descartar cualquiera que demuestre síntomas asociados con la presencia de estos patógenos. Las hojas con manchas deben removerse y no manejar las plantas cuando están húmedas para evitar la diseminación de enfermedades. Las aspersiones foliares con fungicidas registrados pueden ayudar en el control de enfermedades foliares. Existen determinados factores como la sequía o el exceso de fertilización que favorecen el aumento de la incidencia de la enfermedad. (Saunders, J. 2012)

## IV. MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Materiales

#### 4.1.1. Localización de la investigación

Provincia	Bolívar
Cantón	Echeandía
Parroquia	Central
Sitio	Cdla. 5 de Octubre

#### 4.1.2. Situación geográfica y climática

Parámetros	
Altitud	375 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 (%)	92%

**Fuente:** Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Echeandía. 2015

#### 4.1.3. Zona de vida

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

#### **4.1.4. Material experimental**

- Semillas de especies forestales
- Sustratos
- Ácido giberélico

#### **4.1.5. Materiales de campo**

- Palas
- Pala jardinera
- Machetes
- Flexómetro
- Regla
- Rastrillos
- Carretillas
- Sarán
- Estacas de moral
- Piola
- Bomba de fumigar
- Regadera
- Fundas de polietileno de 6x8"
- Libreta de campo
- Cámara digital
- Balde plástico
- Calibrador de vernier
- Clavos
- Fungicida
- Insecticida
- Ácido giberélico

#### 4.1.6. Materiales de oficina

- Lápiz
- Borrador
- Papel boom
- Calculadora
- Computadora
- Impresora
- Flash memory

#### 4.2. Métodos

##### 4.2.1. Factores en estudio:

- **Factor A: Especies forestales**

A<sub>1</sub> = Pachaco (*Schizolobium parahybum*)

A<sub>2</sub> = Cedro de montaña (*Cedrela montana*)

A<sub>3</sub> = Guachapelí (*Pseudosamanea guachapele*)

- **Factor B: Sustratos**

B<sub>1</sub> = Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%

B<sub>2</sub> = Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%

B<sub>3</sub> = Tierra negra 75% + arena 25%

- **Factor C: Tiempos de inmersión**

C<sub>1</sub> = Ácido giberélico remojo 3 horas

C<sub>2</sub> = Ácido giberélico remojo 6 horas



#### 4.2.2. Tratamientos combinación de los factores (A x B x C)

N° T.	Código	Detalle
T <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	Pachaco + Tierra negra 50%+cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas
T <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	Pachaco + Tierra negra 50%+cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas
T <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	Pachaco + Tierra negra 50%+aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas
T <sub>4</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	Pachaco + Tierra negra 50%+ aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas
T <sub>5</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	Pachaco + Tierra negra 75%+ arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas
T <sub>6</sub>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	Pachaco + Tierra negra 75%+ arena 25% + Ácido giberélico remojo 6 horas
T <sub>7</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	Cedro de montaña + Tierra negra 50%+cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas
T <sub>8</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	Cedro de montaña + Tierra negra 50%+cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas
T <sub>9</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	Cedro de montaña + Tierra negra 50%+ aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas
T <sub>10</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	Cedro de montaña + Tierra negra 50%+ aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas
T <sub>11</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	Cedro de montaña + Tierra negra 75%+ arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas
T <sub>12</sub>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	Cedro de montaña + Tierra negra 75%+ arena 25% + Ácido giberélico remojo 6 horas
T <sub>13</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	Guachapelí + Tierra negra 50%+cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas
T <sub>14</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	Guachapelí + Tierra negra 50%+cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas
T <sub>15</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	Guachapelí + Tierra negra 50%+ aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas
T <sub>16</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	Guachapelí + Tierra negra 50%+ aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas
T <sub>17</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	Guachapelí + Tierra negra 75%+ arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas
T <sub>18</sub>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	Guachapelí + Tierra negra 75%+ arena 25% + Ácido giberélico remojo 6 horas

### 4.2.3. Tipo de diseño

Se utilizó un diseño de bloques completo al azar (DBCA), en arreglo factorial 3x3x2 por 3 repeticiones.

### 4.2.4. Procedimiento:

- Localidad 1
- Tratamientos 18
- Repeticiones 3
- Número de unidades investigativas 54
- Área total del ensayo 120 m<sup>2</sup>
- Área neta del ensayo 95 m<sup>2</sup>
- Número de fundas por unidad investigativa 36
- Número total de fundas 1944

### 4.2.4. Tipos de análisis

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

Fuentes de Variación	Grados de libertad	CME*
Repeticiones (r-1)	2	$12e + 15\mu^2e$
Factor A (a-1)	2	$\mu^2e + 12\sigma^2A$
Factor B (b-1)	2	$\mu^2e + 12\sigma^2B$
Factor C (c-1)	1	$\mu^2e + 20\sigma^2C$
A x B	4	$\mu^2e + 15\sigma^2AB$
A x C	2	$\mu^2e + 120\sigma^2AC$
B x C	2	$\mu^2e + 200\sigma^2BC$
A x B x C	4	$\mu^2e + 40\sigma^2AxBxC$
ERROR	34	$\mu^2e$
TOTAL	53	

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

4.2.4.2. Prueba de Tukey al 5% para comparar promedios de tratamientos. Factor A, B.

4.2.4.3. Análisis de efecto principal para factor C.

4.2.4.4. Análisis de correlación y regresión lineal.

4.2.4.5. Análisis económico relación beneficio-costo B/C.

### **4.3. Métodos de evaluación y datos tomados**

#### **4.3.1. Días a la germinación (DG)**

Dato que fue evaluado en toda la unidad investigativa, contando el número de días transcurridos desde la siembra hasta cuando el 70% de las semillas germinaron.

#### **4.3.2. Porcentaje de sobrevivencia (PS)**

Variable que se registró contando el número de plantas prendidas a los 60 días después de la siembra en cada unidad experimental, y en base al número de ellas se calculó el porcentaje de sobrevivencia.

#### **4.3.3. Altura de la planta (AP)**

Dato que se registró a los 30 y 60 días después de la siembra, con la ayuda de un flexómetro en cm, se midió desde el ras del sustrato hasta el ápice terminal en 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental y su resultado se expresó en cm.

#### **4.3.4. Diámetro del tallo (DT)**

Variable que se tomó a los 30 y 60 días después de la siembra, en 10 plantas seleccionadas al azar con la ayuda de un calibrador de vernier en centímetros, colocándolo en la mitad del tallo de la planta y su medida se expresó en mm.

#### **4.3.5. Número de hojas (NH)**

Dato que se registró a los 30 y 60 días de haber realizado la siembra, contando directamente el número de hojas, en 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad experimental.

#### **4.3.6. Largo del limbo (LL)**

Variable que se evaluó a los 30 y 60 días después de la siembra, con ayuda de una cinta métrica, midiendo la distancia desde la inserción del limbo con el pecíolo hasta su ápice, en 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad investigativa y su medida fue expresada en cm

#### **4.3.7. Ancho del limbo (AL)**

Dato que se registró a los 30 y 60 días después de la siembra en 10 plantas seleccionadas al azar de cada unidad investigativa, para lo cual se procedió a medir con una regla la distancia existente, entre los bordes del limbo en su parte media y su medida se expresará en cm.

#### **4.3.8. Longitud del pecíolo (LP)**

Variable que fue evaluada en 10 plantas seleccionadas al alzar de cada unidad investigativa, midiendo desde la inserción del pecíolo con el tallo hasta la base de la hoja, a los 30 y 60 días después de la siembra, se utilizó una cinta métrica y se expresó en centímetros.

#### **4.3.9. Incidencias de plagas y enfermedades (I.P.E)**

Dato que se evaluó mediante la siguiente fórmula.

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

(L\u00f3pez, C. 2011)

#### **4.4. Manejo del experimento**

##### **4.4.1. Limpieza del lugar**

Se realiz\u00f3 la selecci\u00f3n del sitio para el establecimiento del vivero, las medidas fueron 6 m de ancho por 20 m de largo, dando una superficie total de 120 m<sup>2</sup>; se procedi\u00f3 a la limpieza de las malezas presentes en el lugar. Luego se delimit\u00f3 las unidades investigativas de acuerdo al mapa de campo.

##### **4.4.2. Construcci\u00f3n del cerramiento**

Se construy\u00f3 un cerramiento utilizando estacas de moral, delimitando todo el contorno del \u00e1rea con sar\u00e1n, evitando da\u00f1os causados por animales cercanos al sitio y personas ajenas a la investigaci\u00f3n.

##### **4.4.3. Obtenci\u00f3n y preparaci\u00f3n del material para los sustratos**

El material tierra negra se obtuvo de la finca del se\u00f1or Villafuerte ubicada en el recinto Plaza Roja; la cascarilla de caf\u00e9 se adquiri\u00f3 de la piladora del Se\u00f1or Darwin Montenegro del recinto Piedra Grande, el aserr\u00edn de balsa obtuvo del aserradero de propiedad del se\u00f1or Gabriel Carvajal ubicado en el recinto Estero de Damas, y la arena se procedi\u00f3 a obtenerlo del r\u00edo del Cant\u00f3n Echeand\u00eda, estos materiales fueron trasladados al predio donde se realiz\u00f3 la investigaci\u00f3n. Los sustratos se mezclaron de acuerdo a las combinaciones y porcentajes establecidos en el Factor B.

#### **4.4.4. Análisis físico químico de los sustratos**

Una vez preparado los sustratos se recogió muestras de cada uno, mismos que fueron enviados al laboratorio del INIAP en la ciudad de Quevedo, para que se realice sus respectivos análisis completos tanto físico como químico.

#### **4.4.5. Llenado de fundas**

El sustrato se colocó en las fundas de polietileno de 6 x 8 pulgadas con la ayuda de una pala jardinera la cantidad utilizada fue 2 kg de sustrato /funda.

#### **4.4.6. Desinfección de los sustratos**

La desinfección se hizo con la ayuda de una bomba mochila con una solución de Carbendazim 50 en una concentración de 2.5 cc/1litro de agua, mismo que fue aplicado en cada funda.

#### **4.4.7. Distribución de las unidades experimentales**

La distribución de unidades en las parcelas se realizó al azar. Se sortearon los tratamientos de acuerdo al mapa de campo establecido y se ubicó rótulos señalando los tratamientos respectivos.

#### **4.4.8. Recolección y selección de las semillas**

Las semillas se obtuvieron en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

#### **4.4.9. Desinfección de las semillas**

Las semillas recolectadas se desinfectaron con Vitavax empleando una cantidad de 1gr/l, se dejó las semillas en la solución por el lapso de cinco minutos, para

prevenir el ataque de patógenos, luego se dejó secar por dos minutos para ágilmente aplicar el ácido giberélico.

#### **4.4.10. Tratamiento de las semillas y siembra**

Se colocó en un recipiente ácido giberélico a 100 ppm, posteriormente se sumergieron las semillas forestales nativas de cada especie, de acuerdo a lo propuesto en el Factor C: Tiempo de inmersión C<sub>1</sub>: remojo durante 3 horas y C<sub>2</sub>: Remojo por 6 horas, luego se procedió a la siembra respectiva.

Para la siembra se abrió un hoyo de 1 cm de profundidad en el centro de la funda que contiene el sustrato y se procedió a la colocar dos semillas por funda.

Seguidamente se presionó el sustrato alrededor de la funda para evitar que queden espacios de aire.

#### **4.4.11. Raleo**

Esta actividad se realizó de forma manual, previa a una selección eliminando la plántula más débil y dejando una sola planta por funda.

#### **4.4.12. Control de malezas**

Actividad que se hizo manualmente y en forma continua de acuerdo a la presencia de malezas, en cada una de las unidades experimentales.

#### **4.4.13. Control de plagas**

Para evitar daños causados por insectos defoliadores, se utilizó el insecticida Lorsban 4E + Cypermetrina con una dosis de 0,75 cc + 20 cc en 20 litros de agua y se aplicó por aspersión.

#### **4.4.14. Riego**

Para evitar el déficit hídrico se aplicó riegos 2 veces por semana fraccionado en la mañana y en la tarde. Se realizó directamente con una regadera tratando que el riego sea homogéneo, para mantener el sustrato suficientemente húmedo y cuidando de no sobresaturarlo.



## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1. Días a la germinación (DG); altura de plantas en cm a los 30 días después de la siembra (AP en cm a los 60 dds) y porcentaje de sobrevivencia de plantas (PSP)

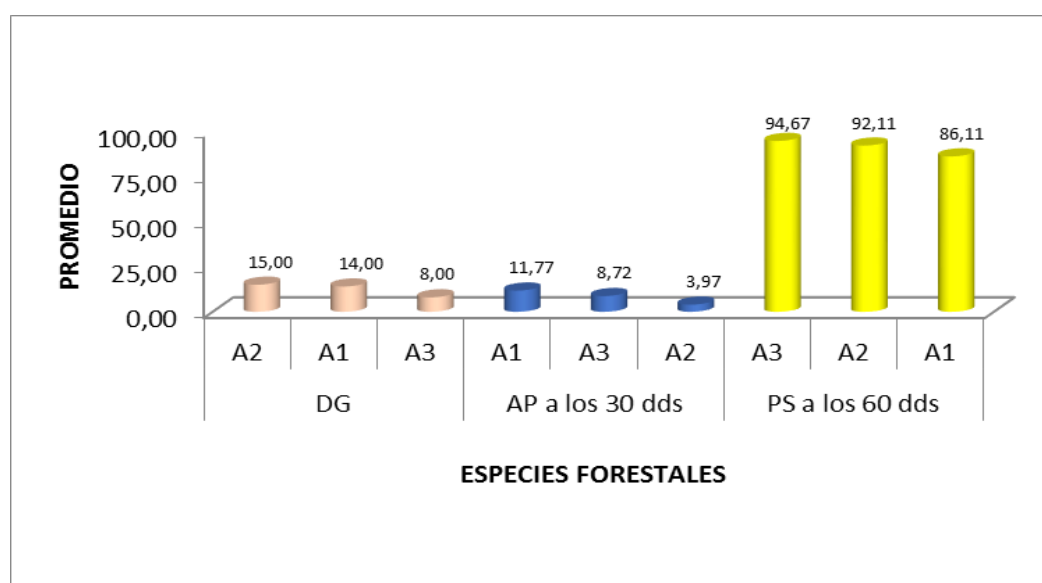
Cuadro No. 1. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales en la variable DG; AP en cm a los 30 dds y PSP.

DG (**)			AP a los 30 dds (**)			PS a los 60 dds (**)		
Especie	Promedio	Rango	Especie	Promedio	Rango	Especie	Promedio	Rango
A <sub>2</sub>	15,00	A	A <sub>1</sub>	11,77	A	A <sub>3</sub>	94,67	A
A <sub>1</sub>	14,00	B	A <sub>3</sub>	8,72	B	A <sub>2</sub>	92,11	B
A <sub>3</sub>	8,00	C	A <sub>2</sub>	3,97	C	A <sub>1</sub>	86,11	C

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

A<sub>2</sub>: Cedro de montaña; A<sub>1</sub>: Pachaco; A<sub>3</sub>: Guachapelí

Gráfico No. 1. Especies forestales en la variable días a la germinación, altura de plantas a los 30 dds y porcentaje de sobrevivencia de plantas.



## Especies forestales

La respuesta de las especies forestales en cuanto a la variable días a la germinación; altura de plantas a los 30 días después de la siembra y porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 60 días después de la siembra, fue muy significativa (Cuadro No. 1).

Con prueba de Tukey al 5%, la especie forestal más tardía en germinar fue Cedro de montaña ( $A_2$ ) con 15,00 días; mientras que la especie forestal en germinar más pronto fue Guachapelí ( $A_3$ ) con 8,00 días (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1).

Esta respuesta es lógica porque la cubierta de las semillas de la especie forestal Guachapelí es delgada, disponiendo de una latencia precoz, además la germinación es de tipo epigea iniciándose a los 5 días después de la siembra.

El promedio más alto para la altura de plantas evaluado a los 30 dds, se registró en las plantas de Pachaco ( $A_1$ ) con 11,77 cm; el promedio más bajo se tuvo en la especie forestal  $A_2$ : Cedro de montaña con 3,97 cm (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1)

La altura de las plantas, es una característica varietal propia de cada especie forestal y depende fuertemente de la interacción genotipo-ambiente.

Tomando como punto de partida lo antes expuesto, esta respuesta se pudo dar debido a que la semillas de Pachaco son gruesas, contiene mayor cantidad de sustancias alimenticias lo que darán siempre origen a una planta de crecimiento rápido y vigoroso (Borja, C. 2010)

El mayor porcentaje de sobrevivencia de plantas se evaluó en la especie Guachapelí ( $A_3$ ) con el 94,67% de sobrevivencia; el promedio menos de sobrevivencia se tuvo en la especie forestal Pachaco ( $A_1$ ) que alcanzo el 86,11% (Cuadro No. 1 y Gráfico No. 1).

El porcentaje de sobrevivencia de plantas, son características varietales propias de cada especie forestal y dependen de su interacción genotipo-ambiente.

Otros factores que incidieron directamente en el proceso de emergencia y crecimiento inicial son la temperatura, humedad y sanidad de la semilla.

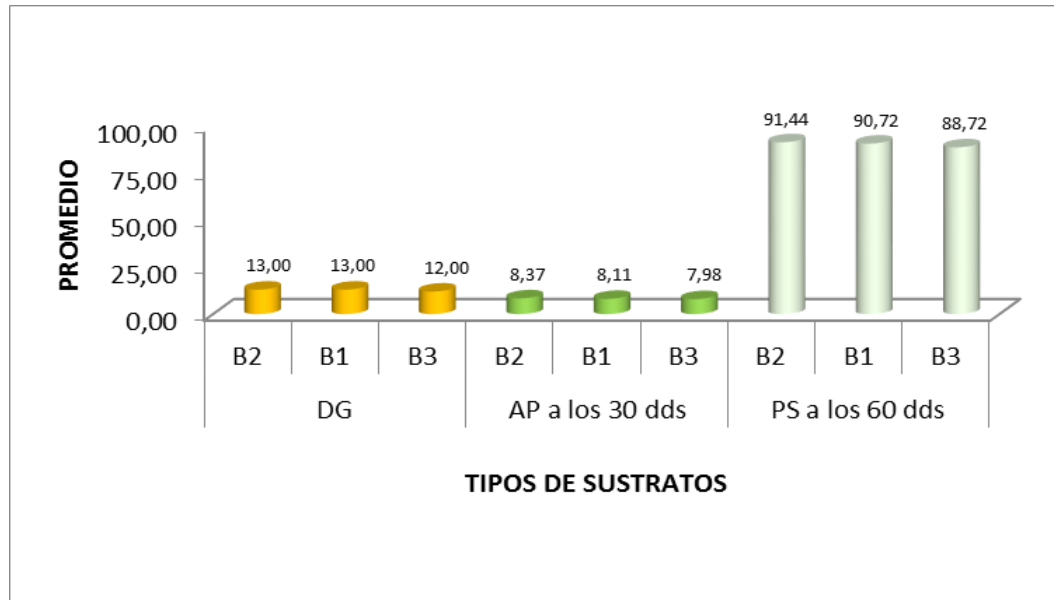
Cuadro No. 2. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor B: Tipos de sustratos en la variable DG; AP en cm a los 30 dds y PSP.

