

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

“PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO DEL CANTÓN ZAPOTILLO, PROVINCIA DE LOJA”

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERA FORESTAL.

AUTORAS:

*Tatiana Elizabeth Quinapallo Paucar
Nery Maritza Velez Peña*

DIRECTOR:

Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

ASESOR:

Ing. Luis Francisco Sinche Fernández Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2013

**“PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE CUATRO ESPECIES
FORESTALES PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO DEL CANTÓN
ZAPOTILLO, PROVINCIA DE LOJA”**

TESIS DE GRADO

Presentada al Tribunal Calificador como requisito parcial para la obtención del
título de:

INGENIERA FORESTAL

EN LA:

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

ÁREA AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

APROBADA:

Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.

PRESIDENTE

Ing. Honías Cartuche Ordoñez, Mg. Sc.

VOCAL

Ing. Héctor Maza Chamba, Mg. Sc
.....

VOCAL

Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

En calidad de Director de la tesis titulada “**PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO DEL CANTÓN ZAPOTILLO, PROVINCIA DE LOJA**” de autoría de las señoritas egresadas de la Carrera de Ingeniería Forestal **Tatiana Elizabeth Quinapallo Paucar** y **Nery Maritza Velez Peña**, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, enero del 2013

Atentamente,

Ing. Víctor Hugo Eras Guamán Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS “PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO DEL CANTÓN ZAPOTILLO, PROVINCIA DE LOJA”,

CERTIFICA:

Que en calidad de Presidente del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada **“PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEXUAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO DEL CANTÓN ZAPOTILLO, PROVINCIA DE LOJA”**, de autoría de las señoritas egresadas de la Carrera de Ingeniería Forestal **Tatiana Elizabeth Quinapallo Paucar** y **Nery Maritza Velez Peña**, ha sido dirigida, revisada e incorporadas todas las sugerencias efectuadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación y aprobación. Por lo tanto autorizo su publicación pública definitiva.

Loja, enero del 2013

Atentamente,

Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

AUTORÍA

LAS OPINIONES PUBLICADAS EN LA PRESENTE
INVESTIGACIÓN SON DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD
DE LAS AUTORAS

.....
Tatiana Elizabeth Quinapallo Paucar

.....
Nery Maritza Velez Peña

DEDICATORIA

A Dios por mostrarme día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible.

A mis padres Segundo y Albita, por los ejemplos dignos de superación y entrega, porque gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mi, fue lo que me hizo ir hasta el final.

A mis hermanos Diana y Christopher, por haber fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida. A mis sobrinos Zhurita y Didier quienes han sido y son mi motivación e inspiración.

Tatiana

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 padre Melecio (+), por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizaban y que me infundó siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mi madre Gloria, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi hermana Noemi, por ser el ejemplo de una hermana mayor, y de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles, de igual manera a Mirian y Rolando por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho hermanos, a mis tíos Camilo, Mercedes, Rosario, y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Gracias a ustedes!

Maritza

AGRADECIMIENTO

Las autoras dejamos constancia de un agradecimiento muy especial a:

La Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a través de la Carrera de Ingeniería Forestal y a sus docentes por haber contribuido con los conocimientos teóricos-técnicos para nuestra formación profesional.

Al Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, por su acertada dirección en el presente trabajo de tesis y al Ing. Luis Francisco Sinche Fernández por sus valiosas sugerencias que ayudaron a la culminación satisfactoria del mismo.

Al Ing. Manuel Quizhpe presidente del tribunal calificador al Ing. Honías Cartuche e Ing. Héctor Maza, miembros del tribunal de calificación de tesis; por las importantes sugerencias dadas a la presente.

De igual forma expresamos nuestro agradecimiento al Ministerio del Ambiente en las personas del Ing. Vladimir Placencia Berrú e Ing. César Caraguay Campoverde, por el apoyo logístico brindado.

Al Gobierno Descentralizado del Cantón Zapotillo, por habernos facilitado las instalaciones del vivero municipal en donde se desarrolló la fase de campo, así mismo al personal de la institución y de manera especial al Sr. Patricio Villafuerte por su ayuda directa durante todo el trabajo de campo.

A la Ing. Lucía Quichimbo, por su apoyo durante el desarrollo de la fase de laboratorio, a la Lic. Albita Palacios por la colaboración brindada. A nuestros familiares por el apoyo incondicional y a nuestras queridas amigas Judith, Patricia, Gabriela y María Eugenia quienes nos apoyaron de forma desinteresada en el desarrollo de la presente investigación.

A todos Gracias...

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
CARÁTULA	i
CERTIFICACIÓN	iii
AUTORÍA	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	1
SUMMARY	4
1. INTRODUCCIÓN	7
Objetivo general	8
Objetivos específicos	9
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
2.1. Especies Forestales Nativas	10
2.1.1. Importancia de las Especies Forestales Nativas	10
2.2. Fundamentos de la Propagación de Especies Vegetales	11
2.3. Métodos de Propagación de Especies Forestales.....	11
2.3.1. Propagación Sexual o por Semilla.....	11
2.3.1.1. La semilla.....	12
2.3.1.2. Partes de la semilla	12
2.3.1.3. Clases de semillas	14
2.3.1.4. Tratamiento de las semillas.....	15
2.3.1.5. Recolección de semillas	16
2.3.1.6. Selección de árboles semilleros	17
2.3.1.7. Número de árboles semilleros.....	17
2.3.1.8. Proceso de Germinación	17
2.3.1.9. Factores que intervienen en la germinación.....	18

2.3.1.10. Calidad de semillas.....	19
2.3.1.11. Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales en Laboratorio (ISTA)	20
2.3.2. Multiplicación Asexual o Vegetativa	23
2.3.2.1. Características de la propagación asexual o vegetativa	24
2.3.2.2. Formas de propagación asexual.....	24
2.4. Reguladores de Crecimiento Vegetal	31
2.4.1. Auxinas.....	32
2.4.2. Citoquininas	33
2.4.3. Hormonagro 1	33
2.4.4. Hormonagro 4	34
2.4.5. Root- Hor.....	34
2.4.6. Pro – Gibb Plus	34
2.5. Descripción de las Especies en Estudio.....	35
2.5.1. <i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth- Charán	35
2.5.1.1. Descripción Botánica	35
2.5.1.2. Distribución geográfica	36
2.5.1.3. Aplicación y usos.....	36
2.5.2. <i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson -Guayacán.....	37
2.5.2.1. Descripción Botánica	37
2.5.2.2. Distribución geográfica	38
2.5.2.3. Aplicación y usos.....	38
2.5.3. <i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.- Angolo	39
2.5.3.1. Descripción Botánica	39
2.5.3.2. Distribución geográfica	40
2.5.3.3. Aplicación y usos.....	40
2.5.4. <i>Terminalia valverdeae</i> A.H. Gentry– Guarapo.....	41
2.5.4.1. Descripción Botánica	41

2.5.4.2. Distribución geográfica	42
2.5.4.3. Aplicación y usos.....	42
2.6. Estudios Similares Desarrollados	43
2.6.1. Propagación en Vivero de Seis Especies Forestales Promisorias de la Zona Seca de la Provincia de el Oro, para la Reforestación en Áreas de Explotación de Material Pétreo y Embellecimiento Vial del Proyecto Huaquillas – Santa Rosa.....	43
2.6.2. Propagación en Vivero de Seis Especies Forestales Promisorias de la Zona Seca de la Provincia de Loja.	44
2.6.3. Fenología y Propagación de Tres Especies de Podocarpaceas por Semillas y Estacas.....	45
2.6.4. Propagación Asexual de diez Especies Forestales y Arbustivas en el Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”	46
2.6.5. Ensayo de Propagación Vegetativa por Estacas de Cuatro Especies Arbóreas Ornamentales.....	47
2.6.6. Propagación por acodaduras aéreas de Ocho Especies Vulnerables en el Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”.	48
3. METODOLOGÍA.....	50
3.1. Ubicación y Descripción del Área de Estudio	50
3.2. Clima y Ecología.....	51
3.3. Fases del Trabajo de Investigación.....	51
3.3.1. Fase de Laboratorio	51
3.3.2. Fase de Campo y Vivero	51
3.4. Selección de Especies Forestales.....	52
3.5. Selección e Identificación de Árboles	53
3.6. Metodología utilizada.....	55
3.6.1. Metodología para determinar la calidad de semillas a nivel de laboratorio de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco, mediante protocolos de germinación ISTA 2007.....	55
3.6.1.1. Recolección de semillas	55
3.6.1.2. Análisis de pureza.....	55
3.6.1.3. Peso de semillas.....	56

3.6.1.4. Contenido de Humedad.....	56
3.6.1.5. Germinación.....	57
3.6.1.6. Viabilidad.....	61
3.6.2. Metodología para ensayar la propagación sexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco a nivel de vivero.	61
3.6.2.1. Arreglo de platabandas.....	61
3.6.2.2. Cantidad de sustrato	62
3.6.2.3. Preparación del Sustrato.....	62
3.6.2.4. Siembra.....	63
3.6.2.5. Cuidados Culturales.....	64
3.6.2.6. Registro de Datos.....	64
3.6.2.7. Evaluación.....	66
3.6.2.8. Repicado de plántulas.....	66
3.6.2.9. Evaluación de sobrevivencia al repique.....	67
3.6.2.10. Diseño experimental para el análisis germinativo.....	68
3.6.3. Metodología para evaluar el método más eficaz de propagación vegetativa (estacas y esquejes), con la utilización de concentraciones de HORMONAGRO 1 y ROOT - HOR	72
3.6.3.1. Propagación Vegetativa por Estacas	72
3.6.3.2. Propagación Vegetativa por Esquejes	73
3.6.3.3. Diseño experimental a utilizarse.....	80
3.6.4. Metodología para la difusión de los resultados obtenidos en la presente Investigación.....	85
4. RESULTADOS.....	86
4.1. Localización de Árboles en el Campo.....	86
4.2. Pruebas estándar de calidad de semillas, en cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del Cantón Zapotillo, Provincia de Loja.	87
4.2.1. Pureza.....	88
4.2.2. Peso.....	88
4.2.3. Contenido de humedad.....	89

4.2.4. Germinación.....	90
4.2.4.1. <i>Caesalpinia glabrata</i>	91
4.2.4.2. <i>Tabebuia chrysantha</i>	92
4.2.4.3. <i>Albizia multiflora</i>	93
4.2.4.4. <i>Terminalia valverdeae</i>	93
4.2.5. Viabilidad.....	94
4.2.6. Características generales de las semillas.....	94
4.3. Análisis y Evaluación en Vivero del Proceso de Germinación y Supervivencia.....	95
4.3.1. <i>Caesalpinia glabrata</i>	96
4.3.1.1. Proceso germinativo.....	96
4.3.1.2. Supervivencia al repique.....	98
4.3.2. <i>Tabebuia chrysantha</i>	99
4.3.2.1. Proceso germinativo.....	99
4.3.2.2. Supervivencia al repique.....	100
4.3.3. <i>Albizia multiflora</i>	101
4.3.3.1. Proceso germinativo.....	101
4.3.3.2. Supervivencia al repique.....	103
4.3.4. <i>Terminalia valverdeae</i>	104
4.3.4.1. Proceso germinativo.....	104
4.4. Propagación asexual de cuatro especies forestales prometedoras del Bosque seco ...	104
4.4.1. <i>Caesalpinia glabrata</i> (Charán).....	104
4.4.1.1. Propagación asexual mediante estacas y esquejes utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lit y 15 ml/lit).....	104
4.4.2. <i>Tabebuia chrysantha</i> (Guayacán).....	105
4.4.2.1. Propagación asexual mediante estacas y esquejes utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lit y 15 ml/lit).....	105
4.4.3. <i>Albizia multiflora</i> (Angolo).....	106
4.4.3.1. Propagación asexual mediante estacas y esquejes utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lit y 15 ml/lit).....	106

4.4.4. <i>Terminalia valverdeae</i> (Guarapo).....	107
4.4.4.1. Propagación asexual mediante estacas y esquejes utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lit y 15 ml/lit).....	107
4.5. Difusión de los resultados obtenidos	108
5. DISCUSIÓN.....	109
5.1. Pruebas Standard de Calidad de Semillas	109
5.2. Propagación Sexual y Supervivencia a Nivel de Vivero.....	110
5.3. Propagación Vegetativa de cuatro Especies Forestales a Nivel de Vivero.....	113
6. CONCLUSIONES	115
7. RECOMENDACIONES	117
8. LITERATURA CITADA.....	119
9. APÉNDICES	127

Índice de Cuadros

Contenido	Pág.
Cuadro 1. Especies forestales seleccionadas para la propagación sexual y asexual.	52
Cuadro 2. Hoja de campo para la recopilación de información general y localización de individuos seleccionados.	54
Cuadro 3. Hoja de campo para la recopilación de datos generales de campo, de los individuos seleccionados.	54
Cuadro 4. Parámetros previos a la germinación de las semillas en estudio.	58
Cuadro 5. Hoja de registro diario del número de semillas germinadas por cada especie, a nivel de laboratorio	60
Cuadro 6. Hoja para el monitoreo de la germinación de semillas forestales a nivel de Laboratorio.	60
Cuadro 7. Hoja de registro diario del número de semillas germinadas para cada especie a nivel de vivero	65
Cuadro 8. Hoja para el monitoreo de la germinación de semillas forestales de cuatro especies a nivel de vivero.	65
Cuadro 9. Escala para evaluar el estado sanitario de las plántulas.	68
Cuadro 10. Tratamientos pre germinativos aplicados a cada una de las especies en estudio.	72
Cuadro 11. Evaluación del número de estacas con brotes por especie, de acuerdo a cada tratamiento.	75
Cuadro 12. Evaluación del porcentaje de estacas enraizadas, número de brotes y longitud de las raíces.	76
Cuadro 13. Evaluación de número de esquejes con brotes por especie, de acuerdo a cada tratamiento	79
Cuadro 14. Evaluación del porcentaje de esquejes enraizados, número de	

brotes y longitud de las raíces.	79
Cuadro 15. Tratamientos que se aplicó a las estacas y esquejes de cada especie.	82
Cuadro 16. Localización de los árboles seleccionados en el campo.	86
Cuadro 17. Datos de campo de recolección y siembra de semillas, estacas y esquejes en vivero.	87
Cuadro 18. Resumen de las pruebas estándar de calidad de semillas de cuatro especies forestales.	87
Cuadro 19. Porcentaje de pureza de semillas en cuatro especies forestales.	88
Cuadro 20. Peso de 1000 semillas y N° de semillas/ kilogramo, en cuatro especies forestales.	89
Cuadro 21. Porcentaje de contenido de humedad en cuatro especies forestales.	90
Cuadro 22. Porcentajes de viabilidad en semillas de cuatro especies forestales.	94
Cuadro 23. Características generales de las semillas de cuatro especies forestales nativas del bosque seco del cantón Zapotillo.	95
Cuadro 24. Promedios de germinación por especie, para cada tratamiento aplicado a nivel de vivero.	95
Cuadro 25. Resumen del proceso germinativo de semillas de <i>Caesalpinia glabrata</i> a nivel de vivero.	96
Cuadro 26. Análisis de varianza del proceso germinativo para la especie <i>Caesalpinia glabrata</i> .	97
Cuadro 27. Crecimiento en altura, sobrevivencia y estado sanitario de plántulas de <i>Caesalpinia glabrata</i> a los 30, 60 y 90 días después del repique (Ver apéndice 5, 6 y 7).	98
Cuadro 28. Resumen del proceso germinativo de semillas de <i>Tabebuia chrysantha</i> a nivel de vivero.	99
Cuadro 29. Análisis de varianza del proceso germinativo de la especie <i>Tabebuia chrysantha</i> .	100
Cuadro 30. Crecimiento en altura, sobrevivencia y estado sanitario de plántulas de <i>Tabebuia chrysantha</i> a los 30, 60 y 90 días después	

del repique (Ver apéndice 8, 9 y 10).	101
Cuadro 31. Resumen del proceso germinativo de semillas de <i>Albizia multiflora</i> a nivel de vivero.	101
Cuadro 32. Análisis de varianza del proceso germinativo de la especie <i>Albizia multiflora</i> .	102
Cuadro 33. Crecimiento en altura, sobrevivencia y estado sanitario de plántulas de <i>Albizia multiflora</i> a los 30, 60 y 90 días después del repique (Ver apéndice 11, 12 y 13).	103
Cuadro 34. Enraizamiento y sobrevivencia en vivero, de estacas y esquejes de <i>Caesalpinia glabrata</i> en tres concentraciones de hormonas.	105
Cuadro 35. Enraizamiento y sobrevivencia en vivero, de estacas y esquejes de <i>Tabebuia chrysantha</i> en tres concentraciones de hormonas.	106
Cuadro 36. Enraizamiento y sobrevivencia en vivero, de estacas y esquejes de <i>Albizia multiflora</i> en tres concentraciones de hormonas.	107
Cuadro 37. Enraizamiento y sobrevivencia en vivero, de estacas y esquejes de <i>Terminalia valverdeae</i> en tres concentraciones de hormonas.	108

Índice de Figuras

Contenido	Pág.
Figura 1. Mapa de ubicación político- geográfico de la zona de estudio	50
Figura 2. Mapa de ubicación de los árboles seleccionados	53
Figura 3. Diseño de campo que se empleó para la propagación sexual de cuatro especies forestales.	71
Figura 4. Diseño de campo que se empleó para la propagación a sexual de cuatro especies forestales.	84
Figura 5. Curva de Germinación Acumulativa de <i>Caesalpinia glabrata</i> .	91
Figura 6. Curva de Germinación Acumulativa de <i>Tabebuia chrysantha</i> .	92
Figura 7. Curva de Germinación Acumulativa de <i>Albizia multiflora</i> .	93

RESUMEN

Los bosques secos del sur del Ecuador son ecosistemas frágiles que han sido muy intervenidos y destruidos debido a que por encontrarse en zonas relativamente pobladas, mantienen una importancia económica para la población rural, suministrando productos maderables y no maderables para su subsistencia. Además, actividades como la ganadería y agricultura que ejercen grandes presiones sobre estos ecosistemas, han ocasionado ya profundos daños y una superficie inmensa de montañas cubiertas por suelos degradados y muy erosionados.

Es esta realidad que pone en peligro la integridad de los bosques secos de la provincia de Loja, que restaurar la cubierta vegetal de estos ecosistemas naturales se ha convertido en una necesidad inaplazable, que debe estar sustentada en un conocimiento adecuado de la flora nativa y de la biología reproductiva de las especies.

Bajo esta perspectiva se pone en consideración la presente investigación, la misma que tuvo como finalidad generar información sobre la reproducción y propagación de *Caesalpinia glabrata* (charán), *Tabebuia chrysantha* (guayacán), *Albizia multiflora* (angolo) y *Terminalia valverdeae* (guarapo), especies forestales promisorias de este ecosistema.

El estudio se ejecutó en los bosques secos del cantón Zapotillo, provincia de Loja, dando cumplimiento a los siguientes objetivos: a) Determinar la calidad de semillas a nivel de laboratorio de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco, mediante protocolos de germinación ISTA 2007; b) Ensayar la propagación sexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco a nivel de vivero; probando distintos tratamientos pregerminativos; c) Probar la propagación asexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco, ensayando estacas y esquejes, y empleando distintas concentraciones de HORMONAGRO 1 y ROOT- HOR d) Difundir los resultados de la investigación.

Los resultados obtenidos en la investigación en cuanto a las pruebas estándar de calidad de semillas revelan que todas las especies alcanzaron porcentajes de pureza mayores al 90 %; a excepción de *Terminalia valverdeae* cuyo porcentaje de pureza fue del 42,59 %. En cuanto al contenido de humedad todas las especies presentaron porcentajes bajos, menores al 40 %, por lo que se trata de semillas ortodoxas; mientras que los porcentajes de viabilidad fueron altos, mayores al 90 % para todas las especies

Y en la germinación a nivel de laboratorio, *Caesalpinia glabrata* alcanzó el más alto porcentaje de germinación con el 96,75 %; en el caso de *Tabebuia chrysantha*, la germinación fue rápida y relativamente homogénea, alcanzando un porcentaje alto de germinación del 93,25 %; para la especie *Albizia multiflora*, la germinación fue bastante irregular, se dio en un período amplio de tiempo que duró 93 días y alcanzó un porcentaje de germinación de 41,25 %; mientras que para *Terminalia valverdeae* la germinación se vio limitada por la dureza de la testa que no permitió el ingreso de agua hacia el embrión, evitando que se inhiba y germine.

En cuanto al proceso germinativo a nivel de vivero y sobrevivencia al repique, *Caesalpinia glabrata* alcanzó los más altos porcentajes de germinación con los tratamientos aplicados, que fueron del 98 %, 96 % y 95 % respectivamente, y la sobrevivencia de la plántula al repique a los 90 días fue representativa (84,97 %) pese al ataque de hormigas y larvas. En el caso de *Tabebuia chrysantha*, los porcentajes de germinación alcanzados fueron del 62 %, 52 % y 67 % respectivamente; y la sobrevivencia de la plántula al repique fue la más representativa (95,98 %) con respecto a las otras especies; en el caso de *Albizia multiflora* el mejor resultado, con el 64 % de germinación, se logró con el tratamiento de remojo de las semillas en agua caliente, y la sobrevivencia de plántulas al repique también fue representativa (87,88 %) a pesar de una helada que sufrieron, producto de la época lluviosa; y en caso de *Terminalia*

valverdeae no registró una buena germinación con ninguno de los tratamientos aplicados.

Finalmente la propagación asexual por el método de estacas y esquejes para las cuatro especies fue negativa, a pesar de que durante los primeros tres meses todas las plantas presentaron brotes, estos fueron falsos, producidos únicamente por las reservas del tallo, mas no se debió a la adaptabilidad y prendimiento de las mismas, por lo que al término del ensayo se marchitaron por completo.

SUMMARY

The dry forests of the south of Ecuador are fragile ecosystems that have been very intervened and destroyed because to be in relatively populated areas, they maintain an economic importance for the rural population's big segments, providing timber and non-timber products for their subsistence. Also, activities like the stockbreeding and agriculture that exercise high pressures on these ecosystems have already caused deep damages and an immense surface of covered mountains by degraded and eroded lands.

It is this reality that puts in danger the integrity of the dry forests of the southwest of the province of Loja, that to restore the vegetable cover of these natural ecosystems has transformed into an urgent necessity that should be sustained in an appropriate knowledge of the native flora and of the reproductive biology of the species.

Under this perspective it has been brought in consideration the present investigation, the same one that had as purpose to generate information on the reproduction and propagation of *Caesalpinia glabrata*, *Tabebuia chrysantha*, *Albizia multiflora* and *Terminalia valverdeae*, forest promissory species of this ecosystem.

The study was executed in the dry forests of Zapotillo county, in the province of Loja, giving execution to the following objectives: a) to determine the quality of seeds of four forest promissory species of the dry forest to laboratory level, by means of germination protocols ISTA 2007; b) to rehearse the sexual propagation of four forest promissory species from the dry forest to nursery garden level; proving different pregerminative treatments; c) to prove the asexual propagation of four forest promissory species of the dry forest, rehearsing stakes and cuttings, using different concentrations of HORMONAGRO 1 and ROOT - HOR d) to diffuse the results of the investigation.

The results obtained in the investigation as for the standard tests of quality of seeds reveals that all the species reached percentages of purity superior to 90 %; with the

exception of *Terminalia valverdeae* which percentage of purity was of 42,59 %. As for the content of humidity all the species presented low percentages, less to 40 %, so that is orthodox seeds; while the percentages of viability were high, superior to 90 % for all the species

And in the germination at laboratory level, *Caesalpinia glabrata* reached the highest germination percentage with 96,75 %; in the case of *Tabebuia chrysantha*, the germination was quick and relatively homogeneous, reaching a high percentage of germination of 93,25 %; for the species *Albizia multiflora*, the germination was quite irregular, it was given in a wide period of time that lasted 93 days and it reached a percentage of germination of 41,25 %; whereas for *Terminalia valverdeae* the germination was limited by the hardness of the embryo testa that didn't allow the entrance of water toward the embryo, avoiding that it is inhibited and germinate.

As for the germinative process to nursery garden level and survival to the chiming, *Caesalpinia glabrata* reached the highest germination percentages with the applied treatments that were respectively of 98 %, 96 % and 95 %, and the survival of the seedling to the chiming to the 90 days was representative (84,97 %) in spite of the attack of ants and larvae. In the case of *Tabebuia chrysantha*, the reached germination percentages were respectively of 62 %, 52 % and 67 %; and the survival of the seedling to the chiming was the most representative (95,98 %) with regard to the other species; in the case of *Albizia multiflora* the best result, with 64 % of germination, was achieved with the treatment of soaking of the seeds in hot water, and the seedlings survival to the chiming it was also representative (87,88 %) in spite of a freeze that they suffered, product of the rainy time; and in the event of *Terminalia valverdeae* it didn't register a good germination with any of the applied treatments.

Finally the asexual propagation for the method of stakes and cuttings for the four species was negative, although during the first three months all the plants presented buds, these

they were false, only taken place by the reservations of the shaft, but it was not due to the adaptability and apprehension of the same ones, so that at the end of the test they withered completely.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques secos son ecosistemas que presentan una cobertura boscosa continua que se distribuye entre los 0 a 1000 m de altitud; presentan temperaturas superiores a los 24 ° C (piso térmico cálido) y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm (Espinal, 1985).

En Ecuador los bosques secos se ubican principalmente en la costa, en el centro del país cubren parte de las provincias de Manabí y Guayas; también existen en la faja costera del sur de la provincia de Esmeraldas; y al sur, en parte de las provincias de El Oro y Loja (Yáñez, 2007).

Los bosques secos del sur occidente del Ecuador, se ubican en áreas con una alta presencia humana, la cual representa el 60 % de la población rural de la provincia de Loja. Originalmente la extensión de estos bosques era de 28000 km², lo que representa el 35 % de la superficie del país, pero lamentablemente en la actualidad se estima que ha desaparecido el 50 % de estos (Aguirre & Kvist, 2005), debido a la fuerte intervención que se ha venido dando en las últimas décadas, siendo las principales actividades la extracción selectiva de madera y la conversión del bosque para actividades agropecuarias (Aguirre *et al*, 2006).

Especies nativas importantes por sus múltiples beneficios que prestan a las comunidades, han desaparecido por acciones antrópicas, modificando su nivel de reproducción natural debido a las condiciones adversas de clima y suelo. Escasos relictos boscosos han quedado en terrenos de topografía muy accidentada, que hoy se encuentran protegiendo las vertientes que abastecen de agua a los poblados, sin embargo, árboles valiosos como almendro, amarillo, guarapo, hualtaco, palo santo, existentes en estas áreas son objeto de una indiscriminada explotación, por parte de los agricultores y muy poco o casi nada se hace por reponer la vegetación extinguida, mayormente por falta de reorientación de los enfoques y técnicas en el manejo de los bosques nativos (Velázquez, 1998).

La situación es compleja, debido a la presión que ejerce este tipo de actividades sobre estos ecosistemas naturales. Que además, como no tienen la diversidad ni espectacularidad de los bosques húmedos, por muchos años no han sido tomados en cuenta como objetos de conservación y han estado ausentes de las políticas de conservación de la región (<http://espanol.tnc.org/donde-trabajamos/ecuador/lugares/>).

En este sentido, se vuelve indispensable implementar acciones concretas dirigidas a contrarrestar estas formas agresivas de degradación de los bosques secos; y una de las opciones más viables es a través de la propagación; por lo que se hace necesario emprender acciones de investigación orientadas al conocimiento de las formas reproductivas de las especies de este ecosistema frágil (Castillo y Peralta, 2007).

Bajo esta perspectiva se realizó la presente investigación, la misma que tuvo como finalidad determinar la calidad física de las semillas, así como los métodos adecuados de propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias, buscando trazar una perspectiva que contribuya a la restauración de ecosistemas degradados presentes en la región sur del Ecuador.

La presente investigación se ejecutó en el cantón Zapotillo, provincia de Loja; la misma que se llevó a cabo durante el período comprendido entre noviembre del 2011 hasta julio del 2012, y cuyo desarrollo fue financiado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador.

Los objetivos que orientaron la presente investigación fueron los siguientes:

Objetivo general

- Contribuir a generar información sobre la propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco del cantón Zapotillo, provincia de Loja, para apoyar los programas de forestación y reforestación de la provincia de Loja.

Objetivos específicos

- Determinar la calidad de semillas a nivel de laboratorio de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco, mediante protocolos de germinación ISTA 2007.
- Ensayar la propagación sexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco a nivel de vivero; probando distintos tratamientos pregerminativos.
- Probar la propagación asexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco, ensayando estacas y esquejes, y empleando distintas concentraciones de HORMONAGRO 1 y ROOT- HOR.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación en el manejo de los recursos forestales del bosque seco de la provincia de Loja.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Especies Forestales Nativas

2.1.1. Importancia de las Especies Forestales Nativas

La flora nativa se caracteriza por ser el conjunto de especies que pertenecen a hábitats naturales, siendo parte de ecosistemas muy ricos en biodiversidad, aislados de agresiones antrópicas y de la influencia de su distribución actual.

Los bosques naturales son recursos renovables que pueden dar una producción permanente de bienes y servicios, pero, se conoce poco sobre el manejo que deben recibir para mantener la productividad y esto ha limitado su conservación.