DG (*)			AP a los 30 dds (*)			PS a los 60 dds (*)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B <sub>2</sub>	13,00	A	B <sub>2</sub>	8,37	A	B <sub>2</sub>	91,44	A
B <sub>1</sub>	13,00	A	B <sub>1</sub>	8,11	A	B <sub>1</sub>	90,72	A
B <sub>3</sub>	12,00	AB	B <sub>3</sub>	7,98	AB	B <sub>3</sub>	88,72	B

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

B<sub>2</sub>: Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%; B<sub>1</sub>: Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%; B<sub>3</sub>: Tierra negra 75% + arena 25%.

Gráfico No. 2. Tipos de sustratos en la variable días a la germinación, altura de plantas a los 30 dds y porcentaje de sobrevivencia de plantas.



#### Tipos de sustratos

Se calcularon diferencias estadísticas significativas como efecto de los tipos de sustratos en cuanto a las variables días a la germinación; altura de plantas a los 30 dds. y porcentaje de sobrevivencia de plantas (Cuadro No. 2).

Con la prueba de Tukey al 5%, en el sustrato B<sub>2</sub>: Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%, se registraron los promedios más altos en las variables en estudio con 13 días a la germinación; con 8,37 cm de altura de plantas a los 30 días después de la siembra; y el 91,44% de sobrevivencia de plantas a los 60 días (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 2).

El sustrato con los valores promedios más bajos fue el B<sub>3</sub>: Tierra negra 75% + arena 25% con 12 días a la germinación; 7,98 cm de altura de plantas a los 30 dds y un 88,72% de sobrevivencia de las plantas (Cuadro No. 2 y Gráfico No. 2).

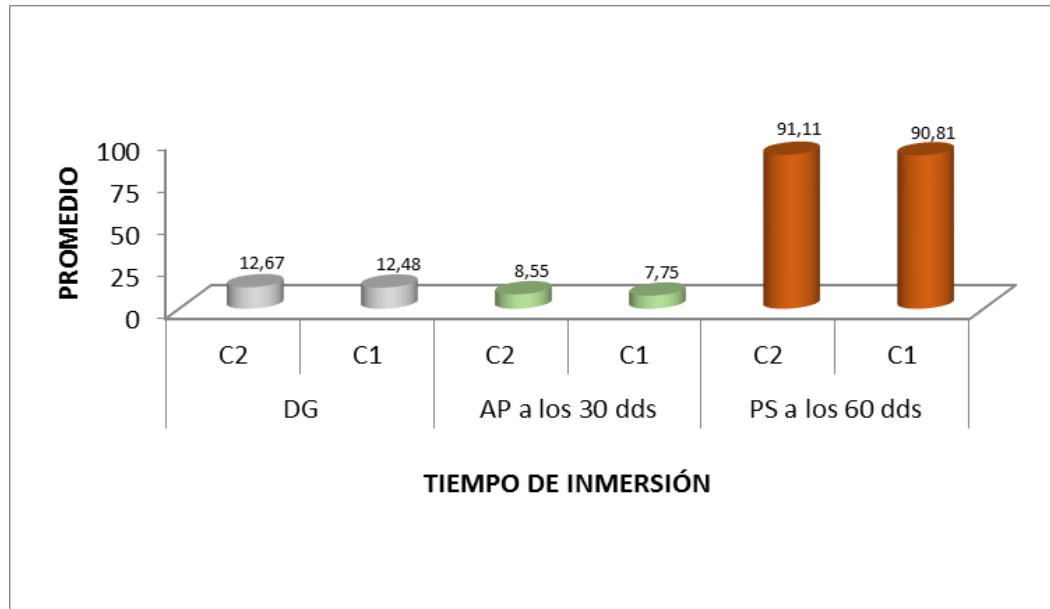
La diferencia dada entre los sustratos se debe a la composición física como la porosidad densidad, estructura y granulación; condiciones que intervienen en procesos de aireación, la temperatura, el O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> capacidad de intercambio catiónico, humedad y entre otros. La arena es un material inerte y por ende no aporta con nutrientes en el ciclo vegetativo de las plantas.

Cuadro No. 3. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C:  
Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable DG; AP en cm a los 30 dds y PSP.

DG (NS)		AP a los 30 dds (NS)		PS a los 60 dds (NS)	
T. Inmersión	Promedio	T. Inmersión	Promedio	T. Inmersión	Promedio
C <sub>2</sub>	12,67	C <sub>2</sub>	8,55	C <sub>2</sub>	91,11
C <sub>1</sub>	12,48	C <sub>1</sub>	7,75	C <sub>1</sub>	90,81
Efecto Principal: C <sub>1</sub> - C <sub>2</sub> = 0,19 días		Efecto Principal: C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> = 0,80 cm		Efecto Principal: C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> = 0,30%	

C<sub>2</sub>: Ácido giberélico remojo 6 horas; C<sub>1</sub>: Ácido giberélico remojo 3 horas

Gráfico No. 3. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable días a la germinación, altura de plantas a los 30 dds y porcentaje de sobrevivencia de plantas.



#### Tiempo de inmersión en ácido giberélico

No existieron diferencias estadísticas significativas como efecto de los tiempos de inmersión en ácido giberélico en las variables días a la germinación; altura de plantas a los 30 días después de la siembra y porcentaje de sobrevivencia de plantas (Cuadro No. 3).

Con el análisis de efecto principal, al sumergir las semillas por 6 horas en ácido giberélico (C<sub>2</sub>) fue levemente mayor con 0,19 días a la germinación; 0,80 cm y 0,30% de sobrevivencia de plantas (Cuadro No. 3 y Gráficos No. 3).

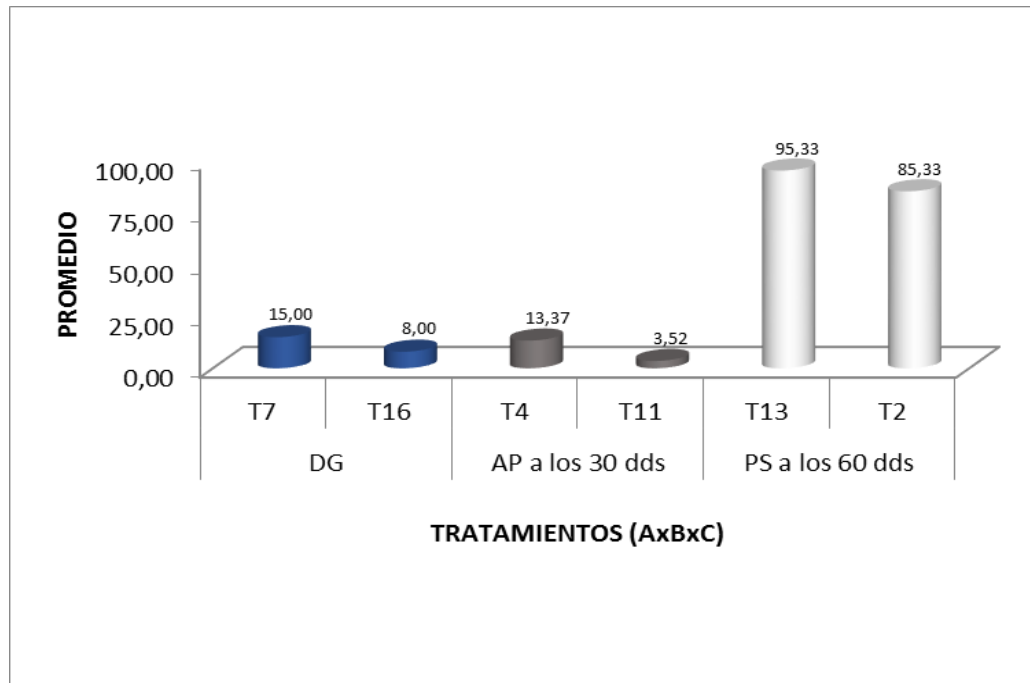
En términos generales en los dos tiempos de inmersión, se tuvo la misma respuesta para las variables evaluadas.

Cuadro No. 4. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable DG; AP en cm a los 30 dds y PSP.

DG (**)			AP a los 30 dds (**)			PS a los 60 dds (**)		
Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango
T <sub>7</sub>	15,00	A	T <sub>4</sub>	13,37	A	T <sub>13</sub>	95,33	A
T <sub>8</sub>	15,00	A	T <sub>3</sub>	11,84	AB	T <sub>16</sub>	95,33	A
T <sub>9</sub>	15,00	A	T <sub>1</sub>	11,70	AB	T <sub>15</sub>	95,00	A
T <sub>11</sub>	15,00	A	T <sub>5</sub>	11,54	AB	T <sub>17</sub>	94,67	A
T <sub>12</sub>	15,00	A	T <sub>2</sub>	11,10	AB	T <sub>18</sub>	94,00	A
T <sub>10</sub>	15,00	A	T <sub>6</sub>	11,05	AB	T <sub>14</sub>	93,67	A
T <sub>1</sub>	14,00	A	T <sub>14</sub>	10,32	BC	T <sub>10</sub>	93,33	A
T <sub>6</sub>	14,00	A	T <sub>18</sub>	9,83	BCD	T <sub>8</sub>	93,00	A
T <sub>5</sub>	14,00	A	T <sub>16</sub>	9,12	BCD	T <sub>12</sub>	92,00	A
T <sub>3</sub>	14,00	A	T <sub>13</sub>	7,94	CD	T <sub>7</sub>	91,67	A
T <sub>2</sub>	14,00	A	T <sub>17</sub>	7,77	CD	T <sub>11</sub>	91,33	AB
T <sub>4</sub>	13,00	A	T <sub>15</sub>	7,35	D	T <sub>9</sub>	91,33	AB
T <sub>17</sub>	9,00	B	T <sub>10</sub>	4,47	E	T <sub>4</sub>	87,33	BC
T <sub>14</sub>	9,00	B	T <sub>12</sub>	4,20	E	T <sub>3</sub>	86,33	C
T <sub>18</sub>	9,00	B	T <sub>9</sub>	4,05	E	T <sub>5</sub>	86,33	C
T <sub>13</sub>	8,00	B	T <sub>7</sub>	4,05	E	T <sub>6</sub>	86,00	C
T <sub>15</sub>	8,00	B	T <sub>8</sub>	3,54	E	T <sub>1</sub>	85,33	C
T <sub>16</sub>	8,00	B	T <sub>11</sub>	3,52	E	T <sub>2</sub>	85,33	C
CV = 8,03%			CV = 11,43%			CV = 1,50%		

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

Gráfico No. 4. Interacción de factores (AxBxC) en la variable días a la germinación, altura de plantas a los 30 dds y porcentaje de sobrevivencia de plantas.



#### Tratamientos (AxBxC)

Se evaluó una interacción altamente significativa entre los factores AxBxC (Cuadro No. 4). Es decir que la respuesta de las especies forestales en cuanto a los días a la germinación; altura de plantas a los 30 dds y el porcentaje de sobrevivencia de plantas dependió de los tipos de sustratos y del tiempo de inmersión en ácido giberélico (Cuadro No. 4).

Con la Prueba de Tukey al 5%, los tratamientos más tardíos en germinar las semillas fueron T<sub>7</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>; T<sub>8</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>; T<sub>9</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>; T<sub>11</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>; T<sub>12</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> y T<sub>10</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> con 15 días. Una germinación más precoz se registró en los tratamientos T<sub>18</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>; T<sub>13</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>; T<sub>15</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub> y T<sub>16</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> con 8,00 días (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 4).



A los 30 dds, la mayor altura de plantas se evaluó en la especie forestal Pachaco + Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas (T<sub>4</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>); la menor altura de plantas se registró en el T<sub>11</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> y (Especie forestal Cedro de montaña + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas) con 3,52 cm (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 4).

La mayor sobrevivencia de plantas se registró en los tratamientos T<sub>13</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub> y T<sub>16</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> con el 95,33%; el porcentaje de sobrevivencia menor fue del 85,33% y se dio en los tratamientos T<sub>1</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub> y T<sub>2</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub> (Cuadro No. 4 y Gráfico No. 4).

Con estos resultados se confirma lo señalado por Bordero, V. 2010. En ocasiones el uso de dos o más tratamientos simultáneos mejora la germinación, desarrollo y sobrevivencia de las especies forestales. 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. Al sembrar semillas previamente embebidas se gana tiempo y es más factible el éxito.

**5.2. Diámetro del tallo en mm a los 30 días después de la siembra (DT en mm a los 30 dds); número de hojas a los 30 días después de la siembra (NH a los 60 dds) y largo del limbo en cm a los 30 días después de la siembra (LL en cm a los 30 dds)**

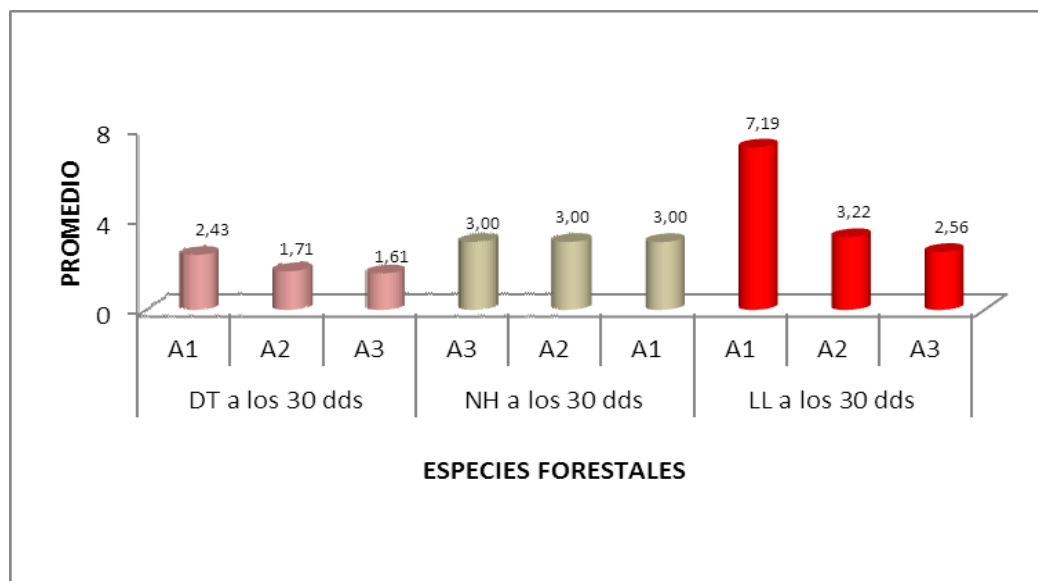
Cuadro No. 5. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales en la variable DT en mm a los 30 dds; NH a los 30 dds y LL en cm a los 30 dds.

DT a los 30 dds (**)			NH a los 30 dds (NS)			LL a los 30 dds (**)		
Especie	Promedio	Rango	Especie	Promedio	Rango	Especie	Promedio	Rango
A <sub>1</sub>	2,43	A	A <sub>3</sub>	3,00	A	A <sub>1</sub>	7,19	A
A <sub>2</sub>	1,71	B	A <sub>2</sub>	3,00	A	A <sub>2</sub>	3,22	B
A <sub>3</sub>	1,61	B	A <sub>1</sub>	3,00	A	A <sub>3</sub>	2,56	C

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

A<sub>1</sub>: Pachaco; A<sub>2</sub>: Cedro de montaña; A<sub>3</sub>: Guachapelí

Gráfico No. 5. Especies forestales en la variable diámetro del tallo en mm a los 30 dds; número de hojas a los 30 dds y largo del limbo en cm a los 30 dds.



## Especies forestales

Se determinaron diferencias estadísticas altamente significativas (\*\*) de las especies forestales en las variables diámetro del tallo y largo de limbo evaluado a los 30 días; mientras que para el número de hojas se calculó diferencias no significativas (NS) (Cuadro No. 5).

Con la prueba de Tukey al 5%, de forma consistente la especie forestal con el mayor diámetro del tallo y largo del limbo fue Pachaco ( $A_1$ ) con 2,43 mm de DT y 7,19 cm. Los promedios más bajos de estas variables se evaluaron en las plantas de Guachapelí ( $A_3$ ) con 1,61 mm de DT y 2,56 cm de LL (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 5).

A los 30 días después de la siembra, en las tres especies forestales se registró 3,00 hojas/planta (Cuadro No. 5 y Gráfico No. 5).

El diámetro del tallo, número de hojas y largo del limbo, son características varietales de cada especie y depende fuertemente de la relación genotipo ambiente.

Otros factores que interactuaron en estas variables son la temperatura, humedad relativa, nutrición y sanidad de las plantas.

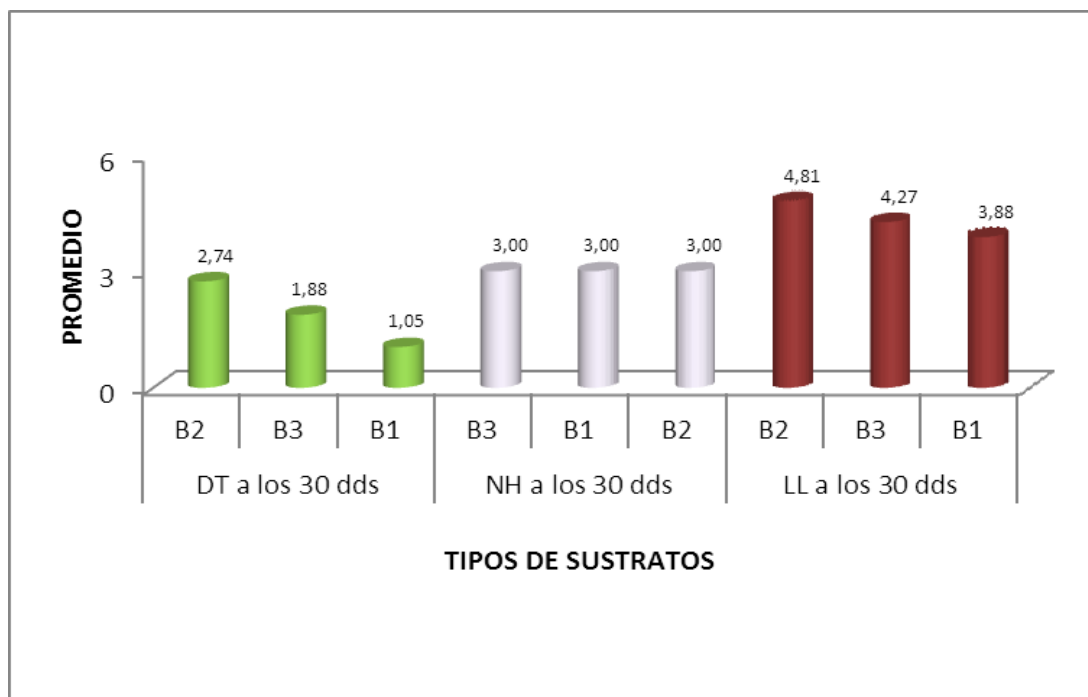
Cuadro No. 6. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor B: Tipos de sustratos en la variable DT en mm a los 30 dds; NH a los 30 dds y LL en cm a los 30 dds.

DT a los 30 dds (**)			NH a los 30 dds (NS)			LL a los 30 dds (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B <sub>2</sub>	2,74	A	B <sub>3</sub>	3,00	A	B <sub>2</sub>	4,81	A
B <sub>3</sub>	1,88	AB	B <sub>1</sub>	3,00	A	B <sub>3</sub>	4,27	B
B <sub>1</sub>	1,05	B	B <sub>2</sub>	3,00	A	B <sub>1</sub>	3,88	C

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

B<sub>2</sub>: Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%; B<sub>3</sub>: Tierra negra 75% + arena 25%;  
 B<sub>1</sub>: Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%.

Gráfico No. 6. Tipos de sustratos en la variable diámetro del tallo en mm a los 30 dds; número de hojas a los 30 dds y largo del limbo en cm a los 30 dds.



## Tipos de sustratos

Se tuvo un efecto altamente significativo con la aplicación de los tipos de sustratos en las variables diámetro del tallo y largo del limbo evaluado a los 30 días después de la siembra. Mientras que para el número de hojas se determinó un efecto similar (Cuadro No. 6).

Con la prueba de Tukey al 5%, a los 30 dds, el sustrato que alcanzó el mayor diámetro del tallo y largo del limbo fue el hecho a base Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% (B<sub>2</sub>) con 2,71 mm y 4,81 cm respectivamente (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 6).

Tallos más delgados y limbos más cortos se evaluaron en el sustrato B<sub>1</sub> (Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%) con 1,05 mm de DT y 3,88 cm de LL (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 6).

Para el número de hojas a los 30 días después de la siembra, de forma consistente en los tres sustratos se tuvo 3,00 hojas/planta (Cuadro No. 6 y Gráfico No. 6).

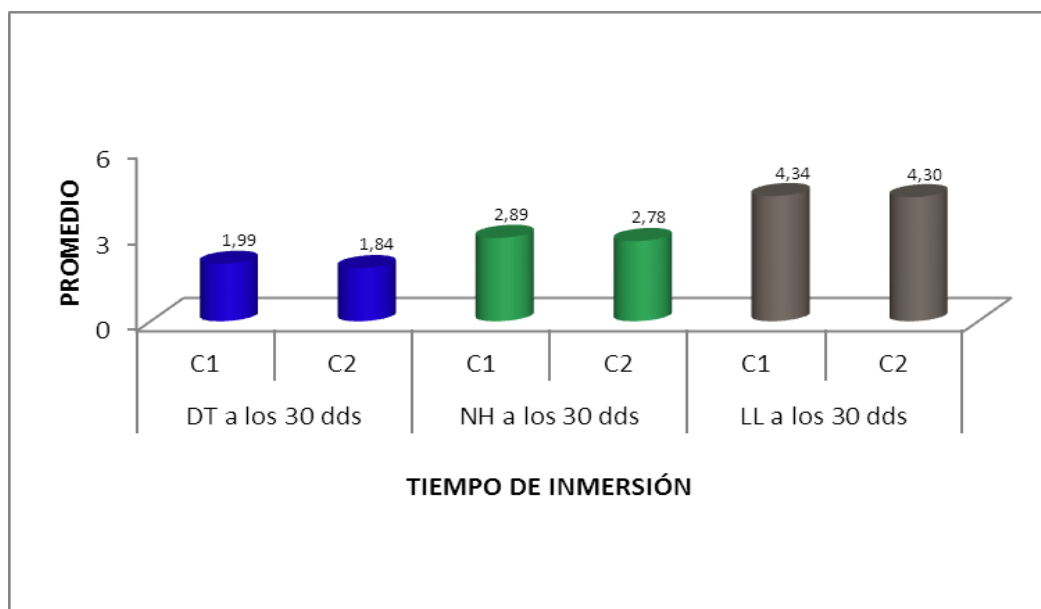
La variación en estas respuestas se debe al contenido de nutrientes del sustrato a base de tierra del lugar con aserrín de balsa que para este caso alcanzó un pH de 6,7 prácticamente neutro; un contenido medio para nitrógenos, fosforo, magnesio, azufre y manganeso; un contenido alto para potasio, calcio, zinc, cobre y hierro, y, bajo para boro. (INIAP. 2016).

Cuadro No. 7. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C:  
 Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable DT en mm  
 a los 30 dds; NH a los 30 dds y LL en cm a los 30 dds

DT a los 30 dds (*)		NH a los 30 dds (NS)		LL a los 30 dds (NS)	
T. Inmersión	Promedio	T. Inmersión	Promedio	T. Inmersión	Promedio
C <sub>1</sub>	1,99	C <sub>1</sub>	2,89	C <sub>1</sub>	4,34
C <sub>2</sub>	1,14	C <sub>2</sub>	2,78	C <sub>2</sub>	4,30
Efecto Principal C <sub>1</sub> - C <sub>2</sub> = 0,85 cm		Efecto Principal C <sub>1</sub> - C <sub>2</sub> = 0,11 hojas		Efecto Principal C <sub>1</sub> - C <sub>2</sub> = 0,04 cm	

C<sub>1</sub>: Ácido giberélico remojo 3 horas; C<sub>2</sub>: Ácido giberélico remojo 6 horas

Gráfico No. 7. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable diámetro del tallo en mm a los 30 dds; número de hojas a los 30 dds y largo del limbo en cm a los 30 dds.



### Tiempo de inmersión en ácido giberélico

Los tiempos de inmersión en ácido giberélico tuvieron un efecto significativo sobre el diámetro del tallo; no así para el número de hojas y largo del limbo evaluado a los 30 días después de la siembra (Cuadro No. 7).

Con el análisis de efecto principal en forma consistente a los 30 días, existió 0,85 mm más de diámetro del tallo; 0,11 hojas y 0,04 cm de largo del limbo como efectividad del tiempo de inmersión de 6 horas en ácido giberélico (C<sub>2</sub>) (Cuadro No. 7 y Gráfico No. 7).

Con estos resultados se corroboró lo expuesto por Samaniego, C. y Prado, L. 2011. Las giberelinas son activas y producen respuesta a concentraciones bajas y tiempos cortos de inmersión, lo que incidió en obtener promedios más altos del diámetro del tallo.

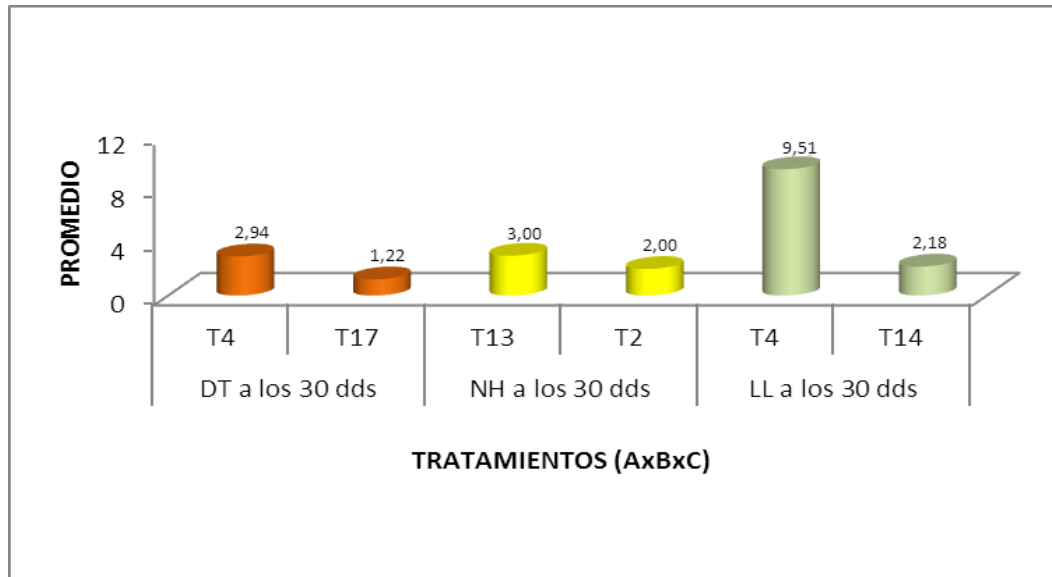
Cuadro No. 8. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable DT en mm a los 30 dds; NH a los 30 dds y LL en cm a los 30 dds.

DT a los 30 dds (**)			NH a los 30 dds (*)			LL a los 30 dds (**)		
Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango
T <sub>4</sub>	2,94	A	T <sub>13</sub>	3,00	A	T <sub>4</sub>	9,51	A
T <sub>3</sub>	2,80	A	T <sub>11</sub>	3,00	A	T <sub>1</sub>	8,27	AB
T <sub>5</sub>	2,57	AB	T <sub>8</sub>	3,00	A	T <sub>3</sub>	7,17	BC
T <sub>6</sub>	2,46	AB	T <sub>14</sub>	3,00	A	T <sub>5</sub>	6,57	CD
T <sub>2</sub>	1,99	AB	T <sub>10</sub>	3,00	A	T <sub>6</sub>	5,93	CD
T <sub>7</sub>	1,86	AB	T <sub>1</sub>	3,00	A	T <sub>2</sub>	5,70	D
T <sub>12</sub>	1,85	AB	T <sub>18</sub>	3,00	A	T <sub>8</sub>	3,78	E
T <sub>9</sub>	1,84	AB	T <sub>3</sub>	3,00	A	T <sub>10</sub>	3,30	EF
T <sub>8</sub>	1,84	AB	T <sub>17</sub>	3,00	A	T <sub>7</sub>	3,16	EF
T <sub>18</sub>	1,84	AB	T <sub>5</sub>	3,00	A	T <sub>12</sub>	3,09	EF
T <sub>13</sub>	1,82	AB	T <sub>15</sub>	3,00	A	T <sub>11</sub>	2,99	EF
T <sub>1</sub>	1,82	AB	T <sub>16</sub>	3,00	A	T <sub>16</sub>	2,98	EF
T <sub>14</sub>	1,78	AB	T <sub>4</sub>	3,00	A	T <sub>9</sub>	2,97	EF
T <sub>16</sub>	1,64	AB	T <sub>6</sub>	3,00	A	T <sub>18</sub>	2,92	EF
T <sub>10</sub>	1,58	AB	T <sub>7</sub>	3,00	A	T <sub>13</sub>	2,55	EF
T <sub>15</sub>	1,34	B	T <sub>12</sub>	3,00	A	T <sub>17</sub>	2,50	F
T <sub>11</sub>	1,31	B	T <sub>9</sub>	3,00	A	T <sub>15</sub>	2,20	F
T <sub>17</sub>	1,22	B	T <sub>2</sub>	2,00	AB	T <sub>14</sub>	2,18	F
CV = 2,35%			CV = 13,58%			CV = 6,45%		

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



Gráfico No. 8. Interacción de factores (AxBxC) en la variable diámetro del tallo en mm a los 30 dds; número de hojas a los 30 dds y largo del limbo en cm a los 30 dds.



#### Tratamientos (AxBxC)

La respuesta de las especies forestales en cuanto a la variable diámetro del tallo, número de hojas y largo del limbo, dependió de los tipos de sustratos y del tiempos de inmersión en ácido giberélico (\*\*/\*); es decir fueron factores dependientes (Cuadro No. 8).

Con la prueba de Tukey al 5%, el mejor tratamiento en la variable diámetro del tallo fue el T<sub>4</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> (Especie forestal Pachaco + Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas) con 2,94 mm; el promedio más bajo se tuvo en el T<sub>17</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> (Especie forestal Guachapelí + Tierra negra 75%+ arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas a los 60 días) con 1,22 mm (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 8).

El menor número de hojas se dio en la interacción de factores Especie forestal Pachaco + Tierra negra 50%+cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 6

horas ( $T_2: A_1B_1C_2$ ); en los demás tratamientos se registró 3 hojas/planta a los 30 días (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 8)

La mayor longitud del limbo a los 30 dds, se evaluó en la interacción de factores  $T_4: A_1B_2C_2$  (Especie forestal Pachaco + Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas) con 9,51 m; mientras que el valor promedio más bajo se registró en el tratamiento  $T_{14}: A_3B_1C_2$  (Especie forestal Guachapelí + Tierra negra 50% + cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas) con 2,18 cm (Cuadro No. 8 y Gráfico No. 8).

Con estos resultados se confirma que se tuvo una excelente combinación entre la tierra del lugar y el aserrín de balsa, convirtiéndose en un medio ideal de enraizamiento debido a la suficiente porosidad lo que permitió buena aireación y una capacidad elevada de retención de agua y al mismo tiempo que estaba bien drenado y libre de organismos patógenos.

La variable número de hojas, es una característica variable y depende de su interacción genotipo - ambiente.

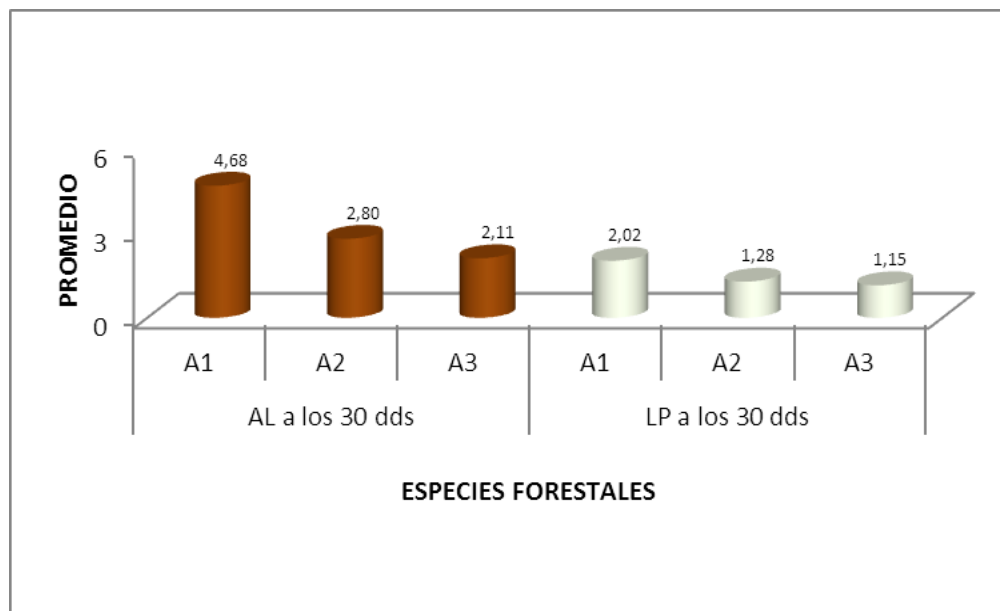
**5.3. Ancho del limbo en cm a los 30 días después de la siembra (AL en cm a los 30 dds) y longitud del pecíolo en cm a los 30 días después de la siembra (LP en cm a los 30 dds)**

Cuadro No. 9. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales en la variable AL en cm a los 30 dds; y LP en cm a los 30 dds.

AL a los 30 dds (**)			LP a los 30 dds (**)		
Especies Forestales	Promedio	Rango	Especies Forestales	Promedio	Rango
A <sub>1</sub> : Pachaco	4,68	A	A <sub>1</sub>	2,02	A
A <sub>2</sub> : Cedro de montaña	2,80	B	A <sub>2</sub>	1,28	B
A <sub>3</sub> : Guachapelí	2,11	C	A <sub>3</sub>	1,15	B

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

Gráfico No. 9. Especies forestales en la variable ancho del limbo en cm a los 30 dds y longitud del pecíolo en cm a los 30 dds.



## Especies forestales

Existió un efecto altamente significativo (\*\*) de las especies forestales en la variable ancho del limbo y longitud del pecíolo a los 30 dds (Cuadro No. 9).

Con la prueba de Tukey al 5%, de forma consistente la especie forestal con el mayor promedio del ancho del limbo y longitud del pecíolo fue Pachaco ( $A_1$ ) con 4,68 cm y 2,02 cm respectivamente y el promedio menor de estas variables se evaluaron en las plantas de Guachapelí ( $A_3$ ) con 2,11 cm de AL y 1,1 cm de LP (Cuadro No. 9 y Gráfico No. 9).

La variable ancho del limbo y longitud del pecíolo, son características varietales y dependen de su interacción genotipo – ambiente, temperatura, humedad relativa, viento y evapotranspiración, son factores bioclimáticos que influyen fuertemente en estas variables.

Cuadro No. 10. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor B: Tipos de sustratos en la variable AL en cm a los 30 dds; y LP en cm a los 30 dds.

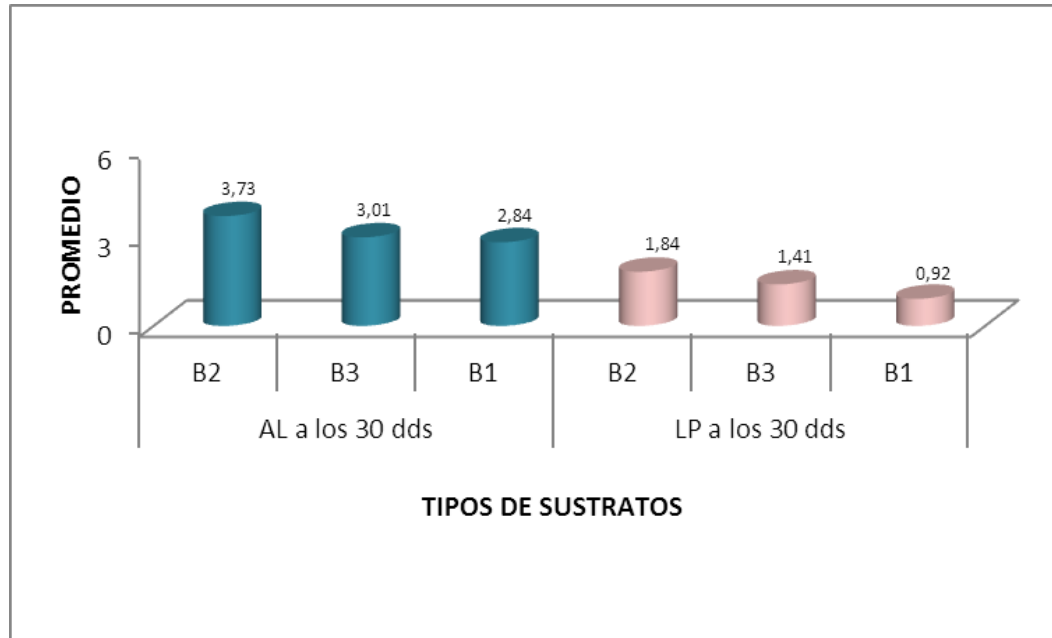
AL a los 30 dds (*)			LP a los 30 dds (**)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B <sub>2</sub>	3,73	A	B <sub>2</sub>	1,84	A
B <sub>3</sub>	3,01	B	B <sub>3</sub>	1,41	A
B <sub>1</sub>	2,84	B	B <sub>1</sub>	0,92	AB

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

B<sub>2</sub>: Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%; B<sub>3</sub>: Tierra negra 75% + arena 25%;

B<sub>1</sub>: Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%

Gráfico No. 10. Tipos de sustratos en la variable ancho del limbo en cm a los 30 dds y longitud del pecíolo en cm a los 30 dds.