Para ir mejorando el uso de estos recursos se debe saber que utilidad tienen los árboles donde se encuentran, cuales especies son apropiadas, como se propagan y donde se las debe promocionar (Loján, 1992).

La forestación con especies nativas en el ámbito nacional tienen muchas limitantes, como por ejemplo no hay investigaciones que permitan con certeza y fiabilidad desarrollar actividades de producción y plantación de especies nativas (Paredes, 1997).

Ampliar el propósito de protección y conservación significa, incrementar y motivar el interés por la reforestación con especies nativas dada que estas tienen características propias que las hacen adecuadas para este propósito, por su adaptación al medio, su capacidad de regeneración, su diversidad de uso y su resistencia a plagas y enfermedades (Cueva, 1997).

Tradicionalmente estas especies sirven para satisfacer necesidades de alimentación, medicina, vivienda, combustible, madera y ornamentación. Modernamente se reconoce su utilidad, tanto en el área urbana como en el área rural, por los servicios que prestan, lo cual no puede sustituirse con otras alternativas (Loján, 1992).

2.2. Fundamentos de la Propagación de Especies Vegetales

La propagación vegetal puede ser definida como la producción de las plantas controladas por el hombre para perpetuar individuos escogidos o grupos de plantas que tienen para él un valor específico. La mayoría de las plantas cultivadas son formas mejoradas que deben la continuidad de su existencia al hecho que han sido propagadas en condiciones cuidadosamente controladas (Jaramillo, 2002).

Para Besnier (1989), la propagación de especies vegetales como actividad consiente del hombre, constituye en sí una verdadera ciencia por los profundos conocimientos que se requieren de la biología de las plantas cultivadas, a la vez que es un arte en cuanto a las habilidades de los creadores y continuadores de los métodos y procedimientos, a veces asombrosos, para obtener plantaciones vegetales cada vez mejores, de cualquier uso, económico y social.

En el campo de la silvicultura práctica, el propagar especies de valor constituye la única vía posible de crear bosques que satisfagan las necesidades crecientes de la sociedad (Chamba, 2002).

2.3. Métodos de Propagación de Especies Forestales

Miller (1967), indica 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.

2.3.1. Propagación Sexual o por Semilla

Algunos autores (Brisco 1990, Trujillo 1994 y Añazco 2000), afirman que 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.

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 (Smith y Smith, 2001).

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 (Ocaña, 1996).

2.3.1.1. La semilla

Miller (1967), manifiesta que la semilla, es el medio principal para perpetuar de generación en generación la mayoría de las plantas (ya que algunas se regeneran vegetativamente) y gran parte de las leñosas. La vida de la semilla es una serie de eventos biológicos, que comienza con la floración de los árboles y termina con la germinación de la semilla madura.

Botánicamente, la semilla de las angiospermas es un óvulo maduro, encerrado dentro del ovario o fruto y consta de tres partes básicas: el embrión, los tejidos de almacenamiento y las cubiertas (Arriagada, 2007).

2.3.1.2. Partes de la semilla

Besnier (1989), define que la semilla está compuesta básicamente de cuatro partes principales: embrión, endospermo, perispermo y la cubierta de la semilla.

a) 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 (Besnier, 1989).

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 (Arriagada, 2007).

b) 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 (Besnier, 1989).

c) 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 (Besnier, 1989).

d) 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 (Besnier 1989). 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.

2.3.1.3. Clases de semillas

Técnicamente se conocen las siguientes clases de semillas:

a) Semillas erráticas

Las semillas erráticas, según manifiesta Álvarez (1999), son aquellas que no producen una germinación uniforme bajo ningún tratamiento y, generalmente esta clase de semillas provienen de algunas especies de bosque seco, donde se observa que algunas germinan a los pocos días de extraídas del fruto, otras después de algunas semanas e incluso meses.

b) 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 (Álvarez, 1999).

c) 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 mas efímera y menos profunda, y en muchos casos no se puede asegurar que la presente.

Las semillas recalcitrantes no están condicionadas ni estructural 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, 2005).

d) 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 (Muñoz, 1993).

2.3.1.4. Tratamiento de las semillas

Las semillas son los vehículos principales para propagar la vida. Sin embargo, en su misión de ser portadoras de las características genéticas, pueden servir también de vehículo para transportar patógenos. La transmisión de un patógeno por semillas se puede disminuir o evitar, seleccionando áreas de producción desfavorables para los patógenos, con procedimientos de limpieza, con inspecciones visuales de campo.

Los tratamientos erradicantes son más especializados que los preventivos y están diseñados para eliminar un patógeno específico por medios físicos o químicos (Arriagada, 2007).

a) Tratamientos físicos

Pertenecen a este grupo los tratamientos donde la destrucción de los organismos patógenos se hace mediante la acción de un agente físico como calor o radiaciones. En general, los tratamientos físicos utilizan el calor seco o húmedo para la exterminación de los patógenos. Este proceso está directamente relacionado con la diferencia entre puntos letales del patógeno y la semilla (Arriagada, 2007).

b) Tratamientos químicos

En la actualidad, la aplicación de productos químicos para el control de patógenos transmitidos por semilla es el método más seguro, barato y efectivo. La ventaja principal de los tratamientos químicos de semillas consiste en que, cuando se logra fijar el producto con exactitud, uniformidad y seguridad, éste queda ubicado en el sitio donde su acción es más eficaz.

Los tratamientos químicos pueden ser efectivos contra estados de infección profundos, ya que pueden penetrar el tejido de las semillas y matar patógenos sin causar fitotoxicidad. La efectividad del tratamiento está relacionada con la buena adhesión del producto y esta depende de la textura del polvo, tipo y condición de la semilla y método de aplicación (Arriagada, 2007).

2.3.1.5. Recolección de semillas

Existe una gran variedad de métodos y equipos de recolección, y la elección depende de una serie de factores como: características del fruto (tamaño, número, posición, y distribución), del árbol, del rodal o fuente, o del lugar (inclinación, accesibilidad).

En la mayoría de las especies la fructificación se concentra en unas pocas semanas, y el objetivo del recolector es entonces recoger la mayor cantidad de semilla posible en el breve plazo en el que las semillas están ya maduras pero los frutos aún no se han caído o abierto. La planificación previa de las actividades de recolección es por consiguiente esencial para asegurar que las operaciones se realicen con rapidez y eficiencia (Muñoz, 1993).

2.3.1.6. Selección de árboles semilleros

Los árboles semilleros son aquellos de los cuales se recolectan las semillas necesarias para los ensayos, mismos que deben ser elegidos por sus buenas características fenotípicas. Pueden elegirse en bosques naturales, rodales, plantaciones artificiales, jardines botánicos y huertos (Añazco, 2000).

2.3.1.7. Número de árboles semilleros

De acuerdo a lo manifestado por Añazco (2000), Álvarez y Varona (1988), y a fin de obtener variabilidad genética, los ensayos sobre especies forestales deben efectuarse con un número de 2 a 10 árboles por especie, los cuales estarán distribuidos a distancias no menores a 100 metros entre ellos.

2.3.1.8. Proceso de Germinación

El proceso de germinación constituye la recuperación de la actividad biológica por parte de la semilla, comienza con la rehidratación de los diferentes tejidos que forman la semilla y termina con el inicio del crecimiento de la radícula.

Normalmente se distinguen en el proceso de germinación tres fases sucesivas:

a) Fase de hidratación

Se corresponde con una intensa absorción de agua por parte de los distintos tejidos que forman la semilla. Por lo general, va acompañada de un aumento proporcional en la actividad respiratoria.

b) Fase de germinación

Se corresponde con el verdadero proceso de germinación. Durante esta fase tienen lugar en las semillas profundas transformaciones metabólicas que preparan el camino para la fase siguiente de crecimiento y son, por tanto imprescindibles para el normal desarrollo de la plántula. En esta fase se reduce considerablemente la absorción de agua por la semilla.

c) Fase de crecimiento

Representa la última etapa del proceso de germinación y se corresponde con la iniciación en la semilla de cambios morfológicos visibles, en concreto con la elongación de la radícula. Fisiológicamente, esta fase se caracteriza por un constante incremento de la absorción de agua y de la actividad respiratoria (Pérez & Martínez- Laborde, 1994).

2.3.1.9. Factores que intervienen en la germinación

Para que una semilla germine, es preciso que concurren una serie de condiciones externas favorables. Los factores externos más importantes que influyen en el proceso de germinación son:

a) Humedad

Para que la semilla vuelva a su metabolismo activo es necesario que sus tejidos se rehidraten. Para ello, la semilla debe estar en contacto físico con agua en estado líquido.

Aunque podría absorber una parte del vapor de agua de la atmósfera circundante, en la mayor parte de los casos, la cantidad de agua sería insuficiente para promover la germinación. En la mayor parte de las semillas, un exceso de agua es desfavorable para la germinación ya que dificulta la llegada del oxígeno al embrión.

b) Temperatura

La temperatura es un factor decisivo en el proceso de germinación. Su efecto se debe a su capacidad para influir sobre las enzimas que regulan la velocidad de las reacciones bioquímicas que ocurren en la semilla tras su rehidratación.

c) Oxígeno

La aireación es necesaria para que una semilla germine, pues el embrión necesita disponer del oxígeno suficiente para la obtención de la energía imprescindible para mantener sus actividades metabólicas.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que a medida que aumenta la cantidad de agua puesta a disposición de la semilla, disminuye la cantidad de oxígeno que llega al embrión (Pérez & Martínez- Laborde, 1994).

2.3.1.10. Calidad de semillas

La calidad física de las semillas se refiere a que estas poseen atributos como: tamaño, forma, brillo, color, peso, etc. También incluye la integridad misma de la semilla, esto es, que no esté fracturada, dañada por insectos o manchada por la acción de microorganismos. También se asocia con la ausencia de cualquier contaminante distinto a la semilla.

Abraham y Ruíz (1995), reportan que la calidad de semillas es un conjunto de características genéticas, fisiológicas, físicas y sanitarias, susceptibles de evaluación, que

determinan si las semillas satisfacen las necesidades del consumidor. Para determinar la calidad de la semilla se realizan pruebas de pureza, de germinación y de viabilidad.

2.3.1.11. Normas Internacionales para el Análisis de Semillas Forestales en Laboratorio (ISTA)

a) Pureza

El análisis de pureza es el primero que se debe realizar (CATIE, 2000), pues los ensayos de peso y germinación se efectúan únicamente sobre el contenido de semilla pura (Willan, 1991).

De acuerdo al ISTA (2007), el objeto del análisis de pureza es para determinar: (a) el porcentaje de la composición a través del peso de la muestra examinada y por deducción la composición del lote de la semilla, y (b) la identificación de varias especies y partículas inertes que están constituyendo la muestra. El peso deberá ser en gramos para el número mínimo de decimales necesarios para calcular el porcentaje de acuerdo a lo siguiente:

Peso de la muestra y sus componentes con los siguientes decimales:

1000 o más de gramos= 0 decimales

100.0 a 999,9 gramos = 1 decimales

10.00 a 99,99 gramos = 2 decimales

1.00 a 9,999 gramos = 3 decimales

Menos que 1,00 gramos = 4 decimales

El porcentaje de semilla pura se calcula de la siguiente manera:

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{peso semillas puras (g)}}{\text{peso total de muestra (g)}} * 100$$

b) Peso de la semilla

Se expresa como el peso de 1000 semillas puras por Kg (ISTA 2007), prescribe ocho réplicas de 100 semillas puras cada una, con las que se puede calcular la desviación típica, el coeficiente de variación y la media. Si el valor de coeficiente de variación es inferior al máximo de 4.0 que prescribe la ISTA, se considera que la muestra es homogénea y no será necesario tomar nuevas muestras. A continuación se detallan las fórmulas para calcular el coeficiente de variación:

$$\text{Varianza} = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

Dónde:

n= número de replicas

x=peso de cada replica en gramos

Σ = sumatoria

Desviación estándar $s = \sqrt{\text{varianza}}$

Coeficiente de variación= $\frac{s}{\bar{x}} * 100$

Dónde:

\bar{x} =peso medio de 100 semillas

Peso de 1000 semillas = Media x 10

c) Viabilidad

La viabilidad es la fracción de semillas que están vivas. Las normas ISTA (2007) acepta tres métodos rápidos de evaluación de la viabilidad: exhibición del embrión, ensayo topográfico de tetrazolium y el método de rayos X.

d) Contenido de humedad

El contenido de humedad en una semilla está dado por la cantidad de agua libre que tenga involucrada, y es tan cambiante como variaciones presentes en la atmósfera, que le permitirá ganar o perder agua continuamente (Rodríguez y Nieto 1999). Para la determinación del contenido de humedad el ensayo debe realizarse sobre dos muestras dependiendo del diámetro del recipiente usado:

Menor de 8 cm de diámetro - 4 a 5 g.

8 cm de diámetro o mas - 10 g.

Que se introducen en una estufa que se mantiene a una temperatura de 103 ± 2 ° C durante 17 ± 1 horas, luego se realiza el pesaje, y se aplica la fórmula siguiente:

$$\% CH = (M 2 - M 3) \frac{100}{M 2 - M 1}$$

Dónde:

M1 = Peso del recipiente vacío

M2 = Peso del recipiente más 10 g. de semillas

M3 = Peso seco

e) Germinación

Los ensayos de germinación que se efectúan en laboratorio tienen por finalidad estimar el número de semillas que pueden germinar en condiciones óptimas (Willan, 1991).

De acuerdo a las normas ISTA (2007), se determina por medio de los ensayos de germinación, los cuales deben hacerse con semillas puras y por lo menos deben hacerse con 400 semillas como mínimo, los cuales son subdivididos en cuatro lotes de 100 granos cada uno, al azar.

2.3.2. Multiplicación 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 (Sáenz, H. & Sánchez, L; 1993).

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 (Chamba, 2002).

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 (Cuculiza, 1985).

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 (Rojas *et al*, 2004).

2.3.2.1. Características de la propagación asexual o vegetativa

La reproducción asexual, o sea la reproducción utilizando partes vegetativas de una planta original es posible; esto se debe a que muchas de las células de los tejidos vegetales ya maduros conservan la potencialidad de multiplicarse, de diferenciarse y dar origen a diversas estructuras como tallos y raíces; estos grupos celulares forman parte de meristemos primarios y secundarios que pueden encontrarse en todos los órganos de las plantas.

Este tipo de propagación se orienta a la reproducción idéntica de plantas con características deseables como la alta productividad, calidad superior o tolerancia al estrés biótico o abiótico y como tal, juega un papel muy importante en la permanencia de una característica ideal de una generación a otra (Rojas *et al*, 2004).

Además en algunos casos, existen especies que no producen semillas o producen muy pocas, es por eso que se escoge la reproducción vegetativa porque es fácil y rápida (estacas de cercas vivas, producción temprana de frutales) o porque se busca reproducir fielmente las características de una planta (Chamba, 2002).

2.3.2.2. Formas de propagación asexual

Según Vásquez *et al*, 1997, la propagación tiene tres variantes, que son: la micropropagación a partir de tejidos vegetales en cultivo *in vitro*, la propagación a partir de bulbos, rizomas, estolones, tubérculos, o segmentos (esquejes) de las plantas que conserven la capacidad de enraizar y; la propagación por injertos de segmentos de la planta sobre tallos de plantas receptoras más resistentes. A continuación se describen algunas de estas formas de reproducción:

a) Propagación por estacas

En la propagación por estacas, una parte del tallo, de la raíz o de la hoja se separa de la planta madre, se coloca bajo condiciones ambientales favorables y se le induce a formar raíces y tallos, produciendo así una nueva planta independiente, que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta de la cual procede (Huanca, 2001).

La propagación por estacas consiste en cortar brotes, ramas o raíces de la planta, las cuales se colocan en una cama enraizadora, con el fin de lograr la emisión de raíces y brotación de la parte aérea, hasta obtener una nueva planta (Rojas *et al*, 2004).

1) Importancia de la propagación por estacas

Este es el método más importante para propagar arbustos ornamentales. Las estacas también se usan ampliamente en la propagación comercial en invernadero de muchas plantas con flores de ornato y se usa en forma común para propagar diversas especies de frutales.

A través de la propagación de estacas se pueden iniciar muchas plantas en un espacio limitado, partiendo de unas pocas plantas madres, este es un método poco costoso, rápido y sencillo; puesto que no necesita de técnicas especiales a emplear (Huanca, 2001).

Además, lo importante de este tipo de propagación es la homogeneidad de las nuevas plantas obtenidas, no se presentan problemas de incompatibilidades en la propagación, y se conservan las características genéticas (Rojas *et al*, 2004).

2) Tipos de estacas

Las estacas casi siempre se hacen de las porciones vegetativas de la planta, como los tallos modificados (rizomas, tubérculos, cormos y bulbos), las hojas o las raíces. Se

pueden hacer diversos tipos de estacas, que se clasifican de acuerdo con la parte de la planta de la cual proceden (Huanca, 2001).

✓ **Estaca de tallo**

Este es el tipo más importante de estacas y puede dividirse en cuatro grupos, de acuerdo con la naturaleza de la madera usada: de madera dura, de madera semidura, de madera suave y herbácea.

En la propagación por estacas de tallo se obtienen segmentos de ramas que contienen yemas terminales o laterales, con la mira de que al colocarlas en condiciones adecuadas, produzcan raíces adventicias y, en consecuencia, plantas independientes.

El tipo de madera, el período de crecimiento usado para hacer las estacas, la época del año en que se obtengan y otros factores pueden ser de mucha importancia para asegurar el enraizamiento satisfactorio de algunas plantas. La información concerniente a esos factores se da aunque parte de ese conocimiento puede conseguirse en la práctica misma de propagar plantas (Huanca, 2001).

✓ **Estacas de hoja**

Algunas especies herbáceas, como las violetas africanas y las peperomias, producen raíces a partir de sus hojas y posteriormente tallos; sin embargo, esto no ocurre con facilidad en la mayoría de los árboles. Los cortes que incluyen además de la hoja una yema axilar y un fragmento de rama son adecuados para propagar algunas plantas — como las camelias y los rododendros, que son especies leñosas— y también se utilizan para propagar árboles cuando la cantidad disponible de otro tipo de segmentos es escasa (Huanca, 2001).

✓ **Estacas de raíz**

Corresponde a un tejido radical engrosado, con una corona provista de yemas aéreas en un extremo y raíces en el otro. El tejido primario de almacenamiento esta constituido por raíces (Huanca, 2001).

3) Elección y manejo de la planta donante

Las plantas donantes pueden ser vigorosas, sanas y estar sujetas a un buen manejo para asegurar la producción continua y prolongada de gran número de estacas de fácil enraizamiento.

Se pueden cosechar brotes de una misma planta donante cada dos o tres meses, pero no se recomienda hacer cosechas muy frecuentes, pues se afectarían las reservas alimenticias de la planta, su sistema radicular y la fertilidad del suelo.

La planta donante debe ser fertilizada con regularidad y mantener por lo menos una rama con hojas que pueda continuar fotosintetizando y que de esta manera sirva como brote alimentador para la planta donante. En lo posible la planta donante debe mantenerse en la sombra, al menos por unas semanas, evitando el estrés hídrico, lo cual favorecerá el futuro enraizamiento de las estacas (Huanca, 2001).

4) Obtención de estacas

Una vez cortadas las estacas se introducen en una bolsa de polietileno humedecida, para transportarlas hay que conservarlas bajo sombra sin presionar la bolsa. Si se están llevando las estacas a larga distancia, hay que colocarlas en cajones en condiciones frías, pero asegurando que no estén directamente en contacto con elementos fríos. En el vivero, hay que tener todos los equipos y herramientas listas para no sufrir demoras entre el corte y la propagación, ya que la demora puede causar secamiento de las estacas.

La obtención de las ramas de la planta madre debe realizarse temprano en la mañana o al final de la tarde, antes de las 10 a.m. y después de la 4 p.m, para evitar pérdidas de agua durante las horas de máxima insolación, esto conservará la transpiración y se reduciría el secamiento.

Es conveniente que la poda de las ramas elegidas con crecimiento vertical, se realice a la altura del nudo 10o menos como en el caso de los brotes obtenidos de tocones. Cuando no se distingan los nudos se deben tomar entre los 10 cm y 1 metro de altura, eso para garantizar un buen enraizamiento.

Las hojas de las ramas de donde se obtendrán los cortes deben tener entre 8 y 10 cm de largo hay que reducir el área foliar debido a que las hojas muy grandes favorecen la pérdida de agua y las muy pequeñas no producen suficientes carbohidratos, se puede reducir el área foliar podando las hojas cuidadosamente antes de que las ramas sean separadas de la planta madre, así se reduce la pérdida de agua cortando las hojas (Rojas *et al*, 2004).

b) Propagación por esquejes

Esquejes o gajos son fragmentos de plantas separados con una finalidad reproductiva. Pueden cortarse fragmentos de tallo e introducirlos en la tierra, para producir raíces. Las plantas enraizadas de esta manera serán idénticas a sus progenitoras, es decir, formarán con ellas un clon (Hartman, 1990).

El estaquillado o esquejado consiste en tomar una porción de una planta, ya sea un trozo de tallo, de raíz o una hoja, y conseguir que emita raíces por la base para formar un nuevo ejemplar. Muchos árboles y arbustos cultivados, son reproducidos a partir de esquejes o segmentos de tallos que, cuando se los coloca en agua o tierra húmeda, desarrollan raíces en sus extremos. Uno de los ejemplos más conocidos es el árbol de sauce que tiene una gran capacidad para formar raíces y crecer. Los esquejes pueden ser también de hoja, como los que se utilizan en la reproducción asexual de la begonia.

1) Importancia de la propagación por esquejes

Este es uno de los métodos de propagación asexual más utilizados. Los esquejes por lo general responden bien al trasplante, tienen un porcentaje elevado de supervivencia, y se consideran como una de las mejores bases para alcanzar plantas de calidad (Carazo, 2005).

De las plantas multiplicadas por esqueje se logra obtener una gran cantidad de plantas de una sola planta madre; pero además también nos permite propagar las buenas características individuales, identificar la variedad y mantener la calidad sanitaria.

2) Tipos de esquejes

Existen diferentes formas de hacer esquejes, según la fase del periodo de crecimiento en que se corten.

✓ De brotes

Estos esquejes se cortan en primavera de puntas de brotes de crecimiento rápido.

✓ De ramas tiernas

Se cortan algo más tarde que los anteriores, cuando el crecimiento apical de los brotes se ha hecho más lento, pero todavía están verdes.

✓ De ramas semilignificadas

Estos esquejes se cortan a finales de verano, cuando el crecimiento ha disminuido, y los tallos son más gruesos y fuertes.

✓ De ramas lignificadas

Se toman de árboles y arbustos de hoja caduca, durante el periodo de latencia, ramas ya leñosas, también llamadas estacas en este contexto.

3) Elección y manejo de la planta donante

Se trata de un método que consiste en seleccionar una planta sana y joven a la que se le corta justo debajo de un nudo de una hoja o tallo utilizando preferiblemente una cuchilla limpia y bien afilada.

Posteriormente se quitan las hojas inferiores y se entierra bajo compost adecuado, aunque hay quienes las sumergen primero en un preparado de hormonas de enraizamiento para garantizar su éxito (Norma, 1983).

4) Obtención de esquejes

Toogood (2000), indica que la utilización e implementación de técnicas como esquejes, permite cultivar distintos tipos de plantas, de nuestro agrado, si bien, como se sabe, no todas las plantas pueden ser cultivadas hidropónicamente.

Es la forma más fácil y rápida de conseguir una planta idéntica. Para obtener un esqueje es necesario seleccionar una parte de una planta que pueda ser cortada sin causar daños a la misma ni afectarla.

Para realizar esta reproducción se debe empezar por buscar los esquejes. Para eso, hay que seleccionar los trozos más tiernos y recortar los tallos, asegurándose de que cada porción tenga dos hojas. Además, es preferible cortar en estrechamientos o ramificaciones, pero en realidad, se puede cortar por cualquier sitio.

Luego, se deja que el corte seque y cicatrice en lugares aireados, fresco pero iluminado, esta es la parte más importante del proceso. Si la planta no cicatriza, y la plantamos antes de que ello ocurra, lo probable es que se produzca la muerte rápida de la planta.

Podemos aplicar algún tipo de enraizante, pero no es necesario. Finalmente se planta el esqueje en tierra normal hasta tanto su crecimiento y recuperación, permitan cambiarla a sustrato para su cultivo hidropónico.

2.4. Reguladores de Crecimiento Vegetal

Algunos químicos ocurren naturalmente dentro de los tejidos de las plantas (endógenamente) y tienen un papel regulador en lugar de uno nutritivo en el crecimiento y desarrollo. Estos compuestos, los cuales son generalmente activos en muy bajas concentraciones, son conocidos como sustancias de crecimiento vegetal u hormonas vegetales.

Los químicos sintéticos exógenos, con similar actividad fisiológica que las sustancias de crecimiento vegetal, o los compuestos que tienen una habilidad para modificar el crecimiento de la planta por otros medios, son definidos generalmente como reguladores de crecimiento vegetal, términos que definen a los compuestos orgánicos distintos de los nutrientes, que en pequeñas cantidades estimulan, inhiben o modifican de algún modo cualquier proceso fisiológico en las plantas.

Los reguladores de crecimiento vegetal regulan la distribución de todo tipo de sustancias en el interior de la planta y, por consiguiente son responsables de la división celular, el crecimiento de las células, etc (Hurtado y Merino, 1987; Pierik, 1990; George, 1993).

El crecimiento de las plantas es un proceso dinámico y complejo, que está rigurosamente controlado, en donde los reguladores del crecimiento vegetal juegan un papel principal en el control del crecimiento, no únicamente dentro de las plantas como un universo, sino también a nivel de órganos, tejidos y células. Actúan como sustancias mensajeras, en las que los lugares de síntesis y acción generalmente son distintos, siendo en algunos casos activos en el mismo sitio de formación. Por lo general presentan un área y un espectro de acción muy amplio y diverso, pues además pueden influir en múltiples procesos totalmente distintos, al mismo tiempo y en partes diferentes de la planta (Hurtado y Merino, 1987).

Hay cinco clases de reguladores de crecimiento vegetal, que coordinan el crecimiento y la diferenciación de las plantas: auxinas, citoquininas, giberelinas, ácido abscísico y

etileno. El etileno es principalmente involucrado con la abscisión, senescencia floral y la maduración del fruto y es usado rara vez en el cultivo de tejido de plantas.

De las otras cuatro clases de reguladores, las auxinas y citoquininas son usadas frecuentemente en cultivos *in vitro*, para regular el crecimiento de los órganos (regeneración) sobre partes de la planta (explantos), además de ser muy importantes en el desarrollo de proembriones en cultivos en suspensión. Las giberelinas y ácido abscísico son usados ocasionalmente (Pierik, 1990; Evans *et al*, 2003). A continuación se detallan algunas fitohormonas existentes en el mercado:

2.4.1. 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 (Hurtado y Merino, 1987; Taiz y Zeiger, 2002; Evans *et al*, 2003).

De forma natural, las concentraciones mas 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 (Evans *et al*, 2003).

2.4.2. 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 (Kyte y Kleyn, 1996; Evans *et al*, 2003).

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 (George, 1993).

2.4.3. Hormonagro 1

Es un poderoso estimulante para formar un mayor sistema radicular en las plantas, para la propagación asexual por medio de estacas para enraizar acodos y esquejes. La composición de esta hormona vegetal es ácido alfa naftalenacético 0,40 %, e ingredientes inertes 99,60 %. Los reguladores de crecimiento que componen Hormonagro 1 contienen una hormona vegetal específica, que actúa en forma más efectiva que otros homólogos como IBA (ácido indolbutírico) y IAA (ácido indolacético).

Para usar esta fitohormona, se lo puede hacer de dos maneras, la primera es vertiendo parte del contenido del frasco de una vasija esmaltada, sumergiendo en esta la estaca 2,5 cm de la base en el polvo fitohormonal durante unos cinco segundos para luego proceder a la siembra y la segunda forma es colocando una parte del Hormonagro 1 y 30 partes de agua, luego de igual manera que en el caso anterior se sumerge las estacas en esta solución durante unas 16 horas, para luego sembrarlas. Su presentación es en fundas de 1 kilogramo, 100 gramos y 30 gramos (Edifarm, 1996).

2.4.4. Hormonagro 4

Es un bioestimulante preventivo y correctivo de la caída prematura de botones, flores y frutos no maduros, por lo que se constituye en un regulador fisiológico de las plantas. Está constituido por ácido alfa naftalenacético 17,2 g por litro de formulación a 20⁰ C. Los ingredientes inertes que posee son: alcohol etílico y agua. Su presentación es en estado líquido. Se aplica a frutales y todas las plantas cuya cosecha depende directamente de la flor. La mejor dosis se logra cuando se hacen tres aspersiones, cada una de ellas en proporción de 100 a 150 cm³ por 200 litros de agua. (Edifarm, 1996).

2.4.5. Root- Hor

Potente regulador de crecimiento enraizador líquido, 100 % soluble, de color turquesa, no inflamable, corrosivo de olor característico. Mejora el desarrollo de raíces, estacas, acodos y esquejes.