#### Tipos de sustratos

Se calcularon diferencias estadísticas significativas como efecto de los sustratos en la variable ancho del limbo y longitud del pecíolo evaluado a los 30 días después de la siembra (Cuadro No. 10).

Con la prueba de Tukey al 5%, el promedio más alto del ancho del limbo y longitud del pecíolo se evaluaron en el sustrato a base de Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% (B<sub>2</sub>) con 3,73 cm y 1,84 cm respectivamente. En tanto que los promedios menores se dieron en el sustrato de Tierra negra 50% + cascarilla de café 50% (B<sub>1</sub>) con 2,84 cm y 0,92 cm para cada caso (Cuadro No. 10 y Gráfico No. 10).

Se observa una mayor efectividad de la tierra del lugar combinada con el aserrín de balsa, esto lógico porque inicialmente contribuye a dotar de nutrientes y

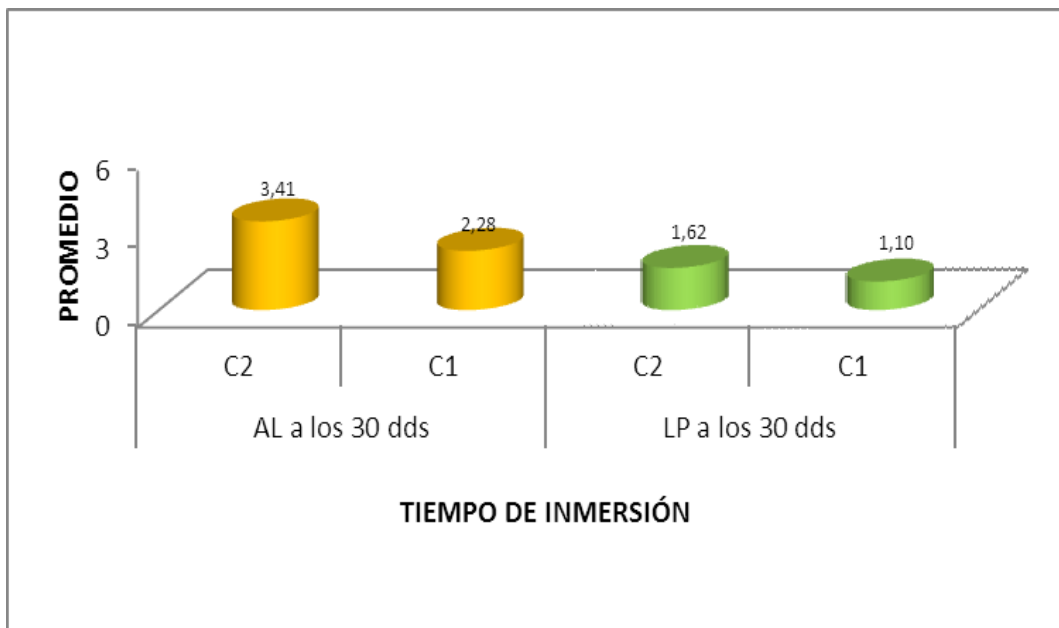
humedad formando un buen sistema radicular lo que tiene relación con el crecimiento y desarrollo de las partes de la planta.

Cuadro No. 11. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C: Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable AL en cm a los 30 dds; y LP en cm a los 30 dds.

AL a los 30 dds (**)		LP a los 30 dds (**)	
T. Inmersión	Promedio	T. Inmersión	Promedio
C <sub>2</sub>	3,41	C <sub>2</sub>	1,82
C <sub>1</sub>	2,28	C <sub>1</sub>	1,10
Efecto Principal: C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> = 1,13 cm		Efecto Principal: C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> = 0,72 cm	

C<sub>2</sub>: Ácido giberélico remojo 6 horas; C<sub>1</sub>: Ácido giberélico remojo 3 horas

Gráfico No. 11. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable ancho del limbo en cm a los 30 dds y longitud del pecíolo en cm a los 30 dds.



## Tiempo de inmersión en ácido giberélico

La respuesta de los tiempos de inmersión en ácido giberélico en cuanto a la variable ancho del limbo y longitud del pecíolo evaluado a los 30 dds, fue muy diferente estadísticamente (Cuadro No. 11).

El tiempo de inmersión más efectivo fue C<sub>2</sub> (Remojo 6 horas en ácido giberélico) con 1,13 cm más de ancho del limbo y 0,72 cm más de longitud del pecíolo en comparación al tiempo C<sub>1</sub> (Ácido giberélico remojo 3 horas) que alcanzo 2,28 cm de AL y 1,10 cm de LP (Cuadro No. 11 y Gráfico No. 11).

De acuerdo a Vera, J. 2009. Los reguladores de crecimiento vegetal, distribuyen todo tipo de sustancias en el interior de la planta y, por consiguiente son responsables de la división celular, el crecimiento de las células, lo que permitió incrementar el ancho del limbo y longitud del pecíolo de las especies forestales en estudio.

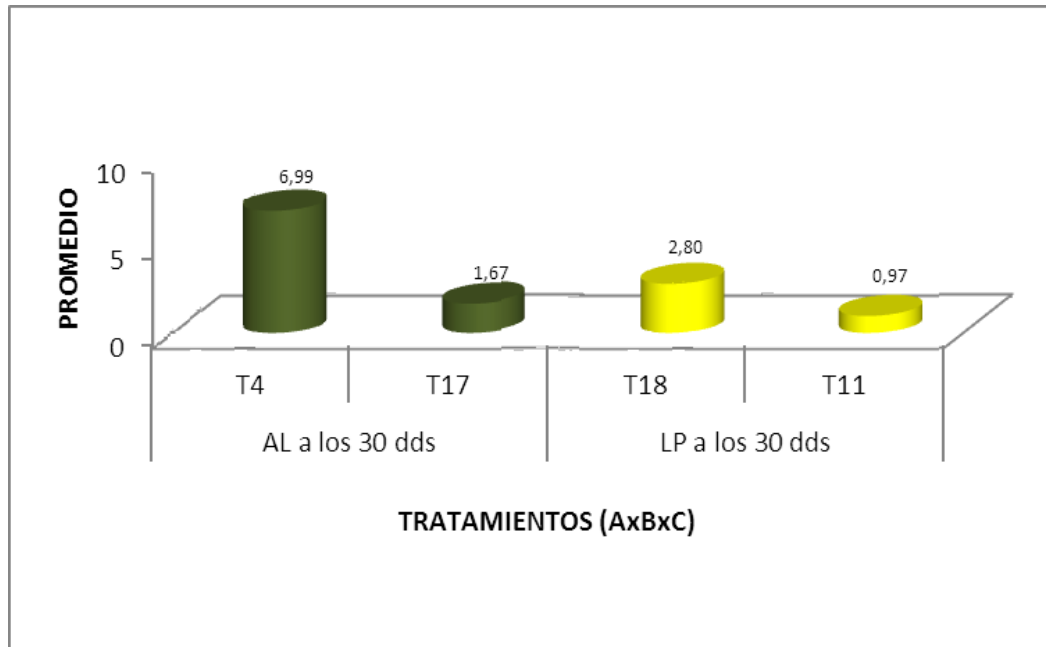
Cuadro No. 12. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable AL en cm a los 30 dds; y LP en cm a los 30 dds.

AL a los 30 dds (**)			LP a los 30 dds (**)		
Tratamiento No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango
T <sub>4</sub>	6,99	A	T <sub>18</sub>	2,80	A
T <sub>3</sub>	5,53	B	T <sub>17</sub>	2,13	AB
T <sub>2</sub>	4,40	BC	T <sub>14</sub>	2,13	AB
T <sub>5</sub>	4,34	BC	T <sub>13</sub>	1,75	BC
T <sub>6</sub>	3,67	CD	T <sub>16</sub>	1,71	BC
T <sub>12</sub>	3,41	CDE	T <sub>4</sub>	1,69	BC
T <sub>1</sub>	3,17	CDEF	T <sub>15</sub>	1,60	BC
T <sub>11</sub>	2,93	DEF	T <sub>5</sub>	1,50	BC
T <sub>9</sub>	2,85	DEFG	T <sub>10</sub>	1,43	BC
T <sub>10</sub>	2,73	DEFG	T <sub>12</sub>	1,23	BC
T <sub>14</sub>	2,57	DEFG	T <sub>2</sub>	1,22	BC
T <sub>8</sub>	2,51	DEFG	T <sub>8</sub>	1,19	BC
T <sub>16</sub>	2,35	EFG	T <sub>6</sub>	1,18	BC
T <sub>7</sub>	2,34	EFG	T <sub>1</sub>	1,07	C
T <sub>18</sub>	2,06	FG	T <sub>7</sub>	1,05	C
T <sub>13</sub>	2,06	FG	T <sub>9</sub>	1,04	C
T <sub>15</sub>	1,93	FG	T <sub>3</sub>	0,99	C
T <sub>17</sub>	1,67	FG	T <sub>11</sub>	0,97	C
CV = 12,79%			CV = 1,45%		

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



Gráfico No. 12. Interacción de factores (AxBxC) en la variable ancho del limbo en cm a los 30 dds y longitud del pecíolo en cm a los 30 dds.



#### Tratamientos (AxBxC)

Fueron factores dependientes (\*\*); es decir la respuesta de las especies forestales en cuanto a la variable ancho del limbo y longitud del pecíolo a los 30 días después de la siembra, dependió del tipo de sustrato y tiempo de inmersión en ácido giberélico. (Cuadro No. 12)

Con la prueba de Tukey al 5%, el promedio más elevado del ancho del limbo se evaluó en el T<sub>4</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub> (Especie forestal Pachaco + Tierra negra 50%+ aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas) con 6,99 cm; el valor más bajo a se registró en el T<sub>17</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> (Especie forestal Guachapeli + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas) con 1,67 cm (Cuadro No. 12 y Gráfico No. 12).

La mayor longitud del pecíolo se tuvo en el tratamiento T<sub>18</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>: (Guachapeli + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 6 horas) con 2,80 cm;

mientras que el promedio menor se dio en el tratamiento T<sub>11</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> (Cedro de montaña + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas) con 0,97 cm (Cuadro No. 12 y Gráfico No. 12)

Estos resultados nos permiten inferir que se tuvo una mayor efectividad del Pachaco, cuyas semillas fueron sometidas a 6 horas de remojo en ácido giberélico y plantadas en el sustrato de tierra negra y aserrín de balsa; además se fortalecer lo que manifiesta Pacheco, G. 2007. Las giberelinas actúan sobre el crecimiento y desarrollo de las partes vegetativas de las plantas, contribuyendo a una mejor nutrición y una mayor efectividad de la tasa de fotosíntesis.

**5.4. Altura de plantas en cm a los 60 días después de la siembra (AP en cm a los 60 dds), diámetro del tallo en mm a los 60 días después de la siembra (DT en mm a los 60 dds) y número de hojas a los 60 días después de la siembra (NH a los 60 dds)**

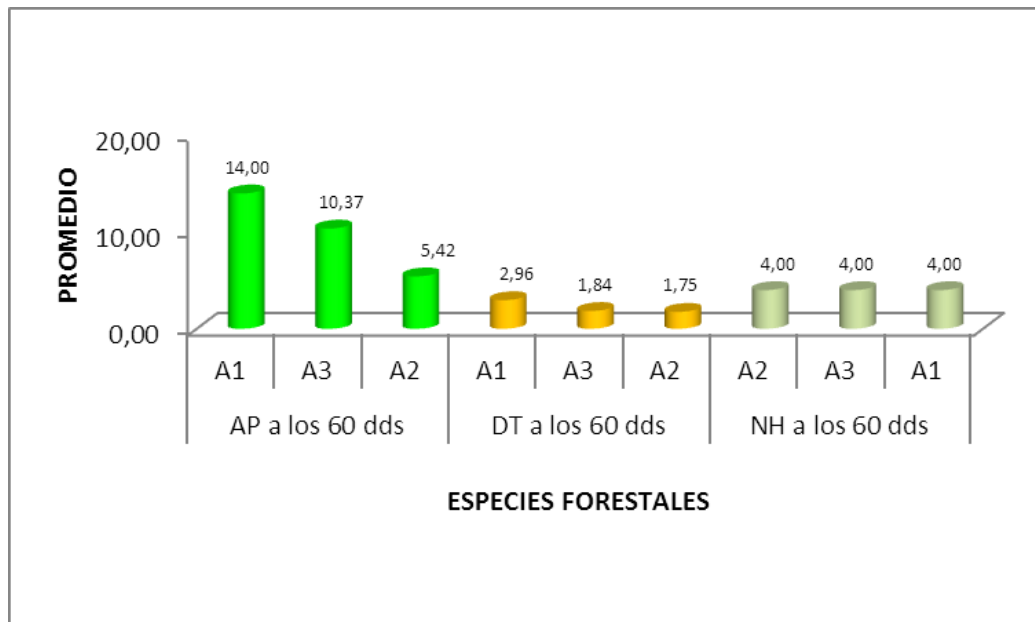
Cuadro No. 13. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales en la variable AP en cm a los 60 dds; DT en mm a los 60 dds y NH a los 60 dds.

AP a los 60 dds (**)			DT a los 60 dds (**)			NH a los 60 dds (NS)		
Especie	Promedio	Rango	Especie	Promedio	Rango	Especie	Promedio	Rango
A <sub>1</sub>	14,00	A	A <sub>1</sub>	2,96	A	A <sub>2</sub>	4,00	A
A <sub>3</sub>	10,37	B	A <sub>3</sub>	1,84	B	A <sub>3</sub>	4,00	A
A <sub>2</sub>	5,42	C	A <sub>2</sub>	1,75	B	A <sub>1</sub>	4,00	A

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

A<sub>1</sub>: Pachaco; A<sub>3</sub>: Guachapelí; A<sub>2</sub>: Cedro de montaña

Gráfico No. 13. Especies forestales en la variable altura de plantas en cm a los 60 dds; diámetro del tallo en mm a los 60 dds y número de hojas a los 60 dds.



### Especies forestales

La respuesta de las especies forestales en cuanto a la variable altura de plantas y diámetro del tallo a los 60 días; fueron muy diferentes (\*\*); en tanto que para el número de hojas fue similar (NS) (Cuadro No. 13).

Con la prueba de Tukey al 5%, los promedios más altos de la altura de plantas y diámetro del tallo, se evaluaron en la especie forestal A<sub>1</sub>: Pachaco con 14,00 cm de AP y 2,96 mm de DT. Los promedios más bajos de estas variables, se registraron en la especie forestal A<sub>2</sub>: Cedro de montaña con 5,42 cm de AP y 1,75 mm de DT (Cuadro No. 13 y Gráfico No. 13).

Al evaluar el número de hojas a los 60 dds, de forma consistente en las tres especies forestales se registraron 4,00 hojas/planta (Cuadro No. 13 y Gráfico No. 13).

Estas respuestas son razonables, debido a que el Pachaco es una especie forestal de crecimiento rápido pudiendo alcanzar a temprana edad hasta 30 m de altura y medir hasta 100 cm del DAP (Meyer, C. 2009)

Las variables altura de plantas, diámetro del tallo y número de hojas/plantas, son características varietales propias de cada especie; en las que tienen influyen factores ambientales como la temperatura, humedad, horas luz; edáficos como la textura y estructura del sustrato, contenido de nutrientes y materia orgánica

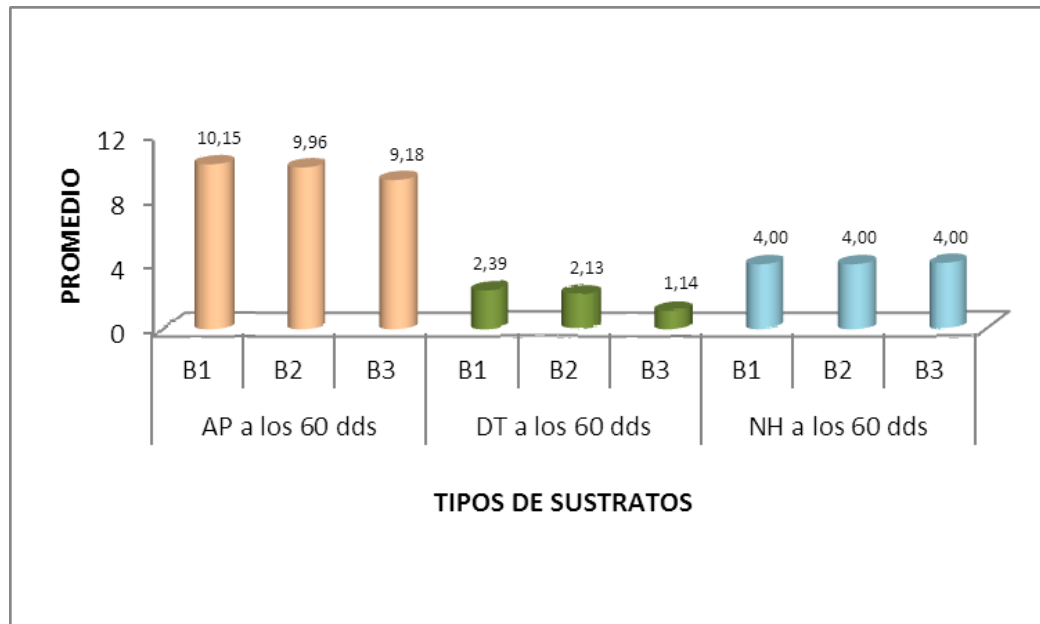
Cuadro No. 14. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor B: Tipos de sustratos en la variable AP en cm a los 60 dds; DT en mm a los 60 dds y NH a los 60 dds.