Root - hor, penetra en los tejidos celulares y ocasiona una favorable concentración de auxinas, básicamente Alfa Naftalenacético (ANA) y el Ácido Indol Butírico (AIB) en la planta, estimulando el desarrollo radicular. En conjunto, las fitohormonas actúan en la formación de raíces, especialmente en estacas, acodos, frutales y esquejes de algunas especies, emitiendo raíces en corto tiempo (http://www.grupoandina.com.pe/files/ficha_tecnica/ROOT-HOR-%20FICHA%20TECNICA.pdf).

2.4.6. Pro – Gibb Plus

Pro- Gibb Plus es un regulador de crecimiento de las plantas, cuyo principio activo es el ácido giberélico 10 % P.P e ingredientes inertes 90 % P.P. Esta hormona vegetal produce incremento en el crecimiento de la planta, la interrupción de la latencia de la semilla, tubérculo y/o bulbos, la inducción de la floración, el retraso en la maduración de algunos frutos, mejora la calidad, etc. La dosis depende directamente del tipo de cultivo, pero en término medio es de 100 gramos/200 litros de agua (50 ppm) (Edifarm, 1996).

2.5. Descripción de las Especies en Estudio

2.5.1. *Caesalpinia glabrata* Kunth- Charán



FAMILIA: CAESALPINIACEAE

Nombre Común: Charán

Rango Altitudinal: 0 – 1000 m snm

2.5.1.1. Descripción Botánica

Árbol, caducifolio de hasta 13 m de altura, de fuste irregular o cilíndrico, presenta lenticelas equidimensionales solitarias y en filas horizontales. Corteza externa color verde oscuro, lisa y con manchas cremas. Hojas bipinnadas y alternas, con estipulas, base obtusa, ápice obtuso a redondo, nervadura pinnatinervia oblicua, ramitas terminales ligeramente irregulares. Fruto legumbre de color negro verduzco, aplanado y áspero, bastante grueso. Semillas de color verde oscuro (http://www.bosquepuyango.ec/en/especie-flora.php?pageNum_fauna).

2.5.1.2. Distribución geográfica

Se distribuye en Ecuador y Perú (Amazonas, Ancash, Cajamarca, Lima, La Libertad, Loreto, Piura y Tumbes). Se encuentra en la amazonia, montañas bajas y medias, desde los 0 a los 2000 msnm (http://www.darwinnet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=831:charan-&catid=60).

2.5.1.3. Aplicación y usos

La madera es usada para hacer carbón y leña. El fruto como forraje para el ganado. Las vainas secas son usadas para obtener tintes y son alimento para ardillas y pericos. La vaina molida se usa para cicatrizar las heridas, su semilla molida es usada para las caries, hervidas mediante gárgaras para las amígdalas (http://www.darwinnet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=831:charan-&catid=60).

2.5.2. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson -Guayacán



FAMILIA: BIGNONIACEAE

Nombre Común: Guayacán, pechiche, guayacán amarillo

Rango Altitudinal: 0 – 1000 m snm

2.5.2.1. Descripción Botánica

Especie arbórea de 15 – 30 m de alto, 24 - 40 cm de diámetro, de hojas palmadas compuestas, de cinco folíolos de 6 a 12 cm de largo, inflorescencia con flores llamativas, de color amarillo vivo, parecido al “Lame”, alcanzan 5 cm de alto, su fruto es una cápsula de 20 a 30 cm de largo. Copa amplia extendida e irregular, su propagación puede ser por semilla o estaca, es una especie que crece en laderas con suelos pobres, secos y áridos, soporta inundaciones prolongadas, su madera es dura y pesada (Guerrero y López, 1993).

2.5.2.2. Distribución geográfica

Es un árbol nativo presente en la costa, los Andes y la Amazonía Ecuatoriana, desde 0 hasta los 2000 m snm. que se ha registrado en las provincias de Bolívar, Chimborazo, El Oro, Esmeraldas, Guayas, Loja, Los Ríos, Manabí, Morona Santiago, Napo, Pastaza, Pichincha y Sucumbíos (Jorgensen & León- Yáñez, 1999).

2.5.2.3. Aplicación y usos

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

Es excelente melífera y se ha encontrado propiedades curativas contra el paludismo del extracto de su corteza. También es de interés ornamental, ya sea en arboricultura urbana como en el embellecimiento de fincas y paisajes rurales, sistemas silvopastoriles y linderos (CATIE, 1997).

2.5.3. *Albizia multiflora* (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.- Angolo



FAMILIA: FABACEAE

Nombre Común: Angolo

Rango Altitudinal: 200 msnm hasta los 1000 m .s.n.m.

2.5.3.1. Descripción Botánica

Árbol caducifolio, mediano, de hasta 15 m de altura, fuste cilíndrico e irregular, copa globosa. Corteza externa color plomo a pardo oscuro, fisurada y con muchas lenticelas. Hojas bipinnadas alternas, pecíolo con una glándula pequeña de color marrón. Inflorescencia en capítulo, de color amarillo. Flores bisexuales pequeñas y de numerosos estambres. Fruto tipo legumbre indehiscente, de color pardo rojizo y brillante, con un pericarpo corchoso y duro, semillas grisáceas, arriñonadas (González *et al*, 2005).

2.5.3.2. Distribución geográfica

Se encuentra en Ecuador y Perú, formando el bosque seco heterogéneo o diversificado semi-densos de colina o de montaña. En Ecuador se encuentra en los cantones de Zapotillo y Macará, y en Perú en el departamento o región de Piura.

2.5.3.3. Aplicación y usos

Es una especie de gran importancia, su madera se utiliza en obras de carpintería y sus hojas sirven para forraje del ganado vacuno, caprino, ovino y melífero, produce casi todo el año forraje a través de sus hojas. Las plantaciones de angolo, es un potencial forrajero alternativo en las zonas semi-áridas, especialmente para la ganadería de las familias asentadas en estas zonas del bosque seco (que sobreviven de las bondades que les ofrece el bosque seco) constituyéndose en un recurso natural importante que les permite mejorar sus condiciones económicas, ambientales y sociales (Namoc, 2010).

2.5.4. *Terminalia valverdeae* A.H. Gentry– Guarapo



FAMILIA: COMBRETACEAE

Nombre Común: guarapo o castaño

Rango Altitudinal: 200 msnm hasta los 1400 m .s.n.m.

2.5.4.1. Descripción Botánica

Árbol caducifolio de 15 – 20 m de alto y hasta 45 cm de DAP. Tronco cilíndrico y de cuya corteza externa se desprenden placas longitudinales. El fuste es irregular y ramificado, la copa es amplia y las ramitas terminales tienen un crecimiento simpodial. Se defolia entre octubre y enero. Sus hojas son alternas agrupadas al final de las ramitas de 10 – 18 cm de largo y 4 – 7 cm de ancho, haz brillante, de forma oblonga – elíptico oblonga, borde entero, ápice agudo a acuminado, base cuneada y pecíolos rojizos.

Presenta inflorescencias en racimos laterales con flores de color blanco o verdoso de 2 – 4 mm (30 a 50 flores por inflorescencia), insertadas a pedúnculos de 1 a 3 mm, florece de octubre - diciembre. Fruto alados, su tamaño va de 3 - 5 cm incluidas las alas y las semillas están cubiertas por una testa muy dura, son dispersados por el viento o por el ganado, fructifica de abril a julio.

2.5.4.2. Distribución geográfica

Esta especie endémica de la región tumbesina tiene un rango de distribución que va desde los 200 msnm hasta los 1400 m s.n.m. de altitud y se encuentra distribuido al occidente del Ecuador en la provincia del Guayas y los bosques secos de Loja hasta el Perú en los bosques de Tumbes (http://www.darwinnet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=822:guarapo-o-castano&catid=60).

2.5.4.3. Aplicación y usos

Árbol maderable muy usado en construcciones rurales principalmente en viviendas como vigas (sin contacto con el suelo), en cercos y como leña. También es utilizada como forrajera para ganado caprino, caballar y bovino. En temporada de flor es muy buena para desarrollar apicultura (González *et al*, 2005).

2.6. Estudios Similares Desarrollados

De acuerdo a la base de datos de la biblioteca del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de La Universidad Nacional de Loja, se cuenta con varios estudios sobre propagación sexual y asexual desarrollados en especies nativas. A continuación se detallan algunos:

2.6.1. Propagación en Vivero de Seis Especies Forestales Promisorias de la Zona Seca de la Provincia de el Oro, para la Reforestación en Áreas de Explotación de Material Pétreo y Embellecimiento Vial del Proyecto Huaquillas – Santa Rosa.

Según Iñiguez (2009), las especies que utilizó para este trabajo fueron: *Ochroma pyramidale* (Balsa), *Ceiba pentandra* (ceibo), *Schizolobium parahybum* (Pachaco), *Plitchardia pacifica* (Palma Abanico), *Roystonea regia* (Palma Botella) y *Leucaena leucocephala* (Leucaena).

Respecto a las pruebas de germinación realizadas en laboratorio, tenemos que tres de las especies estudiadas (*Schizolobium parahybum*, *Ceiba pentandra* y *Leucaena leucocephala*) obtuvieron el 90 %, 75 % y 86 % respectivamente, considerándose de este modo las más sobresalientes con los más altos porcentajes de germinación; valores que al parecer se debieron al hecho de haber utilizado semillas de excelente calidad.

A diferencia de (*Ochroma pyramidale* con 44 %, *Plitchardia pacifica* 22 % y *Roystonea regia* con 17 %) que obtuvieron bajos porcentajes; resultado que se debió a la ausencia de elementos ambientales apropiados (temperatura variable, microorganismos, luz, espacio, etc.) que contribuyen a la desintegración física de la semilla, importante para que pueda germinar.

En cuanto al proceso de germinación en vivero; la especie *Schizolobium parahybum* obtuvo el 90 % de germinación, *Leucaena leucocephala* el 96 %, *Ceiba pentandra* el 94

%, *Ochroma pyramidale* el 92 %; lo que demuestra que los tratamientos aplicados a cada una de estas especies dio muy buenos resultados; y tomando en cuenta las condiciones en que se encontraban éstas ya sea en temperatura, espacio, luz, riego, y más labores de cuidado permitió determinar que son especies con un alto poder de propagación.

En tanto que las especies *Plitchardia pacifica* con el 12 %, *Roystonea regia* con el 18 % obtuvieron los más bajos resultados de poder germinativo debido a que su estructura física de la semilla es muy dura y los tratamientos aplicados no fueron los óptimos para alcanzar la germinación.

2.6.2. Propagación en Vivero de Seis Especies Forestales Promisorias de la Zona Seca de la Provincia de Loja.

Según Chamba, J. (2002), las especies utilizadas en este trabajo fueron *Terminalia valverdeae*, *Loxopterygium huasango*, *Bursera graveolens*, *Geoffroea spinosa*, *Centrolobium ochroxylum* y *Myroxylum peruiferum*. De acuerdo a los resultados obtenidos la germinación en laboratorio fue inferior a la obtenida en vivero.

En cuatro especies, los mejores niveles de germinación se obtuvieron sembrando semillas sin tratamiento. Sin embargo en la *Terminalia valverdeae*, la germinación estuvo influenciada positivamente por el remojo en agua durante 72 horas, con lo cual se obtuvo un 21 % de germinación, valor que es relativamente bajo. Mientras que en la especie *Loxopterygium huasango*, se logró mejor germinación con el remojo de las semillas en agua por 12 horas.

Los niveles de germinación en vivero fueron variables, pero las especies que mejor se propagaron fueron *Geoffroea spinosa* (95,3 %) y *Centrolobium ochroxylum* (86 %). En tanto que las especies *Terminalia valverdeae* (12.25 %), *Loxopterygium huasango* (24.5 %) y *Bursera graveolens* (50.25 %) alcanzaron bajos porcentajes de germinación, lo

cual indica que son difíciles de propagarse por semillas. El mayor desarrollo en altura, se observó en la especie de *Centrolobium ochroxylum*, con promedio de 37.1 cm en 90 días de permanencia en el vivero.

2.6.3. Fenología y Propagación de Tres Especies de Podocarpáceas por Semillas y Estacas.

Según Ríos y Ríos (2000). Los resultados obtenidos en este trabajo son: el *Proumnoptys montana* inicia su floración el 15 de agosto y declina a mediados de enero; mientras que *Podocarpus oleifolius* florece a mediados de septiembre y declina los primeros días de febrero. En cambio el *Podocarpus sp* empieza a florecer los primeros días de agosto y declina la tercera semana de diciembre.

La fructificación del *Proumnoptys montana*, inicia el 15 de octubre y declina a mediados de febrero; el *Podocarpus oleifolius* fructifica en los primeros días de noviembre y declina el 15 de marzo y; el *Podocarpus sp* fructifica a mediados de septiembre y declina los primeros días de febrero. Y en los árboles de las tres especies, el período de mayor producción de semillas, son los meses de enero a marzo; dependiendo de las condiciones climáticas de cada año.

En cuanto a la germinación, en el laboratorio las semillas de Podocarpaceae no lograron germinar con ninguno de los métodos sugeridos; mientras que en el vivero germinó solo el testigo; pero se obtuvo bajos porcentajes de germinación; el *Proumnoptys montana* obtuvo el 21.3 %, el *Podocarpus sp* el 15 % y el *Podocarpus oleifolius* presentó una germinación del 8.8 %.

2.6.4. Propagación Asexual de diez Especies Forestales y Arbustivas en el Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”

Para Aldaz y Ochoa (2011), en la provincia de Loja, existe desconocimiento sobre el método más apropiado de propagación vegetal para las especies en estudio (*Cinchona officinalis*, *Macleania rupestris*, *Delostoma integrifolia*, *Clusia latipes*, *Prunus serótina*, *Siparuna muricata*, *Cavendisha bracteata*, *Myrcianthes halli*, *Prumnopitys harmsiana* y *Roupala ovobata*), es así que propusieron tres métodos de propagación (esquejes, estacas y acodadura aérea), para propagar especies forestales y arbustivas establecidas en el Jardín Botánico Reinaldo Espinoza, logrando de esta manera los siguientes resultados; la especie *Prunus serótina*, no logró propagarse por ningún método, en cambio para la especie *Siparuna muricata*, de los tres métodos aplicados, el acodo aéreo es el más eficaz, llegando a sobrevivir y adaptarse en vivero el 13 %, al igual que para la *Cinchona officinalis*, la propagación por acodos aéreos fue excelente, del 100 % de las muestras presentaron callosidad, adaptándose y sobreviviendo 7 plantas en sustrato 1:1:1 y 7 en 3:1:1, correspondiendo al 47 %.

En la especie *Podocarpus hamsiana*, los resultados en estacas y esquejes fueron negativos en un 100 %; mientras que la propagación por acodos aéreos obtuvo buenos resultados, sobreviviendo y adaptándose en vivero 10 acodos, 5 en cada tipo de sustrato (1:1:1 y 3:1:1) que corresponden al 33 %. Para la especie *Cavendisha bracteata*, los resultados que arrojó en estacas y esquejes, fueron bajos, llegando a sobrevivir 2 estacas (7 %) y 2 esquejes (7 %), una en cada tipo de sustrato (1:1:1 y 3:1:1).

En el método de acodos aéreos, el 100 % llegaron al estado de callosidad, de los cuales el 67 % que corresponde a 20 acodos se adaptaron y sobrevivieron en vivero. En la especie *Macleania rupestris*, los resultados de estacas y esquejes fueron bajos, llegando a sobrevivir, 1 estaca en sustrato 1:1:1 que corresponde al 3 % y 9 esquejes (1 en sustrato 3:1:1 y 8 en 1:1:1) que corresponde al 30 % de prendimiento.

Para el método de acodos aéreos, el 50 %, 6 en sustrato 3:1:1 y 9 en 1:1:1. En la especie *Roupala obovata*, no se registraron resultados en estacas, esquejes y acodos aéreos. En la especie *Clusia latipes*, los métodos no tuvieron resultados favorables, solamente 1 estaca en sustrato 3:1:1 correspondiente al 3 %. En la especie *Delostoma integrifolia*, llegaron a sobrevivir y a adaptarse 5 estacas correspondientes al 17 % (2 en sustrato 3:1:1 y 3 en 1:1:1) y 9 esquejes perteneciendo al 30 % (4 en sustrato 3:1:1 y 5 en 1:1:1). En la especie *Myrcianthes halli*, no es recomendable reproducirla asexualmente, por el método de estacas, esquejes y acodos aéreos; ya que presenta características muy lignificadas, lo cual dificultó los procesos de proliferación de raíces. Sin embargo logró sobrevivir 1 esqueje en sustrato 1:1:1 correspondiente al 3 %.

2.6.5. Ensayo de Propagación Vegetativa por Estacas de Cuatro Especies Arbóreas Ornamentales.

Otra de las investigaciones donde se utilizó el método de propagación asexual fue la desarrollada por Sáenz y Sánchez (1993), en las que solamente se utilizó el método de propagación por estacas, sobre especies arbóreas ornamentales; aplicando fitohormonas en distintas concentraciones. Las especies utilizadas para este trabajo fueron: *Callistemus lanceolatus*, *Magnolia grandiflora*, *Chyonanthus pubescens*, *Platanus orientalis*; y los resultados obtenidos para este trabajo son: los brotes en las estacas de *Callistemus lanceolatus*, *Magnolia grandiflora*, *Chyonanthus pubescens*, posiblemente se debieron a las reservas que quedan en las estacas, que al agotarse no pudieron sobrevivir.

La razón principal para que no enraizaran las estacas de *Callistemus lanceolatus*, *Magnolia grandiflora*, *Chyonanthus pubescens*, fue las condiciones del medio ambiente en las que se realizó el trabajo, no se controló la temperatura y humedad atmosférica, que parece ser el factor principal a tomarse en cuenta. El *platanus orientalis*, fue la única especie que logró resultados positivos en enrizamiento, esto transcurridos los 90 y 180 días, cuando se realizó la primera y segunda evaluación, respectivamente.

En la longitud de raíces, hubo alguna significancia en la evaluación realizada a los 90 días, donde las estacas del tratamiento T1, tuvieron longitudes un poco mayor que el testigo, llegando a los 180 días (final del ensayo) donde la longitud de raíces fue más o menos igual en todos los tratamientos.

2.6.6. Propagación por acodaduras aéreas de Ocho Especies Vulnerables en el Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”.

Según Solano, R. (2000). Los resultados obtenidos fueron: La propagación por acodadura aérea en el *Cedrela montana*, debido a las características propias de la especie, resultó negativa. En el *Proumnopytis montana*, la propagación por acodadura aérea resultó negativa, pero existen indicios de que pueda propagarse esta especie con esta metodología. La propagación por acodadura aérea en el *Roupala obovata*, arrojó resultados negativos, porque los tallos de sus ramas presentan características muy leñosas, lo cual dificulta los procesos de proliferación y diferenciación celular.

En *Myrcianthes halli*, presenta ciertos inconvenientes, por que presenta tallos muy leñosos, un elevado porcentaje, llegó a formar callo, luego se cicatrizan. La *Macleania rupestris*, fue la especie que presentó mejores resultados, casi todos los acodos formaron buenos callos, un considerable número de raíces y de buen largo, se comprobó que esta especie no necesita de fitohormonas para propagar nuevas plantas por este método.

En la *Cinchona officinalis*, casi todos los acodos formaron callos, a pesar de haber logrado propagar una planta, ya es un éxito, pues durante décadas, en nuestro medio, se han estudiado métodos para la propagación de la cascarilla, todos con resultados negativos; la cantidad y calidad de raíces del sistema radicular, está en completa relación con el porcentaje de prendimiento. El *Nectandra laurel* Klotzch, presentó un alto porcentaje de acodos con callos que no se diferenciaron, para que existía un buen prendimiento del acodo, al ser trasplantado, se necesita de un excelente sistema

radicular, sumándose la necesidad de podar el exceso foliar, al momento de trasplantarlo.

En el *Delostoma integrifolia*, de los dos tratamientos que sobrevivieron hasta el final, nunca se diferenciaron debido a la falta de un bioestimulante o fitohormona. El porcentaje de prendimiento de esta especie está en relación con la calidad del sistema radicular, que en este caso, no es el número si no el tamaño. Debido a la falta de estudios anteriores en nuestro medio, sobre esta temática, se cometió un error en el tamaño del experimento, por lo que muchas de las variables, no se las pudo analizar estadísticamente, sino fisiológicamente; se necesitó de una muestra mucho más grande, porque no se había previsto la realidad biológica de los acodos, nada tiene que ver con la interpretación matemática, que se le puede dar a los mismos.

La adaptación o sobrevivencia de los acodos trasplantados al sustrato 1:1:1, propio para cada una de las especies, así tenemos, en el Cedro, Roble andino y Podocarpus, no se pudo determinar esta variable, ya que no se trasplanto ningún acodo. En el arrayán sobrevivieron 2 plantas; en la Joyapa 9 plantas; en la cascarilla 1; en el canelón 2 y, en el Guaylo 6 plantas.

Finalmente vale mencionar que revisando bibliografía colombiana, específicamente un informe titulado “observaciones fenológicas y propagación sexual de tres especies de Podocarpaceas de la zona andina de Colombia”, manifestando que no se han obtenido resultados positivos por medio de la reproducción sexual de estas especies, sugiriendo que se investiguen probando métodos de propagación asexual (Marín 1995).

3. METODOLOGÍA

La metodología aplicada para el siguiente estudio se presenta a continuación.

3.1. Ubicación y Descripción del Área de Estudio

La presente investigación se realizó al suroccidente de la provincia de Loja, en el Cantón Zapotillo (ver Figura 1) el cual tiene una extensión de 1 265 km² y se ubica en una zona que pertenece a la región Tumbesina, donde se encuentra con mayor representatividad el ecosistema de bosque seco. Geográficamente, este cantón se encuentra entre las siguientes coordenadas UTM; 4°11'24" N; 4°19'58" S; 80°24'34" W; 80°17'33", a una altitud que oscila entre 295 m snm. – 2 640 m snm (Caraguay *et al*, 2003).

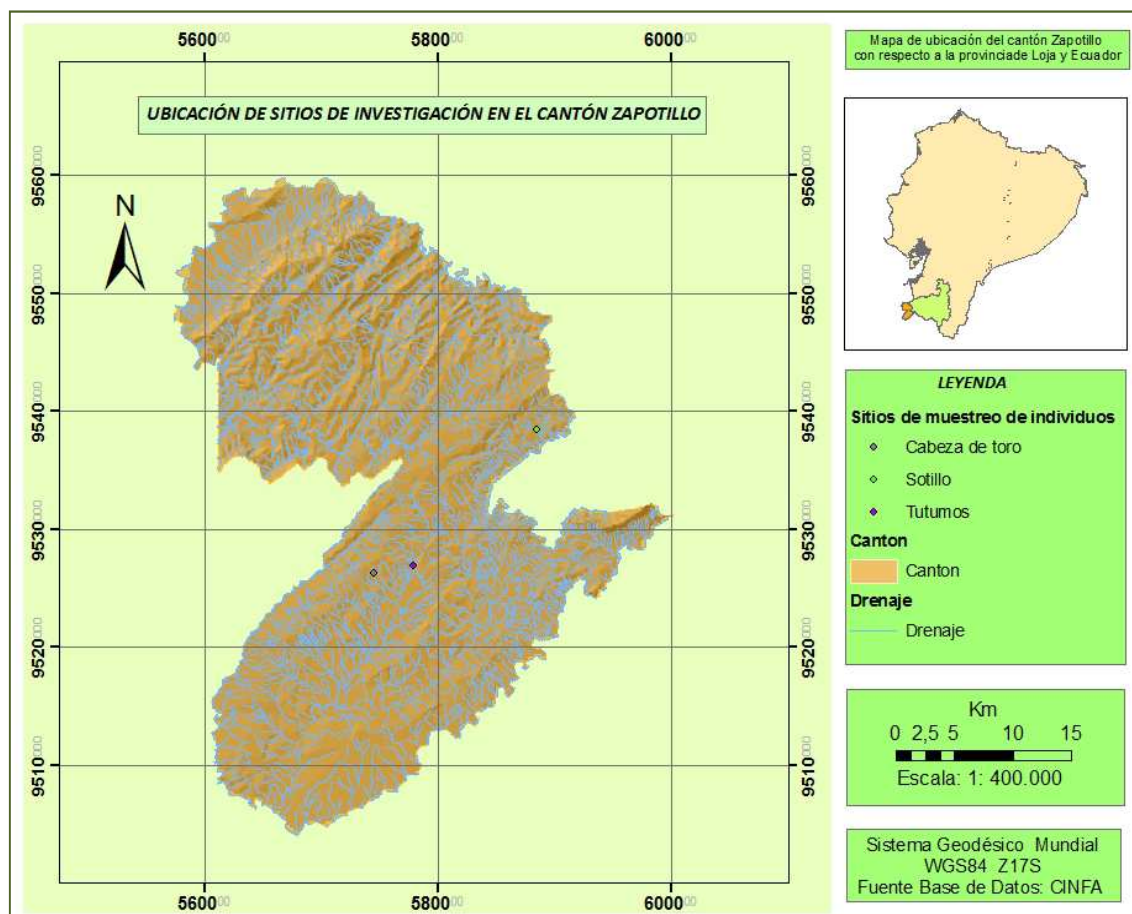


Fig. 1. Mapa de ubicación político- geográfico de la zona de estudio

3.2. Clima y Ecología

De acuerdo a la clasificación ecológica de Holdridge y considerando los regímenes de precipitación y temperatura, la zona en mención corresponden a la zona de vida Bosque seco sub-tropical (bs-ST). La temperatura promedio es de 24 °C con una precipitación de 400 – 900 mm/ año.

3.3. Fases del Trabajo de Investigación

La investigación tuvo dos fases: de laboratorio y de vivero.

3.3.1. Fase de Laboratorio

La fase de laboratorio se efectuó en el laboratorio de Fisiología Vegetal del Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, ubicado en el cantón y provincia de Loja, parroquia San Sebastián, a 3 Km del sur de la ciudad de Loja, vía a Malacatos. Esta fase consistió en determinar los parámetros relacionados con la calidad de las semillas en base a la metodología estandarizada del Internacional Seed Testing Association (ISTA), cuyas pruebas de calidad se realizaron a cada especie seleccionada, tales como: pureza, pesaje, contenido de humedad, poder germinativo y viabilidad.






3.3.2. Fase de Campo y Vivero

Para la fase de campo se tuvo como escenario geográfico los barrios de Cabeza de Toro, Totumos y Sotillo, pertenecientes al Cantón Zapotillo; lugares en los que se identificó los individuos y recolectó el material vegetal necesario para la propagación sexual y vegetativa de cada especie propuesta en el presente estudio.

En tanto que los ensayos para la evaluación de la propagación sexual y asexual, se los realizó en las instalaciones del vivero Municipal de la parroquia urbana Zapotillo, ubicado a 15 m del centro recreacional “Verdes Tamarindos”.

3.4. Selección de Especies Forestales

Para el presente estudio, las especies vegetales fueron seleccionadas tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

-  Por su alto valor comercial, ecológico y cultural.
-  Estado de conservación regular.
-  Disponibilidad de semillas y material vegetal (estacas y esquejes).
-  Importantes para el rescate de la biodiversidad (estado de conservación del bosque seco).
-  Interés por parte de la institución auspiciante.

Con estos criterios, se eligieron cuatro especies forestales promisorias del bosque seco, las mismas que se detallan a continuación en el Cuadro 1:

Cuadro 1. Especies forestales seleccionadas para la propagación sexual y asexual.

N°	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO
1	Charán	CAESALPINIACEAE	<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth
2	Guayacán	BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson
3	Angolo	FABACEAE	<i>Albizia multiflora</i> (Kunth) Barneby & J.W. Grimes.
4	Guarapo	COMBRETACEAE	<i>Terminalia valverdeae</i> A.H. Gentry

Una vez seleccionadas las especies, se procedió a recorrer el área, con el fin de ubicar los sitios de recolección de semillas y material vegetal (estacas y esquejes).

3.5. Selección e Identificación de Árboles

Para la selección e identificación de los individuos se realizó visitas previas en la zona de estudio. Se seleccionaron aquellos individuos que presentaron las mejores características fenotípicas como: i) copa grande sin competencia, ii) fuste recto, sano y grueso, iii) ángulo de inserción de las ramas mayor o igual a 45°, iv) capacidad y edad para producir semillas, v) facilidad de recolección de frutos; y, vi) buen estado fitosanitario (menos del 25 % de lesiones del área foliar).

Se identificaron 5 individuos por especie (ver Figura 2), de los cuales se obtuvo tanto las semillas como el material vegetal (estacas y esquejes), y la identificación se hizo colocando una cinta plástica de color rojo con la respectiva codificación, que indique la especie y número de árbol.