AP a los 60 dds (**)			DT a los 60 dds (**)			NH a los 60 dds (NS)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B <sub>1</sub>	12,15	A	B <sub>1</sub>	2,39	A	B <sub>1</sub>	4,00	A
B <sub>2</sub>	9,96	B	B <sub>2</sub>	2,13	AB	B <sub>2</sub>	4,00	A
B <sub>3</sub>	9,18	B	B <sub>3</sub>	1,14	B	B <sub>3</sub>	4,00	A

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

B<sub>1</sub>: Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%; B<sub>2</sub>: Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%; B<sub>3</sub>: Tierra negra 75% + arena 25%.

Gráfico No. 14. Tipos de sustratos en la variable altura de plantas en cm a los 60 dds; diámetro del tallo en mm a los 60 dds y número de hojas a los 60 dds.



#### Tipos de sustratos

Se calcularon diferencias estadísticas altamente significativas como respuesta de los tipos de sustratos sobre la variable altura de plantas y diámetro del tallo a los 60 días (Cuadro No. 14).

De acuerdo a la prueba de Tukey al 5%, plantas más altas y diámetros de tallos mayor se reportó en el sustrato a base de Tierra negra 50% + cascarilla de café 50% (B<sub>1</sub>) con 12,15 cm de AP y 2,39 mm de DT. Los promedios menores de estas variables se evaluó en el sustrato hecho con Tierra negra 75% + arena 25% (B<sub>3</sub>) con 19,18 cm y 1,14 mm respectivamente. En los tres tipos de sustratos objetos de la investigación se registró 4,00 hojas/planta (Cuadro No. 14 y Gráfico No. 14).

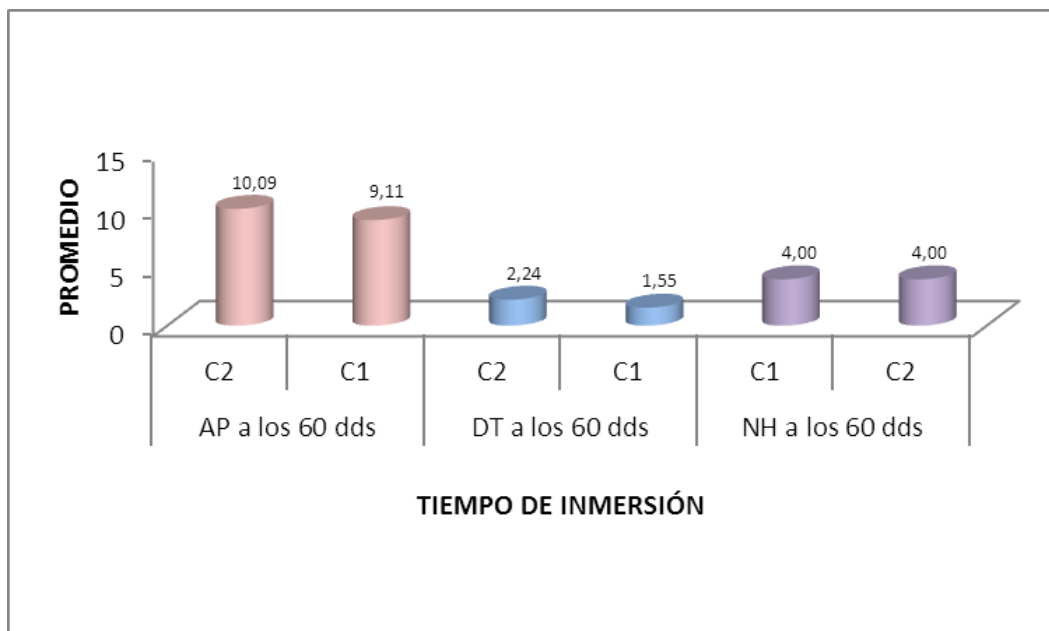
En esta respuesta intervino la disponibilidad de macro y micro nutrientes del sustrato como un pH de 7,00 Neutro; contenido alta para potasio, calcio, zinc, cobre, hierro manganeso; un contenido medio para nitrógeno, fósforo, magnesio y azufre; y bajo contenido de boro. (INIAP. 2016)

Cuadro No. 15. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C: Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable AP en cm a los 60 dds; DT en mm a los 60 dds y NH a los 60 dds.

AP a los 60 dds (*)		DT a los 60 dds (*)		NH a los 60 dds (NS)	
T. Inmersión	Promedio	T. Inmersión	Promedio	T. Inmersión	Promedio
C <sub>2</sub>	10,09	C <sub>2</sub>	2,24	C <sub>1</sub>	4,00
C <sub>1</sub>	9,11	C <sub>1</sub>	1,55	C <sub>2</sub>	4,00
Efecto Principal: C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> = 0,98 cm		Efecto Principal: C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> = 0,74 cm		Efecto Principal: C <sub>1</sub> - C <sub>2</sub> = 0,00 hojas	

C<sub>1</sub>: Ácido giberélico remojo 3 horas; C<sub>2</sub>: Ácido giberélico remojo 6 horas

Gráfico No. 15. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable altura de plantas en cm a los 60 dds; diámetro del tallo en mm a los 60 dds y número de hojas a los 60 dds.



### Tiempo de inmersión en ácido giberélico

Los tiempos de inmersión en ácido giberélico tuvieron un efecto significativo sobre la variable altura de plantas y diámetro del tallo evaluado a los 60 días después de la siembra; mientras que para el número de hojas se determinó un efecto no significativo (Cuadro No. 15).

Con el análisis de efecto principal en promedio general en el tiempo de inmersión de 6 horas en ácido giberélico se tuvo 0,98 cm más de AP; 0,74 mm más de DT; en comparación al periodo de remojo de 3 horas en ácido giberélico que tuvo 9,11 cm de AP y 1,55 mm de DT (Cuadro No. 15 y Gráfico No. 15).

Estos resultados nos permiten inferir que la inmersión por 6 horas en ácido giberélico fue más efectiva, lo que incidió en obtener valores promedios más altos de la altura de plantas y diámetro del tallo a través del tiempo.

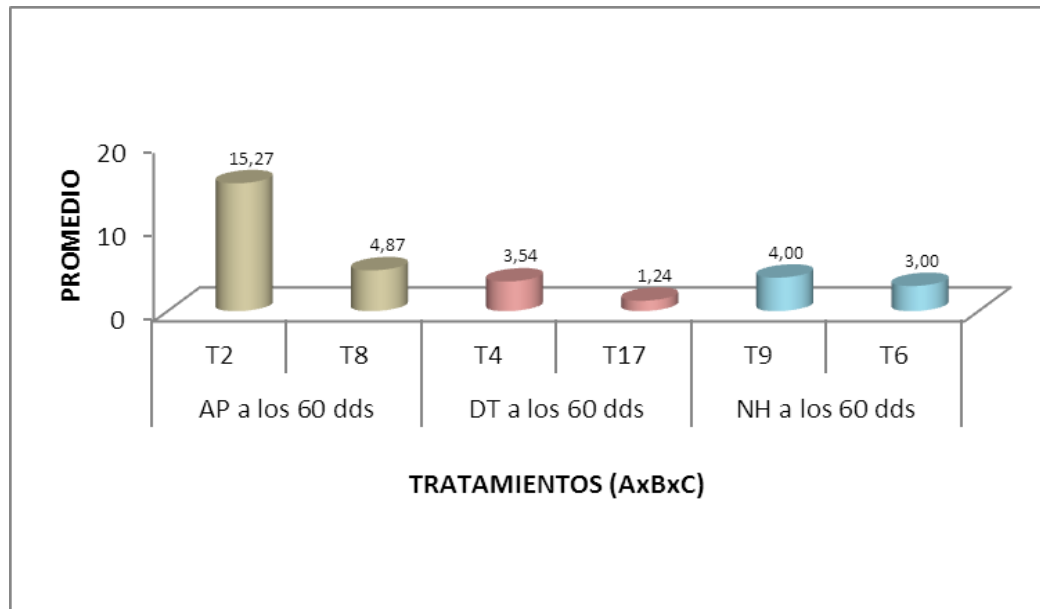
Cuadro No. 16. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable AP en cm a los 60 dds; DT en mm a los 60 dds y NH a los 60 dds.

AP a los 60 dds (**)			DT a los 60 dds (**)			NH a los 60 dds (*)		
Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango
T <sub>2</sub>	15,27	A	T <sub>4</sub>	3,54	A	T <sub>9</sub>	4,00	A
T <sub>4</sub>	15,04	A	T <sub>3</sub>	3,54	A	T <sub>13</sub>	4,00	A
T <sub>1</sub>	14,57	AB	T <sub>5</sub>	3,26	AB	T <sub>18</sub>	4,00	A
T <sub>3</sub>	13,83	ABC	T <sub>2</sub>	2,66	ABC	T <sub>3</sub>	4,00	A
T <sub>5</sub>	13,63	ABC	T <sub>6</sub>	2,60	ABC	T <sub>2</sub>	4,00	A
T <sub>6</sub>	11,66	BCD	T <sub>18</sub>	2,23	ABC	T <sub>11</sub>	4,00	A
T <sub>18</sub>	11,38	CD	T <sub>1</sub>	2,15	ABC	T <sub>1</sub>	4,00	A
T <sub>14</sub>	10,87	CD	T <sub>9</sub>	2,08	ABC	T <sub>12</sub>	4,00	A
T <sub>16</sub>	10,40	D	T <sub>8</sub>	1,93	ABC	T <sub>15</sub>	4,00	A
T <sub>17</sub>	10,03	D	T <sub>7</sub>	1,83	ABC	T <sub>14</sub>	4,00	A
T <sub>13</sub>	9,98	D	T <sub>14</sub>	1,83	ABC	T <sub>4</sub>	4,00	A
T <sub>15</sub>	9,57	D	T <sub>13</sub>	1,78	ABC	T <sub>8</sub>	4,00	A
T <sub>12</sub>	5,91	E	T <sub>16</sub>	1,78	ABC	T <sub>10</sub>	4,00	A
T <sub>9</sub>	5,50	E	T <sub>10</sub>	1,78	ABC	T <sub>7</sub>	4,00	A
T <sub>11</sub>	5,47	E	T <sub>12</sub>	1,78	ABC	T <sub>17</sub>	3,00	AB
T <sub>10</sub>	5,43	E	T <sub>11</sub>	1,66	BC	T <sub>16</sub>	3,00	AB
T <sub>7</sub>	5,34	E	T <sub>15</sub>	1,64	BC	T <sub>5</sub>	3,00	AB
T <sub>8</sub>	4,87	E	T <sub>17</sub>	1,24	C	T <sub>6</sub>	3,00	AB
CV = 10,30%			CV = 7,68%			CV = 5,12%		

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



Gráfico No. 16. Interacción de factores (AxBxC) en la variable altura de plantas en cm a los 60 dds; diámetro del tallo en mm a los 60 dds y número de hojas a los 60 dds.



#### Tratamientos (AxBxC)

Se calculó una dependencia de factores significativas y altamente significativas, esto expresa que la respuesta de las especies forestales en cuanto a la variable altura de plantas, diámetro del tallo y número de hojas/planta evaluado a los 60 días después de la siembra, dependieron de los tipos de sustrato y tiempo de inmersión en ácido giberélico (Cuadro No. 16).

Con la prueba de Tukey al 5%, la mayor altura de plantas se tuvo en las interacciones Especie forestal Pachaco + Tierra negra 50% + cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas (T<sub>2</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>) con 15,27 cm y T<sub>4</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>: (Especie forestal Pachaco + Tierra negra 50%+ aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas) con 15,04 cm. Plantas más pequeñas se registró en la interacción Especie forestal Cedro de montaña + Tierra negra 50% + cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas (T<sub>8</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>) con 4,87 cm (Cuadro No. 16 y Gráfico No. 16).

Para el diámetro del tallo los promedios más altos se registraron en los tratamientos T<sub>3</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>1</sub>: Especie Pachaco + Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas y T<sub>4</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>: Pachaco + Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas con 3,54 mm. El menor diámetro del tallo fue 1,24 mm que se tuvo en el tratamiento T<sub>17</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>: Guachapelí + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas (Cuadro No. 16 y Gráfico No. 16).

Durante la investigación en la mayoría de los tratameintos se registró 4,00 hojas/planta; excepto los tratamientos T<sub>17</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>; T<sub>16</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>; T<sub>5</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> y T<sub>6</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> que alcanzaron 3,00 hojas/planta (Cuadro No. 16 y Gráfico No. 16)

Con estos resultados se confirma la efectividad en la combinación factores como la tierra del lugar con la cascarilla del café y aserrín de balsa, y, la inmersión de la semilla en la solución de ácido giberélico por 6 horas en el crecimiento dinámico de órganos, tejidos y especialmente del tallo mediante la estimulación de la división y elongación celular de las plantas de Pachaco.

**5.5. Largo del limbo en cm a los 60 días después de la siembra (LL en cm a los 60 dds); ancho del limbo en cm a los 60 días después de la siembra (AL en cm a los 60 dds) y longitud del pecíolo en cm a los 60 días después de la siembra (LP en cm a los 60 dds)**

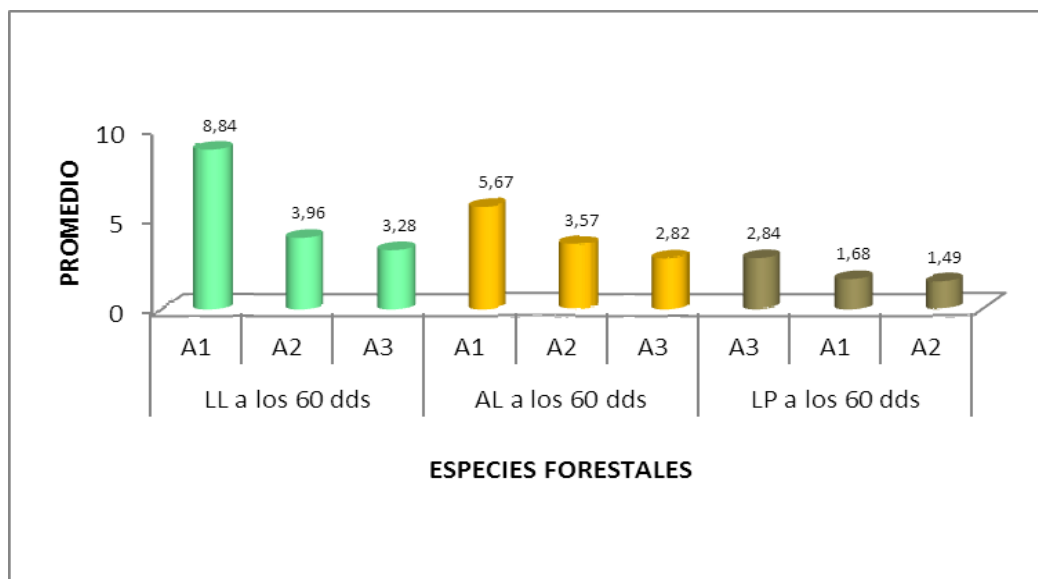
Cuadro No. 17. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor A: Especies forestales en la variable LL en cm a los 60 dds; AL en cm a los 60 dds y LP en cm a los 60 dds.

LL a los 60 dds (**)			AL a los 60 dds (**)			LP a los 60 dds (**)		
Especie	Promedio	Rango	Especie	Promedio	Rango	Especie	Promedio	Rango
A <sub>1</sub>	8,84	A	A <sub>1</sub>	5,67	A	A <sub>3</sub>	2,84	A
A <sub>2</sub>	3,96	B	A <sub>2</sub>	3,57	B	A <sub>1</sub>	1,68	B
A <sub>3</sub>	3,28	B	A <sub>3</sub>	2,82	C	A <sub>2</sub>	1,49	B

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

A<sub>1</sub>: Pachaco; A<sub>2</sub>: Cedro de montaña; A<sub>3</sub>: Guachapelí

Gráfico No. 17. Especies forestales en la variable largo del limbo en cm a los 60 dds; ancho del limbo en cm a los 60 dds y longitud del pecíolo en cm a los 60 dds



## Especies forestales

La respuesta de las especies forestales en cuanto a la variable largo y ancho del limbo, y, longitud del pecíolo evaluado a los 60 días después de la siembra, fue muy diferente (Cuadro No. 17).

Con la prueba de Tukey al 5% a los 60 dds, el promedio más alto en la variable largo y ancho del limbo se registró en A<sub>1</sub>: Especie forestal Pachaco con 8,84 cm y 5,67 cm para cada caso. Mientras que los promedios más bajos se tuvo en la especie forestal A<sub>3</sub>: Guachapelí con 3,28 cm de largo y 2,82 cm de ancho del limbo. Los promedios mayores de la variable longitud del pecíolo se tuvieron en la especie forestal A<sub>3</sub>: Guachapelí con 2,84 cm; en tanto que la menor longitud se dio en la especie A<sub>2</sub>: Cedro de montaña con 1,49 cm (Cuadro No. 17 y Gráfico No. 17).

Las variables largo y ancho del limbo, y, longitud del pecíolo, son caracteres de tipo varietal y dependen fuertemente de la interacción con el ambiente.

A más de los factores varietales en estas variables incidió la temperatura, distribución del riego, humedad relativa, nutrición y sanidad de las plantas, fotoperiodo; la textura, estructura, porosidad, pH y el contenido de nutrientes presentes en los sustratos.

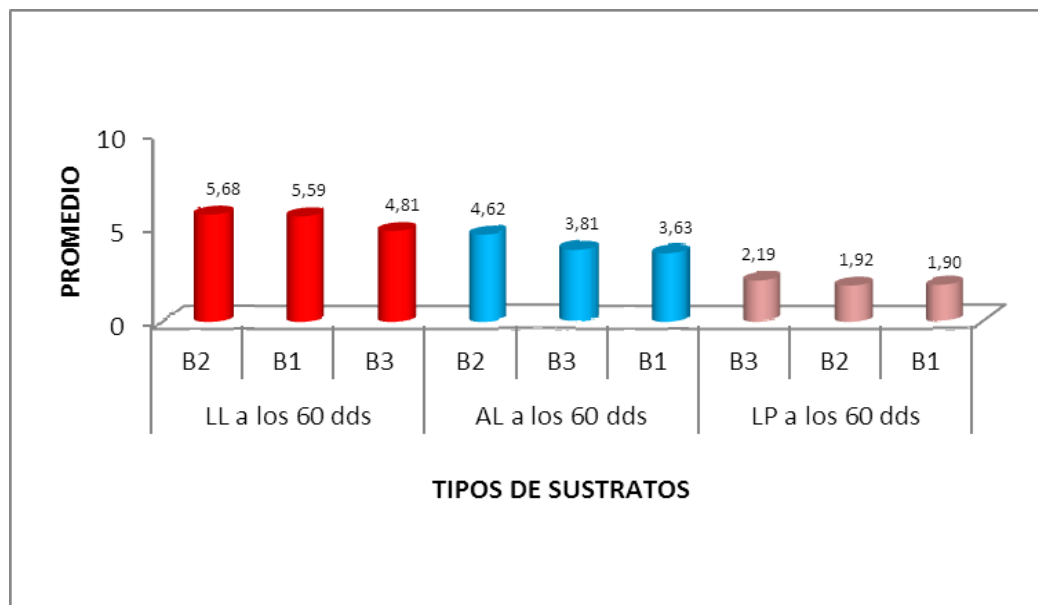
Cuadro No. 18. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de Factor B: Tipos de sustratos en la variable LL en cm a los 60 dds; AL en cm a los 60 dds y LP en cm a los 60 dds.