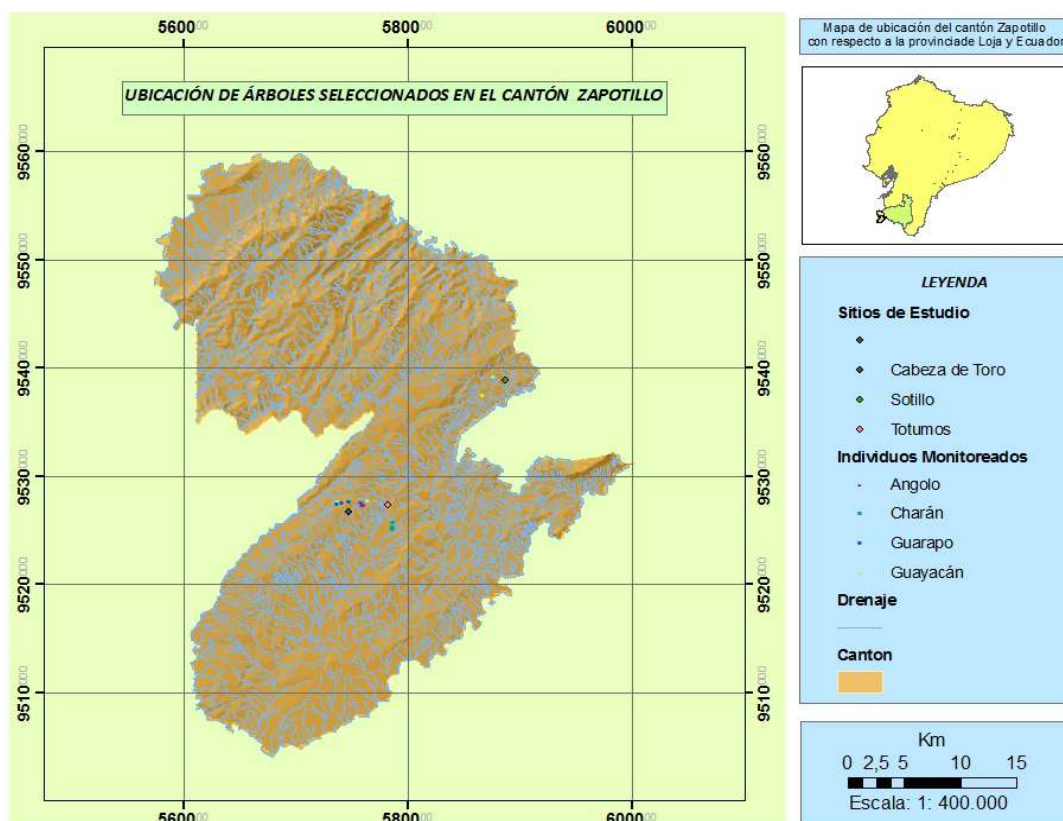


Fig. 2. Mapa de ubicación de los árboles seleccionados

Además, se recopiló información general, de localización y datos de campo de los individuos seleccionados; para lo cual se utilizó las siguientes hojas de campo que se presentan en el Cuadro 2 y 3, respectivamente:

Cuadro 2. Hoja de campo para la recopilación de información general y localización de individuos seleccionados.

INFORMACIÓN GENERAL:	
Código: _____	Coordenadas Geográficas: Longitud: _____ Latitud: _____ Altitud: _____ Topografía: _____
Especie: _____	
Fecha de recolección: _____	
Provincia: _____	
Cantón: _____	
Parroquia: _____	
Sitio: _____	
Propietario: _____	

Fuente: Chamba, 2002

Cuadro 3. Hoja de campo para la recopilación de datos generales de campo, de los individuos seleccionados.

Especie	Código	CAP (cm)	DAP (m)	Altura (m)	Forma de la copa

Fuente: Alvarado & Encalada, 2007

3.6. Metodología utilizada

3.6.1. Metodología para determinar la calidad de semillas a nivel de laboratorio de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco, mediante protocolos de germinación ISTA 2007

Para determinar la calidad de las semillas de cuatro especies forestales promisorias de bosque seco en el cantón Zapotillo, se procedió de la siguiente manera:

3.6.1.1. Recolección de semillas

Las semillas fueron recolectadas cuando el fruto alcanzó su madurez fisiológica (tamaño, color adecuado), para lo cual se utilizó una podadora aérea y equipos de escalar (cuerdas y arnés). Luego de recolectados los frutos se colocaron en bolsas de tela y de papel, las cuales se etiquetó de acuerdo a la especie recolectada, para luego transportarlas al laboratorio, donde se procedió a extraer las semillas para su análisis, según los parámetros de ISTA 2007. Así mismo, se registró la fecha de recolección de semillas de las especies evaluadas.

3.6.1.2. Análisis de pureza

De acuerdo con las normas establecidas por ISTA 2007, para determinar el porcentaje de pureza, se procedió de la siguiente manera: se dividió en dos submuestras de pesos similares el total de las semillas recolectadas por cada especie; luego se esparció sobre una mesa para proceder a separar las impurezas de forma manual.

A continuación se pesó en forma individual en la balanza de precisión las muestras escogidas (ver apéndice 14-figura 8), de lo cual se obtuvo un promedio que luego se lo relacionó con el peso inicial y con esto se calculó el porcentaje de pureza, utilizando para ello la siguiente fórmula:

El porcentaje de pureza se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de pureza} = \frac{\text{peso semillas puras (g)}}{\text{peso total de muestra (g)}} \times 100$$

3.6.1.3. Peso de semillas

Para determinar este parámetro, se utilizó las semillas analizadas anteriormente (del análisis de pureza). Se tomó 8 muestras de 100 semillas puras cada una y se procedió a pesar por separado, luego se realizó la sumatoria de los pesos obtenidos y se promedió dichos valores teniendo así el peso promedio de 100 semillas puras (Ver apéndice 14- figura 9).




Finalmente se obtuvo el peso para 1000 semillas aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Peso de 1000 semillas} = \text{Promedio} * 10$$

Este resultado se lo expresó en número de semillas por kilogramo.

3.6.1.4. Contenido de Humedad

Para determinar el contenido de humedad se utilizó dos muestras por individuo de 10 gramos cada una, tomadas del ensayo de pureza. Se colocó las semillas en el contenedor y se calculó el contenido de humedad con el siguiente método:

-  Se pesó el recipiente vacío (cajas petri de 9cm de diámetro) incluso la tapa (M1).
-  Se colocó la muestra de la semilla (10 g) en el recipiente y se pesó junto (M2).
-  El recipiente se colocó en una estufa a una temperatura de 103°C, durante 16 - 17 horas (ISTA 2007).

- ☛ Luego se procedió a retirar el recipiente de la estufa, y se colocó en la cama de desecación mientras se refresque (para evitar la reabsorción de humedad de la atmósfera).
- ☛ Después de normalizarse la temperatura (30-45 min), se pesó las semillas en el recipiente nuevamente (M3).

Finalmente el porcentaje de contenido de humedad se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% CH = (M_2 - M_3) \frac{100}{M_2 - M_1}$$

Dónde:

M1 = Peso del recipiente vacío

M2 = Peso del recipiente más 10 g. de semillas

M3 = Peso seco

3.6.1.5. Germinación

Para determinar el porcentaje de germinación de las semillas, se tomó 4 replicas de 100 semillas puras por cada especie, las mismas que cumplieron con los parámetros que se especifican en el cuadro 4.

Cuadro 4. Parámetros previos a la germinación de las semillas en estudio.

Especie	Desinfección	Tratamiento Pre-germinativo	Nº semillas/caja
<i>Caesalpinia glabrata</i>	Cloro 10 % / 2 min/enjuague con abundante agua destilada	Imbibición en agua destilada-desmineralizada por 72 horas	50 semillas por caja
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Cloro 5 % / 2 min/enjuague con abundante agua destilada	Imbibición en agua destilada-desmineralizada por 96 horas	15 semillas por caja
<i>Albizia multiflora</i>	Cloro 10 % / 2 min/enjuague con abundante agua destilada	Imbibición en agua natural a una temperatura de 100°C por 2 minutos, dejar reposar por 24 horas	50 semillas por caja
<i>Terminalia valverdeae</i>	Cloro 10 % / 2 min/enjuague con abundante agua destilada	Imbibición en agua destilada-desmineralizada por 72 horas	15 semillas por caja

Una vez preparadas las semillas estas fueron colocadas en cajas petri previamente esterilizadas, preparadas con papel toalla saturado en agua destilada, como sustrato.

Seguidamente se procedió a etiquetar y colocar en la estufa a una temperatura inicial de 18 °C durante una semana, luego del tiempo establecido se incrementó la temperatura hasta 24 °C, esto se realizó hasta que germinen las semillas. Las lecturas sobre germinación se las realizó diariamente a partir del segundo día de iniciada la prueba y el proceso duró 3 meses.

Para los resultados de germinación se tomó en cuenta únicamente aquellas semillas que presentaron todas sus estructuras esenciales esto es, radícula y primeras hojas. Así mismo, es importante señalar que para determinar este parámetro, no fue necesaria la

aplicación de un Diseño estadístico, ya que simplemente se consideró como un ensayo para comprobar el potencial germinativo de las cuatro especies en estudio.

Los datos de germinación obtenidos fueron anotados en los siguientes registros que se presenta en el cuadro 5 y 6.

3.6.1.6. Viabilidad

Luego de finalizar las pruebas de germinación durante los tres meses de monitoreo, se realizó la prueba de viabilidad, para lo cual se realizó un prehumedecimiento y perforación de aquellas semillas no germinadas pero aparentemente no viables, esto para facilitar su corte.

A continuación se aplicó la solución de tetrazolium disolviendo 0,5 g de tetrazolium en 50 ml de agua destilada, cuyo pH estuvo entre 6,5 y 7,5; rango exigido por las normas ISTA 2007 (Ver apéndice 14-figura 10 y 11).

Una vez sumergidas las semillas en la solución, se dejó por un lapso de 11-12 horas. Para luego ser observadas en un estereoscopio y determinar así su viabilidad o no, según lo indican las Normas ISTA (color rojo, presencia de embrión y endospermo).

Adicionalmente a estos análisis se realizó un estudio pormenorizado de las características generales de las semillas de cada especie. Estas características fueron: tamaño, peso, color y aspecto externo (Ver apéndice 14-figura 12 y 13).

3.6.2. Metodología para ensayar la propagación sexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco a nivel de vivero.

Para cumplir este objetivo se procedió de la siguiente manera:

3.6.2.1. Arreglo de platabandas.

Las platabandas fueron construidas en el vivero Municipal de la parroquia Zapotillo, dentro de un área de 20 x 20 m (400 m²), la cual se procedió a limpiar eliminando las malas hierbas y luego se niveló y dividió en tres secciones (Ver apéndice 15-figura 25):

- ✓ Sección de germinación; donde se instaló las camas de almácigo.

- ✓ Sección de crecimiento; donde se ubicó las camas para el repique (propagación sexual) y camas para las estacas y esquejes (propagación asexual).
- ✓ Sección para preparación de sustrato y enfundado.

Las camas de almácigo sirvieron para propagar a partir de semillas las especies seleccionadas, las cuales se instalaron usando 4 estacas y piola, dimensionándose el área de 1,00 metro de ancho por 3,0 metros de largo. Cada platabanda fue dividida en 3 unidades experimentales de 1m², utilizando para ello cinta plástica de color rojo. El número de camas fue de 16; y la separación o camino entre camas fue de 50 cm para facilitar el acceso y transporte: La altura a partir del suelo de cada cama fue de 25 cm (Ver apéndice 15-figura 26 y 27).

Construidas las camas de almácigo, se preparó el sustrato, que es el medio donde germinaron las semillas.

3.6.2.2. Cantidad de sustrato

La cantidad de sustrato que se necesitó fue de 0.45 metros cúbicos por cada cama de almácigo dando un total de 7.2 metros cúbicos para las 16 camas instaladas (Ver apéndice 15-figura 28).

3.6.2.3. Preparación del Sustrato

El tipo de sustrato que se utilizó fue una mezcla de suelo (50 %) que fue recolectado en el sector La Ceiba, arena de mina (16,67 %) traída desde el Cantón Macara, materia orgánica (16,67 %) recolectada de los barrios Guácimo y Cabeza de Toro y el fregol (16,67 %) traído desde el Cantón Macara. La proporción del sustrato fue de 3:1:1:1 (Ver apéndice 15-figura 29).

Pero antes de la mezcla, se procedió a cernir cada componente del sustrato, para extraer terrones, piedras, raíces y otros elementos extraños que allí se encontraban, los cuales con el fin de facilitar el drenaje fueron colocados formando una capa de 10 cm de espesor sobre las camas de almácigo. Seguido sobre esta capa de restos se colocó el sustrato fino, el cual tuvo una capa de 15 centímetros de espesor.

Una vez colocado el sustrato en las camas se procedió a realizar la desinfección para prevenir el ataque de hongos. Esta actividad generalmente práctica y económica; consistió en aplicar sobre el sustrato, agua hirviendo a razón de 3 litros /m², distribuido en forma uniforme en cada cama. Finalmente el sustrato se dejó en reposo por el lapso de 3 días cubiertos con plástico a fin de producir la eliminación de patógenos por efecto de la elevación de temperatura (Ver apéndice 15-figura 30, 31 y 32).

3.6.2.4. Siembra

Desinfectado el sustrato, se colocó al azar en cada unidad experimental un letrero con la identificación de la especie, lugar y fecha de recolección de las semillas, la fecha de siembra y tratamiento aplicado a las semillas (Ver apéndice 15-figura 33).

Seguido se procedió a regar con abundante agua cada cama, para iniciar con la siembra. Las semillas fueron colocadas en un total de 25 semillas por cada unidad experimental (1 m²) (Ver apéndice 15-figura 34 y 35).

Terminada la siembra, los semilleros fueron cubiertos con malla sarán al 50 % de concentración de luz, esto con el fin de mantener la humedad y temperatura del estrato y evitar que la lluvia desvanezca las camas o descubra las semillas. Quedando de esta manera establecido el experimento (Ver apéndice 15-figura 36).

3.6.2.5. Cuidados Culturales

a) Riegos

Después de la siembra se realizó el riego a los semilleros diariamente, una a las primeras horas del día y en horas de la tarde, regando por igual (5 minutos/platabanda) en todas las parcelas, empleando para ello una manguera con boquilla reguladora y una regadera manual.

b) Deshierbes

Esta operación se llevó a cabo en forma manual y en frecuencia de acuerdo al grado de aparición de las hierbas no deseadas.

3.6.2.6. Registro de Datos

Se realizó directamente a partir del sexto día después de la siembra, registrando el número de semillas germinadas por tratamiento y repetición, así como también el tiempo tanto de inicio como de finalización del proceso germinativo.

Los datos sobre germinación sirvieron para hacer el análisis sobre el porcentaje de germinación y porcentaje de sobrevivencia de las especies, así mismo, fueron anotados en los siguientes registros que se presentan en el cuadro 7 y 8.

3.6.2.7. Evaluación

Para evaluar el poder germinativo de las especies se consideró el número total de semillas germinadas en el tiempo de germinación para cada especie. Además, se tomó en cuenta otros parámetros de evaluación como: el día promedio tanto de inicio como de finalización del proceso de germinación por tratamiento y especie en base a lo cual se realizó el análisis estadístico: porcentaje de sobrevivencia y porcentaje de germinación.

3.6.2.8. Repicado de plántulas

Para el repicado de las plántulas se procedió de la siguiente manera:

a) Preparación de sustrato para repique

El sustrato para el repicado de plántulas fue preparado con una mezcla de suelo, arena de mina, materia orgánica (estiércol de chivo) y fregol (tamo de arroz quemado) en una proporción de 3:1:1:1; el cual se desinfectó con agua hirviendo, aplicando 10 lt/ m³.

Seguido se cubrió totalmente con plástico y se dejó a la interperie por un lapso de 3 días, para luego proceder a llenar con este sustrato fundas de polietileno de 18 x 12 cm de color negro y perforado.

Llenadas las 650 fundas, estas fueron colocadas de forma ordenada en las camas construidas anteriormente. Y la cantidad de sustrato utilizado fue de 0,54 m³.

b) Repique

Para el repique de las plántulas se acondicionaron camas de 2,0 m de largo por 1,00 m de ancho, cuando las plantas alcanzaron una altura promedio entre 4 y 5 cm, se extrajeron cuidadosamente del semillero, de inmediato fueron colocadas en un recipiente con agua para evitar la resequedad de raíces, con la ayuda de una estaca puntiaguda se

realizó una apertura (hoyo) en el centro de cada maceta, colocándose técnicamente las plantitas con raíz lo más verticalmente posible, evitando dañar el órgano perforador o cofia. Finalmente se apisonó suavemente alrededor del tallo proporcionando de inmediato abundante riego (Ver apéndice 15-figura 45, 46 y 47).

Es importante mencionar que cada tratamiento pregerminativo fue identificado, usando para ello etiquetas de colores; en las cuales constaba el nombre de la especie, tratamiento y repetición.

c) **Sombreado**

Para el sombreado se colocó sobre las plantas malla sarán de color negro al 50% de concentración de luz, con el objeto de regular la temperatura y la humedad.

3.6.2.9. Evaluación de sobrevivencia al repique

Este criterio se estimó mediante la relación existente entre el porcentaje de germinación obtenido con el número de plantas vivas registradas a los 30, 60 y 90 días después del repique.

El porcentaje de sobrevivencia se determinó con la siguiente fórmula:

$$S = \frac{\text{Número de plantas vivas (30,60 y 90 días)}}{\text{Número de plántulas repicadas}} \times 100$$

Como parámetros complementarios también se evaluó cada ocho días la altura del tallo desde la base hasta el ápice principal. Además, se realizó un análisis descriptivo por observación de las características sanitarias en que se encontraron las plántulas. Para este fin se tomó en cuenta la presencia de lesiones producidas por plagas o enfermedades sobre el follaje y el tallo, mediante la siguiente escala que se muestra en el Cuadro 9:

Cuadro 9. Escala para evaluar el estado sanitario de las plántulas.

Parámetro	Calificación	Puntaje
Estado Sanitario	Excelente: sin lesiones de enfermedades o plagas.	4
	Bueno: lesiones en un 25 % del área foliar	3
	Regular: lesiones en un 50 % & del área foliar y del tallo.	2
	Malo: lesiones en un 75 % del área foliar y del tallo.	1

Fuente: Hartman y Kester, 1985 (Propagación de plantas).

a) Cuidados Culturales

Riegos

Utilizando una regadera manual de tamaño mediano, se regó diariamente y por la tarde en el primer mes; luego se disminuyó a tres veces por semana, y finalmente a dos veces por semana en el último mes de monitoreo.

Remoción de plántula

Cada 15 días se movió las plántulas, cambiándolas de sitio, realizando de paso la eliminación de hierbas indeseables y plántulas en mal estado sanitario.

3.6.2.10. Diseño experimental para el análisis germinativo

Para analizar estadísticamente el comportamiento de la germinación de las semillas de las cuatro especies en estudio, y sometidas a tres tratamientos pre germinativos, se aplicó un diseño simple al azar para cada especie. Las características del diseño son las siguientes:

Modelo matemático: $x_{ij} = u + t_i + e_{ij}$

Donde:

x_{ij} = Valor analizado de las unidades experimentales

u = Media poblacional

t_i = Efecto del método

e_{ij} = Error de las variables aleatorias

Especificaciones del Diseño Experimental

Variables:

🚦 Independientes

- 3 Tratamientos pre germinativos por especie, bajo el sustrato 3:1:1:1

🚦 Dependientes

- N° de días de germinación
- % Germinación
- % Supervivencia

Factor probado: 1

🚦 **Factor 1:** Tratamientos pre germinativos

Niveles: t0, t1 y t2

Número de tratamientos: 3 tratamientos pre germinativos por especie

🌱 Propagación sexual con tratamiento pre germinativo **t0** (testigo)

🌱 Propagación sexual con tratamientos pre germinativos **t1**

🌱 Propagación sexual con tratamientos pre germinativos **t2**

Número de repeticiones: 4 repeticiones

Unidades experimentales: 12 subparcelas por especie.

Dimensión de las unidades experimentales: 1 m²

Número de semillas por unidad experimental: 25 semillas

Total de semillas por tratamiento: 100 semillas

Total de semillas para el ensayo (por especie): 300 semillas

Número de especies a evaluar: 4

Modelo Experimental:

El total de semillas para el ensayo, fue de 1200.

✚ 300 semillas por especie repartidos equitativamente entre tratamientos pre germinativos

✚ 3 tratamientos pre germinativos / especie.

Distribución de los tratamientos en el campo

En la siguiente figura se muestra el diseño de campo que se empleó para el estudio de propagación sexual de cuatro especies promisorias del bosque seco.

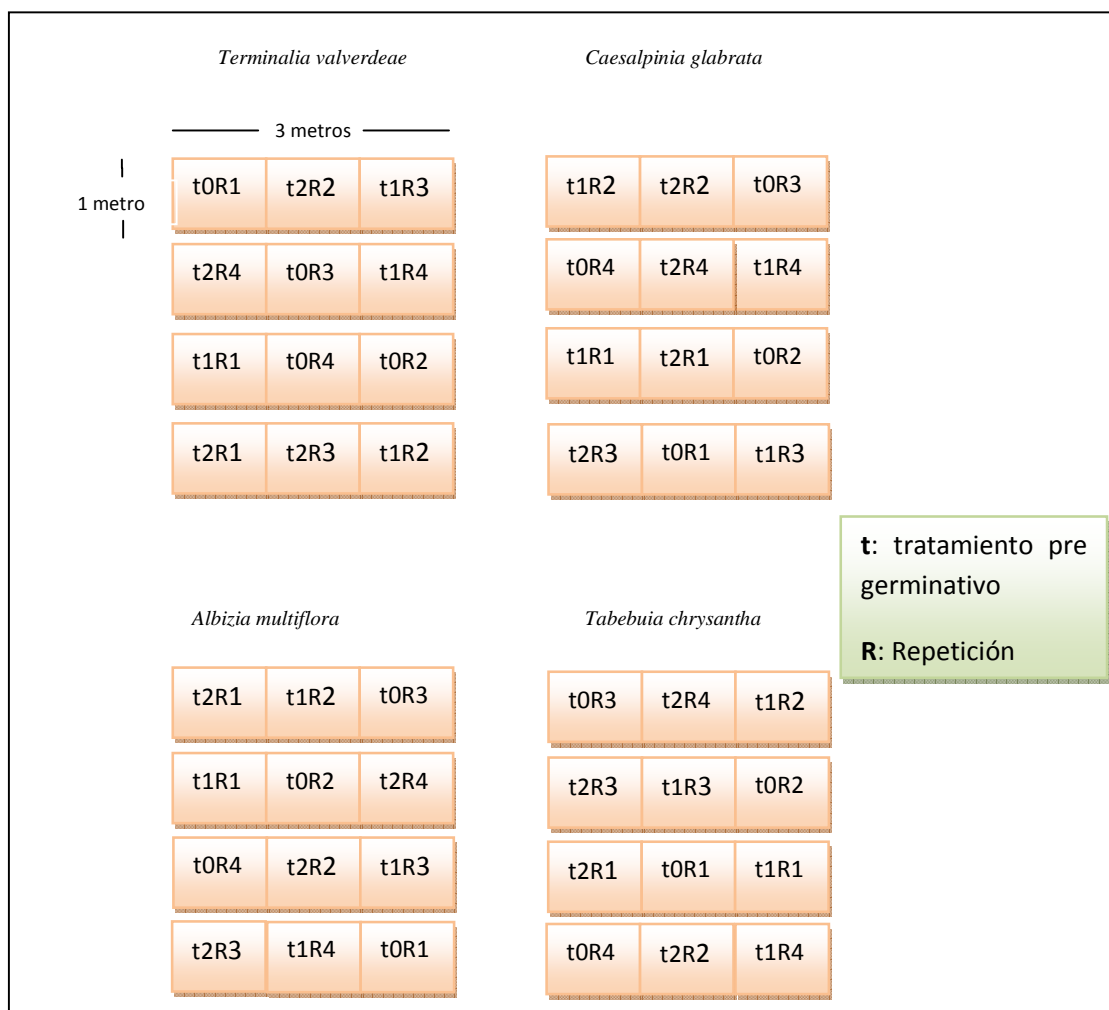


Figura 3. Diseño de campo que se empleó para la propagación sexual de cuatro especies forestales.

Los tratamientos pre-germinativos que se le aplicó a cada especie consistieron mayormente en remojo de semillas en agua natural por diferentes periodos de tiempo, dependiendo de las características físicas de las mismas y se aplicó de la siguiente manera, como se indica en el cuadro a continuación.

Cuadro 10. Tratamientos pre germinativos aplicados a cada una de las especies en estudio.

ESPECIE	CÓDIGO	TRATAMIENTO
<i>Caesalpinia glabrata</i>	t0R	Testigo o semillas sin tratamiento
	t1R	Semillas remojadas en agua natural durante 48 h.
	t2R	Semillas remojadas en agua natural durante 72h
<i>Tabebuia chrysantha</i>	t0R	Testigo o semillas sin tratamiento
	t1R	Semillas remojadas en agua natural durante 48 h.
	t2R	Semillas remojadas en agua natural durante 96 h.
<i>Albizia multiflora</i>	t0R	Testigo o semillas sin tratamiento
	t1R	Semillas remojadas en agua natural durante 72h.
	t2R	Semillas tratadas con agua natural a una temperatura de 100°C por 2 minutos, dejar reposar por 24 horas
<i>Terminalia valverdeae</i>	t0R	Testigo o semillas sin tratamiento
	t1R	Semillas remojadas en agua natural durante 48 h.
	t2R	Semillas remojadas en agua natural durante 72 h

3.6.3. Metodología para evaluar el método más eficaz de propagación vegetativa (estacas y esquejes), con la utilización de concentraciones de HORMONAGRO 1 y ROOT - HOR

3.6.3.1. Propagación Vegetativa por Estacas

a) Arreglo de fundas en el vivero

Para el enraizamiento de las estacas se acondicionó camas con una superficie de 1,6 m de largo por 1,00 m de ancho, delimitadas con cinta plástica de color rojo, sobre las cuales se colocó las fundas llenas con el sustrato.

El total de fundas que se ubicó en cada cama fue de 160, al igual que la propagación sexual, también fue necesario diferenciar cada tratamiento para el ensayo de propagación asexual, empleando para ello etiquetas de colores en las que constaba el tipo de parte vegetativa (estaca/ esqueje), tratamiento y número de repetición, esto para agilizar su evaluación (Ver apéndice 15-figura 48).

b) Preparación de Sustrato para el enraizado

Se utilizó una mezcla de suelo, arena de mina, materia orgánica y fregol en una proporción 3:1:1:1; la cual se desinfectó con agua hirviendo, aplicando 10 lt/ m³; seguido se cubrió totalmente con plástico y se dejó a la interperie por un lapso de 3 días, para luego proceder a llenar con este sustrato fundas de polietileno de 20 x 15 cm de color negro perforadas.

Llenadas las 640 fundas, estas fueron colocadas de forma ordenada en las camas construidas anteriormente. La cantidad de sustrato utilizado fue de 0,92 m³.

c) Recolección y tratamiento de estacas

Las estacas fueron recolectadas de los árboles seleccionados a tempranas horas de la mañana o al final de la tarde, antes de las 10 am y después de la 4 pm, para evitar pérdidas de agua durante las horas de máxima insolación, esto permitió conservar la transpiración y evitó también el secamiento.

Por cada especie se obtuvo un número de 160 estacas, las mismas que fueron tomadas del tercio superior de la copa del árbol tratando de no seleccionar de la parte basal o apical, para evitar estacas muy lignificadas o muy tiernas, su longitud fue de 25 cm y 1-2.5 cm de diámetro dependiendo de la especie, tratando de que tengan por lo menos dos yemas.

El corte de las estacas fue en forma de bisel en la parte apical, con la finalidad de evitar el contacto directo con el agua y evitar la pudrición; y se colocó pintura de color negro con el objeto de evitar la oxidación fenólica, mientras que en la parte basal de la estaca, el corte se realizó bajo una yema (Ver apéndice 15-figura 49).

Seguido las estacas obtenidas fueron llevadas en sacos y papel periódico humedecido hasta el vivero, de inmediato fueron sumergidas por completo sobre una solución de vitavax (5g/l) por un período de cinco minutos; y posterior a ello se retiraron para someter a reposo por un espacio de veinte minutos, esto con la finalidad de eliminar residuos de la solución (Ver apéndice 15-figura 50 y 51).

d) Aplicación de las fitohormonas a las estacas

Se probó dos tipos de fitohormonas HORMONAGRO 1 y ROOT – HOR. El primero se colocó a una concentración de 0,05 g/ estaca, realizando una tocación directa en la parte basal de la estaca, dejando reposar por un lapso de 5 minutos; mientras que el ROOT - HOR fue aplicado en dos concentraciones: baja 5 ml/lit y alta 15 ml/lit. Para su aplicación se disolvió los 5 y 15 ml del producto en 1000 ml de agua natural respectivamente, luego se sumergió 3 cm de la base de la estaca en la solución, y se dejó por un periodo de cinco minutos, para luego ser sembradas en las fundas (Ver apéndice 15- figura 52 y 53).

e) Plantación de las estacas

Una vez aplicadas las fitohormonas se procedió a plantar una estaca en cada funda, con un grado de inclinación mínimo en relación a la vertical (aproximadamente 45°) y una profundidad de la mitad de su longitud. Fue necesario sembrar la estaca, con tres yemas, para obtener la emisión de raíces en los respectivos nudos enterrados (Ver apéndice 15-figura 54).

f) Cuidados culturales

Se colocó plástico y malla sarán de color negro sobre las camas, con el objeto de regular la temperatura y la humedad. Los riegos se los realizó una vez al día, sin embargo por presencia de temperaturas muy elevadas, se procedió a regar hasta dos veces. En tanto las malezas fueron eliminadas de forma manual.

g) Registro de datos

Una vez realizada la siembra de las estacas, y luego de transcurridos 30 días se evaluó el número de estacas con brotes y se continuó la evaluación cada 15 días hasta el final del ensayo, el cual tuvo una duración de seis meses, según como se señala en el siguiente cuadro.

Cuadro 11. Evaluación del número de estacas con brotes por especie, de acuerdo a cada tratamiento.

Especie	N° de replica	Tratamiento	Fecha de evaluación												Observaciones

Luego de transcurridos 90 días (3 meses) se realizó la primera extracción al azar del 25 % de las estacas, para individualmente evaluar el porcentaje de estacas enraizadas, el número de raíces y la longitud de las mismas.

La evaluación final del trabajo de campo se la realizó a los 180 días (6 meses), tomando un 25 % de las estacas que quedaron luego de la primera evaluación, en las cuales se evaluó las mismas variables que a los 90 días (porcentaje de estacas enraizadas, número de raíces y longitud), todas las estacas evaluadas fueron descartadas del ensayo. Según como se señala en el Cuadro 12:

Cuadro 12. Evaluación del porcentaje de estacas enraizadas, número de brotes y longitud de las raíces.

Fecha:				Evaluación del 25% de estacas			Observaciones
Especie	N° de Replica	N° de Estaca	Tratamiento	Variables a evaluar			
				N° de raíces	Largo de raíces (cm)	% de enraizamiento	

3.6.3.2. Propagación Vegetativa por Esquejes

a) Arreglo de fundas en el vivero

Para el enraizamiento de los esquejes se acondicionó camas con una superficie de 1,6 m de largo por 1,00 m de ancho, delimitadas con cinta plástica, sobre las cuales se colocó las fundas llenas con el sustrato. El total de fundas que se ubicó en cada cama fue de 160, fue necesario diferenciar cada tratamiento para el ensayo de propagación asexual, empleando para ello etiquetas de colores en las que constaba el tipo de parte vegetativa (esqueje), tratamiento y número de repetición.

b) Sustrato para el enraizado

Se utilizó una mezcla de suelo, arena de mina, materia orgánica y fregol en una proporción de 3:1:1:1; la cual fue desinfectada con agua hirviendo, aplicando 10 lt/ m³; seguido se cubrió totalmente con plástico y se dejó a la interperie por un lapso de 3 días, luego se procedió a llenar con este sustrato fundas de polietileno de 20 x 15 cm de color negro y perforado.

Llenadas las 640 fundas, estas fueron colocadas de forma ordenada en las camas construidas anteriormente. La cantidad de sustrato utilizado fue de 0,92 m³.

c) Recolección y tratamiento de esquejes

Los esquejes para las cuatro especies fueron recolectados de los árboles seleccionados y la recolección se realizó temprano en la mañana o al final de la tarde, antes de las 10 am y después de la 4 pm, para evitar pérdidas de agua durante las horas de máxima insolación, esto conservó la transpiración y evitó su secamiento.

Los esquejes fueron recolectados de los árboles seleccionados, y por cada especie se obtuvo un número de 160 esquejes; de aquella parte del árbol que no tenga leño. Independientemente de que el propio esqueje haya sido obtenido de un tallo terminal, cuya medida fue entre 10 a 15 cm de longitud. Esta oscilación depende de las dimensiones de la planta madre, es decir, a mayor talla del ejemplar original, más cerca estuvo el esqueje de los 15 centímetros y viceversa.

Los esquejes fueron cortados en forma de bisel en la parte basal, y una vez obtenidos, fue conveniente desprender las hojas de la mitad inferior para que sólo queden aquellas que se encuentren en la zona terminal de la rama. Debido a la presencia de muchas hojas en algunas de las especies en estudio, se procedió a eliminarlas hasta dejar no más de tres (Ver apéndice 15-figura 55).

Además, de aquellas especies que particularmente presentaron hojas grandes fue necesario cortarlas por la mitad, a fin de aumentar las posibilidades de que los esquejes salgan adelante y enraícen.

Enseguida, se procedió a sumergir la parte basal de los esquejes sobre una solución de vitavax (5g/l) por un período de cinco minutos; y posterior a ello fueron retirados para ser dejados en reposo por un espacio de veinte minutos, esto con la finalidad de eliminar residuos de la solución (Ver apéndice 15-figura 56 y 57).

d) Aplicación de las fitohormonas a los esquejes

Se probó dos tipos de fitohormonas HORMONAGRO 1 y ROOT – HOR. El primero se aplicó a una concentración de 0,05 g/ esqueje, esto se lo realizó haciendo una tocación directa en la parte basal del esqueje, dejando reposar por un lapso de 5 minutos; mientras que el ROOT - HOR fue aplicado en dos concentraciones: baja 5 ml/lit y alta 15 ml/lit., para su aplicación se disolvió los 5 y 15 ml del producto en 1000 ml de agua natural, enseguida se sumergió 3 cm de la base del esqueje en la solución, y se dejó por un período de cinco minutos, para luego ser sembrados en las fundas (Ver apéndice 15- figura 58 y 59).

e) Plantación de los esquejes

Con la ayuda de una estaquilla, similar al diámetro del esqueje, se realizó un agujero en cada funda, sobre el cual se procedió a introducir el esqueje, considerando un grado de inclinación mínimo en relación a la vertical (aproximadamente 45°) y una profundidad de la mitad de su longitud (Ver apéndice 15-figura 60).

Una vez dentro, fue aconsejable volver a compactar el sustrato que lo rodea, lo cual se presionó la superficie con las manos e inmediatamente se regó con generosidad y con cuidado para evitar su marchitamiento.

f) Cuidados culturales

Se colocó plástico y malla sarán sobre las camas con el objeto de regular la temperatura y la humedad. Los riegos se realizaron una vez al día, sin embargo debido a la presencia de temperaturas muy elevadas, se procedió a regar hasta dos veces. En tanto las malezas fueron eliminadas de forma manual.

g) Toma de datos

Una vez realizada la plantación de los esquejes, y luego de transcurridos 30 días se evaluó el número de esquejes con brotes, y se continuó cada 15 días hasta el final del experimento (seis meses). Según como lo indica el cuadro 13.

Cuadro 13. Evaluación de número de esquejes con brotes por especie, de acuerdo a cada tratamiento

Especie	N° de replica	Tratamiento	Fecha de evaluación												Observaciones

A los 90 días se realizó la extracción al azar del 25 % de los esquejes, para individualmente determinar el porcentaje de esquejes enraizados, el número de raíces y la longitud de los mismos.

La evaluación final se la realizó a los 180 días, tomando un 25 % de los esquejes que quedaron luego de la primera evaluación y repitiendo las mismas variables evaluadas a los 90 días. Según se observa en el cuadro 14.

Cuadro 14. Evaluación del porcentaje de esquejes enraizados, número de brotes y longitud de las raíces.

Fecha:				Evaluación del 25% de esquejes			Observaciones
Especie	N° de Replica	N° de Esqueje	Tratamiento	Variables a evaluar			
				N° de raíces	Largo de raíces (cm)	% de enraizamiento	

3.6.3.3. Diseño experimental a utilizarse

El diseño experimental que se utilizó en la presente investigación fue el de arreglo factorial simple al azar. Del cual su modelo matemático es:

$$Y_{ijk} = u + \alpha_i + B_j + (\alpha B)_{ij} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor analizado de las unidades experimentales

u = Media poblacional

α_i = Efecto debido al factor A

B_j = Efecto debido al factor B

$(\alpha B)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los dos factores (A y B)

E_{ijk} = Error de las variables aleatorias

Especificaciones del Diseño Experimental

Variables:

🚧 Independientes

Métodos de propagación asexual y dos tipos de concentraciones de HORMONAGRO1 (0,05 g), y ROOT - HOR (5 ml/lit y 15 ml/lit), bajo el sustrato 3:1:1:1 (suelo, arena fina de mina, materia orgánica y fregol)

🚧 Dependientes

- N° Días a la brotación de raíces
- Numero de raíces de estacas y esquejes
- Longitud de las raíces de estacas y esquejes
- Días de prendimiento de estacas y esquejes

Factor a probarse:

✚ **Factor A:** Métodos de propagación asexual

✚ **Factor B:** Concentraciones de fitohormonas

Niveles: 2

✚ **1. Métodos de Propagación:**

Es Estacas

Eq Esquejes

✚ **2. Concentraciones:**

T0 Testigo (sin concentraciones)

H1 HORMONAGRO1 (0,05 g/estaca)

R5 ROOT - HOR 5 ml/lt

R15 ROOT - HOR 15 ml/lt

Número de tratamientos: 8 tratamientos

- Testigo o estacas sin tratamiento
- Estacas con HORMONAGRO1 (0,05 g/estaca)
- Estacas con 5 ml/lt de ROOT - HOR
- Estacas con 15 ml/lt de ROOT - HOR
- Testigo o esquejes sin tratamiento
- Esquejes con HORMONAGRO1 (0,05 g)
- Esquejes con 5 ml/lt de ROOT - HOR
- Esquejes con 15 ml/lt de ROOT - HOR

Número de repeticiones: 4 repeticiones

Unidad experimental: Lote de 10 estacas y esquejes respectivamente

Total de estacas y esquejes por tratamiento: 320 (repartidos en 160 estacas y 160 esquejes)

Número de especies a evaluar: 4 especies

Total de estacas y esquejes para el ensayo: 1280

Modelo Experimental:

- ✚ Tomando en cuenta que por especie: 40 estacas y 40 esquejes estuvieron bajo la concentración de HORMONAGRO 1 (0,05 g), 40 estacas y 40 esquejes bajo la concentración de ROOT - HOR (5 ml/lit), 40 estacas y 40 esquejes bajo la concentración de ROOT - HOR (15 ml/lit) y 40 estacas y 40 esquejes no se les aplicó fitohormonas (testigo) (Ver apéndice 15-figura 61).

Cuadro 15. Tratamientos que se aplicó a las estacas y esquejes de cada especie.

Especies	Código	Tratamiento
<i>Caesalpinia glabrata</i> Kunth	EsT0	Testigo o estacas sin tratamientos
	EsH1	Estacas con HORMONAGRO1 (0,05 g)
	EsR5	Estacas con 5 ml/lit de ROOT - HOR
	EsR15	Estacas con 15 ml/lit de ROOT - HOR
	EqT0	Testigo o esquejes sin tratamientos
	EqH1	Esquejes con HORMONAGRO1 (0,05 g)
	EqR5	Esquejes con 5 ml/lit de ROOT - HOR
	EqR15	Esquejes con 15 ml/lit de ROOT - HOR
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) G. Nicholson	EsT0	Testigo o estacas sin tratamientos
	EsH1	Estacas con HORMONAGRO1 (0,05 g)
	EsR5	Estacas con 5 ml/lit de ROOT - HOR
	EsR15	Estacas con 15 ml/lit de ROOT - HOR
	EqT0	Testigo o esquejes sin tratamientos
	EqH1	Esquejes con HORMONAGRO1 (0,05 g)
	EqR5	Esquejes con 5 ml/lit de ROOT - HOR
	EqR15	Esquejes con 15 ml/lit de ROOT - HOR

<p><i>Albizia multiflora (Kunth)</i> <i>Barneby & J.W. Grimes.</i></p>	<p>EsT0 EsH1 EsR5 EsR15 EqT0 EqH1 EqR5 EqR15</p>	<p>Testigo o estacas sin tratamientos Estacas con HORMONAGRO1 (0,05 g) Estacas con 5 ml/lit de ROOT - HOR Estacas con 15 ml/lit de ROOT - HOR Testigo o esquejes sin tratamientos Esquejes con HORMONAGRO1 (0,05 g) Esquejes con 5 ml/lit de ROOT - HOR Esquejes con 15 ml/lit de ROOT - HOR</p>
<p><i>Terminalia valverdeae A.H.</i> Gentry</p>	<p>EsT0 EsH1 EsR5 EsR15 EqT0 EqH1 EqR5 EqR15</p>	<p>Testigo o estacas sin tratamientos Estacas con HORMONAGRO1 (0,05 g) Estacas con 5 ml/lit de ROOT - HOR Estacas con 15 ml/lit de ROOT - HOR Testigo o esquejes sin tratamientos Esquejes con HORMONAGRO1 (0,05 g) Esquejes con 5 ml/lit de ROOT - HOR Esquejes con 15 ml/lit de ROOT - HOR</p>

Fuente: Quinapallo y Velez, 2012.

En la siguiente figura 4 se muestra el diseño de campo que se empleó para el estudio de propagación asexual de cuatro especies promisorias del bosque seco.

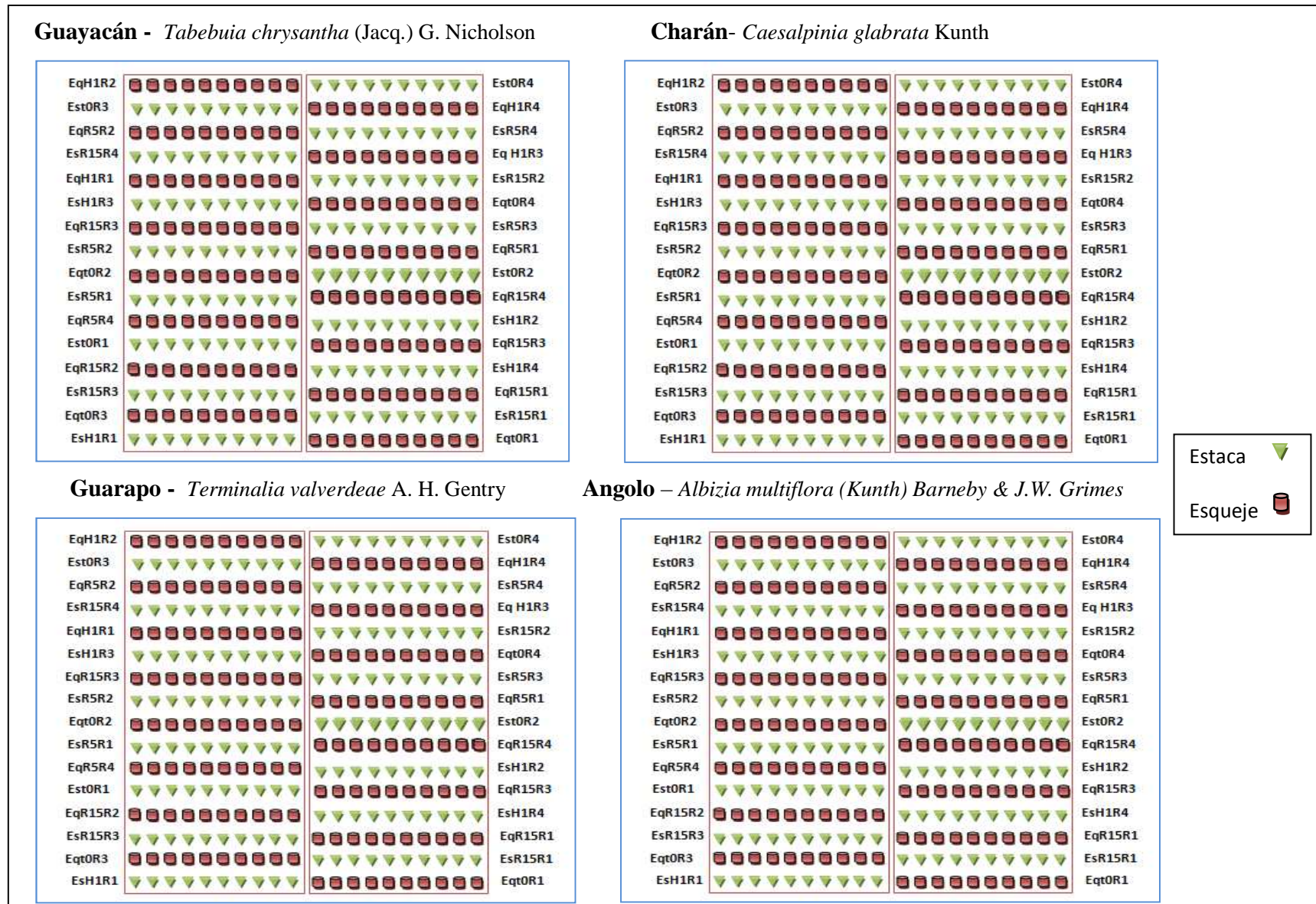





Figura 4. Diseño de campo que se empleó para la propagación a sexual de cuatro especies forestales.


3.6.4. Metodología para la difusión de los resultados obtenidos en la presente Investigación

Luego de obtenidos los resultados, para el cumplimiento de este objetivo se realizó lo siguiente:

-  Se elaboró un tríptico informativo, con la finalidad de dar a conocer la presente investigación a las instituciones (UNL, MAE, NCI, PROFORESTAL) que trabajan a favor del ambiente.

-  Se socializó la investigación, mediante una exposición desarrollada en el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Zapotillo, con funcionarios del Ministerio del Ambiente, Presidentes de Juntas Parroquiales del cantón Zapotillo y estudiantes del Colegio Nacional Zapotillo.

-  Además se socializó los resultados de la investigación en un seminario de exposición a estudiantes de cuarto y quinto año de la carrera de Ingeniería Forestal de la UNL y Comité Consejero.

-  Finalmente se redactó un artículo científico con la finalidad de dar a conocer los resultados de la presente investigación, a la Universidad Nacional de Loja, Carrera de Ingeniería Forestal y personas interesadas en buscar mejores alternativas de propagación para plantas forestales de origen nativo del Bosque seco del sur del país.

4. RESULTADOS

4.1. Localización de Árboles en el Campo

Los árboles seleccionados fueron ubicados geográficamente (coordenadas) y se consideró las características generales de cada individuo (Ver apéndice 1). El sitio con mayor número de árboles seleccionados para los experimentos de laboratorio y vivero fue el barrio Cabeza de Toro, en donde se seleccionaron 5 árboles de *Albizia multiflora*, 5 de *Terminalia valverdeae* y 3 de *Tabebuia chrysantha*, seguido del barrio Totumos en donde se identificaron 5 individuos de *Caesalpinia glabrata* y el barrio Sotillo en donde se seleccionaron 2 árboles de *Tabebuia chrysantha*, tal como se observa en el cuadro 16.

Cuadro 16. Localización de los árboles seleccionados en el campo.

Nombre científico	Nombre vulgar	N° árboles	Localización		
			Sitio	Parroquia	Cantón
<i>Caesalpinia glabrata</i>	Charán	5	Totumos	Garza Real	Zapotillo
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán	3	Cabeza de Toro	Limones	Zapotillo
		2	Sotillo	Paletillas	Zapotillo
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	5	Cabeza de Toro	Limones	Zapotillo
<i>Terminalia valverdeae</i>	Guarapo	5	Cabeza de Toro	Limones	Zapotillo

Luego de seleccionados los árboles, para el ensayo de propagación sexual la recolección de semillas se hizo en el mes de octubre para *Albizia multiflora* y *Terminalia valverdeae* y en el mes de diciembre para *Caesalpinia glabrata*; en tanto que la siembra de las tres especies se hizo en diciembre; mientras que para *Tabebuia chrysantha* la recolección y siembra se hizo en el mes de febrero. Para el ensayo de propagación asexual la recolección y siembra de estacas y esquejes se hizo en el mes de diciembre para *Caesalpinia glabrata*; *Albizia multiflora* y *Terminalia valverdeae* y en el mes de enero para *Tabebuia chrysantha*, tal como se muestra en el cuadro 17.

Cuadro 17. Datos de campo de recolección y siembra de semillas, estacas y esquejes en vivero.

ESPECIE	PROPAGACIÓN SEXUAL		PROPAGACIÓN ASEJUAL
	FECHA DE RECOLECCIÓN	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE RECOLECCIÓN Y SIEMBRA
<i>Caesalpinia glabrata</i>	13/12/2011	19/12/2011	29/12/2011
<i>Tabebuia chrysantha</i>	05/02/2012	09/02/2012	20/01/2012
<i>Albizia multiflora</i>	26/10/2011	05/12/2011	27/12/2011
<i>Terminalia valverdeae</i>	25/10/2011	05/12/2011	11/12/2011

4.2. Pruebas estándar de calidad de semillas, en cuatro especies forestales promisorias del bosque seco del Cantón Zapotillo, Provincia de Loja.

En el cuadro 18, se muestra en resumen los resultados obtenidos sobre la calidad fisiológica de las semillas de las cuatro especies forestales estudiadas.

Cuadro 18. Resumen de las pruebas estándar de calidad de semillas de cuatro especies forestales.

Especie	Pureza (%)	Peso de 1000 s (g)	Nº de semillas/ Kg	Contenido de Humedad (%)	Clases de semillas	Germinación (%)	Viabilidad (%)
<i>Caesalpinia glabrata</i>	93,05	130,63	7655	10	Ortodoxas	96,75	100
<i>Tabebuia chrysantha</i>	99,10	30,45	32845	11	Ortodoxas	93,25	96
<i>Albizia multiflora</i>	99,38	140,06	7140	7	Ortodoxas	41,25	100
<i>Terminalia valverdeae</i>	42,59	513,25	1948	10	Ortodoxas	0,00	96

A continuación, se presentan las pruebas estándar de calidad de semillas para cada especie.

4.2.1. Pureza

El porcentaje de pureza de las especies en estudio obedeció mucho del estado fitosanitario de los individuos seleccionados (ataque de plagas y enfermedades) y la época de recolección de los frutos. Los valores obtenidos para este parámetro se muestran en el cuadro 19.

Cuadro 19. Porcentaje de pureza de semillas en cuatro especies forestales.

Especie	Familia	Pureza (%)
<i>Caesalpinia glabrata</i>	CAESALPINIACEAE	93,05
<i>Tabebuia chrysantha</i>	BIGNONIACEAE	99,10
<i>Albizia multiflora</i>	FABACEAE	99,38
<i>Terminalia valverdeae</i>	COMBRETACEAE	42,59

Las especies *Tabebuia chrysantha* con 99,10 %, *Albizia multiflora* con 99,38 % y *Caesalpinia glabrata* con 93,05 % presentan en promedio el porcentaje más alto de pureza; mientras que *Terminalia valverdeae* promedia el porcentaje más bajo con 42,59% (Ver apéndice 3).

4.2.2. Peso

El peso en gramos de mil semillas es un valor inverso al número de semillas por kilogramo, ya que a mayor peso, menor será el número de unidades por kilogramo y viceversa.

Estos valores que se observan en el cuadro 20, y que difieren entre las especies, nos suponen una idea del tamaño de las semillas y de la forma de dispersión de las mismas.

Cuadro 20. Peso de 1000 semillas y N° de semillas/ kilogramo, en cuatro especies forestales.

Especie	Familia	Peso de 1000 s (g)	N° de semillas/Kg
<i>Caesalpinia glabrata</i>	CAESALPINIACEAE	130,63	7655
<i>Tabebuia chrysantha</i>	BIGNONIACEAE	30,45	32845
<i>Albizia multiflora</i>	FABACEAE	140,06	7140
<i>Terminalia valverdeae</i>	COMBRETACEAE	513,25	1948

La especie *Terminalia valverdeae* presentó las semillas más grandes, por lo que el peso en gramos de 1000 semillas fue el mayor (513,25 g), mientras que por el contrario el número de unidades por kilogramo fue el más bajo (1948 semillas).

En el caso de *Caesalpinia glabrata* y *Albizia multiflora*, el peso en gramos fue de 130,63 g y 140,06 g respectivamente, mientras que el número de semillas por kilogramo fue de 7655 semillas para la primera y 7140 semillas para la segunda, valores que resultaron semejantes debido a la similitud del tamaño de las semillas.

En tanto que las semillas de *Tabebuia chrysantha* con 30,45 g presentaron el peso más bajo, por lo que se encontró un gran número de 32845 semillas por kilogramo. Estos valores se explican debido a que son semillas pequeñas y livianas, lo cual permite su dispersión a varios metros del árbol (Ver apéndice 4).

4.2.3. Contenido de humedad

Los valores obtenidos permitieron identificar y clasificar las semillas de las especies en: ortodoxas (menor 40%) y recalcitrantes (mayor 40%). Los resultados por individuo de cada especie se encuentran expresados en el cuadro 21.

Cuadro 21. Porcentaje de contenido de humedad en cuatro especies forestales.

Especie	Familia	Contenido de Humedad (%)	Clases de semillas
<i>Caesalpinia glabrata</i>	CAESALPINIACEAE	10	Ortodoxas
<i>Tabebuia chrysantha</i>	BIGNONIACEAE	11	Ortodoxas
<i>Albizia multiflora</i>	FABACEAE	7	Ortodoxas
<i>Terminalia valverdeae</i>	COMBRETACEAE	10	Ortodoxas

Los valores de contenido de humedad de todas las especies mantienen un rango de igualdad. Son semillas que por su bajo contenido de humedad se consideran como semillas ortodoxas, lo que significa que probablemente pueden ser almacenadas por períodos largos de tiempo (Ver apéndice 5).

4.2.4. Germinación

Para el ensayo de germinación a nivel de laboratorio se utilizaron las semillas recolectadas en el cantón Zapotillo, Provincia de Loja.

A continuación, se presentan las curvas de germinación acumulativa para cada especie.

4.2.4.1. *Caesalpinia glabrata*

En la figura 5 se indica el porcentaje de germinación acumulativo de la especie *Caesalpinia glabrata*, obtenido a nivel de laboratorio.

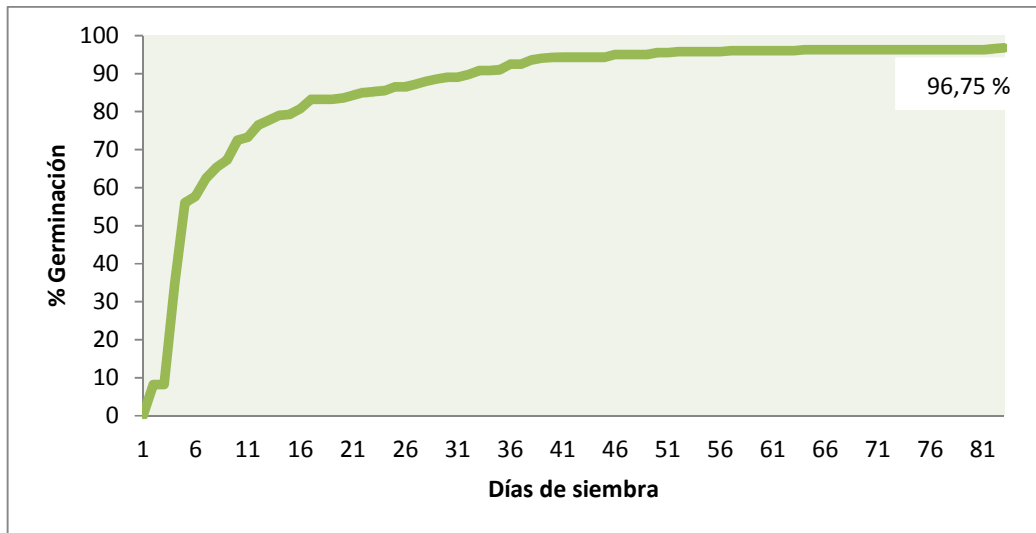


Figura 5. Curva de Germinación Acumulativa de *Caesalpinia glabrata*.

Las semillas de *Caesalpinia glabrata* poseen un alto poder de germinación (Figura 5) ya que obtuvieron un promedio del 96,75 %; el más alto en comparación con las otras especies estudiadas.

Sin embargo su germinación se inicia a partir del día 11 y concluye a los 92 días, período bastante extenso, que se explica debido a la latencia que presentan las semillas (Ver apéndice 14- figura 14).

La contaminación fue del 0 % debido a la calidad de las semillas, ya que en el momento de la cosecha de los frutos, estos presentaban excelentes condiciones sanitarias, lo que incidió de forma considerable en su poder germinativo.

4.2.4.2. *Tabebuia chrysantha*

En la figura 6 se indica el porcentaje de germinación acumulativo de la especie *Tabebuia chrysantha*, obtenido a nivel de laboratorio.

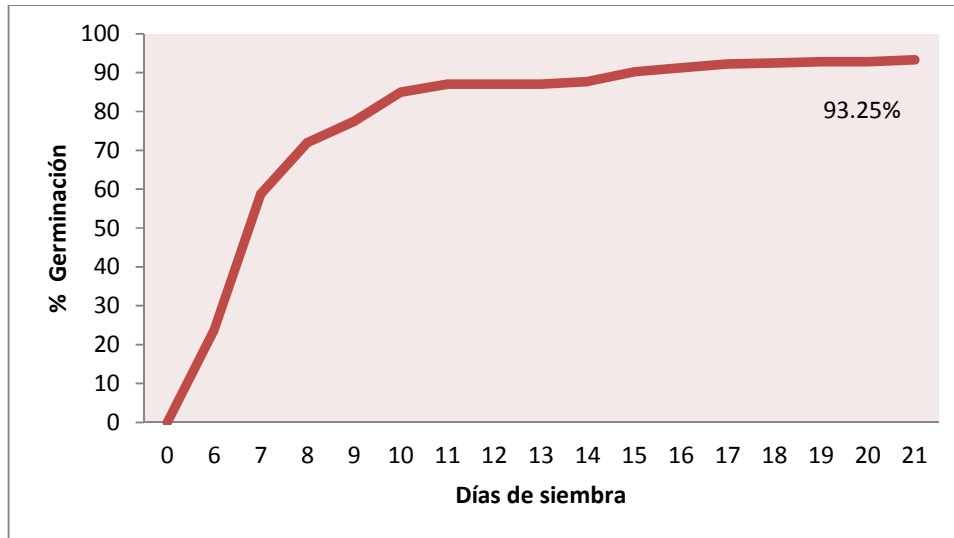


Figura 6. Curva de Germinación Acumulativa de *Tabebuia chrysantha*.