LL a los 60 dds (*)			AL a los 60 dds (*)			LP a los 60 dds (*)		
Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango	Sustrato	Promedio	Rango
B <sub>2</sub>	5,68	A	B <sub>2</sub>	4,62	A	B <sub>3</sub>	2,19	A
B <sub>1</sub>	5,59	A	B <sub>3</sub>	3,81	B	B <sub>2</sub>	1,92	B
B <sub>3</sub>	4,81	B	B <sub>1</sub>	3,63	B	B <sub>1</sub>	1,90	B

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

B<sub>1</sub>: Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%; B<sub>3</sub>: Tierra negra 75% + arena 25%; B<sub>2</sub>: Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%.

Gráfico No. 18. Tipos de sustratos en la variable largo del limbo en cm a los 60 dds; ancho del limbo en cm a los 60 dds y longitud del pecíolo en cm a los 60 dds



## Tipos de sustratos

Existieron diferencias estadísticas significativas como efecto de los sustratos en la variable largo y ancho del limbo, así como en la longitud del pecíolo evaluado a los 60 días después de la siembra (Cuadro No. 18).

La prueba de Tukey al 5%, nos indica que el sustrato con el promedio más alto para el largo y ancho del limbo fue el B<sub>2</sub>: Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% con 5,68 cm y 4,62 cm respectivamente para cada método pregerminativo. El menor largo del limbo se dio en el sustrato Tierra negra 75% + arena 25% (B<sub>3</sub>) con 4,81 cm; mientras que el menor ancho del limbo se determinó en el sustrato B<sub>1</sub> (Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%) con 3,63 cm (Cuadro No. 18 y Gráfico No. 18).

El promedio más alto para longitud del pecíolo se evaluó en el sustrato B<sub>3</sub> (Tierra negra 75% + arena 25%) con 2,19 cm; el promedio menor fue de 1,90 cm que se dio en el sustrato B<sub>1</sub>: Tierra negra 50% + cascarilla de café 50% (Cuadro No. 18 y Gráfico No. 18)

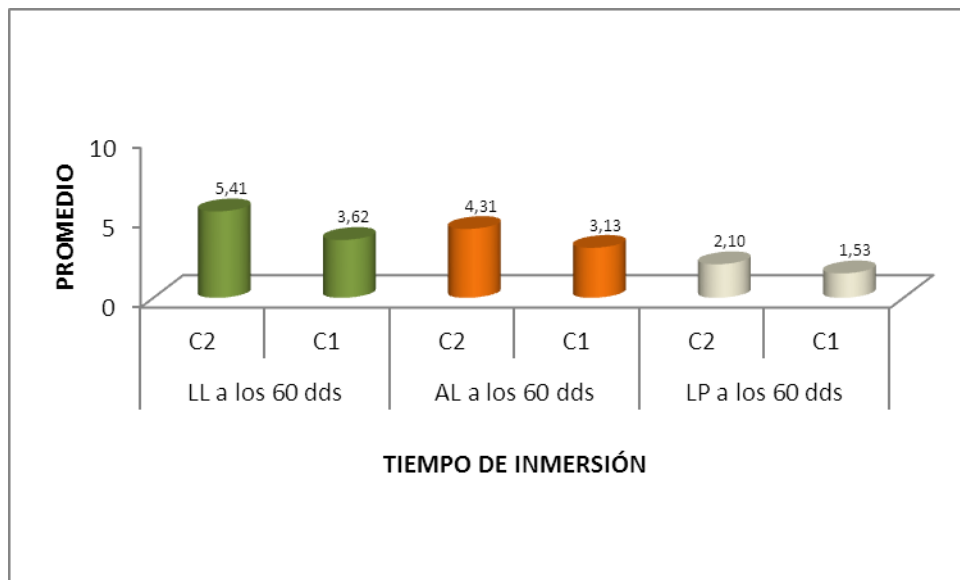
Se evidencia la efectividad de los sustratos hecho con aserrín de balsa y arena; lo que concuerda con lo señalado por Espinoza, R. 2010, que el sustrato, sirve como vehículo para aportar agua, nutriente y oxígeno a la planta, a la vez, le servirá de soporte y medio oscuro para el desarrollo radicular, función vital del crecimiento vegetal.

Cuadro No. 19. Análisis de efecto principal para evaluar los promedios de factor C: Tiempos de inmersión en ácido giberélico en la variable LL en cm a los 60 dds; AL en cm a los 60 dds y LP en cm a los 60 dds.

LL a los 60 dds (**)		AL a los 60 dds (**)		LP a los 60 dds (**)	
T. Inmersión	Promedio	T. Inmersión	Promedio	T. Inmersión	Promedio
C <sub>2</sub>	5,41	C <sub>2</sub>	4,31	C <sub>2</sub>	2,10
C <sub>1</sub>	3,62	C <sub>1</sub>	3,13	C <sub>1</sub>	1,53
Efecto Principal: C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> = 1,79 cm		Efecto Principal: C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> = 1,18 cm		Efecto Principal: C <sub>2</sub> - C <sub>1</sub> = 0,57 cm	

C<sub>2</sub>: Ácido giberélico remojo 6 horas; C<sub>1</sub>: Ácido giberélico remojo 3 horas.

Gráfico No. 19. Tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable largo del limbo en cm a los 60 dds; ancho del limbo en cm a los 60 dds y longitud del pecíolo en cm a los 60 dds.



### Tiempo de inmersión en ácido giberélico

Existieron diferencias estadísticas altamente significativas como efecto del tiempo de inmersión en ácido giberélico en la variable largo, ancho del limbo y longitud del pecíolo evaluado a los 60 días (Cuadro No. 19).

Con el análisis de efecto principal a los 60 días después de la siembra, de forma consistente en promedio general con la inmersión en ácido giberélico durante 6 horas (C<sub>2</sub>) se tuvo 1,79 cm más de largo del limbo; 1,18 cm más de ancho del limbo y 0,57 cm más de longitud del pecíolo en comparación a C<sub>1</sub>: Tiempo de inmersión de 3 horas en ácido giberélico (Cuadro No. 19 y Gráfico No. 19).

Esta respuesta permite confirmar que el ácido giberélico promueve el crecimiento vegetativo, su efecto es rápido, consistente y de amplio espectro.

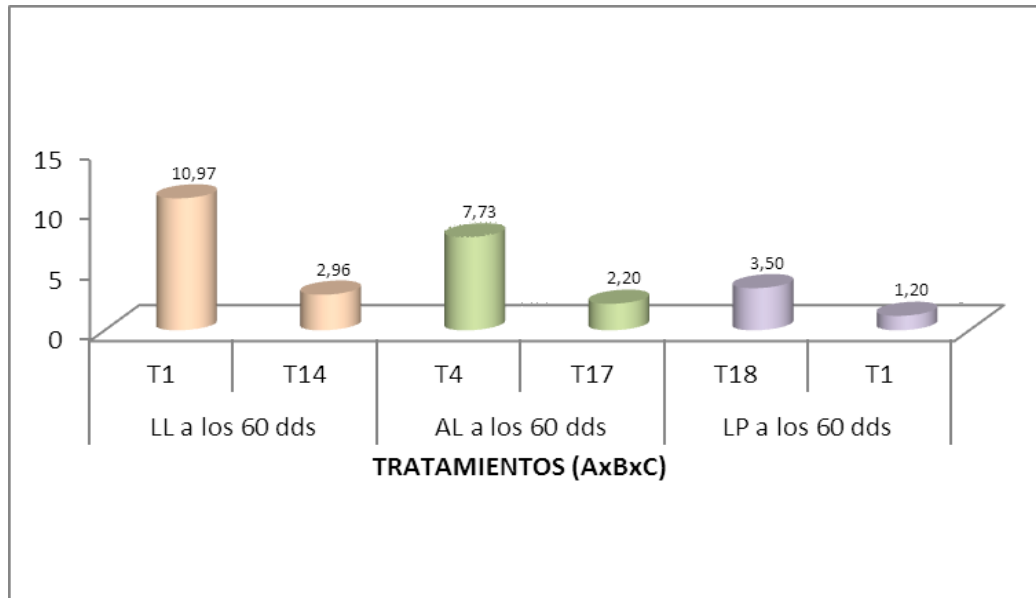


Cuadro No. 20. Resultados de la Prueba de Tukey al 5% para comparar los promedios de la interacción de factores (AxBxC) en la variable LL en cm a los 60 dds; AL en cm a los 60 dds y LP en cm a los 60 dds.

LL a los 60 dds (**)			AL a los 60 dds (**)			LP a los 60 dds (**)		
Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango	Trat. No.	Promedio	Rango
T <sub>4</sub>	10,97	A	T <sub>4</sub>	7,73	A	T <sub>18</sub>	3,50	A
T <sub>1</sub>	10,01	AB	T <sub>3</sub>	6,93	A	T <sub>17</sub>	3,29	AB
T <sub>3</sub>	8,97	BC	T <sub>2</sub>	5,37	B	T <sub>14</sub>	2,74	ABC
T <sub>2</sub>	8,23	CD	T <sub>5</sub>	4,94	B	T <sub>13</sub>	2,66	ABCD
T <sub>5</sub>	7,68	CD	T <sub>6</sub>	4,71	BC	T <sub>15</sub>	2,48	BCDE
T <sub>6</sub>	7,21	D	T <sub>12</sub>	4,34	BCD	T <sub>16</sub>	2,35	CDEF
T <sub>10</sub>	4,33	E	T <sub>1</sub>	4,33	BCD	T <sub>4</sub>	2,05	CDEFG
T <sub>12</sub>	4,10	E	T <sub>10</sub>	3,87	CDE	T <sub>5</sub>	1,94	CDEFG
T <sub>8</sub>	4,06	E	T <sub>11</sub>	3,48	DEF	T <sub>2</sub>	1,87	DEFG
T <sub>7</sub>	3,92	E	T <sub>9</sub>	3,47	DEF	T <sub>10</sub>	1,83	DEFG
T <sub>9</sub>	3,87	E	T <sub>16</sub>	3,27	EF	T <sub>6</sub>	1,63	EFG
T <sub>16</sub>	3,50	E	T <sub>18</sub>	3,20	EFG	T <sub>8</sub>	1,54	FG
T <sub>11</sub>	3,47	E	T <sub>14</sub>	3,19	EFG	T <sub>12</sub>	1,41	G
T <sub>13</sub>	3,42	E	T <sub>8</sub>	3,15	EFG	T <sub>7</sub>	1,41	G
T <sub>15</sub>	3,37	E	T <sub>7</sub>	3,10	EFG	T <sub>9</sub>	1,40	G
T <sub>18</sub>	3,33	E	T <sub>13</sub>	2,61	FG	T <sub>3</sub>	1,39	G
T <sub>14</sub>	3,07	E	T <sub>15</sub>	2,46	FG	T <sub>11</sub>	1,36	G
T <sub>17</sub>	2,96	E	T <sub>17</sub>	2,20	G	T <sub>1</sub>	1,20	G
CV = 8,40%			CV = 8,60%			CV = 3,93%		

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

Gráfico No. 20. Interacción de factores (AxBxC) en la variable largo del limbo en cm a los 60 dds; ancho del limbo en cm a los 60 dds y longitud del pecíolo en cm a los 60 dds.



#### Tratamientos (AxBxC)

La respuesta de las especies forestales en relación a la variable largo, ancho del limbo y longitud del pecíolo, dependió de los tipos de sustratos y tiempos de inmersión en ácido giberélico a los 60 días; es decir existió una interacción altamente significativa entre estos factores. (Cuadro No. 20).

Con la prueba de Tukey al 5%, en forma consistente a los 60 días el promedio mayor se tuvo en la Especie forestal Pachaco + Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas (T<sub>4</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>) con 10,97 cm de largo del limbo y 7,73 cm de ancho del limbo. La interacción con los promedios menores fue T<sub>17</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> (Especie Guachapelí + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas) con 2,96 cm y 2,20 cm respectivamente (Cuadro No. 20 y Gráfico No. 20)

La mayor longitud del pecíolo se evaluó en el tratamiento T<sub>18</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> (Especie forestal Guachapelí + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 6 horas) con 3,50 cm. Una longitud del pecíolo menor se registró en el T<sub>1</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub> (Especie forestal Pachaco + Tierra negra 50% + cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas) con 1,20 cm. (Cuadro No. 20 y Gráfico No. 20).

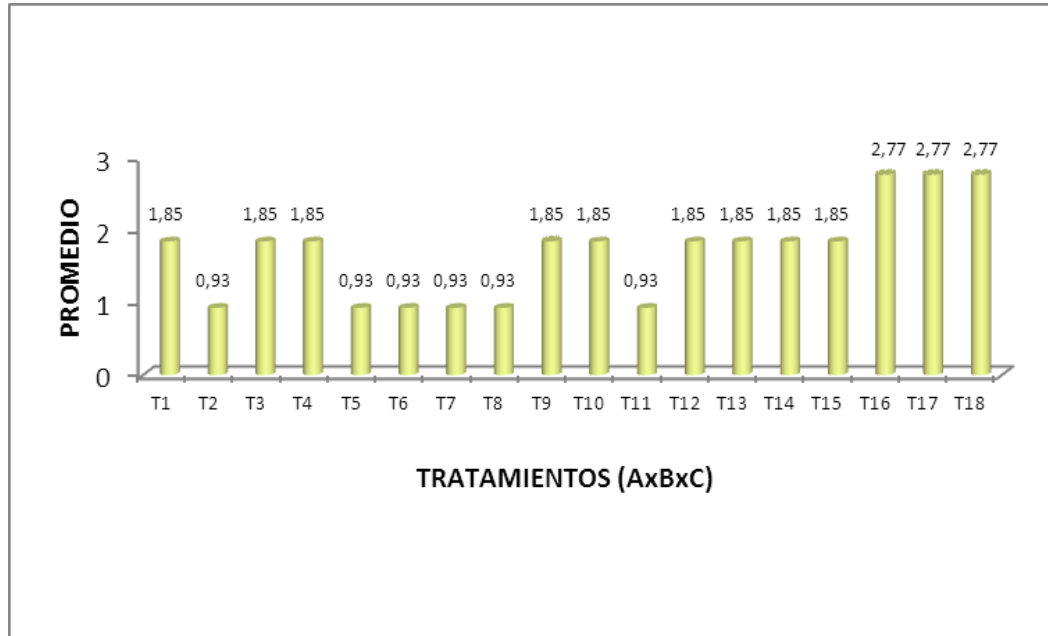
Con base a estos resultados se confirma la relación positiva en dirección y magnitud que se dio entre las plantas de Pachaco con la inmersión de la semilla por 6 horas en ácido giberélico y la tierra del lugar combinada con aserrín de balsa como factores principales. Si una planta está bien nutrida, dispone de humedad y temperatura adecuada, disponiendo así de plantas con excelente desarrollo, vigorosas y en menor tiempo listas para ser plantadas. (Uribe, M. et, al. 2011)

## 5.6. Incidencia de plagas (IP)

Cuadro No. 21. Resultados promedios de tratamientos (Especies forestales por tipos de sustratos y por tiempos de inmersión) en la variable incidencia de plagas.

Tratamiento No.	% de Pulgón
T <sub>1</sub> : A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	1,85
T <sub>2</sub> : A <sub>1</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	0,93
T <sub>3</sub> : A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	1,85
T <sub>4</sub> : A <sub>1</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	1,85
T <sub>5</sub> : A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	0,93
T <sub>6</sub> : A <sub>1</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	0,93
T <sub>7</sub> : A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	0,93
T <sub>8</sub> : A <sub>2</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	0,93
T <sub>9</sub> : A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	1,85
T <sub>10</sub> : A <sub>2</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	1,82
T <sub>11</sub> : A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	0,93
T <sub>12</sub> : A <sub>2</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	1,85
T <sub>13</sub> : A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	1,85
T <sub>14</sub> : A <sub>3</sub> B <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	1,85
T <sub>15</sub> : A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	1,85
T <sub>16</sub> : A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	2,77
T <sub>17</sub> : A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>1</sub>	2,77
T <sub>18</sub> : A <sub>3</sub> B <sub>3</sub> C <sub>2</sub>	2,77
PROMEDIO	1,68

Gráfico No. 21. Interacción de factores (AxBxC) en la variable incidencia de plagas.



Tratamientos (AxBxC)

En promedio general en este ensayo se registró 1,70% de incidencia de pulgón especialmente en los 8,00 días de iniciada la germinación.

Los tratamientos en los que se tuvo una mayor incidencia de pulgón fueron T<sub>16</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>; T<sub>17</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> y T<sub>18</sub>: A<sub>3</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> con el 2,77%; mientras que la menor incidencia se registró en los tratamientos T<sub>2</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub>; T<sub>5</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub>; T<sub>6</sub>: A<sub>1</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub>; T<sub>7</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>1</sub>; T<sub>8</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>C<sub>2</sub> y T<sub>11</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> con el 0,93%; en los demás tratamientos se dio una incidencia de pulgón del 1,83% (Cuadro No. 21 y Gráfico No. 21).

## 5.7. Análisis de correlación y regresión lineal

Cuadro No. 22. Análisis de correlación y regresión lineal de las variables independientes (Xs) que tuvieron una estrechez significativa sobre el porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 60 días de tres especies forestales, utilizando tres tipos de sustratos y dos tiempos de inmersión en ácido giberélico.

Variables independientes (Xs) Componentes de Porcentaje de Sobrevivencia	Coefficiente de Correlación (r)	Coefficiente de regresión (b)	Coefficiente de determinación (R <sup>2</sup> %)
Días a la germinación	0,894 **	0,6191 **	72
Altura de plantas a los 60 días	0,864 **	0,6523 **	50
Diámetro del tallo a los 60 días	0,680 **	6,4605 **	46
Largo del limbo a los 30 días	0,411 *	4,2526 *	17
Ancho del limbo a los 60 días	0,527 **	3,0544 *	28

### Coefficiente de correlación (r)

En esta investigación se calcularon correlaciones positivas significativas y altamente significativas de días a la germinación; altura de plantas a los 60 días; diámetro del tallo a los 60 días; largo del limbo a los 30 días y ancho del limbo a los 60 días versus el porcentaje de sobrevivencia de plantas (Cuadro No. 22)

### Coefficiente de regresión (b)

Las variables independientes que contribuyeron a un valor más alto del porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 60 días, fueron días a la germinación; altura de plantas a los 60 días; diámetro del tallo a los 60 días; largo del limbo a los 30 días y ancho del limbo a los 60 días; es decir valores más altos de estas variables

independientes significó un valor promedio más elevado del coeficiente de regresión (Cuadro No. 22).