Como se aprecia en la Figura 4, las semillas de *Tabebuia chrysantha* presentan un alto poder germinativo, ya que alcanzaron un elevado promedio de germinación del 93.25 % .

El porcentaje de semillas contaminadas fue del 6,75 %, lo cual no permitió alcanzar la madures fisiológica en las semillas, evitando de tal modo su germinación.

El proceso de germinación de esta especie se desarrolló en un período muy corto, ya que inició a partir del día sexto día y se estabilizó a los 21 días (Ver apéndice 14-figura 15). A diferencia de las otras especies, cuyo espacio de germinación fue bastante amplio.

4.2.4.3. *Albizia multiflora*

En la figura 7 se indica el porcentaje de germinación acumulativo de la especie *Albizia multiflora*, obtenido a nivel de laboratorio.

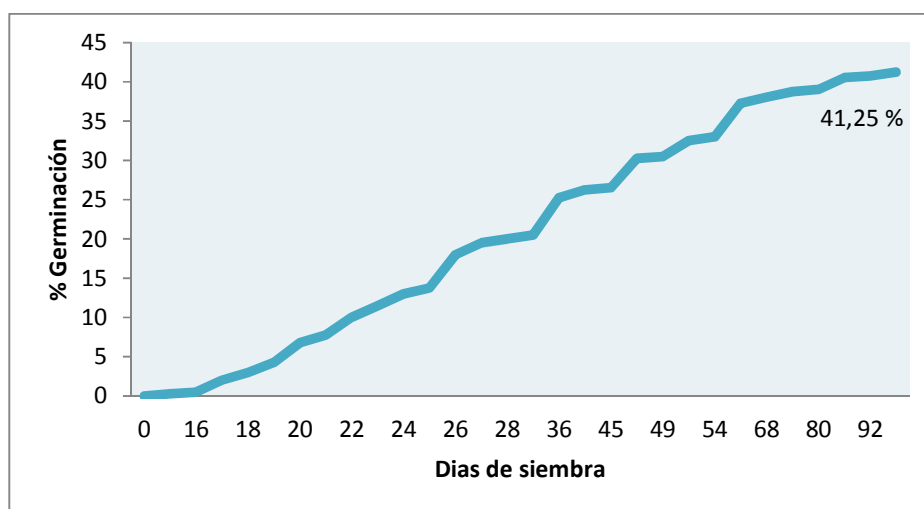


Figura 7. Curva de Germinación Acumulativa de *Albizia multiflora*.

En la Figura 7 se muestra que esta especie inicia su germinación a partir del día 14 y detiene su proceso germinativo a los 93 días después de la siembra. El porcentaje promedio de germinación estuvo por debajo del 50 %, en comparación con los porcentajes de *Tabebuia chrysantha* y *Caesalpinia glabrata*, esto se explica debido a la latencia que presentan las semillas de *Albizia multiflora* (Ver apéndice 14-figura 16).

El porcentaje de contaminación fue del 2,75 %, lo cual evitó alcanzar la madurez fisiológica en aquellas semillas contaminadas.

4.2.4.4. *Terminalia valverdeae*

La germinación de las semillas de esta especie estuvo limitada por la dureza de su testa. A pesar de aplicarles un tratamiento pregerminativo de imbibición por 72 horas y monitorearlas durante 3 meses, no se presentó germinación alguna (Ver apéndice 14-figura 17).

Adicional a ello se llevaron a cabo tres ensayos de imbibición en agua a una temperatura de 100 ° C por 10 minutos, escarificación mecánica (lijado) e imbibición por 96 h; sin obtener resultados positivos.

4.2.5. Viabilidad

Las pruebas de viabilidad de las semillas no germinadas en los ensayos mostraron bajos porcentajes de afección por hongos. A continuación en el cuadro 16 se muestran los valores obtenidos para este parámetro.

Cuadro 22. Porcentajes de viabilidad en semillas de cuatro especies forestales.

Especie	% de Germinación	% de Semillas			
		Sin Embrión	Embrión Podrido	No Viables	Viables
<i>Caesalpinia glabrata</i>	96,75	0	0	0	100
<i>Tabebuia chrysantha</i>	93,25	0	0	4	96
<i>Albizia multiflora</i>	41,25	0	0	0	100
<i>Terminalia valverdeae</i>	0,00	0	0	4	96

Como se muestra en el cuadro 22, las semillas de las cuatro especies presentan un buen porcentaje de viabilidad (96 – 100 %), a pesar de no haber tenido resultados de germinación en *Terminalia valverdeae*, esto debido a la dureza de su testa, esta especie conjuntamente con *Tabebuia chrysantha* se encuentra por debajo del 5 % de semillas no viables, a diferencia de *Caesalpinia glabrata* y *Albizia multiflora* que poseen el 100 % de semillas viables debido a que son poco susceptibles al ataque de hongos (Ver apéndice 14- figura 18, 19, 20 y 21).

4.2.6. Características generales de las semillas

En el cuadro 23, se presentan las características generales que tuvieron las semillas de las cuatro especies forestales estudiadas.

Cuadro 23. Características generales de las semillas de cuatro especies forestales nativas del bosque seco del cantón Zapotillo, provincia de Loja.

Especie	Familia	Peso/semilla (g)	Tamaño semilla			Color	Forma	Aspecto externo
			L (cm)	A (cm)	E (cm)			
<i>Caesalpinia glabrata</i>	CAESALPINIACEAE	0,131	0,72	0,55	0,41	verde oliva	ovalada	lisa, dura, brillante
<i>Tabebuia chrysantha</i>	BIGNONIACEAE	0,041	3,09	1,01	0,10	Amarillo pálido	aplanada	Alada, brillante
<i>Albizia multiflora</i>	FABACEAE	0,139	0,83	0,50	0,32	Gris castaño	ovalada	lisa, dura, brillante
<i>Terminalia valverdeae</i>	COMBRETACEAE	0,636	2,21	1,27	0,83	Amarillo castaño	Reniforme	semileñosa, alada, brillante, dura

L: Largo; A: Ancho; E: Espesor.

4.3. Análisis y Evaluación en Vivero del Proceso de Germinación y Supervivencia

En el cuadro 24 se indican los porcentajes de germinación a nivel de vivero de las especies en estudio, obtenidos por cada tratamiento.

Cuadro 24. Promedios de germinación por especie, para cada tratamiento aplicado a nivel de vivero.

Especie	T0 %	T1 %	T2 %
<i>Caesalpinia glabrata</i>	98	96	95
<i>Tabebuia chrysantha</i>	62	52	67
<i>Albizia multiflora</i>	26	15	64
<i>Terminalia valverdeae</i>	0	0	0

Los tratamientos pregerminativos aplicados a cada especie fueron algo diferentes, así en el caso de *Caesalpinia glabrata* se probó un testigo (T0), remojo en agua natural durante 48 horas (T2) y remojo en agua natural durante 72 horas (T3), alcanzando con todos los

tratamientos promedios similares de germinación. Para *Tabebuia chrysantha* los tratamientos que se probó fueron, testigo (T0), remojo en agua natural durante 48 horas (T2) y remojo en agua natural durante 96 horas (T3), logrando también porcentajes similares de germinación. En el caso de *Albizia multiflora* los tratamientos que se probó fueron testigo (T0), remojo en agua natural durante 72 horas (T2) y semillas tratadas en agua hirviendo a una temperatura de 100 °C durante 2 minutos, y en reposo durante 24 horas (T3), alcanzando el más alto porcentaje de germinación con el último tratamiento. Mientras que para *Terminalia valverdeae* los tratamientos que se probó fueron un testigo (T0), remojo en agua natural durante 48 horas (T2) y remojo en agua natural durante 72 horas (T3); sin obtener resultados satisfactorios con ninguno de los tratamientos aplicados.

El análisis del proceso germinativo y sobrevivencia en vivero, se hizo de manera individual para cada una de las especies estudiadas, como se presenta a continuación.

4.3.1. *Caesalpinia glabrata*

4.3.1.1. Proceso germinativo

En el cuadro 25, se presenta los resultados de germinación obtenidos de los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de la especie *Caesalpinia glabrata*. Y además se observa el día promedio de inicio y finalización del proceso de germinación.

Cuadro 25. Resumen del proceso germinativo de semillas de *Caesalpinia glabrata* a nivel de vivero.

Tratamientos	% Germinación	Inicio de germinación (días promedio)	Finalización de germinación (días promedio)
T0	98	5	36
T1	96	6	37
T2	95	6	35

Donde:

T0= Testigo

T1= Remojo en agua natural durante 48h

T2= Remojo en agua natural durante 72 h

Según muestra el cuadro 25, los tratamientos aplicados a las semillas muestran porcentajes similares de germinación. Así, con el testigo se obtuvo un porcentaje del 98 %, que fue el más alto en comparación a los otros tratamientos, debido a la buena calidad de las semillas y a que no requieren de un tratamiento previo para iniciar el proceso germinativo; con el tratamiento de remojo en agua natural durante 48 h se logró un 96 % y finalmente con el tratamiento de remojo en agua natural durante 72 h se obtuvo un 95 %; porcentajes altos de germinación en comparación a los obtenidos con las otras especies. Así mismo el tiempo que necesitaron las semillas para iniciar y finalizar el proceso germinativo fue corto y uniforme entre tratamientos, el cual se dio entre los 5 y 37 días (Ver apéndice 15- figura 37).

En el cuadro 26, se presenta el análisis estadístico de los efectos producidos por los tratamientos aplicados a la especie *Caesalpinia glabrata* (Ver apéndice 2).

Cuadro 26. Análisis de varianza del proceso germinativo para la especie *Caesalpinia glabrata*.

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	1,17	3	0,39	0,54	4,07
ERROR	5,75	8	0,72		
TOTAL	6,92	11			

CV= 3.52 %

Los efectos producidos por los factores estudiados fueron similares, por lo que no existió una variación significativa entre tratamientos. Y al encontrarse un nivel alto de germinación y similar entre los tratamientos, se puede manifestar que no es necesario realizar

tratamientos pregerminativos puesto que con el testigo en donde no se aplica ningún tratamiento pre-germinativo, la semilla pudo germinar sin problema.

4.3.1.2. Sobrevivencia al repique

El crecimiento promedio de las plántulas durante los primeros 30 días es de 2,27 cm, a los 60 días presenta un valor de 3,91 cm y a los 90 días el crecimiento es de 4,77 cm (Ver apéndice 15- figura 38).

Los niveles promedios de sobrevivencia obtenidos a los 30 días después del repique son altos con el 96.85 %; mientras que a los 60 y 90 días se presentan porcentajes más bajos debido a la presencia de excesiva humedad provocado por la época lluviosa.

En cuanto a la sanidad durante los primeros 30 días el 94 % de las plántulas presentaron excelentes condiciones sanitarias y tan solo un 6 % tuvo un estado entre malo, regular y bueno; en tanto que a los 60 y 90 días debido a la presencia de larvas que atacaban la parte foliar de las plantas, estas se vieron afectadas, observándose porcentajes más bajos del 87 y 84 % respectivamente de plántulas en óptimas condiciones, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 27. Crecimiento en altura, sobrevivencia y estado sanitario de plántulas de *Caesalpinia glabrata* a los 30, 60 y 90 días después del repique (Ver apéndice 5, 6 y 7).

Días	Crecimiento promedio (cm)	% Sobrevivencia (promedio)	% de Sanidad de plántulas			
			Malo	Regular	Bueno	Excelente
30	2,27	96,85	3	1	1	94
60	3,91	86,71	9	0	3	87
90	4,77	84,97	15	0	0	84

4.3.2. *Tabebuia chrysantha*

4.3.2.1. Proceso germinativo

En el cuadro 28, se muestra los resultados promedios de germinación obtenidos de los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de la especie *Tabebuia chrysantha*. Y además, se observa el día promedio de inicio y finalización del proceso de germinación.

Cuadro 28. Resumen del proceso germinativo de semillas de *Tabebuia chrysantha* a nivel de vivero.

Tratamientos	% Germinación promedio	Inicio de germinación (días promedio)	Finalización de germinación (días promedio)
T0	62	4	22
T1	52	5	25
T2	67	3	20

Donde:

T0= Testigo

T1= Remojo en agua natural durante 48h

T2= Remojo en agua natural durante 96 h

Según muestra el cuadro 28 de los promedios de germinación alcanzados con los diferentes tratamientos pregerminativos; el porcentaje más alto (67 %) se logró con el tratamiento de remojo en agua natural durante 96 h (T2), mientras que el porcentaje más bajo (52 %) se obtuvo con el tratamiento de remojo en agua natural durante 48 h (T1). Así mismo el tiempo que necesitaron las semillas para iniciar y finalizar el proceso germinativo fue uniforme entre tratamientos, el cual se dio entre los 3 y 5 días; y concluyó entre los 20 y 25 días (Ver apéndice 15-figura 39).

En el cuadro 29, se presenta el análisis de variación de los efectos producidos por los tratamientos aplicados para la especie *Tabebuia chrysantha* (Ver apéndice 3).

Cuadro 29. Análisis de varianza del proceso germinativo de la especie *Tabebuia chrysantha*.

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	29,17	3	9,72	1,86	4,07
ERROR	41,75	8	5,22		
TOTAL	70,92	11			

CV= 15,15 %

De acuerdo al análisis de varianza la diferencia entre los efectos alcanzados con los tratamientos aplicados es mínima.

El tratamiento que alcanzó el mayor porcentaje de germinación fue el de remojo en agua natural durante 96 horas (T2), seguido del testigo (T0) con el cual existe una variación del 5 %; lo que significa que la semilla sin aplicarle ningún tratamiento pre-germinativo puede germinar sin problema.

4.3.2.2. Sobrevivencia al repique

El crecimiento promedio de las plántulas a los 30 días es de 0.24 cm, a los 60 días tienen un valor promedio de 0.51 cm y a los 90 días con 0.78 cm (Ver apéndice 15- figura 40).

Los promedios de sobrevivencia para esta especie son altos, con un 96.85 % a los 30 días después del repique, porcentaje que se mantiene hasta los 60 días, y que luego debido a la falta de luz disminuye de manera insignificante a los 90 días alcanzando un porcentaje del 95.28 %.

En cuanto a la sanidad durante los primeros 30 y 60 días el 97 % de las plántulas presentaron excelentes condiciones sanitarias y tan solo un 3 % tuvo un estado entre malo y bueno; en tanto que a los 90 días debido a la falta de luz, las plantas se vieron afectadas,

observándose un porcentaje más bajo (91 %) de plántulas en óptimas condiciones, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 30. Crecimiento en altura, sobrevivencia y estado sanitario de plántulas de *Tabebuia chrysantha* a los 30, 60 y 90 días después del repique (Ver apéndice 8, 9 y 10).

Días	Crecimiento promedio (cm)	% Sobrevivencia (promedio)	% de Sanidad de plántulas			
			Malo	Regular	Bueno	Excelente
30	0,24	98.28	1	1	1	97
60	0,51	97.70	2	0	1	97
90	0,78	95.98	4	3	2	91

4.3.3. *Albizia multiflora*

4.3.3.1. Proceso germinativo

En el cuadro 31, se presenta los resultados promedios de germinación obtenidos de los tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de la especie *Albizia multiflora*. Y además se observa el día promedio de inicio y finalización del proceso de germinación.

Cuadro 31. Resumen del proceso germinativo de semillas de *Albizia multiflora* a nivel de vivero.

Tratamientos	% Germinación promedio	Inicio de germinación (días promedio)	Finalización de germinación (días promedio)
T0	26	23	118
T1	15	21	96
T2	64	9	47

Donde:

T0=Testigo

T1= Remojo en agua natural durante 72h

T2= Semillas tratadas en agua hirviendo a una temperatura de 100 °C, durante 2 minutos, y dejar en reposo durante 24 horas.

Según muestra el cuadro 31, de los promedios de germinación alcanzados con los diferentes tratamientos pregerminativos, se determinó que las semillas que presentaron el porcentaje de germinación más alto (64 %) fue el tratamiento pre-germinativo (T2) en donde las semillas fueron tratadas en agua hirviendo a una temperatura de 100 ° C durante 2 minutos y puestas en reposo durante 24 horas; mientras que el tratamiento de remojo en agua natural durante 72 h obtuvo el más bajo porcentaje de germinación (3.75 %); lo que demuestra que es el menos adecuado.

En cuanto a los días promedio tanto de inicio como finalización de la germinación, también difieren entre tratamientos, en donde el tratamiento de semillas tratadas en agua hirviendo a una temperatura de 100 °C, durante 2 minutos y en reposo durante 24 horas (T2), necesitaron de menor tiempo (9 días) para germinar, en comparación a los tratamientos de semillas remojadas por 72 horas (T1) y testigo (T0) que necesitaron entre 21 y 23 días para empezar a germinar (Ver apéndice 15-figura 41). Del mismo modo el período del proceso germinativo fue más corto para T2, el cual concluyó a los 47 días; mientras que para los tratamientos (T1) y (T0) finalizó a los 96 días y 118 días respectivamente.

En el cuadro 32 se presenta el análisis de variación de los efectos producidos por los tratamientos aplicados para la especie *Albizia multiflora* (Ver apéndice 4).

Cuadro 32. Análisis de varianza del proceso germinativo de la especie *Albizia multiflora*.

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	330,50	3	110,17	10,52	4,07
ERROR	83,75	8	10,47		
TOTAL	414,25	11			

CV= 36.98 %

De acuerdo al análisis estadístico existe una variación significativa entre tratamientos, debido a que los efectos producidos por los factores aplicados a la especie fueron ampliamente diferentes.

El tratamiento más efectivo que alcanzó el mayor porcentaje de germinación y difirió del resto de tratamientos fue el T2 de semillas tratadas en agua hirviendo a una temperatura de 100 ° C, durante 2 minutos y en reposo durante 24 horas.

4.3.3.2. Sobrevivencia al repique

El crecimiento promedio de las plántulas durante los primeros 30 días es de 1,00 cm, a los 60 días presenta un valor de 1,47 cm y a los 90 días el crecimiento es de 1,69 cm (Ver apéndice 15- figura 42).

Los niveles promedios de sobrevivencia obtenidos a los 30 días después del repique son altos con el 91.92 %; mientras que a los 60 días este porcentaje disminuyó y se mantuvo hasta los 90 días con un 87.88 %, debido a la presencia de una helada generada por la época lluviosa.

En cuanto a la sanidad durante los primeros 30 y 60 días el 84 % y 76 % respectivamente de las plántulas presentaron excelentes condiciones sanitarias, mientras que a los 90 días debido al clima, las plantas se vieron afectadas notablemente perdiendo gran parte del área foliar, por lo que el porcentaje de plántulas en excelentes condiciones disminuyó a un 40 %, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 33. Crecimiento en altura, sobrevivencia y estado sanitario de plántulas de *Albizia multiflora* a los 30, 60 y 90 días después del repique (Ver apéndice 11, 12 y 13).

Días	Crecimiento promedio (cm)	% Sobrevivencia (promedio)	% de Sanidad de plántulas			
			Malo	Regular	Bueno	Excelente
30	1,00	91,92	5	4	7	84
60	1,47	87,88	10	10	4	76
90	1,69	87,88	12	10	38	40

4.3.4. *Terminalia valverdeae*

4.3.4.1. Proceso germinativo

Se registró únicamente la germinación de 2 plántulas, lo cual se debió a la dureza y el grosor de la testa de la semillas que impidió que el embrión se imbibiera y comience su proceso germinativo (Ver apéndice 15- figura 43 y 44).

Es importante indicar que por los resultados obtenidos, no se aplicó el análisis estadístico ya que no hay datos para el análisis de varianza entre los tres tratamientos aplicados.

4.4. Propagación asexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco

Debido a la ausencia de resultados, es importante indicar que no se aplicó el análisis estadístico con el diseño propuesto en el proyecto, ya que no hay datos para el análisis de varianza entre los dos métodos de propagación vegetativa (estacas y esquejes) y las concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lit y 15 ml/lit).

4.4.1. *Caesalpinia glabrata* (Charán)

4.4.1.1. Propagación asexual mediante estacas y esquejes utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lit y 15 ml/lit).

En la propagación asexual, mediante estacas y esquejes de la especie *Caesalpinia glabrata* utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lit y 15 ml/lit), los resultados logrados fueron negativos en enraizamiento y sobrevivencia. Las estacas y esquejes luego de sembrados en las fundas, se marchitaron y terminaron secándose, a pesar de haberles dado todos los cuidados requeridos.

Es importante recalcar, que la evaluación se hizo a los tres y seis meses de iniciado el ensayo, para determinar el porcentaje de enraizamiento en estacas y esquejes, pero se obtuvo únicamente la formación de brotes falsos. A continuación se indican en el cuadro 34 los resultados obtenidos de esta especie (Ver apéndice 15- figura 62).

Cuadro 34. Enraizamiento y sobrevivencia en vivero, de estacas y esquejes de *Caesalpinia glabrata* en tres concentraciones de hormonas.

VARIABLES	HORMONAGRO1 (0,05 g)		ROOT - HOR (5 ml/lt)		ROOT - HOR (15 ml/lt)	
	Tres meses	Seis meses	Tres meses	Seis meses	Tres meses	Seis meses
N° de raíces	0	0	0	0	0	0
Largo de raíces(cm)	0	0	0	0	0	0
(%) de enrizamiento	0	0	0	0	0	0
N° de estacas vivas	0		0		0	
% de prendimiento	0					

4.4.2. *Tabebuia chrysantha* (Guayacán)

4.4.2.1. Propagación asexual mediante estacas y esquejes utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lt y 15 ml/lt)

La especie *Tabebuia chrysantha* también obtuvo resultados negativos, a pesar de que las estacas y esquejes iban brotando con éxito hasta un determinado tiempo, esto se debió únicamente a las reservas alimenticias que aun contenían; por lo que luego comenzaron a marchitarse y secarse gradualmente (Ver apéndice 15-figura 63). A continuación se muestran los resultados en el cuadro 35.

Cuadro 35. Enraizamiento y sobrevivencia en vivero, de estacas y esquejes de *Tabebuia chrysantha* en tres concentraciones de hormonas.

VARIABLES	HORMONAGRO1 (0,05 g)		ROOT - HOR (5 ml/lt)		ROOT - HOR (15 ml/lt)	
	Tres meses	Seis meses	Tres meses	Seis meses	Tres meses	Seis meses
N° de raíces	0	0	0	0	0	0
Largo de raíces(cm)	0	0	0	0	0	0
(%) de enraizamiento	0	0	0	0	0	0
N° de estacas vivas	0		0		0	
% de prendimiento	0					

4.4.3. *Albizia multiflora* (Angolo)

4.4.3.1. Propagación asexual mediante estacas y esquejes utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lt y 15 ml/lt)

Para esta especie los resultados en estacas y esquejes no fueron satisfactorios, obteniendo el 0 % de sobrevivencia y prendimiento, considerando que al inicio de la investigación se dieron apenas la brotación de dos estacas, pero conforme pasaban los días terminaron marchitándose completamente, mientras tanto en esquejes no hubo brotación alguna, así se evidencia en el cuadro 36 (Ver apéndice 15-figura 64).

Cuadro 36. Enraizamiento y sobrevivencia en vivero, de estacas y esquejes de *Albizia multiflora* en tres concentraciones de hormonas.

VARIABLES	HORMONAGRO1 (0,05 g)		ROOT - HOR (5 ml/lt)		ROOT - HOR (15 ml/lt)	
	Tres meses	Seis meses	Tres meses	Seis meses	Tres meses	Seis meses
N° de raíces	0	0	0	0	0	0
Largo de raíces(cm)	0	0	0	0	0	0
(%) de enrizamiento	0	0	0	0	0	0
N° de estacas vivas	0		0		0	
% de prendimiento	0					

4.4.4. *Terminalia valverdeae* (Guarapo)

4.4.4.1. Propagación asexual mediante estacas y esquejes utilizando concentraciones de HORMONAGRO 1 (0,05 g) y ROOT - HOR (5 ml/lt y 15 ml/lt)

La especie *Terminalia valverdeae* arrojó resultados aparentemente buenos al inicio, ya que la mayoría de plantas iban brotando con éxito hasta un determinado tiempo, sin embargo, al igual que el resto de especies esto se debió únicamente a las reservas que aun contenían los tallos (estacas y esquejes), por lo que no lograron sobrevivir al final del ensayo, de tal manera se indican los resultados de esta especie en el cuadro 37 y (Ver apéndice 15-figura 65 y 66).

Cuadro 37. Enraizamiento y sobrevivencia en vivero, de estacas y esquejes de *Terminalia valverdeae* en tres concentraciones de hormonas.

VARIABLES	HORMONAGRO 1 (0,05 g)		ROOT - HOR (5 ml/l)		ROOT - HOR (15 ml/l)	
	Tres meses	Seis meses	Tres meses	Seis meses	Tres meses	Seis meses
Nº de raíces	0	0	0	0	0	0
Largo de raíces(cm)	0	0	0	0	0	0
(%) de enrizamiento	0	0	0	0	0	0
Nº de estacas vivas	0		0		0	
% de prendimiento	0					

4.5. Difusión de los resultados obtenidos

Dada la importancia que representa la generación de información sobre este tema, se realizaron varias acciones para la correcta difusión de los resultados.

Se elaboró un tríptico orientado a dar a conocer la presente investigación a instituciones que trabajan a favor del ambiente (ver apéndice 16- figura 67). También se llevó a cabo un taller participativo en el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Zapotillo, con funcionarios del Ministerio del Ambiente, presidentes de Juntas Parroquiales del cantón Zapotillo y estudiantes del Colegio Nacional Zapotillo (ver apéndice 16- figura 68).

Finalmente se efectuó la exposición de los resultados obtenidos a los estudiantes del cuarto y quinto año de la Carrera de Ingeniería Forestal (ver apéndice 16- figura 69); y se realizó un artículo científico.

5. DISCUSIÓN

5.1. Pruebas Standard de Calidad de Semillas

En los análisis físicos realizados a las semillas, las especies más puras pertenecen a las especies *Caesalpinia glabrata*, *Tabebuia chrysantha* y *Albizia multiflora*, esto debido a que las semillas vienen dentro de vainas que al extraerlas pueden recolectarse casi libres de impurezas; a diferencia de *Terminalia valverdeae* cuyas semillas presentaron una especie de ala a los extremos que al manipular se desprende.

De acuerdo al peso internacional en el caso de *Tabebuia chrysantha* que son semillas muy livianas, mientras el peso fue el más bajo, el número de semillas fue el mayor con 32845 semillas/kg. Las especies *Caesalpinia glabrata* y *Albizia multiflora* presentaron un peso liviano por lo que se encontró un número alto de unidades por kilogramo; en tanto que *Terminalia valverdeae* debido al gran tamaño de sus semillas, presentó el mayor peso y el menor número de unidades por kilogramo (1948 semillas).

En las pruebas de contenido de humedad todas las especies presentaron porcentajes bajo el 40 % por lo que se consideran como semillas ortodoxas que pueden ser almacenadas por largos períodos de tiempo. *Tabebuia chrysantha* presentó el porcentaje más alto de entre las especies con 11 %, resultado parecido al que obtuvieron Alvarado y Encalada (2008) el cual fue del 13,1 %.

Respecto a las pruebas de germinación realizadas a nivel de laboratorio los resultados fueron satisfactorios para *Caesalpinia glabrata* que alcanzó el más alto porcentaje de germinación (96,75 %), resultado que al parecer se debió al alto porcentaje de viabilidad de las semillas (100 %); pero además, al bajo contenido de humedad (7 %) que presentan sus semillas, con lo que se confirma lo expuesto por Chamba y Chimbo (2002) quienes afirman que las semillas que guardan mayor humedad tienen un menor porcentaje de germinación y viceversa.

En el caso de *Tabebuia chrysantha*, la germinación fue rápida y relativamente homogénea y alcanzó un porcentaje alto de germinación del 93,25 %, resultado que probablemente se debió a las condiciones controladas semejantes a las naturales en las que se desarrolló el proceso germinativo, así como al alto porcentaje de viabilidad que presentaron las semillas (96 %); a diferencia de Alvarado y Encalada (2008) que en un ensayo de laboratorio de semillas recolectadas en la ECSF alcanzaron únicamente 0,2 % de porcentaje de viabilidad, lo cual aseguran se debió al ataque de plagas y enfermedades que no permitió alcanzar la madures fisiológica de las semillas, alcanzando un bajo porcentaje de germinación del 27,6 %.

Para la especie *Albizia multiflora*, la germinación fue bastante irregular, se dio en un período amplio de tiempo que aparentemente duró hasta los 93 días y alcanzó un bajo porcentaje de germinación del 41,25 %; mientras que el porcentaje de viabilidad fue alto (100 %); por lo que se presume que las semillas necesitaron de un mayor espacio de tiempo para continuar con el proceso germinativo. En efecto Crocker (1938) señala que las semillas de leguminosas, se caracterizan por la persistencia de su viabilidad durante largo tiempo.

La no germinación de *Terminalia valverdeae* se debió a la dureza de la testa que no permitió el ingreso de agua hacia el embrión, evitando que se imbibiera y germine; este resultado se asemeja al de Bustamante y Calle (2000) que en un ensayo de laboratorio tampoco obtuvieron ningún resultado, aduciendo que en las semillas influyen factores fisiológicos por lo que solo cada cierto período de tiempo hay una reproducción de semilla segura.

5.2. Propagación Sexual y Supervivencia a Nivel de Vivero

Los análisis del proceso germinativo y supervivencia en vivero se realizaron en forma individual para cada una de las especies. Es así que la germinación de las semillas de *Caesalpinia glabrata* fue muy rápida y relativamente uniforme entre tratamientos; el tiempo de germinación fue entre el 5 y 6 día, mientras que los días de finalización fueron

entre los 35 y 37 días. Los porcentajes de germinación fueron bastante altos, alcanzando promedios del 98 %, 96 % y 95 %; dado el alto grado de viabilidad de las semillas y tomando en cuenta las óptimas condiciones (temperatura, espacio, luz, riego) en que fueron sembradas. En cuanto a la sobrevivencia de la plántula al repique, fue representativa pese al ataque de hormigas y larvas, siendo esta a los 30 días del 96,85 %, y a los 60 y 90 días del 84 % y 87 % respectivamente, obteniéndose finalmente el 13 % de mortalidad. En tanto que el crecimiento promedio fue el mayor con respecto al resto de especies, alcanzando 4,77 cm a los 90 días, y con una condición sanitaria en estado excelente.

En el caso de *Tabebuia chrysantha*, el tiempo en el proceso germinativo al igual que en laboratorio fue muy corto y se dio entre el 3 y 5 día hasta los 20 y 25 días; ligeramente parecido a lo que afirma Trujillo (2002), en cuyo ensayo asegura que la germinación de esta especie inicia a los 7 días y culmina a los 13 días. En cuanto a los porcentajes de germinación alcanzados en vivero, estos fueron del 62 %, 52 % y 67 %; promedios menores en comparación al obtenido en laboratorio (93,25 %); resultado que se debió al daño que sufrieron las semillas en las platabandas de germinación, ocasionado por el exceso de agua, producto de la época lluviosa. En cuanto a la sobrevivencia de la plántula al repique fue muy representativa, a los 30 días del 98,28 % y a los 60 y 90 días del 95,98 % y 97,70 % respectivamente; debido a que recibieron el riego dosificado al clima (el exceso de agua favorece las enfermedades o formación de costras impermeables), mientras tanto su crecimiento promedio fue el mas lento (0,78 cm), lo cual se debió a que se privó de manera parcial de sombra durante todo el ensayo (50 % de luz) , a pesar de ello la sanidad de las plántulas fue excelente.

En el caso de *Albizia multiflora*, el tiempo de germinación del segundo tratamiento (semillas en agua hirviendo a una temperatura de 100 ° C, durante 2 minutos, y en reposo durante 24 horas) se dio al 9 día y concluyó a los 47 días, período que fue el mas corto en comparación a los otros tratamientos pregerminativos aplicados (testigo, remojo en agua natural durante 72 horas) cuyo proceso germinativo fue bastante extenso y se dio entre los 21 y 23 días hasta los 96 y 118 días. Del mismo modo en cuanto a los promedios de germinación, el segundo tratamiento fue el mejor con el 64 %, con una notable diferencia

de los otros tratamientos que alcanzaron promedios más bajos del 26 % y 15 %; lo cual se explica debido a que en el segundo tratamiento el agua caliente escarifica o estimula a la testa de la semilla haciéndolo permeable, permitiendo la absorción de la humedad, respiración y movilización de los alimentos dentro de la semilla; produciéndose la división y agrandamiento de la célula del embrión, dando origen a una nueva planta.

Estos resultados son similares a los que obtuvo Namoc (2010), quien ensayando en *Pithecellobium multiflorum*, nombre con el que se conoce en Perú y el cual es sinónimo de *Albizia multiflora*; probó tratamientos pre-germinativos con agua hirviendo previo a la siembra, obtuvo resultados positivos de germinación (87,36 %, 86,54 % y 63,84 %); y el proceso germinativo, de manera similar a nuestros resultados, inició entre los 8 y 10 días, pero finalizó entre los 12 y 15 días, tiempo menos prolongado en comparación a nuestros resultados.

En cuanto a la sobrevivencia de la plántula al repique, fue representativa, a los 30 días fue del 91,92 %, mientras que a los 60 y 90 del 87,88 %, con un crecimiento promedio durante los 90 días de evaluación de 1,69 cm, lo que al parecer se debió a la falta de luz que limitó a la plántula a desarrollarse con normalidad, sin embargo, a pesar de ello su sanidad fue excelente. Estos resultados son similares a los obtenidos por Namoc (2010) quien a los 30 días registra un porcentaje de sobrevivencia del 90,82 %, mientras que a los 60 días es del 60 %, con un crecimiento mensual de 1.95 cm.

Sin embargo debido a la latencia de este tipo de semillas se presume que el porcentaje de germinación pudo ser mayor. Lo que difiere de los argumentos de Bjerne Ditlevsen (1980) quien afirma que todas las semillas pertenecientes al grupo de las leguminosas disponen de una testa dura y que normalmente tienen un contenido de humedad muy bajo, condiciones que no facilitan su actividad fisiológica para el desarrollo del embrión aun siendo la humedad y temperatura ambiental favorable.

Finalmente la especie *Terminalia valverdeae* no registró una buena germinación, ya que de los tres tratamientos pregerminativos aplicados (testigo, semillas remojadas en agua natural

durante 48 horas y 72 horas) en donde se utilizaron 300 semillas, únicamente 2 germinaron, lo que equivale a menos del 1%; resultado que probablemente se debe a que el tegumento que cubre la semilla ofrece resistencia a la permeabilidad, motivo por el cual los tratamientos pre-germinativos en inmersión de agua no promovieron el rompimiento de esa barrera y de tal manera no permitió que el embrión pueda inhibirse de agua para su germinación. Resultado parecido al que obtuvo Bustamante y Calle (2000), quienes luego de haber aplicado tres tratamientos (testigo, remojo en agua durante 24 horas, y remojo en cloro durante 10 minutos) tampoco alcanzaron resultados positivos, lo que corrobora las experiencias obtenidas en esta investigación.

5.3. Propagación Vegetativa de cuatro Especies Forestales a Nivel de Vivero.

Respecto de la propagación asexual por el método de estacas y esquejes, los resultados obtenidos con los distintos tratamientos fueron negativos para *Caesalpinia glabrata*, a pesar de que durante los primeros tres meses todas las plantas presentaron brotes, estos fueron producidos únicamente por las reservas del tallo, mas no se debió a la adaptabilidad y prendimiento de las mismas, por lo que al término del ensayo se marchitaron completamente.

En el caso de la especie *Tabebuia chrysantha*, tampoco se registraron resultados positivos en estacas y esquejes, a pesar de que luego de unos días de sembradas estas comenzaron a dar brotes, con el paso del tiempo se secaron y marchitaron por lo que se deduce que solamente se trató de reservas de nutrientes que contenían los tallos.

En la especie *Albizia multiflora*, los resultados tanto en estacas como esquejes fueron también negativos, ya que se presentaron únicamente algunos brotes falsos, terminándose de marchitar por completo. Esto se debió probablemente a que las muestras recolectadas no fueron óptimas (muy lignificado) debido a la carencia de material genético apropiado.

En el caso de la especie *Terminalia valverdeae*, los métodos de propagación asexual aplicados no tuvieron resultados favorables tanto en estacas como en esquejes, a pesar de que fue la especie que presentó la mayor cantidad de brotes, al final resultaron ser brotes falsos que terminaron por secarse completamente al término de la evaluación.

Finalmente se considera que los resultados negativos obtenidos en la propagación vegetativa (estacas y esquejes) de las cuatro especies forestales, pudo deberse a distintos factores; como a las variaciones bruscas de clima (altas precipitaciones y temperaturas) o al tipo de sustrato que no fue el adecuado (falta de porosidad y buen drenaje). Sin embargo se presume también que pudo deberse a que las concentraciones de HORMONAGRO 1 y ROT – HOR utilizadas fueron muy bajas; y a que las especies presentan características muy lignificadas lo cual dificulta los procesos de proliferación del sistema radicular, impidiendo de tal modo la formación de nuevos brotes.

6. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se han podido llegar luego de haber culminado el presente trabajo investigativo son las siguientes:

- El éxito de los elevados porcentajes de germinación a nivel de laboratorio de *Caesalpinia glabrata* con 96,75 % y *Tabebuia chrysantha* con 93,25 %, se deben a los altos porcentajes de viabilidad que presentaron y por tratarse de semillas ortodoxas.
- Los bajos porcentajes de germinación en laboratorio para *Albizia multiflora* puede deberse a que las semillas necesiten de un mayor espacio de tiempo para continuar con el proceso germinativo; mientras que para *Terminalia valverdeae* la germinación se vio limitada por la contaminación por hongos que sufrieron las semillas, pero principalmente se debió a la dureza de la testa de las semillas que no permitió el ingreso de agua hacia el embrión, evitando que se imbibiera y germine.
- A nivel de vivero la germinación de la especie *Caesalpinia glabrata* fue muy rápida y homogénea, ya que tanto el testigo como los tratamientos aplicados dieron buenos resultados, razón por la cual se puede concluir que a esta especie no es necesario aplicarle tratamientos pregerminativos, ya que con el testigo los resultados fueron satisfactorios. En tanto que su crecimiento promedio a los 90 días fue de 4,77 cm, siendo esta la especie que logró el mejor crecimiento a nivel de vivero.
- Para la especie *Tabebuia chrysantha*, tanto los tratamientos pregerminativos aplicados como el testigo ayudaron en la germinación en vivero de esta especie, alcanzando una germinación promedio de 60,33 %, por lo que se deduce que para sembrar la especie no es necesario utilizar tratamientos pregerminativos, ya que con el testigo se obtuvo buenos resultados. Mientras que el crecimiento de esta especie fue lento y alcanzó un promedio de 0,78 cm a los 90 días, que fue el más bajo, comparado con las otras especies.

- El mejor resultado de germinación en vivero para la especie *Albizia multiflora* con el 64 % se obtuvo con semillas tratadas en agua hirviendo, concluyendo que es el mejor tratamiento pre-germinativo que permeabiliza la testa de la semilla y favorece la absorción del agua que activa los procesos bioquímicos y fisiológicos, que dan origen a una nueva planta. El comportamiento de crecimiento y desarrollo de las plántulas mantuvo un ritmo lento, alcanzando 1.69 cm a los 90 días.
- La especie *Terminalia valverdeae* no registró germinación alguna en vivero, se considera estos resultados debido a que su testa dura y el tegumento que la cubre ofrecen resistencia a la permeabilidad, motivo por el cual los tratamientos pre-germinativos en inmersión de agua no funcionaron para el ensayo de propagación.
- Los niveles de sobrevivencia al repique obtenidos en *Caesalpinia glabrata*, *Tabebuia chrysantha* y *Albizia multiflora* estuvieron influenciados por los cambios bruscos de clima, a pesar de ello esto no afectó de manera significativa las plantas de las especies en estudio, siendo su estado sanitario excelente.
- Las especies arbóreas: *Caesalpinia glabrata*, *Tabebuia chrysantha*, *Albizia multiflora*, y *Terminalia valverdeae*; no respondieron a la propagación vegetativa (estacas y esquejes) con los tratamientos aplicados, debido a que se trata de especies con características muy leñosas, que impiden la proliferación de raíces y el desarrollo de brotes nuevos. El sustrato utilizado en la proporción 3:1:1:1; 50 % de suelo + 16,67 % arena de mina + 16,67 % de materia orgánica + 16,67 % de fregol, no fue el adecuado, así como las concentraciones de hormona HORMONAGRO 1 (0,05 g), y ROOT - HOR (5 ml/lit y 15 ml/lit), que no incidieron en el prendimiento de estacas y esquejes de estas especies.

7. RECOMENDACIONES

- ✓ Para la germinación de *Caesalpinia glabrata* y *Tabebuia chrysantha*, dado que entre el testigo (sin tratamiento) y los tratamientos pregerminativos aplicados, estadísticamente no hay una diferencia significativa; se recomienda la siembra directa es decir sin aplicar ningún tratamiento, debido a que se pueden obtener buenos resultados.
- ✓ En el caso de las semillas de testa dura como *Albizia multiflora* se sugiere continuar los ensayos de germinación utilizando agua hirviendo, pero además probando otras sustancias orgánicas como estimuladores de germinación de las semillas. Y para *Terminalia valverdeae* se recomienda la aplicación de tratamientos químicos, que permitan el rompimiento de la testa, y logren de esta manera que el embrión pueda imbibirse y germinar.
- ✓ Para el caso de las especies *Albizia multiflora* y *Terminalia valverdeae*, se recomienda también probar otro tipo de sustratos como: compuesto con grava, arenas, tierras volcánicas y turbas, los cuales pueden asegurar porosidad y buen drenaje; a fin de generar resultados positivos.
- ✓ Para las especies arbóreas en estudio: *Caesalpinia glabrata*, *Tabebuia chrysantha*, *Albizia multiflora*, y *Terminalia valverdeae* se debe continuar investigando la propagación vegetativa por estacas y esquejes, probando concentraciones más altas de HORMONAGRO 1, ROOT - HOR o es su caso, nuevas hormonas (Ácido Indol Butírico, Acido Indol Acético, etc.); nuevos sustratos de enraizamiento, pudiendo ser también sustratos naturales como la miel de abeja, agua de coco, tamo de café; sistemas de riego bajo niebla; probar diferentes procedencias del material vegetal, tamaños de las estacas y su ubicación dentro del árbol; épocas de propagación, estacas y esquejes con hojas, etc., todo estos parámetros ayudarán a profundizar los escasos conocimientos que se tiene de las especies en estudio y de esta manera identificar metodologías exitosas de propagación vegetativa de estas especies.

- ✓ Controlar las condiciones climáticas, utilizando barreras protectoras como mallas o plástico en días con altas temperaturas o muy lluviosos, para evitar el marchitamiento o pudrición de las plántulas.

- ✓ En invernadero o sistema parecido en donde se realicen estos ensayos, se recomienda que en lo posterior la aclimatación de las plántulas se haga gradualmente, tratando de no darles cambios bruscos de clima, ya que aún no están adaptadas a un ambiente natural.

8. LITERATURA CITADA

- Abraham, F.; Ruiz, M. Laboratorio de semillas Forestales. Revista de Bosques y Desarrollo. Lima, Perú. Pág. 58
- Aguirre, Z., Gutiérrez, M. y Merino B., 2006. Principales Familias de Árboles, Arbustos y Hierbas del sur del Ecuador, Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Herbario y Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”. Loja – Ecuador.
- Aguirre, Z. y L.P. Kvist. 2005. Composición florística y estado de conservación de los bosques secos del sur-occidente del Ecuador. Loja- Ecuador.
- Aldaz, L. y Ochoa, I. 2011. Propagación Asexual de diez Especies Forestales y Arbustivas en el Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”, Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja – Ecuador. Pág. 78 – 82.
- Álvarez C., G. 1999. Técnicas para la propagación por semillas de plantas superiores. UNL. 13 p.
- Álvarez, P.; Varona, T. 1988. Silvicultura. La Habana, Cuba Pueblo y Educación. 318 p.
- Alvarado, C. y Encalada, D. 2007. Estudio Fenológico, Análisis y Almacenamiento de Semillas, de Seis Especies Forestales Nativas en el Bosque Tropical Montano, Potenciales para la Reforestación en la Estación Científica San Francisco (ECSF). Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. Pp. 7-10.
- Añazco, M. 2000. Producción de plantas. CAMAREN. Quito. 119 p.

- Arriagada, V. 2007. 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>.
- Besnier, R.F.1989. Semillas. Biología y Tecnología. Madrid.625p.
- Bjerne, D.1980. Curso de Capacitación Tema: Almacenaje, ensayos y certificación de semillas forestales. Servicio Nacional Forestal. Dinamarca.
- Briscos, C. 1990. Manual de ensayos de campo con árboles de usos múltiples. Proyecto F/FRED. Bangkok Tailandia. 143 p.
- Bustamente, P. & Calle, D. (2000). Estudio dendrológico, fenológico y propagación de especies nativas del cantón Celica. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. Pp. 89, 95.
- Caraguay C., Gunter S. y Rivas R. 2003. Segundo Congreso Internacional de Bosque seco. Piura – Perú.
- Carazo, N. 2005. La producción de esquejes. Barcelona- España. Pág. 8.
- Castillo, M. & Peralta, O. 2007. Estado de conservación, propagación asexual y sexual en invernadero y laboratorio de dos especies de podocarpáceas, procedentes de la Reserva comunal Angashcola. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja-Ecuador. Pág. 2.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. 1997. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales. Turrialba. Costa Rica.

- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE, 2000. Programa de Investigación. Proyecto de semillas forestales – PROSEFOR. Técnicas para la Escarificación de Semillas Forestales. Serie Técnica Manual N° 36. Turrialba, Costa Rica.
- Chamba J. 2002. Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la provincia de Loja. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja – Ecuador. Pág. 90.
- Chamba, C. y Chimbo, C. 2002. Estudio Fenológico de las Especies Forestales del Bosque Montano, en la Estación Científica San Francisco. Tesis de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Facultad de Ciencias Agrícolas. Loja-Ecuador Pp. 113.
- Comercial Andina S.A. Ficha Técnica “ROOT - HOR”. Lima, Perú. Consultado 04 oct. 2011. Disponible en: http://www.grupoandina.com.pe/files/ficha_tecnica/ROOT-HOR-20FICHA%20TECNICA.pdf.
- Crocker, W. 1938. Life-span of seeds. Bot. Rev. 4: 235-274.
- Cuculiza, P. 1985. Propagación de Plantas. Lima, Perú. Talleres gráficos Villanueva. 280p.
- Cueva, O. 1997. Recolección, Clasificación y Estudio Etnobotánico de los Recursos Filogenéticos Arbóreos y Arbustivos Nativos Productores de Frutos Comestibles de la Provincia de Loja. UNL. Loja-EC.
- Edifarm. 1996. Vademecum Agrícola. 4ed. Quito Ec. Pág 289 – 290.
- Espinal, L. S. 1985. Geografía ecológica del departamento de Antioquia. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía. Pp 24.

- Evans, D. E, J. Coleman, A, Kearns. 2003. Plant Cell culture. BIOS Scientific Publisher. The basic.
- George, E. F. 1993. Plant Propagation by tissue culture Part 1. The Technology. Second edition. Exegetics limited.
- González, E., García J. C., Correa J. 2005. Especies Forestales del Bosque Seco “Cerro Negro – Cazaderos”, Zapotillo – Puyango- Loja Ecuador. Fundación Ecológica Arcoiris. Loja. Ecuador. 108 p.
- Guerrero, C. y López, F., 1993. Árboles Nativos de la Provincia de Loja. MC Offset, Fundación Ecológica A Arcoiris. Loja – Ecuador. Pág. 22 – 93.
- Hartman, T.; Kester, E. 1985. Propagación de plantas; principios y prácticas. 2da. Ed. México, D.F.C. 683p.
- Hartman H.T. y otros, 1990. Propagación de plantas, Principios y prácticas CECOSA, México.
- Huanca, W. 2001. Métodos de reproducción asexual y su aplicación. Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de Ciencias Agrarias. Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, Perú. Consultado 10 jun. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/propagación-asexual-plantasy-su-aplicación>.
- Hurtado M. y Merino M. 1987. Cultivo de Tejidos vegetales. Editorial Trillas.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2007. International Rules for Seed Testing. Edición 2007.
- Iñiguez L. 2009. Propagación en vivero de seis especies forestales promisorias de la zona seca de la provincia de El Oro, para la reforestación en áreas de

explotación de material pétreo y embellecimiento vial del proyecto Huaquillas– Santa Rosa. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja – Ecuador. Pág. 120.

- Jaramillo, A. 2002. Distribución y Métodos de Propagación de Capotillo *Anthurium giganteum* Engl. En los Bosques de la Parroquia Molleturo, Provincia del Azuay. Tesis de grado. Carrera de Ingeniería Forestal. UNL. Loja-EC. 52p.
- Jorgensen P. M. and León- Yáñez (EDITORS). 1999. Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden Press. St. Louis, Missouri.
- Kyte L., J. Kleyn. 1996. Plants from Test Tubes and Introduction to micropropagation. Timber Press, Portland, Oregon. Third Edition.
- Loján, L. 1992. El verdor de los Andes. Proyecto de Desarrollo Forestal Participativo en los Andes. Quito, Ecuador.
- Marín A. 1995. Observaciones Fenológicas y Propagación Sexual de tres especies de Podocarpácea de la zona Andina Colombiana. Pág. 1-6.
- Miller, V.E. 1967. Fisiología Vegetal. Traducida por Francisco de la Torre. México. 388 p.
- Muñoz, V. M. 1993. Notas del Centro Productor de Semillas de Árboles Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Chile.
- Namoc, J. 2010. Ensayos Experimentales de Propagación y Desarrollo del Angolo, Centro Idas Piura.
- Norma. 1983. Diccionario de Biología. Bogotá – Colombia. Pág 38 – 160.

- Paredes, R. 1997. Formulación participativa de un Plan Preliminar de Manejo del Bosque Nativo de “Pacaya”, cantón Quito. Tesis de grado. Carrera de Ingeniería Forestal. UNL. Loja-EC.
- Pérez, F. & Martínez- Laborde, J. 1994. Introducción a la Fisiología Vegetal. Editorial Mundi – Prensa. Madrid, España.
- Pierik, R. 1990. Cultivo in vitro de las plantas superiores. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España.
- Rodríguez, J. y Nieto, V. 1999. Investigación en Semillas Forestales Nativas. CONIF. Serie Técnica/Nº 43. Bogotá. Pp. 89.
- Ríos, R y Ríos, R. 2000. Fenología y propagación de tres especies de Podocarpacea. Tesis Ingeniero Forestal. Loja – Ecuador. UNL. AARNR. Pág 81 – 84.
- Rojas, S., García, J., Alarcón, M. 2004. Propagación Asexual de Plantas. Conceptos Básicos y Experiencias con Especies Amazónicas. Bogotá- Colombia.
- Sáenz, H. y Sánchez, L. 1993. Ensayo de Propagación Vegetativa por Estacas de Cuatro Especies Arbóreas Ornamentales. Loja-Ecuador.
- SEMARNAT, 2005. Clases de Semillas. Consultado: 27 abril 2012. Disponible en <http://www.semarnat.gob.mx/educacionambiental/Paginas/inicio.aspx>
- Smith, R. y Smith, T. 2001. Ecología. Cuarta edición. Pearson Educación, S.A. Madrid.
- Solano, R. 2000. Propagación por acodaduras aéreas de Ocho Especies Vulnerables en el Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa”. Loja-Ecuador.

- Taiz L. y E. Zeiger. 2002. Plant physiology. Sinaver Associates, Inc. Publishers. Sunderland, Massachusetts. Third edition.
- The Nature Conservancy, 2011 Ecuador Bosques Secos. Consultado: 27 sep. 2011. Disponible en <http://espanol.tnc.org/dondetrabajamos/ecuador/lugares/>.
- Toogood, 2000. Enciclopedia de la propagación de plantas. Blume. Barcelona.
- Trujillo N., E. 1994. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Santa Fe Bogotá., D.C.; Col. 150p.
- Trujillo N., E. 2002. Manual de árboles. Primera edición. Bogotá- Colombia. Pp 250.
- Vásquez, C.; Orozco, A.; Rojas, M.; Sánchez, E.; Cervantes, V. 1997. La reproducción de plantas: semillas y meristemas. Fondo de Cultura Económica, México.
- Velázquez, M. 1998. Identificación, fenológica, usos y clasificación de los árboles y arbustos del bosque Seco de Guápalas. Tesis Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja- Ecuador. 106p.
- Willan R., L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos. Roma- Italia.
- _____, 2007. Bosque Puyango. All rights reserved. Loja - Ecuador. Consultado 26 enero. 2012. Disponible en: <http://www.bosquepuyango.ec/en/especieflora.php?pageNumfauna=1>.
- _____, 2007. Información de los Bosques Secos de Ecuador y Perú. Loja - Ecuador. Consultado 20 abril. 2012. Disponible en: (http://www.darwinnet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=831:charan-catid=60).

- _____, 2007. Información de los Bosques Secos de Ecuador y Perú. Loja - Ecuador. Consultado 20 abril. 2012. Disponible en: http://www.darwinnet.org/index.php?option=com_content&view=article&id=822:guarapo-ocastano&catid=60.

9. APÉNDICES

Apéndice 1. Ubicación y datos generales de campo, de los árboles de las cuatro especies forestales en estudio.

Nombre científico	Nombre vulgar	No árbol	DAP (cm)	H (m)	Ubicación geográfica		Altitud (msnm)
					Latitud	Longitud	
<i>Caesalpinia glabrata</i>	Charán	1	72	12	578604	9525106	310
<i>Caesalpinia glabrata</i>	Charán	2	90	9	578587	9525268	309
<i>Caesalpinia glabrata</i>	Charán	3	96	9	578674	9525744	317
<i>Caesalpinia glabrata</i>	Charán	4	60	10	578658	9525333	299
<i>Caesalpinia glabrata</i>	Charán	5	97	11	578658	9525370	287
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán	1	78	15	575905	9527507	464
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán	2	121	12	576415	9527748	434
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán	3	80	14	573729	9527667	500
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán	4	82	13	587642	9539256	450
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán	5	90	15	586690	9537563	460
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	1	83	13	575979	9527421	495
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	2	80	12	576013	9527441	491
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	3	93	14	576015	9527404	485
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	4	79	10	576071	9527490	469
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	5	77	11	575866	9527394	492
<i>Terminalia valverdeae</i>	Guarapo	1	94	12	574752	9527691	485
<i>Terminalia valverdeae</i>	Guarapo	2	195	15	574702	9527636	493
<i>Terminalia valverdeae</i>	Guarapo	3	139	13	574062	9527596	488
<i>Terminalia valverdeae</i>	Guarapo	4	50	11	573662	9527487	470
<i>Terminalia valverdeae</i>	Guarapo	5	40	11	575800	9527553	492

Apéndice 2. Diseño experimental para la especie *Caesalpinea glabrata* a nivel de vivero

Tratamientos pregerminativos con cuatro repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	96	96	100	100	392	98
T1	100	92	96	96	384	96
T2	96	100	92	92	380	95
					1156	96,33

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	9216	9216	10000	10000	38432	9608
T1	10000	8464	9216	9216	36896	9224
T2	9216	10000	8464	8464	36144	9036
					111472	9289,33

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	18,67	3	6,22	0,54	4,07
ERROR	92,00	8	11,50		
TOTAL	110,67	11			

$$CV = 3,52 \%$$

Donde:

GL= grados de libertad
SC= suma de cuadrados

CM= cuadrados medios
Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Error Estándar = 1,70

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	392	384	380	$\Sigma T.. 1156$
Y.	98	96	95	$\Sigma Y.. 289$

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	5,53	6,85

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t2	t1	t0
Promedios /orden	95,00	96,00	98,00

3. Resumen

Tratamientos	t2	t1	t0
Medias	95,00	96,00	98,00
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		1,70	1,70
ALS (sx)		5,53	6,85

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t0-t2	98,00	95,00	3,00	menor	6,85	No hay diferencia
t0-t1	98,00	96,00	2,00	menor	5,53	No hay diferencia
t1-t2	96,00	95,00	1,00	menor	6,85	No hay diferencia

Apéndice 3. Diseño experimental para la especie de *Tabebuia chrysantha* a nivel de vivero

Tratamientos pregerminativos con cuatro repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	64	76	56	52	248	62,00
T1	52	56	48	52	208	52,00
T2	56	64	68	80	268	67,00
					724	60,33

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	4096	5776	3136	2704	15712	3928
T1	2704	3136	2304	2704	10848	2712
T2	3136	4096	4624	6400	18256	4564
					44816	3734,67

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	466,67	3	155,56	1,86	4,07
ERROR	668,00	8	83,50		
TOTAL	1134,67	11			

CV= 15.15 %

Donde:

GL= grados de libertad
SC= suma de cuadrados

CM= cuadrados medios
Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Error estándar = 4.57

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	248	208	268	$\sum T..$ 724
Y.	62,00	52,00	67,00	$\sum Y..$ 181

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	14,89	18,46

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t1	t0	t2
Promedios /orden	52,00	62,00	67,00

3. Resumen

Tratamientos	t1	t0	t2
Medias	52,00	62,00	67,00
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		4,57	4,57
ALS (sx)		14,89	18,46

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t2-t1	67,00	52,00	15,00	mayor	18,46	Si hay diferencia
t2-t0	67,00	62,00	5,00	mayor	14,89	Si hay diferencia
t0-t1	62,00	52,00	10,00	mayor	18,46	Si hay diferencia

Apéndice 4. Diseño experimental para la especie *Albizia multiflora* de a nivel de vivero.