### **Coefficiente de determinación (R<sup>2</sup> %)**

La variable independiente más importante que contribuyó 72% de porcentaje de sobrevivencia de plantas fue los días a la germinación (Cuadro No. 22)

### **5.8. Análisis económico de la relación B/C.**

Cuadro No. 23. Costos de producción de plántulas en tres especies forestales, utilizando tres tipos de sustratos y dos tiempos de remojo en ácido giberélico, Cantón Echeandía Año 2016.

<b>Especies forestales</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario \$</b>	<b>Valor Parcial \$</b>
A <sub>1</sub> : Pachaco	Semilla	648,00	0,03	19,44
A <sub>2</sub> : Cedro de montaña	Semilla	648,00	0,02	12,96
A <sub>3</sub> : Guachapelí	Semilla	648,00	0,02	19,44
<b>Tipos de sustratos</b>				
B <sub>1</sub> : Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%	Kg	1.296,00	0,05	64,80
B <sub>2</sub> : Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%	Kg	1.296,00	0,04	51,84
B <sub>3</sub> : Tierra negra 75% + arena 25%	Kg	1.296,00	0,03	38,88
<b>Tiempo de inmersión</b>				
C <sub>1</sub> : Ácido giberélico remojo 3 horas	g	1,00	0,05	0,05
C <sub>2</sub> : Ácido giberélico remojo 6 horas	g	1,00	0,05	0,05

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

Especie forestal	Precio de venta \$.
$A_1 =$ Pachaco	0,25
$A_2 =$ Cedro de montaña	0,30
$A_3 =$ Guachapelí	0,25



Cuadro No. 24. Análisis económico y relación beneficio/costo de la producción de plántulas en tres especies forestales, utilizando tres tipos de sustratos y dos tiempos de inmersión en ácido giberélico, cantón Echeandía Año 2016.

Concepto	Tratamientos																	
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>	T <sub>7</sub>	T <sub>8</sub>	T <sub>9</sub>	T <sub>10</sub>	T <sub>11</sub>	T <sub>12</sub>	T <sub>13</sub>	T <sub>14</sub>	T <sub>15</sub>	T <sub>16</sub>	T <sub>17</sub>	T <sub>18</sub>
Número de plantas	553	553	559	566	559	557	594	603	592	605	592	596	618	607	616	618	613	609
<b>Ingreso Bruto</b>	138,23	138,23	139,85	141,47	139,85	139,32	178,21	180,79	177,55	181,43	177,55	178,85	154,43	151,75	153,90	154,43	153,37	152,28
Costos																		
Semilla	19,44	19,44	19,44	19,44	19,44	19,44	12,96	12,96	12,96	12,96	12,96	12,96	19,44	19,44	19,44	19,44	19,44	19,44
Sustratos	64,80	64,80	51,84	51,84	38,88	38,88	64,80	64,80	51,84	51,84	38,88	38,88	64,80	64,80	51,84	51,84	38,88	38,88
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	0,05	0,05	0,05
Total costos	84,29	84,29	71,33	71,33	58,37	58,37	77,81	77,81	64,85	64,85	51,89	51,89	84,29	84,29	71,33	71,33	58,37	58,37
Total de beneficios netos: \$	53,94	53,94	68,52	70,14	81,48	80,95	100,40	102,98	112,70	116,58	125,66	126,96	70,14	67,46	82,57	83,10	95,00	93,91
<b>Relación Beneficio Costo RB/C</b>	1,64	1,64	1,96	1,98	2,40	2,39	2,29	2,32	2,74	2,80	3,42	3,45	1,83	1,80	2,16	2,17	2,63	2,61
<b>Relación Ingreso Costo RI/C</b>	0,64	0,64	0,96	0,98	1,40	1,39	1,29	1,32	1,74	1,80	2,42	2,45	0,83	0,80	1,16	1,17	1,63	1,61

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

Para realizar este análisis, se tomó en cuenta los costos que varían por cada tratamiento siendo la semillas de cada especie forestal, el tipo de sustrato y el tiempo de inmersión en ácido giberélico.

Comparando los indicadores de la relación beneficio/costo así como ingreso/costo (RB/C e I/C), considerando lo económico, el tratamiento con el mejor beneficio neto fue el T<sub>12</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> (Especie forestal Cedro de montaña + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 6 horas), con \$. 126,96 y una relación beneficio/costo de 3,45; lo que significa el productor de plantas por cada dólar invertido tiene una ganancia de 3,45 dólares. Seguido muy de cerca del T<sub>11</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> (Especie forestal Cedro de montaña + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas), que tuvo un costo de \$. 51,89 con un beneficio neto de \$. 125,66; una RB/C de 3,42 y una RI/C de 2,42 (Cuadro No. 24).

Estos resultados infiere que la relación beneficio-costo en la producción sexual de plantas de Pachaco, Cedro de montaña y Guachapelí, cuyas semillas fueron sometidas a remojo por 3 y 6 horas en una solución a base de 100 ppm de ácido giberélico y sembradas en tres tipos de sustratos, en todos los tratamientos la RB/C es superior que la unidad, existiendo 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 la mayor cantidad de variables evaluadas en esta investigación fueron significativas y altamente significativas.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 7.1. Conclusiones

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

- ✓ Las especies forestales, el tipo de sustrato y los tiempos de inmersión en ácido giberélico, incidieron significativamente en los componentes agronómicos, principalmente en la sobrevivencia de plantas a los 60 días.
- ✓ La especie forestal con el porcentaje más elevado de sobrevivencia de plantas a los 60 días fue Guachapelí ( $A_3$ ) con el 94,67%.
- ✓ Los porcentajes más elevados de sobrevivencia de plantas a los 60 días se tuvo en el  $B_2$  = Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% con el 91,44%.
- ✓ La mayor sobrevivencia de plantas a los 60 días en los tiempos de inmersión se registró en el  $C_2$  = Ácido giberélico remojo 6 horas con el 91,11%.
- ✓ En la interacción de factores especies forestales por tipos de sustratos y tiempos de inmersión en ácido giberélico, los tratamientos más efectivos fueron  $T_{13}$ :  $A_3B_1C_1$  (Guachapelí + Tierra negra 50% + cascarilla de café 50% + Ácido giberélico remojo 3 horas) y  $T_{16}$ :  $A_3B_2C_2$  (Guachapelí + Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50% + Ácido giberélico remojo 6 horas) donde se tuvo el 95,33% de sobrevivencia de plantas a los 60 días.
- ✓ Las variables independientes que contribuyeron a incrementar el porcentaje de sobrevivencia de plantas a los 60 días, fueron: días a la germinación; altura de plantas y diámetro del tallo a los 60 días; largo del limbo a los 30 días y ancho del limbo a los 60 días.

- ✓ Económicamente los mejores tratamientos fueron el T<sub>12</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>2</sub> (Especie forestal Cedro de montaña + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 6 horas), con un beneficio neto de \$. 126,96, una relación beneficio/costo de 3,45; y T<sub>11</sub>: A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>C<sub>1</sub> (Especie forestal Cedro de montaña + Tierra negra 75% + arena 25% + Ácido giberélico remojo 3 horas) con un beneficio neto de \$. 125,66; una RB/C de 3,42.

## 7.2. Recomendaciones

Una vez sistematizado las conclusiones se recomienda;

- ✓ Para propagar las especies forestales Pachaco; Cedro de montaña y Guachapelí previo a la siembra dejar remojar las semillas por 6 horas en una solución de ácido giberélico, utilizar como sustrato Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%, por presentar el porcentaje de sobrevivencia más alto en este trabajo investigativo.
- ✓ Para multiplicar las tres especies forestales en el ecosistema del cantón Echeandía, se recomienda utilizar como sustrato Tierra negra 50% + aserrín de balsa 50%, por su mayor efectividad en la sobrevivencia de plantas.
- ✓ Para la mejorar la efectividad del proceso de germinación y sobrevivencia de plantas de la especie forestal Guachapelí, utilizar como sustrato Tierra negra 50% + cascarilla de café 50%; y la semillas dejar en remojo pro 3 horas en la solución de ácido giberélico.
- ✓ Transferir la tecnología generada en este proyecto investigativo a OG's y ONG's, encargadas del desarrollo sostenible de los ecosistemas con el fin que propicien la formación de microempresas productoras de plantas de especies forestales para programas de forestación y reforestación a nivel de cantón, provincia y país.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Añazco, M. 2009. Informe Nacional del Ecuador sobre el Estado de la Ordenación Forestal Sostenible de los Bosques Tropicales. Ministerio del Ambiente. Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT). Quito-Ecuador. P. 118.
2. 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.
3. 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/repica/BV/.../B/.../XL2000600205.pdf>. Bogota, Colombia. El Semillero. P. 350.
4. Arevalo, A; Montenegro, F; Valdiviezo, P. 2006. Cultivo y transferencia de tecnología en la Amazonia Peruana - Instituto de cultivos tropicales - ICT, P. 37.
5. Barberis, I., Pire, E., Lewis, J. 2008. Spatial heterogeneity and woody species distribution in a *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) forest of the Southern Chaco, Argentina. *Revista de Biología Tropical*. Pp. 515-524.
6. Borja, C. 2010. Plantas nativas para la reforestación en el Ecuador. Fundación Natura - AID – Edunac III Quito – Ecuador. P. 85.
7. Breuring, R. 2009. Sustrato de coco, el súper sustrato orgánico, Marketing Flowers. Ecuador. Pp. 20-21.
8. Caso, O. 2012. Juvenilidad, rejuvenecimiento y propagación vegetativa de especies. Santiago - Chile. P. 108.
9. Casanova, F. 2011. Enciclopedia del Ambiente. Editorial Bruguera S.A. Tomo ceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña. P.38.
10. Correa, J. 2009. Especies Forestales del Bosque Seco “Cerro Negro – Cazaderos”, Zapotillo – Puyango- Loja Ecuador. Fundación Ecológica Arcoiris. Loja. Ecuador. P.108.

11. Domínguez, M. 2007. Germinación de semillas de *Ficus insípida* (Mora-  
(*Ateles geoffroyi*). *Rev. Biol.trop. (Int.J.Trop.Biol. ISSN-0034-  
(Material) 4-10. Barcelona-España 7744) Vol. 54. Pp. 387-394.*
12. Eckart, P. 2009. *Pequeña Guía de Bosque y Montes*, Ediciones Omega. P. 81.
13. Espinoza, R. 2010. Estudio valorativo del establecimiento de huertos  
familiares en hidroponía bajo invernadero. México. P. 120.
14. Gomes, Z. 2006. Manejo integrado del cultivo y transferencia de tecnología  
en la Amazonía Peruana. Primera Edición. P. 85.
15. Hermosilla, M. 2009. Utilización de sustratos a base de corteza compostada  
para propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Folleto de  
Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad  
Austral de Chile, Valdivia. P. 83.
16. 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.
17. Holdridge, L, 1979. Clasificación de los bosques de acuerdo al piso  
altitudinal. P. 60.
18. INIAP. 2011. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones  
Agropecuarias. *Las especies forestales en el Ecuador*. Carrera de Ing.  
en el programa Nacional de Forestería. Quito-Ecuador. P. 117.
19. James, R. 2006. *Propagation media: What a grower needs to know*.  
Washington, U.S. P. 220.
20. 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  
Estatual y Privada, Portland, Oregón, Ing. José Vásquez G., M. Sc. P.  
56.
21. Lara, G. 2012. *Botánica de cultivos tropicales San José Costa Rica*. IICA,  
colección de libros y materiales educativos, P. 84.
22. Leopold, A. 2005. Manejo tecnificado de invernaderos y propagación de  
plantas. Departamento de México. Trillas. P. 622.



23. López, F. 2010. Control hormonal del desarrollo de las plantas. México. P. 263.
24. López, C. 2011. Dasometría. Asignatura para la titulación de Ingeniero Técnico Forestal. Universidad Politécnica de Madrid, España. Disponible en <http://ocw.upm.es>.
25. Loaiza, V. 2005. Silvicultura I. Loja, Ec., Universidad Nacional de Loja (Material de Enseñanza). Pp. 22 – 28.
26. Martin, G. 2006. Commercial uses of gibberellins. In: A. Crozier (ed.). The Biochemistry and Physiology of Gibberellins. Praeger, New York. Pp. 395 - 444.
27. Meyer, C. 2009. El diálogo político regional sobre bosques en la cuenca Amazónica. Revista bosques latitud cero. Ecuador. Pp. 32 - 34.
28. Miller, V. 2010. Fisiología Vegetal. Traducida por Francisco de la Torre. México. P. 388.
29. Montenegro, F. 2008. Plantaciones forestales producidas en los trópicos del Ecuador con pachaco *Schizolobium parahybum*. Analisis económico de inversiones de plantaciones en el Ecuador, P. 6.
30. Mogrovejo, P. 2007. 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.
31. Montagnini, F. 2009. Sistemas Agroforestales: Principios y aplicación en los trópicos. San José. C. R. Organización para estudios tropicales, P. 24.
32. Muñoz, V. 2012. Notas del Centro Productor de Semillas de Árboles Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. P. 27.
33. Namoc, J. 2010. Ensayos Experimentales de Propagación y Desarrollo del Angolo, Centro Idas Piura. P. 103.
34. Naiper, I. 2006. Técnicas de Viveros Forestales con Referencia Especial a Centro América. Siguatepeque, Honduras. P. 28.
35. Ordoñez, J. 2009. Viveros forestales: Manual de cultivo y proyectos. Mundi – Prensa. Madrid. P. 61.

36. Palacios, W. 2011. Árboles de Ecuador. Primera Edición Quito-Ecuador. Ministerio del Ambiente. P.63.
37. Pacheco, G. 2007. Desarrollo vegetal, sustancia reguladoras. Mexico. P. 121.
38. PDOTE. 2015. Plan de Ordenamiento y Territorial del Cantón Echeandia.
39. Quijia, P.; Segovia, C.; Jadán, M.; K. Proaño. 2010. Estudio Citogenético de las especies del género *Polylepis* *P. incanay* *P. racemosa* en el Ecuador. Departamento de Ciencias de la Vida, Carrera de Ing. en Biotecnología, Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, Ecuador. P. 169.
40. Ramos, L., Cruz, N., Morante, J. y Villasis, O. 2010. Empleo de hormonas ANA y AIB estimuladoras de enraizamiento para la propagación vegetativa de *Maclura tinctoria* Gaud (moral fino) en El Litoral Ecuatoriano. Quevedo-Ecuador. P. 212.
41. Recalde, M. 2010. Desarrollo de un sistema agroforestal con base de los cultivos de cacao y café en las zonas de Quevedo (Prov. Los Ríos) y Caluma (Prov. Bolívar). Tesis de Ing. Forestal. Quevedo-Ecuador. Pp. 3- 4.
42. Red Agroforestal Ecuatoriana. 2005. Memoria Del III Congreso Agroforestal Ecuatoriana. Guayaquil – Ecuador. P. 17.
43. Robinson, T. 2006. The biochemistry of alkaloids. 2<sup>TM</sup> ed. Springer, New York. Secondary Metabolites and Plant Defense". En: Taiz, Lincoln y Eduardo Zeiger. Plant Physiology, Fourth Edition. Sinauer Associates. Capítulo 13. P. 230.
44. Rojas, S., García, J., Alarcón, M. 2010. Propagación Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas. Bogotá-Colombia. P. 34.
45. 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.
46. 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.

47. Semarnat. 2008. Clases de Semillas. Consultado: 12 de Diciembre del 2014.  
Disponible en:  
<http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Paginas/inicio.aspx>.
48. Toledo, M. 2009."Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia (2da. Edición – Versión revisada, corregida y mejorada)".Santa Cruz, Bolivia. P. 65.
49. 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.
50. 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.
51. Valverde, A. 2006. Tesis de Maestría en Eficiencia Energética, CEEMA, UCF. Estudio sobre el uso de la cascarilla de arroz en los molinos del Departamento del Tolima. P. 105.
52. Valverde, O. 2008. Propagación y conservación de especies forestales. Trad. por Charles Roe Gingis. Cataloge. P. 30.
53. Vega, L. 2012. Manual del cultivo de especies tropicales. Quevedo – Ecuador, Pp. 4 - 25.
54. 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.
55. Velázquez, M. 2009. Identificación, fenológica, usos y clasificación de los árboles y arbustos del bosque Seco de Guápala. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja- Ecuador. P. 106.


56. Vera, J. 2009. Material de siembra y propagación. In manual "2da edición. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Pp. 24 -37.
57. 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.
58. Weaver, R. 2011. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México. P. 146 - 150.
59. Wright, R. 2007. Ciencias Ambientales. Ecología y desarrollo sostenible, Sexta edición. Prentice Hall, México. P. 30.
60. <http://www.agrohuerto.com/el-primer-paso-para-cultivar-tu-huerto-el-sustrato/html>.
61. <http://www.lamarihuana.com/foros/threads/importancia-de-un-sustrato.37332/html>.
62. <http://es.wikipedia.org/wiki/Germinaci%C3%B3n.html>
63. <http://www.elmundoforestal./terminologia/tratamientopregerminativo.html>
64. <http://www.interbiología.vitualave.net/molécula/homvege.html>
65. [http://es.wikipedia.org/wiki/Rumex\\_crispus.html](http://es.wikipedia.org/wiki/Rumex_crispus.html)

# **ANEXOS**

Anexo N° 1. Mapa ubicación de la investigación



## Anexo N° 2. Resultados del análisis físico químico de los sustratos

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


### REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS


<b>DATOS DEL PROPIETARIO</b> Nombre : Carlos Miranda Dirección : Ciudad : Ventanas Teléfono : 0985167672 Fax :	<b>DATOS DE LA PROPIEDAD</b> Nombre : Universidad Estatal de Bolívar Provincia : Bolívar Cantón : Echeandía Parroquia : Central Ubicación : Av. 5 de Octubre	<b>PARA USO DEL LABORATORIO</b> Cultivo Actual : N° Reporte : 0752 Fecha de Muestreo : 15/02/2016 Fecha de Ingreso : 16/02/2016 Fecha de Salida : 23/02/2016
---	---	---

N° Muest.	Datos del Lote		pH	ppm		meq/100ml			ppm					
	Laborat.	Identificación		Area	NH <sub>4</sub>	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn
78126		Tierra negra + Arena	6,4	19	14	0,59	12	1,5	19	6,6	6,1	84	12,8	0,33
78127		Tierra negra + Casc. de Café	7,0	27	17	1,44	13	2,0	13	7,6	7,2	88	18,9	0,24
78128		Tierra negra + Balsa	6,7	33	14	0,76	14	1,7	11	7,2	7,9	89	13,5	0,28



INTERPRETACION					METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				Elementos: de N a B		pH	Olsen Modificado
MAc = Muy Acido	LAc = Liger. Acido	LAl = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo		N,P,B	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
Ac = Acido	PN = Prac. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio		S	Fosfato de Calcio Monobásico
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto		K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	B,S

  
 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

  
 RESPONSABLE LABORATORIO





### Anexo N° 3. Base de datos

1. Tratamientos	2. Repeticiones	3. Factor A: Especies Forestales	4. Factor B: Tipos de Sustratos	5. Factor C: Tiempos de Inmersión
6. Interacción de Factores (AxBxC)	7. Días a la Germinación	8. Porcentaje de Supervivencia de plantas	9. Altura de plantas a los 30 dds	10. Altura de plantas a los 60 dds

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T1	R1	A1	B1	C1	A1B1C1	14,00	87,00	12,00	15,20
T2	R1	A1	B1	C2	A1B1C2	12,00	86,00	10,30	16,20
T3	R1	A1	B2	C1	A1B2C1	13,00	88,00	12,10	14,10
T4	R1	A1	B2	C2	A1B2C2	14,00	86,00	13,40	15,01
T5	R1	A1	B3	C1	A1B3C1	14,00	88,00	11,62	13,24
T6	R1	A1	B3	C2	A1B3C2	12,00	87,00	11,04	12,41
T7	R1	A2	B1	C1	A2B1C1	15,00	91,00	4,35	5,09
T8	R1	A2	B1	C2	A2B1C2	16,00	92,00	3,87	4,65
T9	R1	A2	B2	C1	A2B2C1	15,00	90,00	3,91	6,10
T10	R1	A2	B2	C2	A2B2C2	15,00	92,00	4,30	5,90
T11	R1	A2	B3	C1	A2B3C1	16,00	91,00	3,25	5,10
T12	R1	A2	B3	C2	A2B3C2	15,00	90,00	4,10	5,50
T13	R1	A3	B1	C1	A3B1C1	8,00	95,00	8,70	9,40
T14	R1	A3	B1	C2	A3B1C2	9,00	94,00	9,70	10,50
T15	R1	A3	B2	C1	A3B2C1	8,00	94,00	6,20	9,30
T16	R1	A3	B2	C2	A3B2C2	8,00	96,00	8,50	10,20
T17	R1	A3	B3	C1	A3B3C1	10,00	95,00	7,20	9,30
T18	R1	A3	B3	C2	A3B3C2	9,00	94,00	10,00	11,54
T1	R2	A1	B1	C1	A1B1C1	15,00	85,00	13,10	14,50
T2	R2	A1	B1	C2	A1B1C2	14,00	87,00	11,00	14,20
T3	R2	A1	B2	C1	A1B2C1	15,00	86,00	10,50	12,90
T4	R2	A1	B2	C2	A1B2C2	13,00	88,00	12,10	14,20
T5	R2	A1	B3	C1	A1B3C1	14,00	85,00	11,00	14,65

T6	R2	A1	B3	C2	A1B3C2	15,00	86,00	12,10	10,56
T7	R2	A2	B1	C1	A2B1C1	16,00	92,00	3,90	6,80
T8	R2	A2	B1	C2	A2B1C2	16,00	93,00	4,20	6,00
T9	R2	A2	B2	C1	A2B2C1	15,00	92,00	3,45	5,20
T10	R2	A2	B2	C2	A2B2C2	15,00	94,00	3,80	4,50
T11	R2	A2	B3	C1	A2B3C1	17,00	90,00	3,00	6,50
T12	R2	A2	B3	C2	A2B3C2	16,00	92,00	3,50	6,20
T13	R2	A3	B1	C1	A3B1C1	8,00	96,00	7,90	10,25
T14	R2	A3	B1	C2	A3B1C2	9,00	92,00	10,00	9,10
T15	R2	A3	B2	C1	A3B2C1	7,00	95,00	7,20	8,40
T16	R2	A3	B2	C2	A3B2C2	8,00	96,00	9,00	11,00
T17	R2	A3	B3	C1	A3B3C1	9,00	94,00	8,10	9,80
T18	R2	A3	B3	C2	A3B3C2	9,00	96,00	11,00	12,60
T1	R3	A1	B1	C1	A1B1C1	14,00	84,00	10,00	14,00
T2	R3	A1	B1	C2	A1B1C2	15,00	83,00	12,00	15,40
T3	R3	A1	B2	C1	A1B2C1	14,00	85,00	12,91	14,50
T4	R3	A1	B2	C2	A1B2C2	13,00	88,00	14,60	15,91
T5	R3	A1	B3	C1	A1B3C1	15,00	86,00	12,00	13,00
T6	R3	A1	B3	C2	A1B3C2	16,00	85,00	10,00	12,00
T7	R3	A2	B1	C1	A2B1C1	15,00	92,00	3,90	4,12
T8	R3	A2	B1	C2	A2B1C2	14,00	94,00	2,54	3,97
T9	R3	A2	B2	C1	A2B2C1	16,00	92,00	4,80	5,20
T10	R3	A2	B2	C2	A2B2C2	15,00	94,00	5,30	5,90
T11	R3	A2	B3	C1	A2B3C1	13,00	93,00	4,30	4,80
T12	R3	A2	B3	C2	A2B3C2	15,00	94,00	5,00	6,02
T13	R3	A3	B1	C1	A3B1C1	9,00	95,00	7,21	10,30
T14	R3	A3	B1	C2	A3B1C2	8,00	95,00	11,25	13,00
T15	R3	A3	B2	C1	A3B2C1	9,00	96,00	8,65	11,02
T16	R3	A3	B2	C2	A3B2C2	8,00	94,00	9,87	10,00
T17	R3	A3	B3	C1	A3B3C1	8,00	95,00	8,00	11,00
T18	R3	A3	B3	C2	A3B3C2	8,00	92,00	8,50	10,00

11. Diámetro del tallo a los 30 dds	12. Diámetro del tallo a los 60 dds	13. Número de hojas a los 30 dds	14. Número de hojas a los 60 dds	15. Largo del Limbo a los 30 dds
16. Largo del limbo a los 60 dds	17. Ancho del limbo a los 30 dds	18. Ancho del limbo a los 60 dds	19. Longitud del pecíolo a los 30 dds	20. Longitud del pecíolo a los 60 dds

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2,15	2,45	3,00	4,00	8,00	12,00	3,50	4,00	0,90	1,20
2,06	2,62	2,00	4,00	5,50	8,40	4,00	5,10	1,30	1,90
3,10	3,55	3,00	4,00	7,00	9,00	6,00	7,00	1,04	1,51
3,11	3,58	3,00	4,00	9,11	9,52	6,97	7,65	1,58	2,01
2,47	3,12	3,00	3,00	6,30	7,51	4,51	4,80	1,70	1,90
2,28	2,99	3,00	3,00	6,20	7,31	3,51	4,56	1,32	1,82
1,53	1,68	3,00	4,00	3,24	4,11	2,51	3,20	0,91	1,30
1,54	1,67	3,00	4,00	4,10	4,30	2,70	3,21	1,30	1,50
1,50	1,62	3,00	4,00	3,20	4,30	3,20	3,80	0,81	1,20
1,55	1,72	3,00	4,00	3,50	4,60	2,50	3,80	1,10	1,60
1,36	1,52	3,00	4,00	3,31	3,70	3,10	3,70	0,70	1,20
1,51	1,80	3,00	4,00	3,00	4,10	3,60	4,20	1,10	1,21
1,11	1,18	3,00	4,00	2,20	3,10	1,80	2,40	1,60	2,50
1,14	1,20	3,00	4,00	2,30	3,10	2,30	2,90	2,20	2,80
1,10	1,31	3,00	4,00	3,10	3,50	2,10	2,70	1,40	2,10
1,12	1,26	3,00	4,00	2,90	3,50	2,50	3,40	1,50	2,20
1,02	1,17	3,00	3,00	2,50	3,10	1,50	2,00	1,80	3,40
1,40	2,01	3,00	4,00	2,30	3,50	2,10	3,40	2,70	3,50
1,40	2,00	3,00	3,00	7,80	10,90	3,00	5,00	1,20	0,91
1,90	2,91	2,00	4,00	5,50	8,40	4,00	5,10	1,30	1,90
2,40	3,02	3,00	4,00	7,00	9,00	6,00	7,00	1,04	1,51
2,80	3,00	3,00	4,00	9,11	9,52	6,97	7,65	1,58	2,01
3,24	2,99	3,00	3,00	6,30	7,51	4,51	4,80	1,70	1,90

3,10	1,68	3,00	3,00	6,20	7,31	3,51	4,56	1,32	1,82
2,04	1,67	3,00	4,00	3,24	4,11	2,51	3,20	0,91	1,30
1,98	1,62	3,00	4,00	4,10	4,30	2,70	3,21	1,30	1,50
2,01	1,72	3,00	4,00	3,20	4,30	3,20	3,80	0,81	1,20
1,95	1,52	3,00	4,00	3,50	4,60	2,50	3,80	1,10	1,60
1,58	1,80	3,00	4,00	3,31	3,70	3,10	3,70	0,70	1,20
2,04	1,18	3,00	4,00	3,00	4,10	3,60	4,20	1,10	1,21
1,91	1,20	3,00	4,00	2,20	3,10	1,80	2,40	1,60	2,50
2,06	1,31	3,00	4,00	2,30	3,10	2,30	2,90	2,20	2,80
0,91	1,26	3,00	4,00	3,10	3,50	2,10	2,70	1,40	2,10
1,25	1,17	3,00	4,00	2,90	3,50	2,50	3,40	1,50	2,20
1,67	1,17	3,00	3,00	2,50	3,10	1,50	2,00	1,80	3,40
2,01	1,68	3,00	4,00	2,30	3,50	2,10	3,40	2,70	3,50
1,90	2,00	3,00	4,00	9,00	10,00	3,00	4,00	1,10	1,50
2,00	2,45	3,00	4,00	6,10	7,90	5,20	5,90	1,05	1,80
2,90	4,05	3,00	4,00	7,50	8,90	4,60	6,80	0,90	1,15
2,91	4,04	2,00	3,00	10,30	11,00	7,02	7,90	1,91	2,14
2,00	3,67	3,00	4,00	7,10	8,01	4,01	5,21	1,10	2,01
2,01	3,12	2,00	3,00	5,40	7,00	4,00	5,01	0,91	1,24
2,00	2,15	2,00	3,00	3,01	3,55	2,00	2,91	1,32	1,62
2,01	2,50	3,00	3,00	3,14	3,57	2,14	3,02	0,98	1,62
2,02	2,90	2,00	4,00	2,51	3,00	2,15	2,80	1,51	1,81
1,24	2,10	3,00	3,00	2,90	3,80	3,20	4,01	2,10	2,30
1,00	1,65	3,00	3,00	2,35	3,02	2,58	3,05	1,50	1,69
2,00	2,35	2,00	3,00	3,27	4,10	3,02	4,62	1,50	1,80
2,45	2,97	3,00	4,00	3,25	4,06	2,57	3,03	2,04	2,98
2,15	2,98	3,00	3,00	1,95	2,67	3,12	3,78	1,98	2,63
2,00	2,34	2,00	3,00	2,57	3,12	1,58	1,98	2,01	3,24
2,54	2,91	2,00	2,00	3,14	3,50	2,06	3,00	2,14	2,64
0,98	1,38	3,00	4,00	2,50	3,00	2,00	2,60	2,80	3,06
2,10	3,01	3,00	4,00	2,00	3,00	1,98	2,80	3,00	3,50

**Anexo N° 4. Ilustraciones del manejo y evaluación del ensayo**

Limpieza del terreno	Preparación del sustrato
	
Llenado de fundas	Desinfección del sustrato
	

<p>Distribución de las unidades de investigación</p>	<p>Desinfección de las semillas</p>
	
<p>Preparación de la solución de ácido giberélico</p>	<p>Siembra</p>
	

<p>Evaluación de altura de plantas a los 30 días después de la siembra</p>	<p>Evaluación del diámetro del tallo a los 30 días después de la siembra</p>
	
<p>Evaluación del ancho del limbo a los 60 días después de la siembra</p>	<p>Visita del Tribunal de Calificación del Proyecto</p>
	

#### **Anexo N° 4. Glosario de términos técnicos**

**Ácido giberélico.-** El AG, ácido giberélico es una simple giberelina, promoviendo crecimiento y elongación celular, el AG se usa a veces en invernáculo para acelerar la germinación de semillas que de otro modo permanecerían en dormancia.

**Arbusto.-** Planta leñosa de cierto porte cuando, a diferencia de lo que es propio de un árbol, no se yergue sobre un solo tronco o fuste, sino que se ramifica desde la misma base. Los arbustos pueden tener varios metros de altura.

**Agroecología.-** Es una disciplina científica relativamente nueva, que frente a la agronomía convencional se basa en la aplicación de los conceptos y principios de la ecología al diseño, desarrollo y gestión de sistemas agrícolas sostenibles.

**Auxina.-** Son un grupo de fitohormonas que actúan como reguladoras del crecimiento vegetal. Esencialmente provocan la elongación de las células. Se sintetizan en las regiones meristemáticas del ápice de los tallos y se desplazan desde allí hacia otras zonas de la planta, principalmente hacia la base, estableciéndose así un gradiente de concentración.

**Ápice.-** Es el extremo superior, es decir la punta de la hoja que puede ser agudo, obtuso, acuminado.

**Biológico.-** Los procesos biológicos están hechos de algún número de reacciones químicas u otros eventos que resultan en una transformación.

**Celulosa.-** Es el principal componente de las paredes celulares de los árboles y otras plantas. Es una fibra vegetal que al ser observada en el microscopio es similar a un cabello humano, cuya longitud y espesor varía según el tipo de árbol o planta.



**Citoquinina.-** Son hormonas fundamentales en el proceso de organogénesis en las plantas y en la regulación de diversos procesos fisiológicos como fotosíntesis, regulación del crecimiento (dominancia apical).

**Conservación.-** Es el conjunto de métodos y acciones que buscan mantener en el tiempo los bienes y servicios provistos por la naturaleza, beneficiando a las actuales y futuras generaciones. Es parte del desarrollo sustentable, y busca proveer a la sociedad de recursos sin sobreexplotar los ecosistemas.

**Diversidad.-** Se refiere a la variedad de plantas que existen en el mundo. Las plantas compiten con otras plantas y organismos para sobrevivir en un ecosistema.

**Ecosistema.-** Es la combinación e interacción entre los factores bióticos (vivos) y los factores abióticos (inertes) en la naturaleza. También se dice que es una interacción entre una comunidad y el ambiente que le rodea. Ejemplo, charcas, lagos, océanos, cultivo, bosque, etc.

**Fenología.-** Es la ciencia que estudia los diferentes eventos que se producen sobre un ser vivo a lo largo del tiempo y su relación con los cambios climáticos estacionales.

**Giberelinas.-** Son un tipo de regulador de crecimiento que afecta a una amplia variedad de fenómenos de desarrollo en las plantas, incluidas la elongación celular y la germinación de las semillas.

**Heliófita.-** Se refiere a la plena exposición de la luz solar que necesitar una planta para vivir y desarrollarse y por lo tanto son absolutamente intolerantes a la sombra, motivo por el cual se las puede encontrar creciendo solamente en áreas descubiertas como potreros, charrales o abandonos.

**Hormonas.-** Son sustancias secretadas por células especializadas, localizadas en glándulas de secreción interna o glándulas endócrinas (carentes de conductos), o

también por células epiteliales e intersticiales cuyo fin es el de influir en la función de otras células.

**Latencia.-** La latencia, dormancia o letargo, es un estado natural que se genera en las semillas durante sus procesos evolutivos y que sucede con un fin específico: servir como mecanismo de supervivencia o adaptación frente a ciertas condiciones ambientales o de sitio que se dan en la naturaleza.

**Lignina.-** La lignina es un polímero presente en las paredes celulares de organismos del reino Plantae y también en las Dinophytas del reino Chromalveolata. La palabra lignina proviene del término latino lignum, que significa ‘madera’; así, a las plantas que contienen gran cantidad de lignina se las denomina leñosas. La lignina se encarga de engrosar el tallo.

**Meristemo.-** Es el tejido meristemático cuyas divisiones originan las células que, tras diferenciarse, forman los tejidos adultos de la raíz. Entre tales tejidos se encuentran el parénquima, los tejidos vasculares y, en aquellas raíces que se deben engrosar en años sucesivos, los meristemas remanentes como el cámbium y el felógeno responsables del crecimiento secundario o crecimiento en grosor de la raíz.

**Micorrizas.-** Son asociaciones entre ciertos hongos beneficiosos del suelo y la inmensa mayoría de las plantas. El hongo entra dentro de las raíces sin dañarlas, y ayuda a la planta a tomar alimentos y agua, y a que crezca más sana. La planta micorrizada es capaz de resistir mejor condiciones ambientales adversas (sequía, salinidad, plagas) por lo que es más rentable.

**Plagas.-** Situación en la cual un animal produce daños económicos, normalmente físicos, a intereses de las personas (salud, plantas cultivadas, animales domésticos, materiales o medios naturales).

**Pericarpio.-** Es la parte del fruto que recubre su semilla y consiste en el ovario fecundado.

**Perispermo.-** Reserva alimenticia en las semillas, derivada de la nucela diploide o de los tegumentos, presente en las cariofiláceas.

**Precocidad.-** Capacidad de una planta o variedad para brotar, crecer, o fructificar antes que lo usual en su especie.

**Reserva.-** Se refiere a toda parte de la planta que pueda ser delimitada morfológicamente y que esté adaptada para cumplir la función de almacenamiento temporal de sustancias de reserva como pueden ser: carbohidratos u otros nutrientes, y agua (se denominan órganos suculentos si la proporción de agua almacenada es muy alta).

**Sámaras.-** Fruto seco e indehisciente en el que aparece una expansión o apéndice a modo de ala para facilitar su dispersión por el viento (anemócora).

**Tratamiento pregerminativo.-** Cualquier tratamiento mecánico, físico y/o químico que se aplica a una semilla o grupo de ellas, con el objetivo de hacerlas germinar más rápidamente y en mucha mayor cantidad.

**Vigor.-** En una planta es la expresión de todas las características internas y externas, que se traducen en la presencia de ella en un medio determinado y que cumplen la función que le corresponde.

**Vivero.-** Es un conjunto de instalaciones agronómicas en el cual se plantan, germinan, maduran y endurecen todo tipo de plantas.