Tratamientos pregerminativos con cuatro repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	32	28	12	32	104	26
T1	4	16	24	16	60	15
T2	40	80	68	68	256	64
					420	35

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	1024	784	144	1024	2976	744
T1	16	256	576	256	1104	276
T2	1600	6400	4624	4624	17248	4312
					21328	1777,33

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	5288,00	3	1762,67	10,52	4,07
ERROR	1340,00	8	167,50		
TOTAL	6628,00	11			

$$CV = 36,98\%$$

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 6,47

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	104,00	60,00	256,00	$\Sigma T..$ 21328
Y.	26,00	15,00	64,00	$\Sigma Y..$ 105

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	21,10	26,15

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t1	t0	t2
Promedios /orden	15,00	26,00	64,00

3. Resumen

Tratamientos	t1	t0	t2
Medias	15,00	26,00	64,00
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		6,47	6,47
ALS (sx)		21,1	26,15

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t2-t1	64,00	15,00	49,00	mayor	26,15	Si hay diferencia
t2-t0	64,00	26,00	38,00	mayor	21,10	Si hay diferencia
t0-t1	64,00	15,00	49,00	mayor	26,15	Si hay diferencia

Apéndice 5. Análisis estadístico del incremento en alturas a los 30 días de monitoreo para la especie *Caesalpinia glabrata* a nivel de vivero

Alturas de plántulas por tratamientos y repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	2,79	2,14	2,43	2,54	9,9	2,48
T1	2,2	2,06	1,92	2,03	8,21	2,05
T2	2,36	2,45	1,79	2,5	9,1	2,28
					27,21	2,27

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	7,78	4,58	5,9	6,45	24,71	6,18
T1	4,84	4,24	3,69	4,12	16,89	4,22
T2	5,57	6	3,2	6,25	21,02	5,26
					62,62	5,22

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	0,36	3	0,12	1,71	4,07
ERROR	0,56	8	0,07		
TOTAL	0,92	11			

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 0,13

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	9,9	8,21	9,10	$\Sigma T..$ 27,21
Y.	2,48	2,05	2,28	$\Sigma Y..$ 6,81

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	0,43	0,53

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t1	t2	t0
Promedios /orden	2,05	2,28	2,48

3. Resumen

Tratamientos	t1	t2	t0
Promedios /orden	2,05	2,28	2,48
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		0,13	0,13
ALS (sx)		0,43	0,53

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t0-t1	2,48	2,05	0,43	menor	0,53	No hay diferencia
t0-t2	2,48	2,28	0,20	menor	0,43	No hay diferencia
t2-t1	2,28	2,05	0,23	menor	0,53	No hay diferencia

Apéndice 6. Análisis estadístico del incremento en alturas a los 60 días de monitoreo para la especie *Caesalpinia glabrata* a nivel de vivero

Alturas de plántulas por tratamientos y repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	4,22	3,55	4,32	4,29	16,38	4,10
T1	3,92	4,07	3,61	3,32	14,92	3,73
T2	4,05	3,69	3,82	4,1	15,66	3,92
					46,96	3,91

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	17,81	12,62	18,66	18,39	67,48	16,87
T1	15,4	16,56	13,03	11,02	56,01	14,00
T2	16,38	13,6	14,59	16,85	61,42	15,36
					184,91	15,41

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	0,27	3	0,09	0,83	4,07
ERROR	0,87	8	0,11		
TOTAL	1,14	11			

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 0,17

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	16,38	14,92	15,66	$\sum T..$ 46.96
Y.	4,10	3,73	3,92	$\sum Y..$ 11.75

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	0,54	0,67

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t1	t2	To
Promedios /orden	3,73	3,92	4,10

3. Resumen

Tratamientos	t1	t2	To
Medias	3,73	3,92	4,10
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		0,17	0,17
ALS (sx)		0,54	0,67

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t0-t1	4,10	3,73	0,37	menor	0,54	No hay diferencia
t0-t2	4,10	3,92	0,18	menor	0,67	No hay diferencia
t2-t1	3,92	3,73	0,19	menor	0,54	No hay diferencia

Apéndice 7. Análisis estadístico del incremento en alturas a los 90 días de monitoreo para la especie *Caesalpinia glabrata* a nivel de vivero

Alturas de plántulas por tratamientos y repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	4,95	4,29	5,17	5,48	19,89	4,97
T1	4,9	4,83	4,58	4,48	18,79	4,70
T2	4,52	4,68	4,81	4,56	18,57	4,64
					57,25	4,77

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	24,48	18,44	26,71	30,06	99,69	24,92
T1	24,06	23,33	20,98	20,08	88,45	22,11
T2	20,4	21,88	23,18	20,8	86,26	21,57
					274,4	22,87

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	0,25	3	0,08	0,65	4,07
ERROR	1,02	8	0,13		
TOTAL	1,27	11			

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 0,18

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Cuadro.. Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	19,89	18,79	18,57	$\Sigma T.. 57,25$
Y.	4,97	4,70	4,64	$\Sigma Y.. 14.31$

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	0,59	0,73

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t2	t1	to
Promedios /orden	4,64	4,70	4,97

3. Resumen

Tratamientos	t2	t1	to
Medias	4,64	4,70	4,97
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		0,18	0,18
ALS (sx)		0,59	0,73

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t0-t2	4,97	4,64	0,33	menor	0,73	No hay diferencia
t0-t1	4,97	4,70	0,27	menor	0,59	No hay diferencia
t1-t2	4,70	4,64	0,06	menor	0,73	No hay diferencia

Apéndice 8. Análisis estadístico del incremento en alturas a los 30 días de monitoreo para la especie *Tabebuia chrysantha* a nivel de vivero

Alturas de plántulas por tratamientos y repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	0,22	0,17	0,22	0,21	0,82	0,21
T1	0,33	0,40	0,24	0,34	1,31	0,33
T2	0,16	0,24	0,21	0,15	0,76	0,19
					2,89	0,24

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	0,05	0,03	0,05	0,04	0,17	0,04
T1	0,11	0,16	0,06	0,12	0,44	0,11
T2	0,03	0,06	0,04	0,02	0,15	0,04
					0,76	0,06

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	0,05	3	0,02	6,67	4,07
ERROR	0,02	8	0,003		
TOTAL	0,07	11			

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 0,03

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	0,82	1,31	0,76	$\sum T.. 2.89$
Y.	0,21	0,33	0,19	$\sum Y.. 0.73$

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	0,08	0,10

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t2	t0	t1
Promedios /orden	0,19	0,21	0,33

3. Resumen

Tratamientos	t2	t0	t1
Medias	0,19	0,21	0,33
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		0,03	0,03
ALS (sx)		0,08	0,10

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t1-t2	0,33	0,19	0,14	mayor	0,10	Si hay diferencia
t1-t0	0,33	0,21	0,12	mayor	0,08	Si hay diferencia
t0-t2	0,21	0,19	0,02	menor	0,10	No hay diferencia

Apéndice 9. Análisis estadístico del incremento en alturas a los 60 días de monitoreo para la especie *Tabebuia chrysantha* a nivel de vivero

Alturas de plántulas por tratamientos y repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	0,35	0,37	0,42	0,42	1,56	0,39
T1	0,63	0,64	0,61	0,65	2,53	0,63
T2	0,42	0,58	0,61	0,46	2,07	0,52
					6,16	0,51

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	0,12	0,14	0,18	0,18	0,61	0,15
T1	0,40	0,41	0,37	0,42	1,60	0,40
T2	0,18	0,34	0,37	0,21	1,10	0,27
					3,31	0,28

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	0,12	3	0,04	10,7	4,07
ERROR	0,03	8	0,004		
TOTAL	0,15	11			

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 0,03

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	1,56	2,53	2,07	$\sum T..$ 6,16
Y.	0,39	0,63	0,52	$\sum Y..$ 1,54

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	0,10	0,13

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t0	t2	t1
Promedios /orden	0,39	0,52	0,63

3. Resumen

Tratamientos	t0	t2	t1
Medias	0,39	0,52	0,63
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		0,03	0,03
ALS (sx)		0,10	0,13

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t1-t0	0,63	0,39	0,24	mayor	0,13	Si hay diferencia
t1-t2	0,63	0,52	0,11	mayor	0,10	Si hay diferencia
t2-t0	0,52	0,39	0,13	menor	0,13	No hay diferencia

Apéndice 10. Análisis estadístico del incremento en alturas a los 90 días de monitoreo para la especie *Tabebuia chrysantha* a nivel de vivero

Alturas de plántulas por tratamientos y repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	0,61	0,54	0,59	0,58	2,32	0,58
T1	0,74	0,8	1,02	0,81	3,37	0,84
T2	0,97	0,85	1,04	0,83	3,69	0,92
					9,38	0,78

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	0,37	0,29	0,35	0,34	1,35	0,34
T1	0,55	0,64	1,04	0,66	2,88	0,72
T2	0,94	0,72	1,08	0,69	3,43	0,86
					7,67	0,64

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	0,26	3	0,09	8,67	4,07
ERROR	0,08	8	0,01		
TOTAL	0,34	11			

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 0,05

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	2,32	3,37	3,69	$\sum T.. 9,38$
Y.	0,58	0,84	0,92	$\sum Y.. 2.34$

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	0,16	0,20

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t0	t1	t2
Promedios /orden	0,58	0,84	0,92

3. Resumen

Tratamientos	t0	t1	t2
Medias	0,58	0,84	0,92
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		0,05	0,05
ALS (sx)		0,16	0,2

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t2-t0	0,92	0,58	0,34	mayor	0,20	Si hay diferencia
t2-t1	0,92	0,84	0,08	menor	0,16	No hay diferencia
t1-t0	0,84	0,58	0,26	mayor	0,20	Si hay diferencia

Apéndice 11. Análisis estadístico del incremento en alturas a los 30 días de monitoreo para la especie *Albizia multiflora* a nivel de vivero

Alturas de plántulas por tratamientos y repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	0,86	0,83	0,73	0,56	2,98	0,75
T1	2,20	1,00	1,05	0,45	4,70	1,18
T2	1,26	1,05	1,00	0,95	4,26	1,07
					11,94	1,00

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	0,74	0,69	0,53	0,31	2,28	0,57
T1	4,84	1,00	1,10	0,20	7,15	1,79
T2	1,59	1,10	1,00	0,90	4,59	1,15
					14,01	1,17

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	Fc	Ft
TRATAMIENTOS	0,40	3	0,13	0,62	4,07
ERROR	1,73	8	0,22		
TOTAL	2,13	11			

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 0,23

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	2,98	4,70	4,26	$\Sigma T..$ 11,94
Y.	0,75	1,18	1,07	$\Sigma Y..$ 3,00

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	0,76	0,95

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t0	t2	t1
Promedios /orden	0,75	1,07	1,18

3. Resumen

Tratamientos	t0	t2	t1
Medias	0,75	1,07	1,18
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		0,23	0,23
ALS (sx)		0,76	0,95

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t1-t0	1,18	0,75	0,43	menor	0,95	No hay diferencia
t1-t2	1,18	1,07	0,11	menor	0,76	No hay diferencia
t2-t0	1,07	0,75	0,32	menor	0,95	No hay diferencia

Apéndice 12. Análisis estadístico del incremento en alturas a los 60 días de monitoreo para la especie *Albizia multiflora* a nivel de vivero

Alturas de plántulas por tratamientos y repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	1,13	1,20	1,35	1,10	4,78	1,20
T1	3,80	1,20	1,48	0,10	6,58	1,65
T2	1,79	1,72	1,39	1,38	6,28	1,57
					17,64	1,47

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	1,28	1,44	1,82	1,21	5,75	1,44
T1	14,44	1,44	2,19	0,01	18,08	4,52
T2	3,20	2,96	1,93	1,90	10,00	2,50
					33,83	2,82

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	0,47	3	0,16	0,17	4,07
ERROR	7,43	8	0,93		
TOTAL	7,90	11			

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 0,48

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	4,78	6,58	6,28	$\Sigma T.. 17,64$
Y.	1,20	1,65	1,57	$\Sigma Y.. 4.42$

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	1,57	1,95

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t0	t2	t1
Promedios /orden	1,20	1,57	1,65

3. Resumen

Tratamientos	t0	t2	t1
Medias	1,20	1,57	1,65
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv Stand (sx)		0,48	0,48
ALS (sx)		1,57	1,95

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t1-t0	1,65	1,20	0,45	menor	1,95	No hay diferencia
t1-t2	1,65	1,57	0,08	menor	1,57	No hay diferencia
t2-t0	1,57	1,20	0,37	menor	1,95	No hay diferencia

Apéndice 13. Análisis estadístico del incremento en alturas a los 90 días de monitoreo para la especie *Albizia multiflora* a nivel de vivero

Alturas de plántulas por tratamientos y repeticiones

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	1,20	1,34	1,50	1,24	5,28	1,32
T1	4,10	1,40	1,53	0,30	7,33	1,83
T2	2,15	2,14	1,66	1,72	7,67	1,92
					20,28	1,69

Suma de cuadrados totales

Tratamientos	R1	R2	R3	R4	TOTAL	MEDIA
T0	1,44	1,80	2,25	1,54	7,03	1,76
T1	16,81	1,96	2,34	0,09	21,20	5,30
T2	4,62	4,58	2,76	2,96	14,92	3,73
					43,15	3,60

Análisis de varianza

FV	SC	GL	CM	F c	Ft
TRATAMIENTOS	0,84	3	0,28	0,28	4,07
ERROR	8,04	8	1,01		
TOTAL	8,88	11			

Donde:

GL= grados de libertad
 SC= suma de cuadrados
 Error Estándar = 0,50

CM= cuadrados medios
 Fc= factor de corrección

Ft= factor tabular

Cuadro.. Prueba de DUNCAN

	1	2	3	
T.	5,28	7,33	7,67	$\Sigma T.. 20,28$
Y.	1,32	1,83	1,92	$\Sigma Y.. 5,07$

1. Valor del rango studentizado

Promedios	2	3
AES	3,26	4,04
ALS	1,64	2,03

2. Promedios ordenados

Tratamientos	t0	t1	t2
Promedios /orden	1,32	1,83	1,92

3. Resumen

Tratamientos	t0	t1	t2
Medias	1,32	1,83	1,92
AES (0,05)		3,26	4,04
Desv. Stand (sx)		0,50	0,50
ALS (sx)		1,64	2,03

4. Tratamientos a comparar

	A	B	A-B		Dif. Estadística	
t2-t0	1,92	1,32	0,60	menor	2,03	No hay diferencia
t2-t1	1,92	1,83	0,09	menor	1,64	No hay diferencia
t1-t0	1,83	1,32	0,51	menor	2,03	No hay diferencia

Apéndice 14. Fotografías de las Pruebas estándar de calidad de semillas desarrolladas en el laboratorio de Fisiología Vegetal.



Fig.8: Pureza de semillas



Fig. 9: Peso de semillas.



Fig. 10: Pruebas de viabilidad



Fig.11: Escarificación mecánica de semillas
Terminalia valverdeae.



Fig. 12: Medición de semillas.



Fig. 13: Color de semillas



Fig. 14: Semillas y Germinación de
Caesalpinia glabrata.



Fig. 15: Semillas y Germinación de
Tabebuia chrysantha



Fig. 16: Semillas y Germinación de
Albizia multiflora



Fig.17: Semillas de *Terminalia valverdeae*.



Fig. 18: Pruebas de viabilidad de *Caesalpinia glabrata*.



Fig. 19: Pruebas de viabilidad de *Tabebuia chrysantha*



Fig. 20: Pruebas de viabilidad de *Albizia multiflora* .



Fig. 21: Pruebas de viabilidad de *Terminalia valverdeae*.

Apéndice 15. Fotografías de Instalación de ensayo de Propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales en el Vivero Municipal de la Parroquia Zapotillo



Fig. 22: Identificación y selección de árboles



Fig. 23: Recolección de semillas



Fig. 24: Limpieza de vivero para instalar ensayo



Fig. 25: Construcción de platabandas de germinación



Fig. 26: Platabandas de germinación con elementos extraños



Fig. 27: Platabandas de germinación



Fig. 28: Transporte de sustrato



Fig. 29: Preparación de sustrato



Fig. 30: Agua hervida para desinfección del sustrato



Fig. 31: Desinfección de sustrato



Fig. 32: Platabandas cubiertas con plástico



Fig. 33: Instalación de ensayo de acuerdo a diseño experimental



Fig. 34: Inmersión de semillas en agua natural



Fig. 35: Siembra de semillas



Fig. 36: Germinación de semillas en vivero



Fig. 37: Germinación de *Caesalpinia glabrata*



Fig 38: Crecimiento de *Caesalpinia glabrata*



Fig. 39: Germinación de *Tabebuia chrysantha*



Fig. 40: Crecimiento de *Tabebuia chrysantha*



Fig. 41: Germinación de *Albizia multiflora*



Fig. 42: Crecimiento de *Albizia multiflora*



Fig. 43: Germinación de *Terminalia valverdeae*



Fig. 44: Plántula de *Terminalia valverdeae*



Fig. 45: Extracción de plántula de platabanda



Fig. 46: Repique de plántulas



Fig. 47: Plántulas repicadas



Fig. 48: Fundas para siembra de estacas



Fig. 49: Selección y corte de estacas para siembra



Fig. 50: Desinfección de estacas en vitavax



Fig. 51: Secado de estacas para siembra



Fig. 52: Estacas con Hormonagro 1



Fig. 53: Estacas con Root - hor



Fig. 54: Siembra de estacas



Fig. 55: Selección y corte de esquejes



Fig. 56: Desinfección de esquejes en vitavax



Fig. 57: Secado de esquejes para siembra



Fig. 58: Esqueje con Hormonagro 1



Fig. 59: Esqueje en solución de Root -Hor



Fig. 60: Siembra de esqueje



Fig. 61: Ensayo de propagación asexual
Instalado



Fig. 62: Brote de reservas en estaca de
Caesalpinia glabrata



Fig. 63: Brote de reservas en estaca de
Tabebuia chrysantha



Fig. 64: Brote de reservas en estaca de
Albizia multiflora



Fig. 65: Brote de reservas en estaca de
Terminalia valverdeae



Fig. 66: Brote de reservas en esquejes de
Terminalia valverdeae

Apéndice 16. Difusión de los resultados obtenidos en la investigación.

3. Análisis y Evaluación en Vivero del Proceso de Germinación y Supervivencia

En el siguiente cuadro se indican los porcentajes de germinación a nivel de vivero, obtenidos por cada tratamiento.

ESPECIE	TRATAMIENTO	GERMIN.
<i>Caesalpinia glabrata</i>	Testigo o semillas sin tratamiento	96
	Esmojesado en agua natural durante 48 h.	94
	Esmojesado en agua natural durante 72 h.	95
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Testigo o semillas sin tratamiento	42
	Esmojesado en agua natural durante 48 h.	52
	Esmojesado en agua natural durante 96 h.	47
<i>Albizia multiflora</i>	Testigo o semillas sin tratamiento	34
	Esmojesado en agua natural durante 72 h.	15
	Tratado en agua hervida a una temperatura de 100°C por 2 minutos, dejar reposar por 24 horas	44
<i>Terminalia valverdenae</i>	Testigo o semillas sin tratamiento	0
	Esmojesado en agua natural durante 48 h.	0
	Esmojesado en agua natural durante 72 h.	0

Los mejores resultados tanto en germinación como en crecimiento se obtuvieron con la especie *Caesalpinia glabrata*, seguido de *Tabebuia chrysantha* y *Albizia multiflora*, sin embargo en *Terminalia valverdenae* los resultados fueron negativos, debido a la permeabilidad de la testa de la semilla que impidió el ingreso del agua hacia el embrión, evitando que germine. Mientras que en cuanto a la sanidad de las plántulas, presentaron excelentes condiciones sanitarias.

3. Propagación Asexual de cuatro especies forestales: Los resultados en la propagación asexual mediante estacas y esquejes no fueron satisfactorios, obteniendo el 0 % de supervivencia y enraizamiento en todas las especies.

Conclusiones

- Los elevados porcentajes de germinación a nivel de laboratorio de *Caesalpinia glabrata* con 96,75 % y *Tabebuia chrysantha* con 93,25 %, probablemente se deban a los altos porcentajes de viabilidad que presentaron y por tratarse de semillas ortodoxas.
- Los bajos porcentajes de germinación en laboratorio para *Albizia multiflora* puede deberse a que las semillas necesitaron de mayor tiempo para continuar con el proceso germinativo; mientras que para *Terminalia valverdenae* la germinación se vio limitada por la dureza de la testa de las semillas que no permitió el ingreso de agua hacia el embrión, evitando que se imbibiera y germine.

En el nivel de vivero la germinación de *Caesalpinia glabrata* fue muy rápida y homogénea, ya que tanto el testigo como los tratamientos aplicados dieron excelentes resultados, razón por la cual no es necesario aplicar tratamientos pregerminativos, ya que con el testigo los resultados fueron satisfactorios. Además fue la especie con el mejor crecimiento a nivel de vivero.

Para *Tabebuia chrysantha*, tanto los tratamientos pregerminativos aplicados como el testigo ayudaron en la germinación en vivero de esta especie, alcanzando una germinación promedio de 60,33 %, por lo que se deduce que para sembrar la especie no es necesario utilizar tratamientos pregerminativos, ya que con el testigo se obtuvo buenos resultados.

El mejor resultado de germinación en vivero para *Albizia multiflora* con el 64 % se obtuvo con semillas tratadas en agua hirviendo, concluyendo que es el mejor tratamiento que permeabiliza la testa de la semilla y favorece la absorción del agua que activa los procesos bioquímicos y fisiológicos, que dan origen a una nueva planta. El comportamiento de crecimiento fue lento.

Terminalia valverdenae no registró germinación alguna en vivero, debido a que su testa dura y el tegumento que la cubre ofrecen resistencia a la permeabilidad, motivo por el cual los tratamientos pre-germinativos en inmersión de agua no funcionaron para el ensayo de propagación.

Las especies estudiadas no respondieron a la propagación vegetativa (estacas, esquejes), debido a que se trata de especies con características muy leñosas, que impiden la proliferación de raíces y el desarrollo de brotes nuevos. Se presume también que el sustrato utilizado no fue el adecuado, así como las concentraciones de hormonas, que no incidieron en el prendimiento de las estacas y esquejes de estas especies.

BIBLIOGRAFÍA

- Besnier, R.F. 1989. Semillas. Biología y Tecnología. Madrid. 625p.
- Briscos, C. 1990. Manual de ensayos de campo con árboles de usos múltiples. Bangkok Tailandia. 143 p.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2007. International Rules for Seed Testing. Edición 2007.



Ministerio del Ambiente



PROPAGACIÓN SEXUAL Y ASEJUAL DE CUATRO ESPECIES FORESTALES PROMISORIAS DEL BOSQUE SECO DEL CANTÓN ZAPOTILLO, PROVINCIA DE LOJA

AUTORAS

Egda. Tatiana Elizabeth Quinapallo Paucar
Egda. Nery Maritza Vélez Peña

DIRECTOR

Ing. Víctor Hugo Eras Guamán

Loja—Ecuador
2012

INTRODUCCIÓN

Los bosques secos son ecosistemas que presentan una cobertura boscosa continua que se distribuye entre los 0 a 1000 m de altitud; presentan temperaturas superiores a los 240 °C y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm.

Originalmente la extensión de estos bosques era de 28000 km², lo que representa el 35 % de la superficie del país, pero lamentablemente en la actualidad se estima que ha desaparecido el 50 % de éste ecosistema (Aguirre & Kvist, 2005), debido a la fuerte intervención en las últimas décadas, siendo las principales la extracción selectiva de madera y la conversión del bosque para actividades agropecuarias (Aguirre *et al.*, 2006).

Bajo esta perspectiva se pone en consideración la presente investigación, la misma que determinó la calidad física de las semillas, así como los métodos adecuados de propagación de cuatro especies forestales promisorias, buscando trazar una perspectiva que contribuya a la restauración de ecosistemas degradados.

Objetivos General

Contribuir a generar información sobre la propagación sexual y asexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco del cantón Zapotillo, provincia de Loja, para apoyar los programas de forestación y reforestación de la provincia de Loja.

Objetivos Específicos

- Determinar la calidad de semillas a nivel de laboratorio de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco, mediante protocolos de germinación ISTA 2007.
- Ensayar la propagación sexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco a nivel de vivero; probando distintos tratamientos pregerminativos.
- Probar la propagación asexual de cuatro especies forestales promisorias del Bosque seco, ensayando estacas y esquejes, y empleando distintas concentraciones de HORMONAGRO 1 y ROOT- HOR.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación en el manejo de los recursos forestales del bosque seco de la provincia de Loja.

METODOLOGÍA

1. Descripción del área de estudio

Se realizó al suroccidente de la provincia de Loja, en el Cantón Zapotillo cuenta con una extensión de 1 265 km².

2. Selección e identificación de árboles

Se seleccionaron árboles que presentaron las mejores características fenotípicas como: a) Copa grande sin competencia, b) fuste recto, sano y grueso, c) capacidad para producir semillas y, d) buen estado fitosanitario.

3. Calidad Física de semillas a nivel de laboratorio (ISTA 2007)

Las semillas fueron llevadas al laboratorio de Fisiología vegetal de la UNL, en donde se analizó la pureza, peso de semillas, contenido de humedad, viabilidad y el proceso de germinación (durante 3 meses) de cuatro especies forestales. No se aplicó un diseño estadístico.

4. Propagación sexual a nivel de vivero

Se construyeron platabandas para propagar a partir de semillas las especies seleccionadas. El sustrato utilizado fue en una proporción 3:1:1:1 (50% de suelo, 16,67% de arena de mina, 16,67% de materia orgánica y 16,67% de fregol (tamo de arroz). Se aplicó tres tratamientos pre-germinativos diferentes a cada una de las especies, luego se procedió a sembrar y posterior se dio los cuidados culturales necesarios (riego). Y luego de repicadas las plántulas se evaluó su crecimiento y condición fitosanitaria durante un periodo de tres meses. Para este ensayo se aplicó un diseño simple al azar.

5. Propagación Asexual a nivel de vivero

Se evaluó el método más eficaz de propagación vegetativa (estacas y esquejes). El sustrato fue el mismo que se utilizó para el ensayo de propagación sexual, y se acondicionó 1 cama por especie en cada una de las cuales se colocó 320 fundas para el enraizamiento de las estacas (160) y esquejes (160). La recolección del material se hizo antes de las 10 am o después de las 4 pm con el fin de evitar pérdidas de agua durante las máximas horas de insolación. El corte del material fue en forma de bisel, y el tamaño de las estacas fue de 25 cm de longitud y de 1- 2,5 cm de diámetro y, para los esquejes entre 10- 15 cm de longitud.

Se aplicó dos tipos de fitohormonas, HORMONAGRO 1 y ROOT - HOR; el primero se colocó a una concentración de 0,05 g por estaca y esqueje, mientras que el ROOT - HOR fue aplicado en dos concentraciones: baja 5 mL/l y alta 15 mL/l. Finalmente se procedió a plantar las estacas y esquejes y posterior a dar los cuidados necesarios.

RESULTADOS

1. Localización de árboles en el campo

Cuadro 1. Localización de los árboles seleccionados en el campo.

Especie	N° árboles	Localización		
		Silo	Panamá	Cajón
<i>Careadopsis glabrata</i>	5	Toranzo	Cajón Esal	Cajón
<i>Fabeba chrysanthia</i>	3	Cajón de Izo	Limonar	Cajón
	2	Selilo	Pakillo	Cajón
<i>Albizia multiloba</i>	5	Cajón de Izo	Limonar	Cajón
<i>Terminalia rubradecora</i>	5	Cajón de Izo	Limonar	Cajón

Cuadro 2. Datos de campo de recolección y siembra de semillas, estacas y esquejes en vivero.

ESPECIE	PROPAGACION SEXUAL		PROPAGACION ASEJUAL
	FECHA DE RECOLECCION	FECHA DE SIEMBRA	FECHA DE RECOLECCION Y SIEMBRA
<i>Careadopsis glabrata</i>	13/12/2011	19/12/2011	29/12/2011
<i>Fabeba chrysanthia</i>	05/02/2012	09/02/2012	20/02/2012
<i>Albizia multiloba</i>	24/10/2011	05/12/2011	27/12/2011
<i>Terminalia rubradecora</i>	25/10/2011	05/12/2011	11/12/2011

3. Pruebas estándar de calidad de semillas

A continuación se muestra en resumen los resultados obtenidos sobre la calidad de las semillas de las cuatro especies forestales estudiadas.

Cuadro 3. Resumen de las pruebas estándar de calidad de semillas de cuatro especies forestales.

Especie	Pureza (%)	Peso 1000 sem (g)	CH (%)	Germin (%)	Viab (%)
<i>Careadopsis glabrata</i>	99,05	130,43	10	94,75	100
<i>Fabeba chrysanthia</i>	99,10	30,45	11	95,25	94
<i>Albizia multiloba</i>	99,10	140,04	7	41,25	100
<i>Terminalia rubradecora</i>	42,59	213,25	10	0,00	94

Fig. 67. Tríptico divulgativo



Fig. 68. Socialización de resultados desarrollado en el Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Zapotillo.



Fig. 69. Socialización de resultados a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal.