UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

"EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR ESTACAS Y ACODOS AÉREOS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE LA RESERVA NATURAL EL CRISTAL, DE LA PARROQUIA SAN SEBASTIÁN, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA"

Tesis de grado previa a la obtención del Título de **Ingeniero Forestal**

AUTORES: Henry Patricio López Salas

Diego Xavier Valladolid Zaruma

DIRECTOR: Ing. Manuel Quizhpe Córdova. Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2014

"EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR ESTACAS Y ACODOS AÉREOS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE LA RESERVA NATURAL EL CRISTAL, DE LA PARROQUIA SAN SEBASTIÁN, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA"

TESIS DE GRADO

PRESENTADA AL TRIBUNAL CALIFICADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL
ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

APROBADA:

.....
Ing. Luis Sinche Fernández Mg. Sc.
PRESIDENTE

.....
Ing. Marjorie Díaz López Mg. Sc.
VOCAL

.....
Ing. Oswaldo Jadán Maza Mg. Sc.
VOCAL

Ing. Luis Sinche Fernández Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS "EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR ESTACAS Y ACODOS AÉREOS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE LA RESERVA NATURAL EL CRISTAL, DE LA PARROQUIA SAN SEBASTIÁN, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA".

CERTIFICA

Que la tesis de los egresados de la Carrera de Ingeniería Forestal Henry Patricio López Salas y Diego Xavier Valladolid Zaruma, ha sido revisada y en la misma se han incorporado todas las sugerencias, y luego de una segunda revisión se ha procedido a su calificación y aprobación, por lo que autorizamos su publicación.

Loja, junio del 2014

.....

Ing. Luis Sinche Fernández Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

Ing. Manuel Quizhpe Córdova Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA

Que la tesis titulada **"EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR ESTACAS Y ACODOS AÉREOS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE LA RESERVA NATURAL EL CRISTAL, DE LA PARROQUIA SAN SEBASTIÁN, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA"**, de autoría de los señores egresados de la Carrera de Ingeniería Forestal Henry Patricio López Salas y Diego Xavier Valladolid Zaruma, se ha dirigido, revisado y aprobado en su integridad, por lo que se autoriza la publicación de la misma.

Loja, junio del 2014

.....

Ing. Manuel Quizhpe Córdova Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

AUTORIA

Yo Henry Patricio López Salas y Diego Xavier Valladolid Zaruma, declaramos ser autores del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Henry Patricio López Salas

Firma:

Cédula: 1105076 01-0

Fecha: 11de junio de 2014

Autor: Diego Xavier Valladolid Zaruma

Firma:

Cédula: 110445802-9

Fecha: 11de junio de 2014

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo, Henry Patricio López Salas y Diego Xavier Valladolid Zaruma, declaramos ser autores, de la tesis titulada **"EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR ESTACAS Y ACODOS AÉREOS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE LA RESERVA NATURAL EL CRISTAL, DE LA PARROQUIA SAN SEBASTIÁN, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA"**, como requisito para obtener el grado de: Ingeniero Forestal, autorizamos al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios podrán consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 11 días del mes de junio del 2014.

Firma: ....

Autores: Henry Patricio López Salas — Diego Xavier Valladolid Zaruma

C.I.: 1105076010 — **C.I.**1104458029

Dirección: Esteban Godoy, Héctor Pilco y Carlos Yuqui — **Dirección:** Las Peñas, Teniente Max. Rodríguez y Daquilema

E-mail: henrylopez_7@hotmail.es — **E-mail:** diego.valladolid@hotmail.com

Teléfono: +593 991782737 — **Teléfono:** +593 988902511

Datos complementarios:

Director de Tesis: Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.,

Tribunal de Grado Ing. Luis Sinche Fernández, Mg. Sc.,

Ing. Marjorie Díaz López, Mg. Sc.,

Ing. Oswaldo Jadán Maza, Mg. Sc.,

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la salud y fortaleza necesaria para continuar adelante día tras día, por mostrarme que con humildad y perseverancia todo lo es posible.

*A mis queridos padres **María Salas** y **Fredy López,** por ser el ejemplo a seguir, por sus consejos cuando más los necesitaba y por consolidarse en el pilar fundamental de mis valores y principios.*

A mis hermanos por ser la mayor fuente de alegría y razón de superación.

*A mí querido tío **Tulio López,** por su comprensión y apoyo incondicional durante toda mi formación profesional, lo que me ha permitido llegar alcanzar este sueño anhelado.*

*A mis tías, **Melva, Marlene y Lola Salas**, por su ayuda durante el inicio de mi carrera universitaria.*

*A mis abuelitos **Vicenta** y **Vicente**, quienes han vivido de cerca mis momentos tristes y felices y quienes siempre estuvieron con sus palabras de motivación a seguir adelante.*

Y a, todos mis tíos, primos y amigos por estar siempre conmigo y apoyarme siempre.

De todo corazón a cada uno de ellos.

Henry Patricio...

*El presente trabajo de investigación le dedico con todo corazón y amor a **Dios**, por brindarme cada día de vida y la oportunidad de cumplir las metas que me he planteado y ponerme en mi camino mis familiares queridos, instructores, amigos y compañeros que siempre los llevare en mi corazón.*

*Con todo el cariño del mundo para mi madre **Luz Victoria Morocho Zapata,** que aunque es mi abuelita biológica, siempre me crio y me guio por el buen camino, como solo lo puede ser una verdadera madre.*

*A mi padre **Juan S. Valladolid O.**, quien con su amistad y cariño me supo apoyar para llegar a ser lo que hoy en día soy.*

*A mis hermanos **Alex, Estuardo,** y **Josué**, mis hermanas **Gaby, Daniela, Karen** y **Andrea,** por el cariño, amistad y apoyo que siempre me brindaron.*

*Con agradecimiento a **Sergio Ordoñez** (abuelo político), a mi madre **Mónica Zaruma, Doris Silva,** y **Estuardo Villavicencio,** por su apoyo y comprensión.*

*Al recuerdo de los seres queridos que ya no nos acompañan, en especial a mi abuelito **Armando Zaruma**, mis bisabuelos **Vicente Morocho** y **Rosita Zapata**, y mi compañero y amigo **Miguel Cango**.*

Con amor a esa personita que siempre me ha acompañado y apoyado todo este tiempo en las buenas y malas.

Diego Xavier…

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos alcanzar este propósito, y a nuestros queridos padres por todo su apoyo durante nuestra vida universitaria.

A la Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, en especial a la Carrera de Ingeniería Forestal, a sus docentes por sus conocimientos, experiencias y orientaciones impartidas durante nuestra formación profesional.

Nuestros agradecimientos muy especiales al Ing. Manuel Quizhpe Córdova, por su apoyo incondicional al dirigir nuestra investigación, con sugerencias en el desarrollo de la fase de campo, y revisión del mismo.

De manera muy exclusiva al Doctor Gustavo Samaniego Rodríguez, esposa e hijos, propietarios de la Reserva Natural el Cristal, por brindarnos la facilidad de implementar y desarrollar el presente trabajo investigativo.

A los miembros del tribunal calificador de la tesis: Ingeniero Luis Sinche F., Marjorie Díaz L., Oswaldo Jadan M., por sus valiosas sugerencias del presente trabajo de investigación.

Al Ministerio del Ambiente Loja (MAE), por su colaboración en otorgarnos el respectivo permiso para la extracción del material vegetal.

Los autores…

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO **PÁGINA**

1 RESUMEN 1
2 INTRODUCCIÓN 3
2.1 Objetivos del estudio 4
2.1.1 Objetivo general 4
2.1.2 Objetivos específicos 4
2.2 Hipótesis del estudio 5
3 REVISIÓN DE LITERATURA 6
3.1 Sustrato 6
3.2 Tipos de sustratos 6
3.2.1 Sustratos químicamente inertes 6
3.2.2 Sustratos químicamente activos 6
3.3 Sustratos utilizados en la investigación 7
3.3.1 Tamo de arroz 7
3.3.2 Aserrín 8
3.3.3 Tierra agrícola 8
3.3.4 Arena de río 8
3.3.5 Materia orgánica 9
3.3.6 Tierra amarilla 9
3.3.7 Tierra de Aliso 10
3.4 Preparación de los sustratos 10
3.5 Desinfección de los sustratos 11
3.6 Propagación vegetativa 11
3.6.1 Propagación vegetativa a través de estacas 11
3.6.1.1 Características de las estacas 12

3.6.1.2 Factores que afectan el enraizamiento de las estacas 12
3.6.1.3 Recolección de las estacas 15
3.6.1.4 Desinfección de las estacas 15
3.6.2 Propagación por acodos 15
3.6.2.1 Propagación por acodos aéreos 15
3.6.2.2 Factores considerados en la propagación por acodos 16
3.6.2.3 Ventajas y desventajas del acodo aéreo 16
3.6.2.4 Pasos para realizar un acodo 17
3.7 Descripción de las especies en estudio 18
3.7.1 *Morella pubecens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur 18
3.7.2 *Clusia elliptica* Kunth 19
3.7.3 *Weinmannia macrophylla* Kunth 20
3.8 Relación costo – beneficio 20
3.8.1 Criterios de decisión 21
4 METODOLOGÍA 23
4.1 Ubicación del área de estudio 23
4.1.1 Reserva Natural El Cristal 23
4.1.1.1 Aspectos ambientales 23
4.1.2 Vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja 24
4.2 Metodología para determinar el sustrato apropiado para el crecimiento y desarrollo de plántulas en la propagación vegetal por estacas y acodos aéreos 26
4.2.1 Sustrato para el enraizado 26
4.2.1.1 Preparación de los sustratos 27
4.2.1.2 Desinfección de los sustratos 27
4.2.1.3 Enfundado de los sustratos 28
4.2.1.4 Análisis químico de los sustratos 28
4.2.2 Propagación vegetativa por estacas 28
4.2.2.1 Obtención y traslado de las estacas 28

4.2.2.2 Desinfección de las estacas 29
4.2.2.3 Plantación de las estacas 29
4.2.2.4 Cuidados culturales 30
4.2.2.5 Fecha de plantación y registro de datos 30
4.2.2.6 Análisis estadístico 31
4.2.3 Propagación vegetativa por acodos aéreos 32
4.2.3.1 Acodadura aérea en las plantas seleccionadas 32
4.2.3.2 Registro de datos 33
4.2.3.3 Análisis estadístico 33
4.3 Metodología para determinar el beneficio costo, en la producción de plántulas por cada una de las especies evaluadas 34
4.3.1 Ingreso bruto por sustrato 34
4.3.2 Costos totales por sustrato 34
4.3.3 Unidad neta 35
4.3.4 Relación beneficio – costo 35
4.4 Metodología para difundir los resultados a los actores sociales interesados en la propagación vegetal de especies nativas 35
5 RESULTADOS 36
5.1 Propagación vegetativa por estacas 36
5.1.1 Promedio número de raíces brotadas a los 90 días 36
5.1.1.1 Promedio de raíces brotadas en *Clusia elliptica* Kunth 37
5.1.1.2 Promedio de raíces brotadas en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur 38
5.1.1.3 Promedio de raíces brotadas en *Weinmannia macrophylla* Kunth 39
5.1.2 Promedio de número de raíces a los 210 días 40
5.1.2.1 Promedio de raíces brotadas en *Clusia elliptica* Kunt 41
5.1.2.2 Promedio de raíces brotadas en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur 42
5.1.2.3 Promedio de raíces brotadas en *Weinmannia macrophylla* Kunth 44

5.1.3 Promedio del largo de raíces brotadas a los 90 días 45

5.1.3.1 Promedio del largo de raíces brotadas en *Clusia elliptica* Kunth..... 46

5.1.3.2 Promedio del largo de raíces en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur 47

5.1.3.3 Promedio del largo de raíces en *Weinmannia macrophylla* Kunth 49

5.1.4 Promedio del largo de raíces a los 210 días..... 50

5.1.4.1 Promedio del largo de raíces brotadas en *Clusia elliptica* Kunth..... 51

5.1.4.2 Promedio del largo de raíces en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur 52

5.1.4.3 Promedio del largo de raíces brotadas en *Weinmannia macrophylla* Kunth. 53

5.1.5 Promedio del porcentaje de raíces a los 90 días 55

5.1.6 Promedio del porcentaje de raíces a los 210 días 57

5.2 Propagación vegetativa por acodos aéreos 60

5.2.1 Promedio del número de raíces..... 60

5.2.1.1 Número de raíces en *Clusia elliptica* Kunth..... 61

5.2.1.2 Numero de raíces en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur 61

5.2.1.3 Numero de raíces en *Weinmannia macrophylla* Kunth..... 62

5.2.2 Promedio del largo de raíces..... 62

5.2.2.1 Largo de raíces en *Clusia elliptica* Kunth 63

5.2.2.2 Largo de raíces en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur 63

5.2.2.3 Largo de raíces en *Weinmannia macrophylla* Kunth..... 64

5.2.3 Promedio del porcentaje de raíces 64

5.3 Análisis económico en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa en estacas y acodos aéreos..... 66

5.3.1 Análisis económico en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos 66

5.3.1.1 Análisis económico en la propagación por estacas..... 66

5.3.2 Análisis económico en la propagación por acodos..... 69

6 DISCUSIÓN 70
6.1 Evaluación de sustratos en la propagación vegetativa de estacas y acodos aéreos de tres especies nativas 70
6.1.1 Evaluación del sustrato S_0 o testigo 71
6.1.2 Evaluación del sustrato S_1 72
6.1.3 Evaluación del sustrato S_2 72
6.1.4 Evaluación del sustrato S_3 72
6.2 Análisis económico en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos .. 73
7 CONCLUSIONES 75
8 RECOMENDACIONES 76
9 BIBLIOGRAFÍA 77
ANEXOS 85

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO **PÁGINA**

Cuadro 1. Propiedades químicas y físicas de la cascarilla o tamo de arroz.....7

Cuadro 2. Cantidad de materiales (componentes para los sustratos), utilizado en la propagación vegetativa por estacas.....26

Cuadro 3. Cantidad de materiales (componentes para los sustratos) utilizado en la propagación vegetativa por acodos aéreos.....27

Cuadro 4. Proporciones de los componentes en los sustratos utilizados en la investigación 27

Cuadro 5. Matriz utilizada en la evaluación del porcentaje de estacas enraizadas, número y longitud de raíces en la evaluación de cuatro sustratos.....31

Cuadro 6. Criterios para la selección de ramas optimas en la realización de acodadura 32

Cuadro 7. Matriz utilizada en la evaluación del porcentaje de acodos enraizados, número y longitud de raíces en la evaluación de cuatro sustratos.....33

Cuadro 8. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *C. elliptica*, evaluadas a los 90 días 37

Cuadro 9. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica*, de los sustratos empleados a los 90 días.....37

Cuadro 10. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica*, de las partes del árbol empleados a los 90 días 38

Cuadro 11. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *M. pubescens* evaluadas a los 90 días 38

Cuadro 12. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados a los 90 días 39

Cuadro 13. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días 39

Cuadro 14. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *W. macrophylla*, evaluadas a los 90 días 39

Cuadro 15. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados a los 90 días 40

Cuadro 16. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días 40

Cuadro 17. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *C. elliptica*, evaluadas a los 210 días 41

Cuadro 18. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica* de los sustratos empleados a los 210 días 42

Cuadro 19. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días 42

Cuadro 20. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *M. pubescens*, evaluadas a los 210 días 43

Cuadro 21. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados a los 210 días 43

Cuadro 22. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días 44

Cuadro 23. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *W. macrophylla*, evaluadas a los 210 días 44

Cuadro 24. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados a los 210 días 45

Cuadro 25. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días 45

Cuadro 26. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *C. elliptica*, evaluadas a los 90 días.....46

Cuadro 27. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica* de los sustratos empleados a los 90 días 47

Cuadro 28. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días 47

Cuadro 29. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *M. pubescens*, evaluadas a los 90 días 48

Cuadro 30. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados a los 90 días 48

Cuadro 31. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días 49

Cuadro 32. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *W. macrophylla*, evaluadas a los 90 días 49

Cuadro 33. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla* de los sustratos empleados a los 90 días 50

Cuadro 34. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días 50

Cuadro 35. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *C. elliptica*, evaluadas a los 210 días.....51

Cuadro 36. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica*, de los sustratos empleados a los 210 días 52

Cuadro 37. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días 52

Cuadro 38. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *M. pubescens*, evaluadas a los 210 días 52

Cuadro 39. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados a los 210 días 53

Cuadro 40. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días 53

Cuadro 41. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *W. macrophylla*, evaluadas a los 210 días 54

Cuadro 42. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados a los 210 días 54

Cuadro 43. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla*, las partes del árbol empleadas a los 210 días 55

Cuadro 44. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica*, de los sustratos empleados 61

Cuadro 45. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados 62

Cuadro 46. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados 62

Cuadro 47. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica*, de los sustratos empleados 63

Cuadro 48. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados 64

Cuadro 49. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados 64

Cuadro 50. Relación beneficio costo, en la propagación vegetativa por estacas, evaluadas a los 90 días 67

Cuadro 51. Relación beneficio costo, en la propagación vegetativa por estacas, evaluadas a los 210 días 68

Cuadro 52. Análisis Beneficio costo en la propagación vegetativa por acodos aéreos evaluadas a los 240 días.....69

Cuadro 53. Datos climáticos de marzo a diciembre 2013, obtenidos de la Estación Meteorológica La Argelia 87

Cuadro54. Amortización de los costos en la propagación vegetativa por estacas de *C. elliptica, M. pubescens, W. macrophylla* a los 90 días. ..90

Cuadro 55. Amortización de los costos en la propagación vegetativa por estacas de *C. elliptica, M. pubescens, W. macrophylla* a los 210 días.....92

Cuadro 56. Amortización de los costos en la propagación vegetativa por acodos aéreos en *C. elliptica, M. pubescens, W. macrophylla* a los 240 días 94

Cuadro 57. Tabla resumen de datos de campo obtenidos en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa por estacas, a los 90 días.....95

Cuadro 58. Tabla resumen de datos de campo obtenidos en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa por estacas, a los 210 días.....98

Cuadro 59. Tabla resumen de datos de campo obtenidos en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa acodos aéreos, a los 240 días.....101

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA **PÁGINA**

Figura 1. *M. pubescens* 18

Figura 2. *C. elliptica* 19

Figura 3. *W. macrophylla* 20

Figura 4. Mapa de ubicación del área de investigación en la Reserva Natural el Cristal 24

Figura 5. Mapa de ubicación del vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja.....25

Figura 6. Partes del árbol, donde se recolectó las estacas.....29

Figura 7. Disposición de los sustratos dentro del proyecto de investigación. 30

Figura 8. Representación gráfica en los promedios del número de raíces en estacas, evaluadas a los 90 días. 36

Figura 9. Representación gráfica en los promedios del número de raíces en estacas, evaluadas a los 210 días. 41

Figura 10. Representación gráfica en los promedios del largo de raíces en estacas, evaluadas a los 90 días.....46

Figura 11. Representación gráfica en los promedios del largo de raíces en estacas, evaluadas a los 210 días.....50

Figura 12. Representación gráfica en los promedios de los porcentajes de enraizamiento por estacas, mediante la evaluación de cuatro sustratos, en tres especies forestales, a los 90 días. 55

Figura 13. Representación gráfica en los promedios de los porcentajes de enraizamiento por estacas, mediante la selección de las partes del árbol, evaluada a los 90 días. 56

Figura 14. Representación gráfica en los promedios del porcentaje de enraizamiento en estacas, evaluadas a los 90 días. 57

Figura 15. Representación gráfica en los promedios de los porcentajes de enraizamiento por estacas, mediante la evaluación de cuatro sustratos, en tres especies forestales, a los 90 días. 58

Figura 16. Representación gráfica en los promedios de los porcentajes de enraizamiento por estacas, mediante la selección de las partes del árbol, evaluada a los 210 días. 59

Figura 17. Representación gráfica en los promedios del porcentaje de enraizamiento en estacas, evaluadas a los 210 días. 60

Figura 18. Promedio del número de raíces evaluadas a los 240 días, en base a cuatro sustratos, de tres especies forestales 61

Figura 19. Promedio del largo de raíces evaluadas a los 240 días, en base a cuatro sustratos, de tres especies forestales. 63

Figura 20. Representación gráfica de los porcentajes de enraizamiento por acodos aéreos, mediante la evaluación de cuatro sustratos, en tres especies forestales, a los 240 días. 65

Figura 21. Promedio de enraizamiento en base a tres especies forestales 66

Figura 22. Construcción del umbráculo 103

Figura 23. Umbráculo implementado 103

Figura 24. Cernido de sustratos 103

Figura 25. Preparación de sustratos 103

Figura 26. Sustrato para el enraizamiento 103

Figura 27. Enfundado de sustratos.....103

Figura 28. Recolección de estacas 104

Figura 29. Traslado de estacas al vivero.....104

Figura 30. Desinfección de las estacas 104

Figura 31. Plantado de las estacas 104

Figura 32. Descortezamiento en forma de anillo.....104

Figura 33. Implementación de sustrato para el enraizamiento 104

Figura 34. Bolsa plástica para realizar el monitoreo de los acodos.....105

Figura 35. Bolsa negra para proteger al acodo de los rayos solares 105

Figura 36. Estacas enraizadas de *C.elliptica* a los 90 días.....106

Figura 37. Estacas enraizadas de *C. elliptica* a los 210 días.....106

Figura 38. Estaca enraizada de *C. elliptica*.....106

Figura 39. Raíces brotadas en estacas de *C. elliptica* 106

Figura 40. Estacas enraizadas de *M. pubescens* a los 90 días.....106

Figura 41. Estaca enraizada de *M. pubescens*.....106

Figura 42. Estacas enraizadas de *W. macrophylla* a los 90 días.....107

Figura 43. Acodos enraizados de *M. pubescens*.....107

Figura 44. Acodos enraizados de *W. macrophylla* 107

Figura 45. Acodo enraizado de *W. macrophylla* 107

Figura 46. Acodos enraizados de *C. elliptica*.....107

Figura 47. Acodos enraizados de *C. elliptica* 107

Figura 48. Bienvenida e introducción a los presentes 108

Figura 49. Exposición de los resultados a los presentes 108

ÍNDICE DE ANEXO

ANEXO **PÁGINA**

Anexo1. Análisis de suelos, realizado en el laboratorio de análisis químico de la UNL. 86

Anexo 2. Datos climáticos recolectados de marzo a diciembre del 2013, en la ciudad de Loja. 87

Anexo 3.Triptico Informativo para la socialización de los resultados obtenidos de la investigación. 87

Anexo 4. Análisis económico en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos. 90

Anexo 5. Análisis económico en la evaluación de sustratos, mediante la propagación de acodos aéreos. 94

Anexo 6. Registro de datos de campo obtenidos en la evaluación de cuatro sustratos mediante la propagación por estacas y acodos aéreos evaluados a los 90, 210 y 240 días. 95

Anexo 7. Registro fotográfico de la implementación del vivero y elaboración de sustratos 103

Anexo 8. Propagación vegetativa de estacas y acodos aéreos 104

Anexo 9. Registro fotográfico en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos 106

Anexo 10. Socialización de los resultados a los actores sociales interesados en la propagación vegetativa de especies nativas 108

1 RESUMEN

El desconocimiento de metodologías prácticas sobre la composición de nuevos sustratos, para la producción vegetativa de especies forestales nativas en el país es limitado, lo que ha generado la utilizando de tierra de montaña como componente principal, ocasionando su degradación. Bajo este contexto la presente investigación permitirá generar conocimiento de nuevos sustratos que pueden ser aplicables en la producción de plántulas.

El proyecto se llevó a cabo en la Reserva Natural El Cristal y en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja. Se efectuó la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos de tres especies forestales nativas, utilizando tres tipos de sustratos, más testigo, adquiridas de tres partes del árbol, las variables determinantes en el ensayo fue: número, largo y porcentaje de raíces.

Se aplicó el diseño experimental Bi-factorial Simple al Azar en estacas; y Simple al Azar en acodos; se desarrolló un análisis económico (relación beneficio/costo) para determinar el ingreso por sustrato/especie.

De acuerdo a los resultados obtenidos en estacas a los 90 días de iniciado el ensayo, el sustrato S_3, mostró el mayor porcentaje de enraizamiento (40 %); número de raíces (0,67) y largo de raíces (0,23 cm), en estacas obtenidas de la parte alta en *C. elliptica*. A los 210 días el sustrato S_3, reportó los mejores resultados de porcentaje de enraizamiento (40 %); número de raíces (1,67) y largo de raíces (0,85 cm), en la parte alta de *C. elliptica*. Al finalizar el ensayo (240 días) los mayores resultados en acodos aéreos se obtuvieron en el sustrato S_3, que presentó los mayores resultados de porcentaje de enraizamiento (87,5 %); número de raíces (4) y largo de raíces (3,85 cm), en *C. elliptica.*

Por otra parte, de acuerdo a la relación beneficio costo se alcanzó un mayor beneficio en estacas del sustrato $S_{3,}$ mediante la propagación de *C. elliptica* obtenidas de la parte alta del árbol (-3 ¢); sin embargo en el sustrato S_2 en *C. elliptica* se obtuvó mayor beneficio costo de 5 ¢, en acodos aéreos.

ABSTRACT

The lack of practical methodologies on the composition of new yield substrates for vegetative production of native forest species in the country is limited. This handicap has led to the use of mountain land as a main component, causing its degradation. In this context, this research aims to generate knowledge on new substrates that can be applicable in seedling production.

The project was carried out in "El Cristal" Natural Reserve and in the forest nursery of the University National of Loja. A vegetative propagation by cuttings and air-layering of three native species was conducted using three types of substrates –and a controlled substrate– acquired from three different parts of the tree. The assessment variables were: number, length and root percentage.

The study followed a randomized *bi-factorial* experimental design in cuttings and air-layers. An economic analysis (cost/benefit ratio) was undertaken to determine the income per substrate/species.

After 90 days of cuttings experiment, S_3 substrate showed to have the highest rooting percentage (40 %); number of roots (0.67) and root length (0.23 cm) in cuttings gotten from the top in *C. Elliptica.* Afterwards 210 days of experiment, S_3 substrate reported the highest rooting percentage (40 %); number of roots (1.67) and root length (0.85 cm) in cuttings gotten from the top in *C. Elliptica.* At the end of the trial (240 days) the best results were obtained from S_3 substrate air-layers which provided a rooting percentage of 87.5; number of roots: 4, and root length 3.85 cm in *C. Elliptica.*

The cost-benefit analysis show a greater benefit in S_3 substrate cuttings by means of *C. Elliptica* propagation in cuttings gotten from the top of the tree (-3 ¢). However, S_2 substrate in *C. Elliptica* tends to get the greatest cost-benefit of 5 ¢ in air-layers.

2 INTRODUCCIÓN

La deforestación en el país y a nivel local es cada vez mayor, en la provincia de Loja se presenta una tasa de deforestación anual promedio de 3 678 ha/año (MAE 2012); Actividad que se da especialmente por la realización acciones antrópicas, provocando la degradación y pérdida de ecosistemas forestales. Sin embargo esta problemática se puede remediar mediante la reforestación con especies nativas; pero según Aguirre (2007), menciona que hace falta un mayor conocimiento de la ecología, silvicultura y biología reproductiva de especies forestales nativas.

Sin embargo, en nuestro medio lamentablemente existe un desconocimiento en la propagación vegetativa de las especies en estudio (*Clusia elliptica*, *Weinmannia macrophylla* y *Morella pubescens*). Barros y Lima (2011), especies potenciales para la recuperación hidrológica; y sobre nuevos sustratos para la producción de plantas, que ha ocasionado que se continúe utilizando el sustrato compuesto por tierra de montaña como componente principal. Esto ha generado una explotación masiva de este recurso conllevándolo a su degradación.

Por otra parte de la calidad del sustrato, dependerá el crecimiento y desarrollo de las plántulas, un sustrato debe servir como vehículo para aportar agua, nutrientes y oxígeno (Ledesma 2010), y a la vez servirá de soporte a la planta y como medio oscuro para el desarrollo radicular, función vital del crecimiento vegetal. Así mismo, un sustrato para que sea considerado de buena calidad debe reunir un conjunto de propiedades tales como; aireación del sistema radicular, espacio poroso, estabilidad física, drenaje, capilaridad y que sean inertes tanto químicamente como biológicamente (Llerena 2007). Propiedades que actúan juntas, es decir un sustrato que tiene muchos nutrientes pero es pesado y no deja penetrar el agua, no es bueno; del mismo modo, un sustrato con un drenaje adecuado, pero que falten alimentos para las plantas tampoco lo es (Hidalgo *et al*. 2009).

Un aspecto importante, que se debe considerar en un sustrato a más de las características que posee, es el precio al momento de adquirirlo, ya que de éste dependerá la rentabilidad (ganancia/dólar de inversión) del producto a propagar.

Según Cuevas (2001) manifiesta que al expresar monetariamente los resultados de un proyecto, es necesario realizar un análisis costo-beneficio, para determinar los beneficios por cada dólar de inversión.

Bajo estos antecedentes, la Carrera de Ingeniería Forestal, impulsa la conservación ex situ de especies forestales nativas que se encuentran en peligro de extinción, al mismo tiempo que permitirá generar metodologías practicas dirigidas a los viveristas y técnicos forestales en la propagación de tales especies, así como, la incorporación de más y nuevas especies para ser utilizadas en planes y programas forestales de forestación y reforestación con especies nativas del callejón interandino de la provincia de Loja.

Argumentando lo antes mencionado, el presente proyecto de investigación está orientado a evaluar tres tipos de sustratos, más testigo, en la propagación vegetativa utilizando estacas y acodos aéreos, de tres especies forestales nativas de la Reserva Natural El Cristal, las cuales se caracterizan por su potencial para la recuperación hidrológica (Barros y Lima 2011). También se pretende determinar nuevos sustratos con la finalidad de garantizar la producción de plántulas en vivero, mediante la producción de indicadores en crecimiento de especies forestales, para lo que se planteó los siguientes objetivos:

2.1 Objetivos del estudio

2.1.1 Objetivo general

Evaluar dos métodos de propagación vegetal y tres tipos de sustratos, en el prendimiento y desarrollo de plántulas de *Clusia elliptica* Kunth, *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur y *Weinmannia macrophylla* Kunth, durante la fase de vivero, obtenidas en la Reserva Natural El Cristal.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar el sustrato apropiado para el crecimiento y desarrollo de plántulas en la propagación vegetal por estacas y acodos aéreos.

- Determinar el beneficio costo, en la producción de plántulas por cada una de las especies evaluadas.

- Difundir los resultados a los actores sociales interesados en la propagación vegetal de especies nativas.

2.2 Hipótesis del estudio

- H_a: Al menos uno de los sustratos es diferente en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos en las especies de *C. elliptica, M. pubescens,* y *W. macrophylla.*

- H_0: Todos los sustratos son iguales en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos en las especies de *C. elliptica, M. pubescens,* y *W. macrophylla.*

- H_a: La relación beneficio costo por especie es mayor a 0 en al menos un sustrato.

- H_0: La relación beneficio costo por especie es menor a 0 en todos los sustratos

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Sustrato

El término sustrato se refiere a todo material sólido diferente del suelo, que puede ser orgánico o inorgánico, y que colocado en un contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje del sistema radicular de la planta (Petitt 2011). El sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición de la planta, y a su vez puede desempeñar un papel fundamental en el soporte de la misma (Ilbay 2012).

El sustrato utilizado para el enraizamiento puede estar constituido de muchos tipos (Soto 2004), pero este debe cumplir tres funciones: mantener a la estaca en su lugar durante el periodo de enraizamiento, proporcionar la humedad necesaria y permitir la penetración de aire. Según Mejía (2007), menciona que el sustrato puede estar formado por materiales quicamente inertes o activos, y pueden o no aportar nutrientes al complejo proceso de crecimiento de las plantas.

3.2 Tipos de sustratos

De acuerdo al origen de los sustratos existen diferentes criterios de clasificar los sustratos. Picón (2013), pueden clasificarse según el origen de los materiales, según su naturaleza, de acuerdo a sus propiedades y a su capacidad de degradación. A continuación se detallan los más utilizados, de acuerdo a sus propiedades.

3.2.1 Sustratos químicamente inertes

Son la arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc. No intervienen en el proceso de absorción y fijación de los nutrientes (Picón 2013).

3.2.2 Sustratos químicamente activos

Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos. Aquellos intervienen en el proceso de absorción y fijación de nutrientes (Picón 2013).

3.3 Sustratos utilizados en la investigación

3.3.1 Tamo de arroz

Corresponde a un tipo de sustrato químicamente activo según sus propiedades (Picón 2013). La razón que se eligió a este componente en la investigación es por las características que posee. Ledesma (2010), es un sustrato liviano de buen drenaje, buena aireación que permite la conservación homogénea de la humedad y por su bajo costo de adquirirlo.

La cascara o tamo de arroz es un componente que mejora las características físicas del suelo y de los abonos orgánicos, facilita la aireación, la absorción de humedad y filtrado de nutrientes (Picón 2013), también beneficia el incremento de la actividad macro y microbiológica de la tierra. El 83 % de las partículas tienen un diámetro medio que va desde 1,70 mm a 2,90 mm.

Según Petitt (2011), el tamo de arroz posee una gama de propiedades físicas y químicas (Ver Cuadro 1).

Cuadro 1. Propiedades químicas y físicas de la cascarilla o tamo de arroz

Variable	Rango
Nitrógeno (%)	0,50 – 0,60
Fósforo (%)	0,08 – 0,10
Potasio (%)	0,20 – 0,40
Calcio (%)	0,10 – 0,15
Magnesio (%)	0,10 – 0,12
Azufre (%)	0,12 – 0,14
Cenizas (%)	12 – 13
Silicio (SiO2) (%)	10 – 12
Hierro (ppm)	200 – 400
Manganeso (ppm)	200 – 800
Cobre (ppm)	3 – 5
Zinc (ppm)	15 – 30
Boro (ppm)	4 – 10
Tamaño de grano (mm)	3 – 6
Densidad aparente ($Kg.m^3$)	0,12

Siguiente…..

Cuadro 1…..Continuación

Porosidad total (% volumen)	85 – 95
Capacidad de aire (% volumen)	40– 60
Agua fácilmente disponible (% volumen)	5 – 15
Agua de reserva (% volumen)	1 – 5
Agua difícilmente disponible (% volumen)	0,5
Capilaridad	mala

3.3.2 Aserrín

La importancia de utilizar este componente en la investigación, es debido a que se encuentra con facilidad en el medio (grandes cantidades en los aserraderos), darle uso, ya que es considerado únicamente como desperdicio, de bajo costo para obtenerlo, facilidad en su manejo; y sobre todo por sus potenciales que posee, como alta capacidad de humedad, permite mejorar las propiedades físicas del sustrato, su tamaño accede a que sea fácil de mezclar con otros componentes, presenta un bajo contenido de nitrógeno, su pH varía de acuerdo a la especie de la cual provenga entre 4,8 a 6,8 (Alvarado y Solano 2002).

3.3.3 Tierra agrícola

La tierra agrícola se utilizó en la investigación por presentar propiedades tales como la retención de humedad, textura franco arcilloso, reserva de bases intercambiables, capacidad de suministro de nitrógeno, azufre, elementos nutritivos a la planta, el aporte de aireación, estabilidad estructural y materia orgánica (Sánchez 1988). Con estas propiedades se garantizaría un sustrato de calidad para el prendimiento y desarrollo de las especies en estudio.

3.3.4 Arena de río

Elemento que fue elegido para la investigación, por ser un componente que más se utiliza a nivel local y nacional en la preparación de sustratos para viveros, es económico adquirirlo y por presentar características como retención de humedad, una buena aireación. Mora (1999), indica que de las diversas arenas existentes, la de río es la más adecuada como sustrato para los cultivos, el tamaño de los granos deberá

estar comprendido entre 0,5 mm y 2 mm. Quishpe (2009), asegura que la granulometría de la arena no debe ser tan fina, puesto que provoca encharcamiento, compactaciones y asfixia el sistema radicular de la planta.

La arena de río se caracteriza por tener una densidad aparente de 1,5 g/cm^3, un espacio poroso < 50 %, con tamaños de partícula inferiores a 0,5 mm, la capacidad de retención de agua es alta por lo que presenta un buen drenaje (Soria y Aguilar 2002).

3.3.5 Materia orgánica

Se utilizó materia orgánica en el estudio, por sus aportaciones de nutrientes, permitiendo que el sustrato sirva como medio de cultivo excelente para la propagación. De acuerdo a (Julca *et al.* 2006), la materia orgánica contiene un 5 % del total de nitrógeno, pero también contiene magnesio, calcio, azufre, fósforo y micronutrientes esenciales para las plantas.

La materia orgánica juega un papel muy importante en un sustrato, mantenimiento de la fertilidad física y biológica (Sierra y Rojas 2012), un suelo al no contener materia orgánica habrá perdido sus condiciones físicas, afectando principalmente la porosidad, retención de humedad, estructura, aireación y velocidad de infiltración, lo que traerá repercusiones negativas sobre las plantas. La materia orgánica en la superficie del suelo proporciona el amortiguamiento físico contra el impacto de la insolación y de las lluvias.

3.3.6 Tierra amarilla

La tierra amarilla se la considero para el estudio, debido a que se tiene conocimiento que en viveros forestales en el país, especialmente en la provincia de los Ríos, la tierra amarilla en mezcla con el tamo de arroz, es un sustrato utilizado para la producción de plántulas especialmente de Eucalipto, por su disponibilidad en sector, por ser considerada poco útil en la agricultura.

Este tipo de suelo son un grupo zonal, bien drenados, friables (suelos que se desmenuzan con facilidad bajo presión) y muy porosos, normalmente profundos, de

textura fina e intensamente meteorizados; son suelos enriquecidos en sesquióxidos[1] de hierro y aluminio y dominados con arcillas (Fadda 1985). Suelos caracterizados por poseer arcillas de muy baja actividad, como lo atestigua su capacidad de intercambio catiónico, por debajo de los 12 miliequivalentes[2] por 100 gramos de arcilla. Estos suelos son condicionados por su baja fertilidad es decir poco útiles para labores agrícolas (CENIAP 2013).

3.3.7 Tierra de Aliso

Componente empleado en la investigación por su alto contenido de nitrógeno, ya que aportaría de manera significativa al sustrato compuesto por aserrín (carencia de nitrógeno) (Alvarado y Solano 2002). Considerando que un buen sustrato necesita de este elemento para que sea de calidad.

Un suelo derivado del Aliso se caracteriza por contener nódulos provenientes de las raíces de esta especie, como consecuencia de la simbiosis[3] capaces de fijar nitrógeno atmosférico. Los nódulos forman grupos hasta de 6 cm de diámetro y se concentran en los primeros cinco centímetros del suelo, entre los componentes químicos de estos nódulos se halla un glicósido de color amarillo rojizo capaz de inhibir el crecimiento de hongos patógenos (Ospina *et al.* 2005).

3.4 Preparación de los sustratos

La preparación de los sustratos consiste en mezclar los componentes a utilizar (arena, tierra, humus, etc.), en sus respectivas proporciones, para luego ser pasados por una zaranda para evitar residuos, piedras y otros elementos (Gaitan 2008).

En la preparación o composición de un sustrato se debe considerar que este no produzca pudrición, si no que garantice una buena aireación, alto contenido de humedad, que contenga macronutrientes que sean favorables para la planta (Cárdenas 2005).

---

[1] Es un óxido que contiene tres átomos de oxígeno con dos átomos (o radicales) de otro elemento.
[2] Se expresa por cada 100 grs de suelo seco y se escribe meq/100 grs.
[3] Asociación de dos organismos de especies diferentes que se favorecen mutuamente obteniendo un cierto beneficio para los dos.

3.5 Desinfección de los sustratos

La desinfección de los sustratos, se realiza mediante la aplicación de diferentes técnicas eligiendo las condiciones de cada sistema de cultivo, estos desinfectantes pueden ser de origen químico (insecticida, nematicida, fungicida y herbicida) o natural (retostado del sustrato, solarización) (Aguirre 2013).

La desinfección del sustrato es indispensable para evitar que los microorganismos que existen dentro del mismo, ataquen la semilla o la planta. Según Trujillo (2010), existen múltiples alternativas para desinfectar un sustrato, entre la más sencilla y fácil de aplicar es la técnica mediante formol, es un producto que elimina todos los microorganismos que tienen los sustrato especialmente cuando se usan tierras negras, el formol tiene una concentración del 40 %, la recomendación es emplear 1 litro de formol al 20 %/m^2 de sustrato.

3.6 Propagación vegetativa

Una manera de producir plantas a nivel de vivero es mediante la propagación vegetativa. Hernández (2006), señala que este método se lleva acabo cuando las semillas no son viables, o se producen en cantidades bajas, o bien cuando se quiere evitar períodos juveniles prolongados, la propagación puede darse por medio de estacas, acodos, hojas, tallos sean provenientes de maderas duras, deciduas o de especies siempre verdes.

Para Soto (2004), la propagación vegetativa agámica (asexual), es el empleo de partes vegetativas de una planta, con la capacidad de formar raíces y de esta manera originar un nuevo individuo completo desde el punto de vista morfológico y funcional, idéntico a su progenitor.

3.6.1 Propagación vegetativa a través de estacas

En la propagación por estacas, se corta de la planta madre una porción de tallo, raíz u hoja, después se coloca en ciertas condiciones ambientales y de sustrato favorables para inducir que se forme raíces y tallos. De esta manera se obtiene una planta nueva

e independiente que en la mayoría de los casos es idéntica a la planta madre (Hartmann 1998).

El medio más importante y más utilizado en la producción de plantas, es por medio de la propagación por estacas. Según Ramos (2004), su aplicación es en árboles de interés forestal y arbustos ornamentales, tanto de especies deciduas como de hoja ancha y siempreverdes de hoja angosta como las coníferas.

3.6.1.1 Características de las estacas

Castillo *et al*. (2007), las estacas deben ser provenientes de árboles sanos debidamente seleccionados, ser recolectadas en días sombreados y envueltas con papel periódico para evitar su deshidratación al momento de su traslado, el corte debe ser en forma de bisel, en sentido contrario a la yema a una separación de uno a dos centímetros, las dimensiones de las estacas deben estar comprendidas entre veinte a treinta centímetros de longitud y un diámetro máximo de centímetro y medio, logrando que contengan de tres a cuatro yemas para su desarrollo.

Las estacas deben ser recolectadas en un determinado tiempo del año, dependiendo del tipo de la planta a propagar (perenne o caduca), ya que el contenido de carbohidratos almacenados es mayor en las plantas caducas, lo que está relacionado directamente con los balances hormonales, que influenciaría de manera directa en el enraizamiento (Soto 2004).

3.6.1.2 Factores que afectan el enraizamiento de las estacas

El enraizado de las estacas está sujeto a una serie de factores tanto externos como internos, los que varían según la especie y el medio, tener un conocimiento claro de estos factores, permitirá lograr éxitos en la propagación por estacas. Soto (2004), afirma que los principales factores son: la edad de la planta madre, condiciones fisiológicas, condiciones ambientales, sustratos utilizados para el enraizamiento y condiciones sanitarias del material.

a) Edad de la planta madre y condición fisiológica

Las estacas, provenientes de tallos tomadas de plantas jóvenes garantizan un mejor enraizamiento, a diferencia de estacas provenientes de tallos de plantas adultas; su capacidad de enraizamiento es menor (Hernández 2006). En las plantas adultas se produce un incremento en la producción de inhibidores para la formación de raíces, que se asocia con un aumento del contenido de compuestos fenólicos (Henríquez 2004).

La fisiología de la planta está asociado con la relación carbono/nitrógeno en las estacas para la iniciación de sus primordios radicales. Soto (2004), reconoce que una adecuada reserva de hidratos de carbono, en combinación con una relación carbono nitrógeno alta, favorece el enraizamiento en las estacas. Tal es el caso, que Hernández (2006), asegura que en una investigación realizada probando cantidad razonable de compuestos nitrogenados, más un alto contenido de carbohidratos, provoco una buena producción de brotes y raíces en estacas.

b) Reguladores de crecimiento

Existen una variedad de sustancias que pueden ser favorables para la provocación de raíces adventicias en estacas, siendo unas más favorables que otras. Entre las más empleadas son las auxinas, las citoquininas y las giberelinas, de éstas se han dedicado muchos estudios, comprobando que las auxinas son las de mayor interés respecto a la formación de raíces en estacas (Soto 2004).

Los reguladores de crecimiento son sustancias que intervienen en una serie de actividades fisiológicas de las plantas tales como crecimiento del tallo, inhibición de yemas laterales, abscisión de hojas, frutos y en la activación de las células del cambium, promoviendo el desarrollo de raíces adventicias en especies leñosas (Noboa 2010).

c) Condiciones ambientales

Sin un correcto control ambiental, el enraizamiento de muchos tipos de estacas es muy difícil. Hartmann (1998), afirma que las condiciones ambientales afectan claramente el crecimiento del material vegetativo a enraizar.

Henríquez (2004), asevera que la temperatura, la disponibilidad de agua y la luz son de gran importancia para provocar el enraizamiento: a) la temperatura debe variar de 21 a 27º C en el día y de 15º C en la noche. Valenzuela (2010), las bajas temperaturas son importantes porque las tasas de evaporación son menores junto a la capacidad de retención de agua del aire que es dependiente de la temperatura. Por lo tanto, las temperaturas moderadas ayudan a evitar el estrés hídrico manteniendo la humedad relativa alta, b) el agua es importante ya que, en las estacas con hojas, es esencial que éstas mantengan su turgencia y no provoque la muerte antes de haber iniciado el enraizamiento, c) la luz deben ser lo suficientemente grandes para que se acumulen más carbohidratos de los que se emplean en la respiración. Valenzuela (2010), manifiesta que las estacas tienen diferentes reservas de carbohidratos, diferentes tasas de fotosíntesis, respiración y diferentes tasas de utilización de carbohidratos en los puntos de crecimiento dentro de la estaca.

d) Sustrato para el enraizamiento

Por lo general el sustrato para el enraizamiento, estará libre de microorganismos, seleccionado por sus cualidades físicas (Noboa 2010), reunir las siguientes características; buena porosidad que facilite la evacuación del agua en exceso, buena aireación, excelente capacidad de retención de nutrientes. El sustrato utilizado para el enraizamiento puede ser de muchos tipos (Soto 2004), pero este debe cumplir tres funciones mantener a la estaca en su lugar durante el periodo de enraizamiento, proporcionar la humedad necesaria y permitir la penetración de aire, además debe estar libre de patógenos que puedan afectar el éxito en la formación de raíces.

3.6.1.3 Recolección de las estacas

La obtención de las estacas es una condición importante para tener buenos resultados en el enraizamiento dependiendo de la parte de la planta que se lo haga. Castillo y Cueva (2006), recomiendan lo siguiente.

a) Reducir la provisión de nitrógeno a las plantas madres proveedoras de material vegetativo, para evitar el crecimiento de ramas y permitir la acumulación de carbohidratos.
b) Escoger el material vegetal, de partes de la planta que estén en estado nutritivo (ramas jóvenes). Análisis químicos demuestran que las porciones basales de las plantas son aquellas que reúnen grandes cantidades de carbohidratos.

3.6.1.4 Desinfección de las estacas

El material vegetal antes de ser plantado debe ser desinfectado (Castillo y Cueva 2006), la desinfección es una práctica estrictamente necesaria al tratar esta clase de materiales; toda herida causada en la obtención, transporte y preparación del material debe ser desinfectado con soluciones más sencillas como las pastas de vitavax. La desinfección de las estacas con vitavax, se lo debe hacer en consideración al corte, sumergiendo en un periodo de 5 a 10 segundos al material (Portilla 2012).

3.6.2 Propagación por acodos

La propagación por acodos es un método de multiplicación vegetativa, que provoca la formación de raíces adventicias en tallos que aún se encuentran adheridos a la planta madre (Flores 2006), cuando la rama acodada ha enraizado, se separa de la planta madre para convertirse en una planta independiente. Existen diferentes tipos de acodos, entre los más aplicados están el acodo aéreo, simple, etiolado y de punta (Aldaz y Ochoa 2011).

3.6.2.1 Propagación por acodos aéreos

El acodo aéreo es una forma de reproducción asexual, unidos a las plantas progenitoras pueden formar raíces cuando se ponen en contacto con un medio de

enraizamiento, este método se caracteriza porque evita el estrés hídrico (la rama acodada sigue recibiendo agua y minerales debido a que no se corta el tallo y el xilema permanece intacto), para una vez separado de la planta original, el tallo enraizado comienza a formar una nueva planta (Ruíz 2013).

3.6.2.2 Factores considerados en la propagación por acodos

Para alcanzar un éxito en la propagación por acodos se debe tomar en cuenta los siguientes factores (Bustos 2010).

a) Temperatura

La temperatura optima alrededor del medio de enraizamiento debe ser de 21º C máxima, que promueva la emisión de raíces en corto tiempo.

b) Humedad relativa

Una humedad relativa alta reduce la evaporación y transpiración de las hojas de la rama anillada y con ello se evita el secamiento de las hojas en la parte superior de la rama, la cual promueve un mejor y rápido enraizamiento.

c) Área foliar

El área foliar es esencial en virtud de que algunas sustancias que allí se producen como los carbohidratos y reguladores de crecimiento, forman un papel importante en la formación de raíces.

3.6.2.3 Ventajas y desventajas del acodo aéreo

Su ventaja, a diferencia de la multiplicación por estacas, es debido a que la rama acodada no se separa de la planta madre, recibe nutrientes a través del xilema, su efectuación se lo hace a la intemperie (Flores 2006).

La desventaja de este método, es que demanda de mano de obra, puede ser caro (comparado con otras técnicas tradicionales), requiere de mayor tiempo para enraizar (Flores 2006).

3.6.2.4 Pasos para realizar un acodo

Ruíz (2013), señala los pasos a seguir para la realización de un acodado:

- Seleccionar una rama sana y vigorosa.
- Eliminar las hojas que se encuentren en donde se va a realizar el acodo.
- Realizar una incisión transversalmente en forma anular de uno a dos centímetros (1 a 2 cm) de ancho.
- Levantar y remover totalmente la corteza, formando un anillo completo.
- Aplicar en la parte superior de la incisión o anillo, producto hormonal en polvo.
- Cubrir el corte o anillo con un material o sustrato que tenga alta capacidad de retención de humedad (musgo, suelo franco arcilloso), formando una masa uniforme y compacta alrededor del mismo.
- Envolver el sustrato con polietileno (plástico negro o blanco), papel aluminio u otro material que permita conservar la humedad y no se deteriore por el manipuleo y medio ambiente.
- Amarrar muy bien los extremos de la envoltura del sustrato.
- Revisar la formación de raíces
- Cuando haya buena emisión y desarrollo de raíces, cortar la rama después del corte anular, sin ocasionar daño a las nuevas raíces.
- Cuando la planta obtenga un buen desarrollo físico y no presente problemas fitosanitarios, se lleva a sitio definitivo.

3.7 Descripción de las especies en estudio

3.7.1 *Morella pubecens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur

Jerarquía taxonómica

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden	Myricales
Familia	Myricaceae
Género	*Morella*
Especie	*pubecens*

Figura 1. *M. pubescens*

Hábito de crecimiento: Arbusto

Ecosistema natural: Nativo de los Andes; en un rango altitudinal de 1 500 a 4 500 m snm. Presente en las provincias de Azuay, Bolívar, Cañar, Carchi, Chimborazo, Cotopaxi, Imbabura, Loja, Morona Santiago, Napo, Pichincha, Tunguragua, Zamora (Jorgensen y León 1999).

Características Morfológicas: Arbusto muy ramificado. Fuste café obscuro con presencia de lenticelas. Fruto una drupa cubierta de una sustancia cerosa (Aguirre *et al.* 2006).

Habitad. Crece en suelos pobres, de textura arcillo-arenosa, en taludes de carretera, potreros, riveras de ríos, sistemas silvopastoriles, y en sitios donde se han producido deslizamientos de tierra (Barros y Lima 2011).

3.7.2 *Clusia elliptica* Kunth

Jerarquía taxonómica

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden	Theales
Familia	Clusiaceae
Género	*Clusia*
Especie	*Elliptica*

Figura 2. *C. elliptica*

Hábito de Crecimiento: Árbol.

Ecosistema Natural: Nativo de los Andes, crece desdelos 2 500 hasta los 3 500 m snm, presente en las provincias de Azuay, Bolívar, Carchi, Imbabura, Loja y Zamora (Jorgensen y León 1999).

Características Morfológicas: Árbol pequeño, ramificado y frondoso, 10-12 m de alto. Hojas alargadas, carnosas, glabras y en partes terminales de color rojizo. Flores carnosas, grandes y vistosas. Fruto una drupa blanca verdosa (Aguirre *et al.* 2006).

Habitad. Crece en laderas húmedas a menudo nubladas, en hondonadas y riberas de quebradas, comparte su hábitat con otros árboles especialmente del genero *Persea*, *Drimys*), *Brunellia* y *Weinmannia* (OPEPA 2014).

3.7.3 *Weinmannia macrophylla* Kunth

Jerarquía taxonómica

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden	Rosales
Familia	Cunoniaceae
Género	*Weinmannia*
Especie	*Macrophylla*

Figura 3. *W. macrophylla*

Hábito de Crecimiento: Árbol

Ecosistema natural: Género nativo del Parque Nacional Podocarpus.

Características Morfológicas: Con varias ramificaciones, con fuste café y con algunos líquenes, posee hojas compuestas con foliolos redondos de color verde oscuro y algunas de color amarillo (Aguirre *et al.* 2006).

Ecosistema Natural: Nativo de los bosques andinos y alto andinos, el rango de distribución oscila entre los 1 500 a 3 500 m snm (Jorgensen y León 1999).

Habitad. Crece en laderas y filos de bosques andinos.

3.8 Relación costo – beneficio

El análisis económico del costo-beneficio es una técnica de evaluación que se emplea para determinar la conveniencia y oportunidad de un proyecto, comparando el valor actualizado de unos y otros (Miranda 2002).

Tirado (2007), señala que el análisis costo-beneficio es la formalización de una práctica cotidiana. Las ventajas e inconvenientes de una determinada alternativa, sea en sí misma o en comparación con otras.

Espinosa (2006), la relación beneficio costo expresa la rentabilidad en términos relativos. La interpretación de tales resultados es en centavos por cada unidad monetaria de inversión, en el caso del Ecuador, dólares americanos. Sin embargo, los resultados obtenidos no se interpretan en forma porcentual sino como centavos por dólar invertido.

La relación beneficio-costo es el cociente de dividir el valor actualizado de los beneficios del proyecto (ingresos) entre el valor actualizado de los costos (egresos) a una tasa de actualización igual a la tasa de rendimiento mínima aceptable, a menudo también conocida como tasa de actualización o tasa de evaluación (Agroproyectos 2014).

Según Lozano (2010), en la relación beneficio costo se pueden presentar las siguientes situaciones.

- **Relación B/C > 0**

Índice que por cada dólar de costos se obtiene más de un dólar de beneficio. En consecuencia, si el índice es positivo o cero, el proyecto debe aceptarse.

- **Relación B/C < 0**

Índice que por cada dólar de costos se obtiene menos de un dólar de beneficio, entonces, si el índice es negativo, el proyecto debe rechazarse.

3.8.1 Criterios de decisión

La inversión en un proyecto productivo es aceptable si el valor de la relación beneficio-costo es mayor o igual que 1. Al obtener un valor igual a 1 significa que la inversión inicial se recuperó satisfactoriamente después de haber sido evaluado a una tasa determinada, por lo tanto el proyecto es viable, si es menor a 1 no presenta

rentabilidad, ya que la inversión del proyecto jamás se pudo recuperar en el periodo establecido evaluado a una tasa determinada. En cambio si el proyecto es mayor a 1 significa que además de recuperar la inversión y haber cubierto la tasa de rendimiento se obtuvó una ganancia extra, un excedente en dinero después de cierto tiempo del proyecto (Agroproyectos 2014).

4 METODOLOGÍA

En la presente investigación se evaluaron variables determinantes en el crecimiento y desarrollo en *C. elliptica, W. macrophylla* y *M. pubescens*, mediante el efecto de sustratos para el enraizamiento, se realizó una comparación entre sustratos/parte de la planta, mediante un modelo bi-factorial. Así mismo se efectuó un análisis económico para determinar el ingreso por sustrato/especie.

4.1 Ubicación del área de estudio

La presente investigación se desarrolló en la Reserva Natural el Cristal y en el Vivero Forestal de la Universidad Nacional de Loja.

4.1.1 Reserva Natural El Cristal

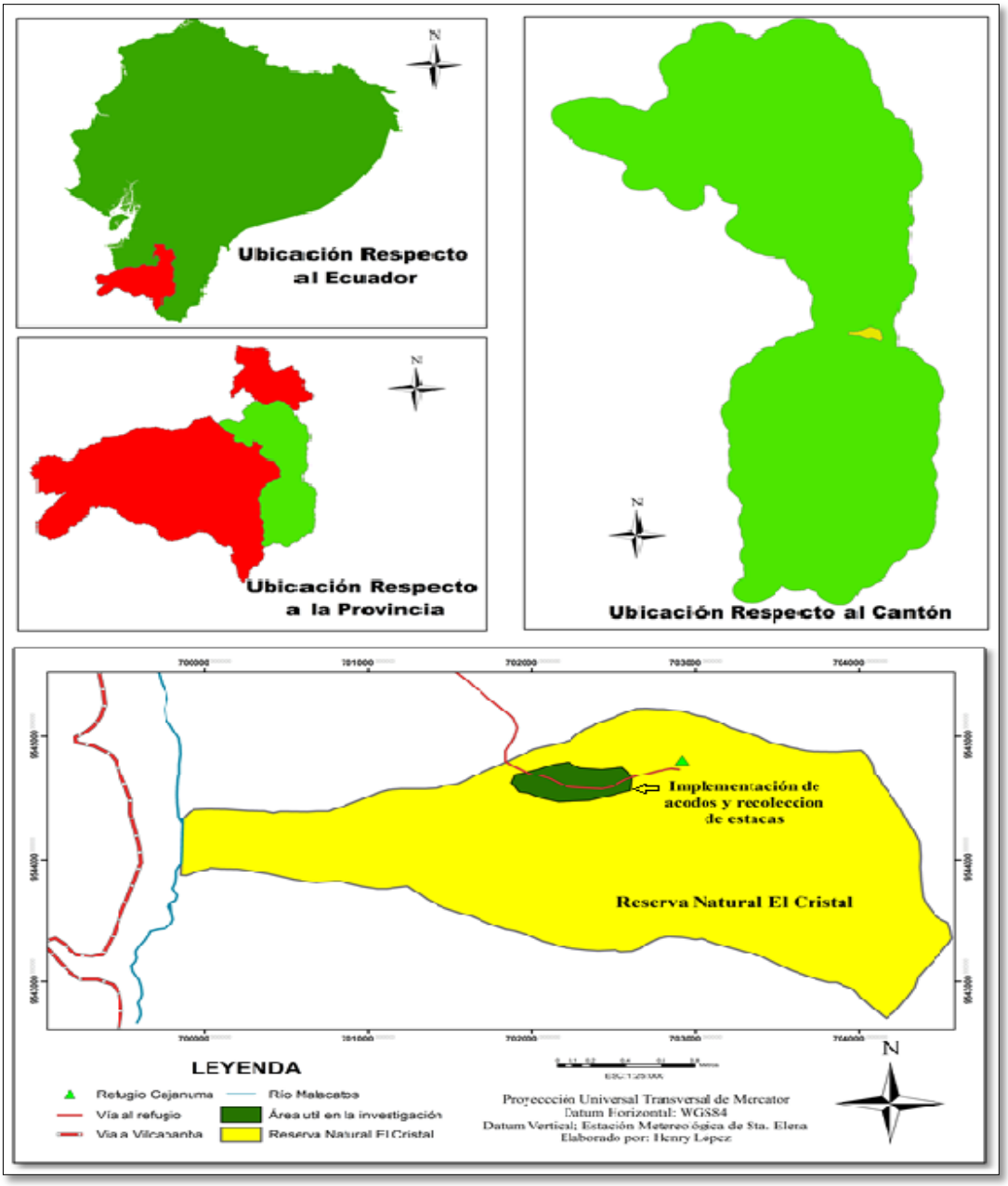
La Reserva Natural el Cristal, lugar donde se implementaron los acodos aéreos y de donde se obtuvó el material vegetal (estacas) de las especies en estudio, se encuentra localizada a 17 km de la ciudad de Loja vía a Vilcabamba (Ver Figura 4), dentro se sitúa el refugio de Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus (PNP), ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: 4º 6’ 43,94” a 4º 8’ 6,32” latitud Sur y 79º 9’ 26,06” a 79º 11’ 58,59” de longitud Oeste.

BOPRISUR (2005), menciona que la Hacienda el Cristal, el 13 de septiembre del 2002, fue aprobada e incorporada como “Reserva Natural el Cristal”, a BOPRISUR (Red de Bosques Privados del Sur).

4.1.1.1 Aspectos ambientales

Se encuentra a una altitud de 1 920 a 3 409 m snm, la precipitación anual fluctúa entre 2 000 a 4 000 mm, registrándose valores que han llegado a los 6 000 mm, incluyendo la precipitación horizontal en el sector de Cajanuma, se caracteriza por la perenne presencia de nubes y lluvia la mayor parte del año, la temperatura promedio fluctúa entre 10° C y una humedad relativa del 89 % (Lozano *et al.* 2003).

MAPA DE UBICACIÓN DE LA RESERVA NATURAL EL CRISTAL



Fuente: IGM (2012).

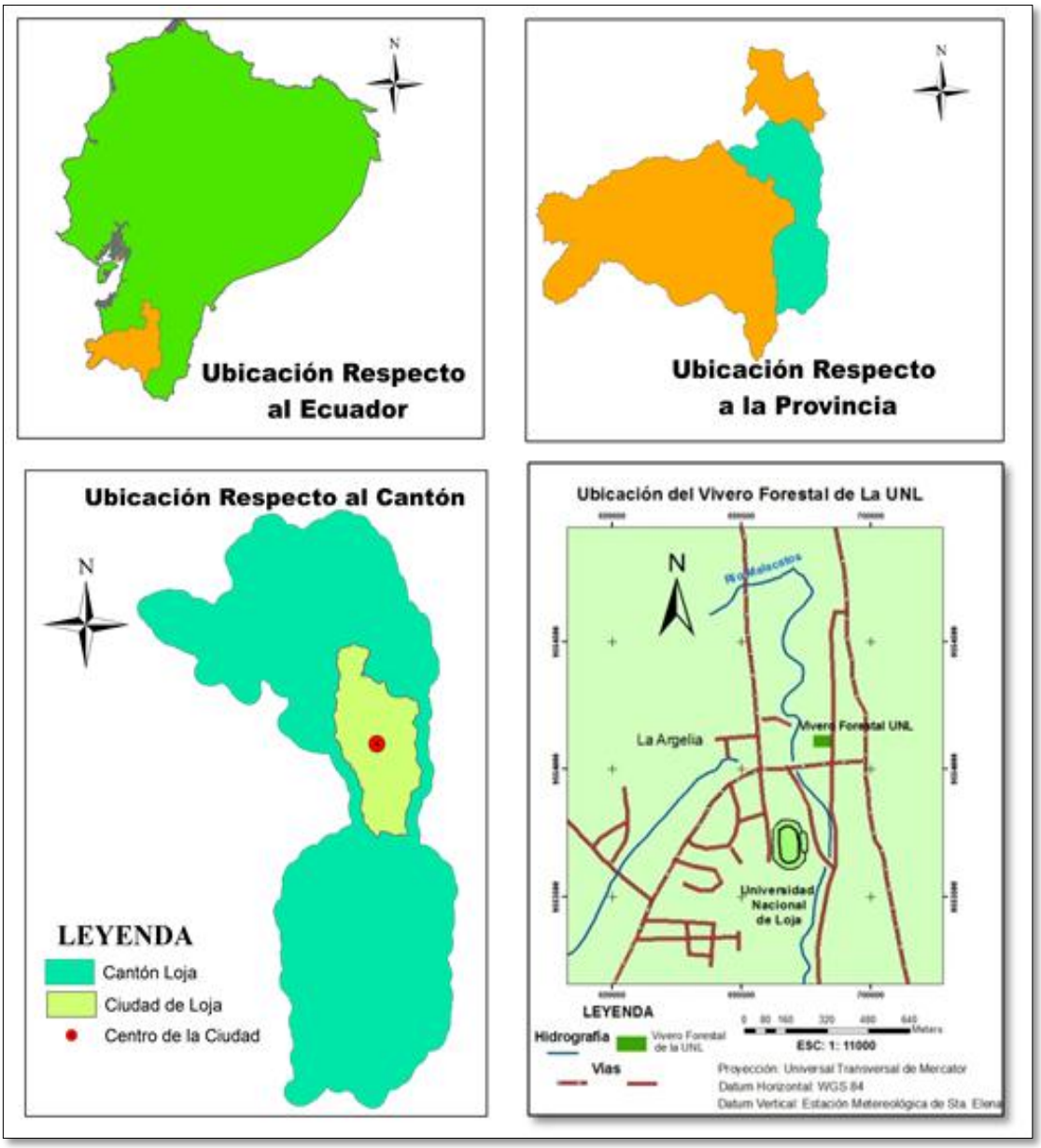
Figura 4. Mapa de ubicación del área de investigación en la Reserva Natural el Cristal.

4.1.2 Vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja

El vivero forestal de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja (UNL), lugar donde se adecuo el espacio (construcción de umbráculo, platabandas, preparación de sustratos), para la plantación de las estacas se encuentra

ubicado en el cantón y provincia de Loja (Ver Figura 5), a 3 km al sur de la ciudad, vía a Vilcabamba, localizado en las siguientes coordenadas geográficas: 04° 2’ 47” latitud Sur y 79° 12’ 59” longitud Oeste.

MAPA DE UBICACIÓN DEL VIVERO FORESTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA



Fuente: IGM (2012)

Figura 5. Mapa de ubicación del vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja.

4.2 Metodología para determinar el sustrato apropiado para el crecimiento y desarrollo de plántulas en la propagación vegetal por estacas y acodos aéreos

4.2.1 Sustrato para el enraizado

Para el desarrollo de la presente investigación, se utilizó tierra agrícola recolectado en el sector Shucos, arena de río recolectada del río Malacatos, materia orgánica adquirida en el Municipio de Loja, tierra amarilla del sector Tres Leguas, tamo de arroz colectada en Macará, aserrín conseguido en el centro de la Madera de la UNL y tierra de Aliso (*Alnus acumunata*) obtenido en la Reserva Natural El Cristal, utilizando las siguientes cantidades (Ver Cuadro 2 y 3).

Cuadro 2. Cantidad de materiales (componentes para los sustratos), utilizado en la propagación vegetativa por estacas.

Sustratos	Tierra agrícola (m^3)	Arena de río (m^3)	Materia Orgánica (m^3)	Tierra amarilla (m^3)	Tamo de arroz (m^3)	Aserrín (m^3)	Tierra de aliso (m^3)
S_0 (Testigo)	0,320	0,110	0,110				
S_1	0,180	0,180	0,180				
S_2				0,270	0,270		
S_3	0,135					0,135	0,270

Se utilizó como testigo (S_0), sustrato compuesto por 0,320 m^3 de tierra agrícola, 0,11 m^3 de arena de río y 0,11 m^3 de materia orgánica, cuya finalidad fue encontrar alternativas viables a dicho sustrato, debido a que en investigaciones realizadas en la localidad sobre propagación vegetativas no se ha obtenido resultados favorables. El total de sustrato para la propagación por estacas es de 2,16 m^3 distribuido de la manera que se presenta en Cuadro 2.

Cuadro 3. Cantidad de materiales (componentes para los sustratos) utilizado en la propagación vegetativa por acodos aéreos.

Sustrato	Tierra agrícola (m^3)	Arena de río (m^3)	Materia Orgánica (m^3)	Tierra amarilla (m^3)	Tamo de arroz (m^3)	Aserrín (m^3)	Tierra de aliso (m^3)
S_0(Testigo)	0,654	0,218	0,218				
S_1	0,363	0,363	0,363				
S_2				0,545	0,545		
S_3	0,273					0,273	0,545

La cantidad total, de sustrato utilizado en la propagación por acodos es de 4,36 m^3 distribuido de la manera que indica el Cuadro 3.

4.2.1.1 Preparación de los sustratos

Los componentes (tierra agrícola, arena, tierra amarilla, tamo de arroz, aserrín, tierra de Aliso), fueron pasados por una zaranda con la finalidad de separar residuos, piedras y otros elementos.

Posterior a ello se procedió a mezclar los componentes en sus diferentes proporciones (Ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Proporciones de los componentes en los sustratos utilizados en la investigación.

Sustrato	Tierra agrícola	Arena de río	Materia Orgánica	Tierra amarilla	Tamo de arroz	Aserrín	Tierra de aliso
S_0 (testigo)	3	1	1				
S_1	1	1	1				
S_2				1	1		
S_3	1					1	2

4.2.1.2 Desinfección de los sustratos

Los sustratos fueron desinfectados con una solución de formol al 5 %, mediante la utilización de una bomba de mochila, aplicando su remoción con una pala (tratando de que no quede ni una porción de sustrato sin desinfectarse), para finalmente ser cubiertos con plástico de color blanco.

4.2.1.3 Enfundado de los sustratos

Luego de ocho días de haber sido desinfectados los sustratos, se procedió al enfundado, utilizando fundas de polietileno de 6 x 10 pulg, de color negro perforadas para la propagación por estacas y en fundas de polietileno color negro de 8 x 12 pulg, para la propagación por acodos.

4.2.1.4 Análisis químico de los sustratos

Se realizó un análisis químico para cada uno de los sustratos en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Loja, en el que se determinó pH, textura, cantidad de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio (Ver Anexo 1).

4.2.2 Propagación vegetativa por estacas

4.2.2.1 Obtención y traslado de las estacas

Las especies evaluadas fueron: *Clusia elliptica, Weinmannia macrophylla y Morella pubescens,* de cada especie se recolectó 360 estacas, 120 del tercio inferior de la copa del árbol, 120 de la parte media y 120 de la parte superior o apical (Ver Figura 6), de árboles sanos y con excelentes características fenológicas debidamente seleccionados en diferentes sitios de la Reserva Natural El Cristal. La dimensión de las estacas fue 20 cm de largo y de 0,5 a 1,5 cm de diámetro, podándose las hojas (Castillo *et al.* 2007).

El material recolectado fue envuelto en papel periódico húmedo y colocado en fundas plásticas para mantener la humedad y evitar daños en el traslado al vivero.

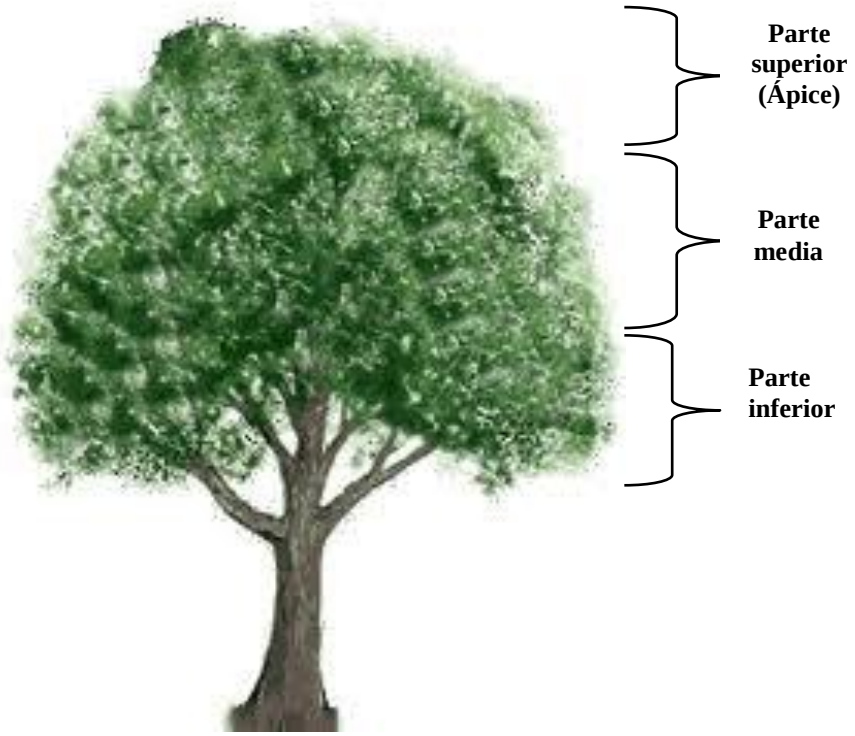


Figura 6. Partes del árbol, donde se recolectó las estacas.

4.2.2.2 Desinfección de las estacas

Se desinfectó las estacas con una solución de 2 gr de vitavax/ por cada litro de agua, sumergiendo los extremos de las mismas durante cinco minutos, y secando durante un periodo de veinte minutos en condiciones ambientales naturales (Castillo y Cueva 2006).

4.2.2.3 Plantación de las estacas

Para la plantación de las estacas a cada una de estas, se realizó un corte biselado en la parte superior, donde se colocó pintura de color negro con la finalidad de evitar la pudrición (Sáenz y Sánchez 1993).

Para el enraizamiento de las estacas se efectuó tres platabandas de 1,50 m x 1,10 m x 0,18 m por cada especie, en las cuales se colocó 120 fundas por platabanda con los sustratos empleados para la investigación (Ver Figura 7).

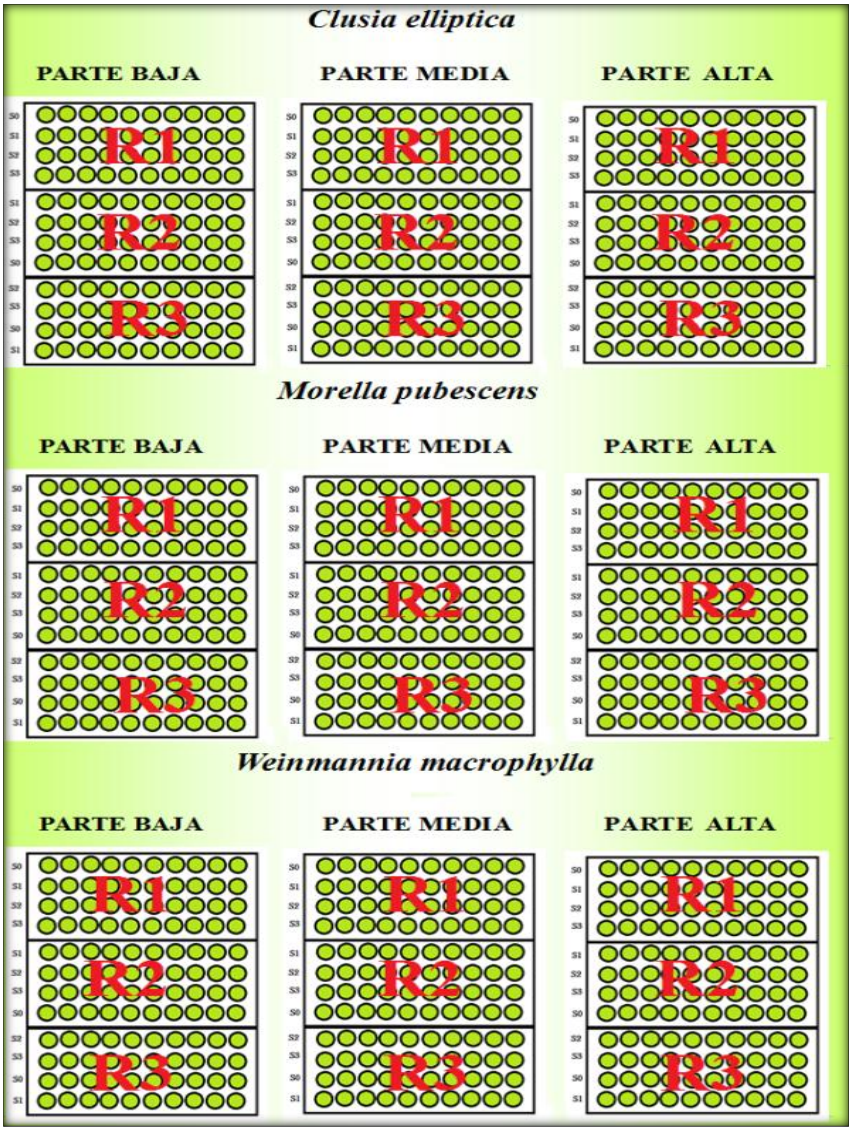


Figura 7. Disposición de los sustratos dentro del proyecto de investigación.

4.2.2.4 Cuidados culturales

Para otorgar sombra a las estacas, se colocó malla sarán color negro al 50 % de concentración de luz sobre las platabandas, con el objeto de regular la temperatura y la humedad. El riego se lo realizó regularmente con regadera de acuerdo a las necesidades de la planta; las malezas se las elimino manualmente.

4.2.2.5 Fecha de plantación y registro de datos

La recolección y plantación de las estacas se la realizó del 3 al 5 de abril del 2013, aprovechando la fase lunar (cuarto menguante). A los 90 días de haberse iniciado el

ensayo, se realizó la extracción del 50 % de las mismas, aplicando el método al azar, para individualmente evaluar las siguientes variables: porcentaje de estacas enraizadas, número y longitud de raíces.

La última evaluación de la investigación, se realizó a los 210 días, tomando el 50 % de estacas restantes de la primera evaluación, repitiendo las mismas variables descritas anteriormente (Ver Cuadro 5).

Cuadro 5. Matriz utilizada en la evaluación del porcentaje de estacas enraizadas, número y longitud de raíces en la evaluación de cuatro sustratos.

Evaluación del 50 % de estacas					
Especies	Parte del árbol	Sustrato	Nº de raíces (u)	Largo de raíces (cm)	% de enraizamiento (%)

4.2.2.6 Análisis estadístico

Se efectuó el análisis estadístico, mediante la aplicación del software InfoStat (Di Rienzo *et al*. 2009). Para evaluar las tres variables de respuesta: número de raíces, largo de raíces y porcentaje de enraizamiento, se utilizó un arreglo Bi-factorial Simple al Azar, con un total de 1 080 estacas, 360 estacas por especie, 90 estacas/sustrato/especie, 3 especies (*Clusia, Weinmania, Morella*), 4 sustratos (tres sustratos, más testigo), 3 repeticiones, 3 partes del árbol (superior, media e inferior de la copa), y un área útil del ensayo 46,00 $m^{2.}$ El modelo estadístico fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + ß_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Representa la respuesta de la k-ésima repetición en el *i*-ésimo nivel del factor A y j-ésimo nivel de factor B.

μ = Representa una media general

αi = El efecto que produce el i-ésimo nivel del factor A

ßj+ = Corresponde al efecto del j-ésimo nivel del factor B

δij = El efecto adicional (interacción) para la combinación de los niveles i del factor A y j del factor B

εijk = Es el error aleatorio asociado a la observación ijk-ésima.

Para la comparación entre los sustratos de uso, en las variables de respuesta, se realizaron mediante un análisis de varianza (ANAVA), aplicando la prueba de LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05.

4.2.3 Propagación vegetativa por acodos aéreos

Para realizar la propagación vegetativa por acodos aéreos, se seleccionaron las ramas de los árboles, siguiendo los criterios descritos en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Criterios para la selección de ramas optimas en la realización de acodadura.

RAMAS	CARACTERÍSTICAS ÓPTIMAS DE LAS RAMAS A ACODAR	
	EDAD	DIÁMETRO
Jóvenes	Menores a una año, el color de las ramas es verdoso (herbácea)	Menor a 1 cm
Optimas	Entre uno y dos años, el color de las ramos es café claro (medianamente leñosas)	Su diámetro oscila entre 1 y 2 cm
Viejas	Mayores a dos años (Leñosas)	Mayor a 2 cm

Fuente: Aldaz y Ochoa (2011)

4.2.3.1 Acodadura aérea en las plantas seleccionadas

Se realizó 144 acodaduras para las tres especies forestales en estudio, en cada acodo se ejecutó un descortezamiento en forma de anillo con un estilete desinfectado con alcohol potable, arraigando la corteza de aproximadamente 2,5 cm, que finalmente se cubrió con 0,006 m^3 de sustrato. Posteriormente se cubrió con musgo y bolsa plástica de color blanco para poder realizar el monitoreo de exceso o falta de agua; sobre el plástico blanco se envolvió con una bolsa de plástico de color negro, para evitar que influyan directamente los rayos del sol sobre el corte anteriormente realizado, atando en cada uno de los extremos en forma de caramelo.

Los acodos por especie se realizaron del 3 al 5 de abril del 2013, aprovechando la fase lunar (cuarto menguante), que de acuerdo a revisión bibliográfica es el momento óptimo para realizar la propagación.

Cada 8 días se realizó una verificación de la cantidad de humedad por cada acodo e inyectando con una jeringuilla hipodérmica, la cantidad de agua necesaria para mantener húmedo el sustrato.

Una vez que los acodos cumplieron los 150 días de establecida la investigación, se cortaron a 2 cm por debajo de los extremos de las raíces brotadas, transportando en fundas negras hidratadas al vivero forestal de la UNL; luego se trasplantaron en fundas de polietileno.

4.2.3.2 Registro de datos

El proyecto de investigación para determinar el sustrato apropiado en la propagación vegetativa por acodos aéreos, se realizó la evaluación a los 240 días de implementado el ensayo, se realizó la extracción del 50 % de las mismas, aplicando el método al azar, para individualmente evaluar las siguientes variables: porcentaje de estacas enraizadas, número y longitud de raíces, utilizando la siguiente matriz (Ver Cuadro 7).

Cuadro 7. Matriz utilizada en la evaluación del porcentaje de acodos enraizados, número y longitud de raíces en la evaluación de cuatro sustratos.

Evaluación del 50 % de acodos				
Especies	Sustrato	Nº de raíces (u)	Largo de raíces (cm)	% de enraizamiento (%)

4.2.3.3 Análisis estadístico

El análisis estadístico se aplicó con el software InfoStat (Di Rienzo *et al.* 2009). Para evaluar las tres variables de respuesta: número de raíces, largo de raíces y porcentaje de enraizamiento, se utilizó un diseño simple al Azar, con 144 acodos aéreos, 48

acodos/especie, 3 acodos/sustrato/especie, 3 especies, 4 repeticiones, el modelo estadístico aplicado es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Yij = Observación del sustrato *i* en la parcela *j*
τ_i = Efecto del sustrato *i*
ε_{ij} = Término de error aleatorio asociado a la observación Yij

Se realizó mediante un análisis de varianza (ANAVA), aplicando la prueba de Duncan a un nivel de significancia de 0,05.

4.3 Metodología para determinar el beneficio costo, en la producción de plántulas por cada una de las especies evaluadas

Para dar cumplimiento a este objetivo se determinó los costos de producción por cada uno de los sustratos en la propagación de estacas y acodos aéreos.

4.3.1 Ingreso bruto por sustrato

Para determinar el ingreso bruto por sustrato se utilizó la siguiente fórmula:

IB = Y x PY, donde:

IB = Ingreso bruto
Y = Producto
PY = Precio del producto (venta de las plantas)

4.3.2 Costos totales por sustrato

Se determinó mediante la suma de los costos (fijos y variables) realizados en cada sustrato.

4.3.3 Unidad neta

Esta constituido en la diferencia de los ingresos brutos menos los costos totales de producción y se calculó empleando la siguiente fórmula:

$$BN = IB – CT, \text{ donde:}$$

BN = Beneficio neto
IB = Ingreso bruto
CT = Costos totales

4.3.4 Relación beneficio – costo

Se la obtuvó dividiendo el beneficio neto de cada sustrato, para los costos totales del mismo.

$$R\ (B/C) = BN/CT$$

R (B/C) = Relación beneficio costo
BN = Beneficio neto
CT = Costo total

4.4 Metodología para difundir los resultados a los actores sociales interesados en la propagación vegetal de especies nativas

Para difundir los resultados de la investigación, se realizó una conferencia a los estudiantes de cuarto y quinto año de la Carrera de Ingeniería Forestal, donde se realizó la entrega de un tríptico a los participantes (Ver Anexo 3), así mismo se entregó una copia de la investigación al propietario de la Reserva Natural El Cristal y al Ministerio del Ambiente de Loja, finalmente se realizó la publicación de un artículo científico.

5 RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en la presente investigación, disgregados por cada objetivo planteado.

5.1 Propagación vegetativa por estacas

En la propagación vegetativa por estacas, aplicando cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo), evaluando tres especies forestales en tres partes aéreas del árbol en la Reserva Natural El Cristal, los resultados mostraron bajos porcentajes en las variables a evaluar.

5.1.1 Promedio número de raíces brotadas a los 90 días

En la Figura 8, se indica los promedios del número de raíces brotadas mediante la propagación vegetativa por estacas, evaluadas a los 90 días con base a cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo), tres especies, obtenidas de tres partes del árbol.

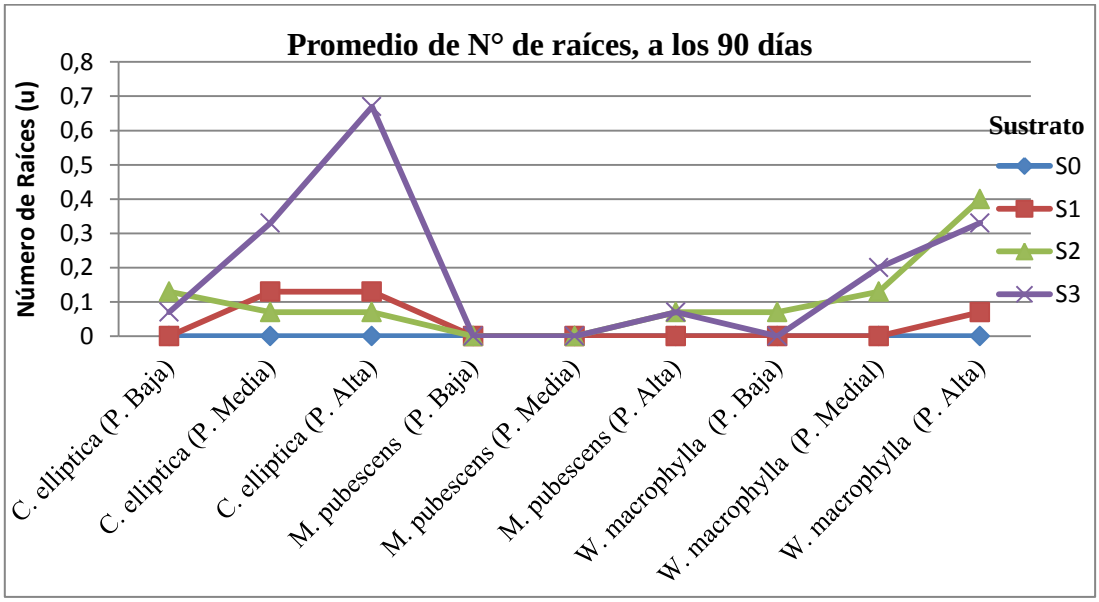


Figura 8. Representación gráfica en los promedios del número de raíces en estacas, evaluadas a los 90 días.

5.1.1.1 Promedio de raíces brotadas en *Clusia elliptica* Kunth

Los mayores resultados de promedios de raíces brotadas son para el sustrato S_3 en la parte alta del árbol (0,67 raíces), a diferencia del sustrato S_0 y S_1 en la parte baja del árbol, S_0 de la parte media y alta del árbol, no presentan valores. No existen diferencias significativas entre la interacción sustrato*parte del árbol (P< 0,1103). Los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *C. elliptica*, evaluadas a los 90 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (N° de raíces)			Total (raíces)	Promedio (raíces)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Baja	0	0	0	0,00	0,00	A
S_0	Media	0	0	0	0,00	0,00	A
S_0	Alta	0	0	0	0,00	0,00	A
S_1	Baja	0	0	0	0,00	0,00	A
S_2	Baja	0	0	0,4	0,40	0,13	A B
S_2	Media	0,2	0	0	0,20	0,07	A B
S_2	Alta	0	0,2	0	0,20	0,07	A B
S_3	Baja	0,2	0	0	0,20	0,07	A B
S_1	Media	0	0,4	0	0,40	0,13	A B
S_1	Alta	0,2	0,2	0	0,40	0,13	A B
S_3	Media	0	0,8	0,2	1,00	0,33	B
S_3	Alta	0,6	1	0,4	2,00	0,67	C

Para el número de raíces brotadas, existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,0034), obteniendo los mayores valores para el sustrato S_3 a diferencia del S_0 que presenta los menores valores. No existen diferencias significativas entre las partes de árbol (P< 0,1175). (Ver Cuadro 9 y 10).

Cuadro 9. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica*, de los sustratos empleados a los 90 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S0	0,00	9	0,06	A	
S2	0,09	9	0,06	A	
S1	0,09	9	0,06	A	
S3	0,36	9	0,06		B

Cuadro 10. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica*, de las partes del árbol empleados a los 90 días

Parte del árbol	Medias	n	E.E.		
Baja	0,05	12	0,05	A	
Media	0,13	12	0,05	A	B
Alta	0,22	12	0,05		B

5.1.1.2 Promedio de raíces brotadas en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur

El mayor resultado del promedio de raíces brotadas son en el sustrato S_2 y S_3 de la parte alta del árbol (0,07 raíces), a diferencia de los demás sustratos y partes del árbol, no presentan valores. No existen diferencias significativas entre la interacción sustrato*parte del árbol (P< 0,6772). Los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol se indican en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *M. pubescens* evaluadas a los 90 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (N° raíces)			Total (raíces)	Promedio (raíces)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Baja	0	0	0	0,00	0,00	A
S_1	Baja	0	0	0	0,00	0,00	A
S_2	Baja	0	0	0	0,00	0,00	A
S_3	Baja	0	0	0	0,00	0,00	A
S_0	Media	0	0	0	0,00	0,00	A
S_1	Media	0	0	0	0,00	0,00	A
S_2	Media	0	0	0	0,00	0,00	A
S_3	Media	0	0	0	0,00	0,00	A
S_0	Alta	0	0	0	0,00	0,00	A
S_1	Alta	0	0	0	0,00	0,00	A
S_2	Alta	0	0	0,2	0,20	0,07	A
S_3	Alta	0,2	0	0	0,20	0,07	A

Para el número de raíces brotadas, no existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,5807). No existen diferencias significativas entre las partes de árbol (P< 0,1573) (Ver Cuadro 12 y 13).

Cuadro 12. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados a los 90 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.	
S1	0,00	9	0,02	A
S0	0,00	9	0,02	A
S3	0,02	9	0,02	A
S2	0,02	9	0,02	A

Cuadro 13. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.	
Media	0,00	12	0,01	A
Baja	0,00	12	0,01	A
Alta	0,03	12	0,01	A

5.1.1.3 Promedio de raíces brotadas en *Weinmannia macrophylla* Kunth

En el Cuadro 14, se presentan los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol, los mayores resultados de promedios de raíces brotadas son para el promedio S_2 en la parte alta del árbol (0,40 raíces), a diferencia del sustrato S_0, S_1 y S_3 en la parte baja del árbol, S_0, y S_1 de la parte media, S_0 de la parte alta del árbol, no presentan valores. No existen diferencias significativas entre la interacción sustrato*parte del árbol (P< 0,6976).

Cuadro 14. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *W. macrophylla*, evaluadas a los 90 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (N° raíces)			Total (raíces)	Promedio (raíces)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Baja	0	0	0	0,00	0,00	A
S_0	Media	0	0	0	0,00	0,00	A
S_0	Alta	0	0	0	0,00	0,00	A
S_1	Baja	0	0	0	0,00	0,00	A
S_1	Media	0	0	0	0,00	0,00	A
S_3	Baja	0	0	0	0,00	0,00	A
S_1	Alta	0	0,2	0	0,20	0,07	A B
S_2	Baja	0,2	0	0	0,20	0,07	A B

Siguiente…..

Cuadro 14…..Continuación

S_2	Media	0	0	0,4	0,40	0,13	A	B
S_3	Media	0,4	0,2	0	0,60	0,20	A	B
S_3	Alta	0	0,4	0,6	1,00	0,33	A	B
S_2	Alta	0	1	0,2	1,20	0,40		B

Para el número de raíces brotadas, no existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,0985), ni partes de árbol (P< 0,1021) (Ver Cuadro 15 y 16).

Cuadro 15. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados a los 90 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S0	0,00	9	0,07	A	
S1	0,02	9	0,07	A	B
S3	0,18	9	0,07	A	B
S2	0,20	9	0,07		B

Cuadro 16. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.		
Baja	0,02	12	0,06	A	
Media	0,08	12	0,06	A	B
Alta	0,20	12	0,06		B

5.1.2 Promedio de número de raíces a los 210 días

En la Figura 9, se muestra los promedios del número de raíces brotadas en la propagación vegetativa por estacas, evaluadas a los 210 días en base a cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo), tres especies, obtenidas de tres partes del árbol.

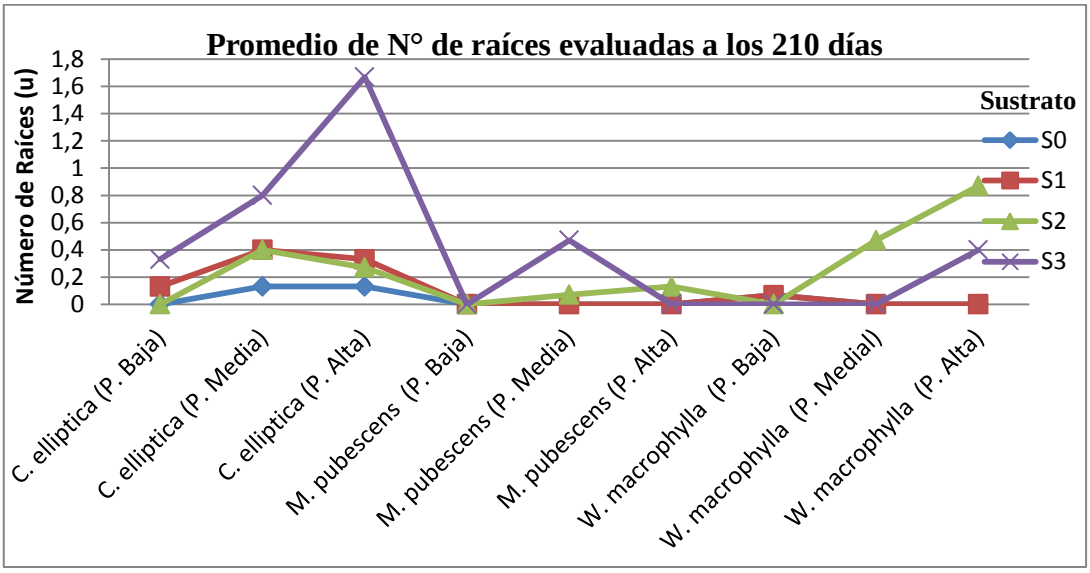


Figura 9. Representación gráfica en los promedios del número de raíces en estacas, evaluadas a los 210 días.

5.1.2.1 Promedio de raíces brotadas en *Clusia elliptica* Kunt

Los mayores resultados de promedios de raíces brotadas son para el sustrato S_3 en la parte alta del árbol (1,67 raíces), a diferencia del sustrato S_0 y S_2 en la parte baja del árbol, que no presentan valores. No existen diferencias significativas entre la interacción sustrato*parte del árbol (P< 0,1041). Los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol se indican en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *C. elliptica*, evaluadas a los 210 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (N° raíces)			Total (raíces)	Promedio (raíces)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_2	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Media	0,40	0,00	0,00	0,40	0,13	A
S_0	Alta	0,00	0,40	0,00	0,40	0,13	A
S_1	Baja	0,40	0,00	0,00	0,40	0,13	A

Siguiente…..

Cuadro 17…..Continuación

S_2	Alta	0,00	0,40	0,40	0,80	0,27	A	B	
S_1	Alta	0,00	1,00	0,00	1,00	0,33	A	B	
S_3	Baja	0,00	0,60	0,40	1,00	0,33	A	B	
S_1	Media	0,00	0,80	0,40	1,20	0,40	A	B	
S_2	Media	0,60	0,00	0,60	1,20	0,40	A	B	
S_3	Media	1,40	0,60	0,40	2,40	0,80		B	
S_3	Alta	1,60	2,40	1,00	5,00	1,67			C

Para el número de raíces brotadas, existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,0004), obteniendo los mayores valores para el sustrato S_3 a diferencia del S_0 que presenta los menores valores. Existen diferencias significativas entre las partes de árbol (P< 0,0140), alcanzando los mayores valores la parte alta del árbol a diferencia de la parte baja que presenta los menores valores (Ver Cuadro 18 y 19).

Cuadro 18. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica* de los sustratos empleados a los 210 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S0	0,09	9	0,13	A	
S2	0,22	9	0,13	A	
S1	0,29	9	0,13	A	
S3	0,93	9	0,13		B

Cuadro 19. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.		
Baja	0,12	12	0,11	A	
Media	0,43	12	0,11		B
Alta	0,60	12	0,11		B

5.1.2.2 Promedio de raíces brotadas en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur

Los mayores resultados de promedios de raíces brotadas son para el sustrato S_3 en la parte media del árbol (0,47 raíces), a diferencia del sustrato S_0, S_1, S_2 y S_3 en la parte baja del árbol, S_0 y S_1 de la parte media del árbol, S_0, S_1 y S_3 de la parte alta del árbol

no presentan valores. No existen diferencias significativas entre la interacción sustrato*parte del árbol (P< 0,0824). Los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol se indican en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *M. pubescens*, evaluadas a los 210 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (N° raíces)			Total (raíces)	Promedio (raíces)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_2	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_3	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_3	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_2	Media	0,20	0,00	0,00	0,20	0,07	A
S_2	Alta	0,00	0,40	0,00	0,40	0,13	A
S_3	Media	0,00	0,40	1,00	1,40	0,47	B

Para el número de raíces brotadas, no existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,1680), y entre partes de árbol (P< 0,1364) (Ver Cuadro 21 y 22).

Cuadro 21. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados a los 210 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.	
S0	0,00	9	0,05	A
S1	0,00	9	0,05	A
S2	0,07	9	0,05	A
S3	0,16	9	0,05	A

Cuadro 22. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.	
Baja	0,00	12	0,05	A
Alta	0,03	12	0,05	A
Media	0,13	12	0,05	A

5.1.2.3 Promedio de raíces brotadas en *Weinmannia macrophylla* Kunth

En el Cuadro 23, se presentan los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol, los mayores resultados de promedios de raíces brotadas son para el sustrato S_2 en la parte alta del árbol (0,87 raíces), a diferencia de los sustratos S_2 y S_3 en la parte baja del árbol, S_0, S_1 y S_3 de la parte media del árbol, S_0 y S_1 de la parte alta del árbol, no presentan valores. Existen diferencias significativas entre la interacción sustrato*parte del árbol (P< 0,0001).

Cuadro 23. Promedio del número de raíces en estacas enraizadas de *W. macrophylla*, evaluadas a los 210 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (N° raíces)			Total (raíces)	Promedio (raíces)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_2	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_3	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_3	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Baja	0,20	0,00	0,00	0,20	0,07	A
S_1	Baja	0,00	0,20	0,00	0,20	0,07	A
S_3	Alta	0,00	0,80	0,40	1,20	0,40	B
S_2	Media	0,40	0,60	0,40	1,40	0,47	B
S_2	Alta	1,00	0,60	1,00	2,60	0,87	C

Para el número de raíces brotadas, existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,0001), obteniendo los mayores valores para el sustrato S_2 a diferencia del S_1 que presenta los menores valores. Existen diferencias significativas entre las partes

de árbol (P< 0,0002), obteniendo los mayores valores en la parte alta del árbol a diferencia de la parte baja del árbol que presenta los menores valores (Ver Cuadro 24 y 25).

Cuadro 24. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados a los 210 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S1	0,02	9	0,05	A	
S0	0,02	9	0,05	A	
S3	0,13	9	0,05	A	
S2	0,44	9	0,05		B

Cuadro 25. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.		
Baja	0,03	12	0,04	A	
Media	0,12	12	0,04	A	
Alta	0,32	12	0,04		B

5.1.3 Promedio del largo de raíces brotadas a los 90 días

En la Figura 10, se indica los promedios del largo de raíces brotadas mediante la propagación vegetativa por estacas, evaluadas a los 90 días en base a cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo), tres especies, obtenidas de tres partes del árbol.

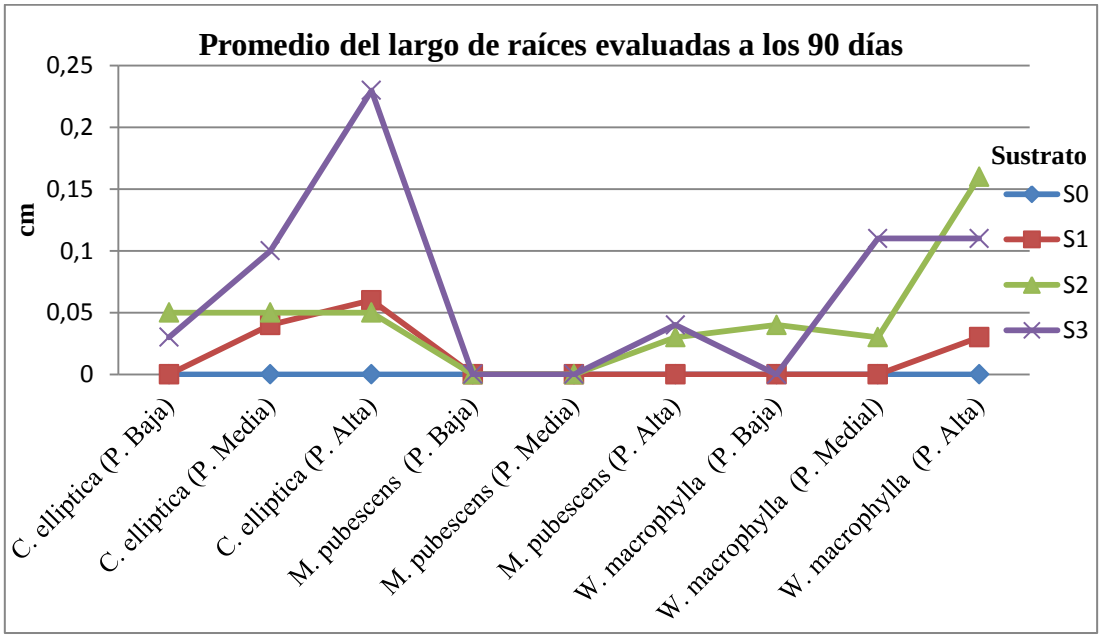


Figura 10. Representación gráfica en los promedios del largo de raíces en estacas, evaluadas a los 90 días.

5.1.3.1 Promedio del largo de raíces brotadas en *Clusia elliptica* Kunth

Los mayores resultados de promedios del largo de raíces brotadas son para el sustrato S_3 en la parte alta del árbol (0,23 cm), a diferencia del sustrato S_0 y S_1 en la parte baja del árbol, S_0 de la parte media y alta del árbol, que presentan valores de 0 cm. No existe diferencias significativas entre la interacción sustrato*parte del árbol (P< 0,3372). Los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol se explica en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *C. elliptica*, evaluadas a los 90 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (cm)			Total (cm)	Promedio (cm)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A

Siguiente…..

Cuadro 26…..Continuación

S_1	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_3	Baja	0,10	0,00	0,00	0,10	0,03	A	
S_1	Media	0,00	0,12	0,00	0,12	0,04	A	
S_2	Baja	0,00	0,00	0,16	0,16	0,05	A	
S_2	Media	0,14	0,00	0,00	0,14	0,05	A	
S_2	Alta	0,00	0,16	0,00	0,16	0,05	A	
S_1	Alta	0,08	0,09	0,00	0,17	0,06	A	
S_3	Media	0,00	0,22	0,09	0,31	0,10	A	B
S_3	Alta	0,21	0,37	0,10	0,68	0,23		B

Para el largo de raíces brotadas, existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,0133), obteniendo los mayores valores para el sustrato S_3 a diferencia del S_0 que presenta los menores valores. No existen diferencias significativas entre las partes de árbol (P< 0,1322) (Ver Cuadro 27 y 28).

Cuadro 27. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica* de los sustratos empleados a los 90 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S0	0,00	9	0,02	A	
S1	0,03	9	0,02	A	
S2	0,05	9	0,02	A	B
S3	0,12	9	0,02		B

Cuadro 28. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.		
Baja	0,02	12	0,02	A	
Media	0,05	12	0,02	A	B
Alta	0,08	12	0,02		B

5.1.3.2 Promedio del largo de raíces en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur

En el Cuadro 29, se indica detenidamente los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol, el mayor resultado del promedio del largo de raíces brotadas son en el sustrato S_3 de la parte alta del árbol

(0,04 cm), a diferencia de los sustratos S_0, S_1, S_2 y S_3 de la parte baja y media del árbol, S_0 y S_1 de la parte alta del árbol, que presentan valores de 0 cm. No existen diferencias significativas entre sustrato*parte del árbol (P< 0,6731).

Cuadro 29. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *M. pubescens*, evaluadas a los 90 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (cm)			Total (cm)	Promedio (cm)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_2	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_3	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_2	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_3	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_2	Alta	0,00	0,00	0,10	0,10	0,03	A
S_3	Alta	0,12	0,00	0,00	0,12	0,04	A

Para el largo de raíces brotadas, no existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,5775), y entre las partes de árbol (P< 0,1595) (Ver Cuadro 30 y 31).

Cuadro 30. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados a los 90 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.	
S1	0,00	9	0,01	A
S0	0,00	9	0,01	A
S2	0,01	9	0,01	A
S3	0,01	9	0,01	A

Cuadro 31. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.	
Baja	0,00	12	0,01	A
Media	0,00	12	0,01	A
Alta	0,02	12	0,01	A

5.1.3.3 Promedio del largo de raíces en *Weinmannia macrophylla* Kunth

Los mayores resultados de promedios de raíces brotadas son para el sustrato S_2 en la parte alta del árbol (0,16 cm), a diferencia del sustrato S_0, S_1 y S_3 en la parte baja del árbol, S_0, y S_1 de la parte media, S_0 de la parte alta del árbol, que presentan valores de 0 cm. No existen diferencias significativas en la interacción sustrato*parte del árbol (P< 0,4881). Los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol se presenta en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *W. macrophylla*, evaluadas a los 90 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (cm)			Total (cm)	Promedio (cm)	Interacción sustrato* parte del árbol	
		R 1	R 2	R 3				
S_0	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_0	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_0	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_1	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_1	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_3	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_1	Alta	0,00	0,10	0,00	0,10	0,03	A	
S_2	Media	0,00	0,00	0,10	0,10	0,03	A	
S_2	Baja	0,12	0,00	0,00	0,12	0,04	A	B
S_3	Media	0,14	0,18	0,00	0,32	0,11	A	B
S_3	Alta	0,00	0,13	0,19	0,32	0,11	A	B
S_2	Alta	0,00	0,36	0,12	0,48	0,16		B

Para el largo de raíces brotadas, no existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,0654), y entre las partes de árbol (P< 0,1085) (Ver Cuadro 33 y 34).

Cuadro 33. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla* de los sustratos empleados a los 90 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S0	0,00	9	0,02	A	
S1	0,01	9	0,02	A	B
S3	0,07	9	0,02		B
S2	0,08	9	0,02		B

Cuadro 34. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla*, de las partes del árbol empleadas a los 90 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.		
Baja	0,01	12	0,02	A	
Media	0,04	12	0,02	A	B
Alta	0,08	12	0,02		B

5.1.4 Promedio del largo de raíces a los 210 días

En la Figura 11, se explica descriptivamente los promedios del largo de raíces brotadas mediante la propagación vegetativa por estacas, evaluadas a los 210 días en base a cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo), tres especies, obtenidas de tres partes del árbol.

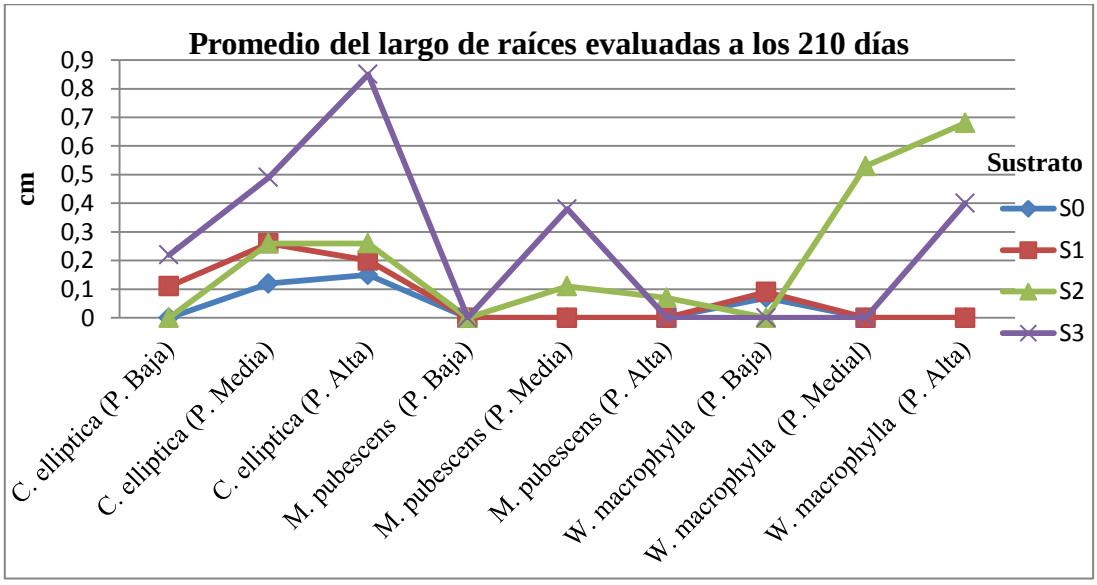


Figura 11. Representación gráfica en los promedios del largo de raíces en estacas, evaluadas a los 210 días.

5.1.4.1 Promedio del largo de raíces brotadas en *Clusia elliptica* Kunth

Los mayores resultados de promedios del largo de raíces brotadas son para el sustrato S_3 en la parte alta del árbol (0,85 cm), a diferencia del sustrato S_0 y S_2 en la parte baja del árbol, que presentan valores de 0 cm. Existen diferencias significativas en la interacción sustrato*parte del árbol (P< 0,0283). Los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol se indican en el Cuadro 35.

Cuadro 35. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *C. elliptica*, evaluadas a los 210 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (cm)			Total (cm)	Promedio (cm)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_2	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Baja	0,34	0,00	0,00	0,34	0,11	A B
S_0	Media	0,35	0,00	0,00	0,35	0,12	A B
S_0	Alta	0,00	0,45	0,00	0,45	0,15	A B
S_1	Alta	0,00	0,61	0,00	0,61	0,20	A B
S_3	Baja	0,00	0,38	0,28	0,66	0,22	A B
S_1	Media	0,00	0,36	0,41	0,77	0,26	A B
S_2	Media	0,37	0,00	0,43	0,79	0,26	A B
S_2	Alta	0,00	0,42	0,37	0,79	0,26	A B
S_3	Media	0,74	0,34	0,39	1,47	0,49	B C
S_3	Alta	0,83	1,32	0,39	2,54	0,85	C

Para el largo de raíces brotadas, existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,0062), obteniendo los mayores valores para el sustrato S_3 a diferencia del S_0 que presenta los menores valores. Existen diferencias significativas entre las partes de árbol (P< 0,0283), alcanzando los mayores valores la parte alta del árbol a diferencia de la parte baja que presenta los menores valores (Ver Cuadro 36 y 37).

Cuadro 36. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica*, de los sustratos empleados a los 210 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S0	0,09	9	0,08	A	
S2	0,18	9	0,08	A	
S1	0,19	9	0,08	A	
S3	0,52	9	0,08		B

Cuadro 37. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.		
Baja	0,08	12	0,07	A	
Media	0,28	12	0,07	A	B
Alta	0,37	12	0,07		B

5.1.4.2 Promedio del largo de raíces en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur

En el Cuadro 38, se muestra los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol, los mayores resultados de promedios de raíces brotadas son para el sustrato S_3 en la parte media del árbol (0,38 cm), a diferencia del sustrato S_0, S_1, S_2 y S_3 en la parte baja del árbol, S_0 y S_1 de la parte media del árbol, S_0, S_1 y S_3 de la parte alta del árbol que presentan valores de 0 cm. No existen diferencias significativas en la interacción sustrato*parte del árbol ($P< 0,0923$).

Cuadro 38. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *M. pubescens*, evaluadas a los 210 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (cm)			Total (cm)	Promedio (cm)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A

Siguiente…..

Cuadro 38…..Continuación

S_1	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_1	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_2	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_3	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_3	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A	
S_2	Alta	0,00	0,22	0,00	0,22	0,07	A	
S_2	Media	0,32	0,00	0,00	0,32	0,11	A	
S_3	Media	0,00	0,38	0,76	1,14	0,38		B

Para el número de raíces brotadas, no existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,1376), y partes de árbol (P< 0,0594) (Ver Cuadro 39 y 40).

Cuadro 39. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados a los 210 días.

Sustrato	Medias	n	E.E	.	
S1	0,00	9	0,04	A	
S0	0,00	9	0,04	A	
S2	0,06	9	0,04	A	B
S3	0,13	9	0,04		B

Cuadro 40. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de las partes del árbol empleadas a los 210 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.		
Baja	0,00	12	0,04	A	
Alta	0,02	12	0,04	A	B
Media	0,12	12	0,04		B

5.1.4.3 Promedio del largo de raíces brotadas en *Weinmannia macrophylla* Kunth

Los mayores resultados de promedios del largo de raíces brotadas son para el sustrato S_2 en la parte alta del árbol (0,68 cm), a diferencia del sustrato S_2 y S_3 en la parte baja del árbol, S_0, S_1 y S_3 de la parte media del árbol, S_0 y S_1 de la parte alta del árbol, que presentan valores de 0 cm. Existen diferencias significativas en la interacción

sustrato*parte del árbol (P< 0,0012). Los valores registrados para todos los sustratos con muestras obtenidas de todas las partes del árbol se indican en el Cuadro 41.

Cuadro 41. Promedio del largo de raíces en estacas enraizadas de *W. macrophylla*, evaluadas a los 210 días.

Sustrato	Parte del árbol	Repeticiones (cm)			Total (cm)	Promedio (cm)	Interacción sustrato* parte del árbol
		R 1	R 2	R 3			
S_0	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_1	Alta	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_2	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_3	Baja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_3	Media	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	A
S_0	Baja	0,21	0,00	0,00	0,21	0,07	A
S_1	Baja	0,00	0,26	0,00	0,26	0,09	A
S_3	Alta	0,00	0,78	0,41	1,19	0,40	B
S_2	Media	0,36	0,82	0,41	1,59	0,53	B C
S_2	Alta	0,80	0,45	0,80	2,05	0,68	C

Para el largo de raíces brotadas, existen diferencias significativas entre sustratos (P< 0,0001), obteniendo los mayores valores para el sustrato S_2 a diferencia del S_0 que presenta los menores valores. Existen diferencias significativas entre las partes de árbol (P< 0,0052), obteniendo los mayores valores en la parte alta del árbol a diferencia de la parte baja del árbol que no presenta valores (Ver Cuadro 42 y 43).

Cuadro 42. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados a los 210 días.

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S0	0,02	9	0,05	A	
S1	0,03	9	0,05	A	
S3	0,13	9	0,05	A	
S2	0,40	9	0,05		B

Cuadro 43. Test LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla*, las partes del árbol empleadas a los 210 días.

Parte del árbol	Medias	n	E.E.		
Baja	0,04	12	0,05	A	
Media	0,13	12	0,05	A	
Alta	0,27	12	0,05		B

5.1.5 Promedio del porcentaje de raíces a los 90 días

En la Figura 12, se detalla minuciosamente los sustratos en la propagación de tres especies forestales, los mayores resultados de promedios del porcentaje de enraizamiento en *C. elliptica*, es el sustrato S_3 (22,22 %), a diferencia del S_0 que presenta valores de 0 %; en *M. pubescens*, el mayor resultado lo obtiene S_2 y S_3 (3,34 %), a diferencia del S_0 y S_1 que presenta valores del 0 %; en *W. macrophylla*, que presenta los mayores resultados S_2 (11,11 %) a diferencia del S_0 que presenta valores del 0 %.

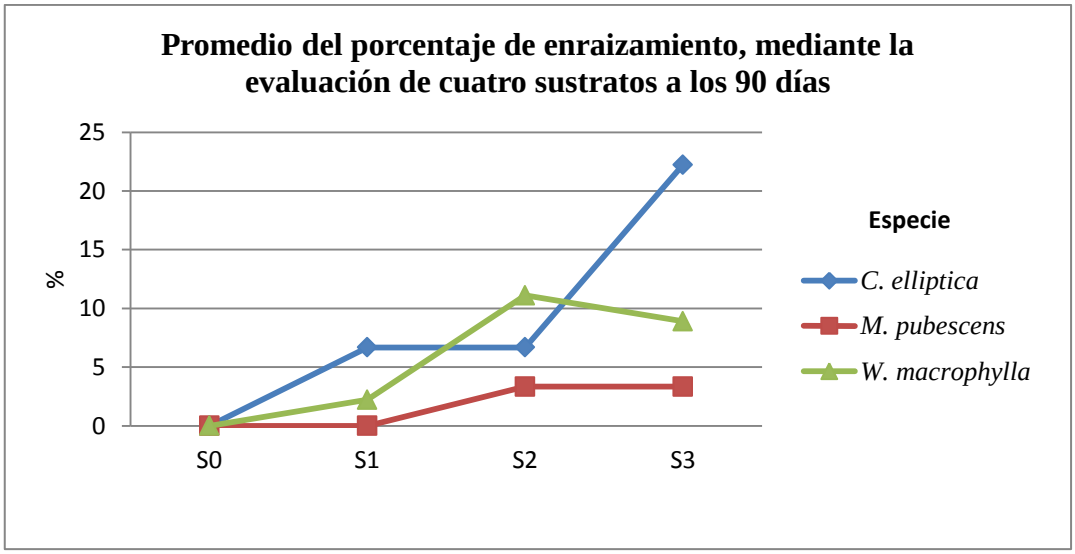


Figura 12. Representación gráfica en los promedios de los porcentajes de enraizamiento por estacas, mediante la evaluación de cuatro sustratos, en tres especies forestales, a los 90 días.

En la Figura 13, se describe la incidencia de las partes del árbol en los promedios del porcentaje de raíces, de tres especies forestales, los mayores resultados de promedios

de enraizamiento en *C. elliptica*, es la parte alta del árbol (15 %), a diferencia de la parte baja que presenta valores de 0 %; en *M. pubescens*, el mayor resultado lo obtiene la parte alta (3,33 %), a diferencia de la parte media y baja que presenta valores del 0 %; en *W. macrophylla*, que presenta los mayores resultados la parte alta (10 %) a diferencia de la parte baja que presenta valores de 1,67 %.

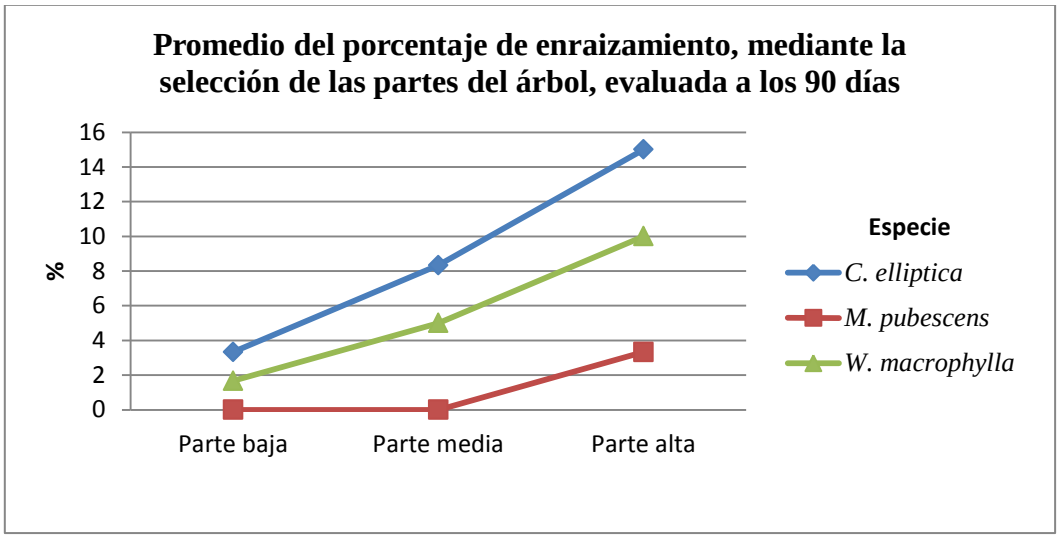


Figura 13. Representación gráfica en los promedios de los porcentajes de enraizamiento por estacas, mediante la selección de las partes del árbol, evaluada a los 90 días

En la Figura 14, se presenta los promedios del porcentaje de raíces en la propagación vegetativa por estacas a los 90 días, en base a la evaluación de cuatro sustrato, tres especies, tomadas de tres partes del árbol, los mayores resultados de promedios de enraizamiento en el sustrato S_3 es del 40 % en la parte alta del árbol en *C. elliptica*, a diferencia de la parte baja y media en *M. pubescens*, parte baja en *W. macrophylla*, que presenta valores de 0 %; en S_2 el mayor valor obtenido es del 20 % en la parte alta de *W. macrophylla* a diferencia de la parte baja, media en *M. pubescens* que presenta valores del 0 %; en el S_1 el mayor valor obtenido es de 13,33 % en la parte alta de *C. elliptica*, a diferencia de la parte baja en *C. elliptica*, parte baja, media y alta en *M. pubescens*, parte baja y media en *W. macrophylla*, que presenta valores del 0 % y S_0 que presenta valores del 0 % en todos los sustratos.

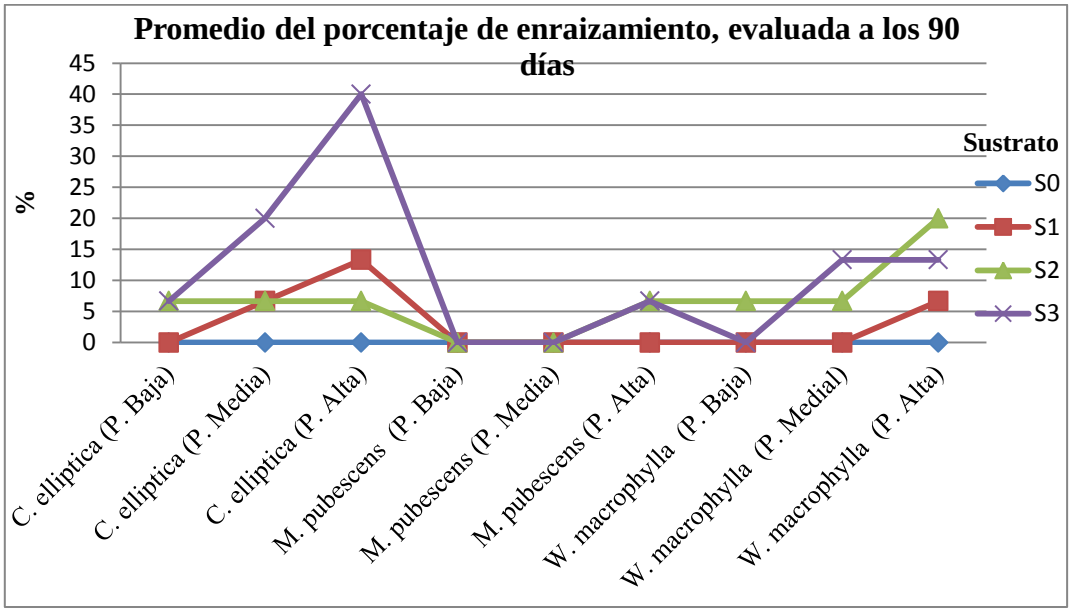


Figura 14. Representación gráfica en los promedios del porcentaje de enraizamiento en estacas, evaluadas a los 90 días

5.1.6 Promedio del porcentaje de raíces a los 210 días

En la Figura 15, se indica los sustratos en la propagación de tres especies forestales, los mayores resultados en promedios de enraizamiento en *C. elliptica*, es el sustrato S_3 (26,67 %), a diferencia del S_0 que presenta valores de 4,44 %; en *M. pubescens*, el mayor resultado lo obtiene S_3 (6,67 %), a diferencia del S_0 y S_1 que presenta valores del 0 %; en *W. macrophylla*, que presenta los mayores resultados S_2 (20 %) a diferencia del S_0 y S_1 que presenta valores del 2,22 %.

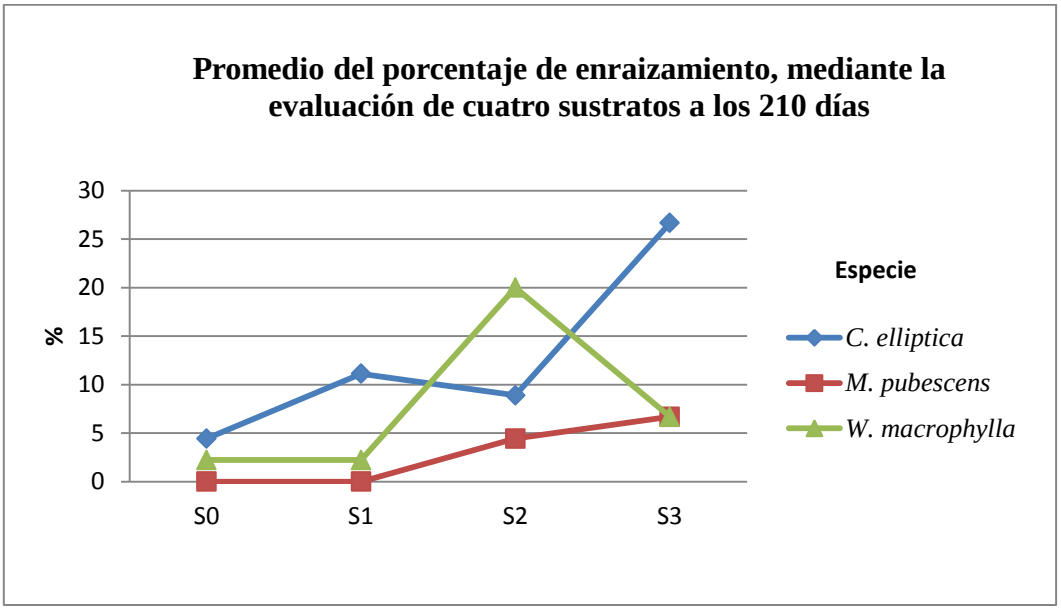


Figura 15. Representación gráfica en los promedios de los porcentajes de enraizamiento por estacas, mediante la evaluación de cuatro sustratos, en tres especies forestales, a los 210 días.

En la Figura 16, se muestra la incidencia de las partes del árbol en los promedios del porcentaje de enraizamiento, de tres especies forestales, los mayores resultados se obtuvieron en *C. elliptica*, es la parte alta del árbol (18,33 %), a diferencia de la parte baja que presenta valores de 5 %; en *M. pubescens*, el mayor resultado lo obtiene la parte media (6,67 %), a diferencia de la parte baja que presenta valores del 0 %; en *W. macrophylla*, que presenta los mayores resultados la parte alta (13,33 %) a diferencia de la parte baja que presenta valores de 3,33 %.

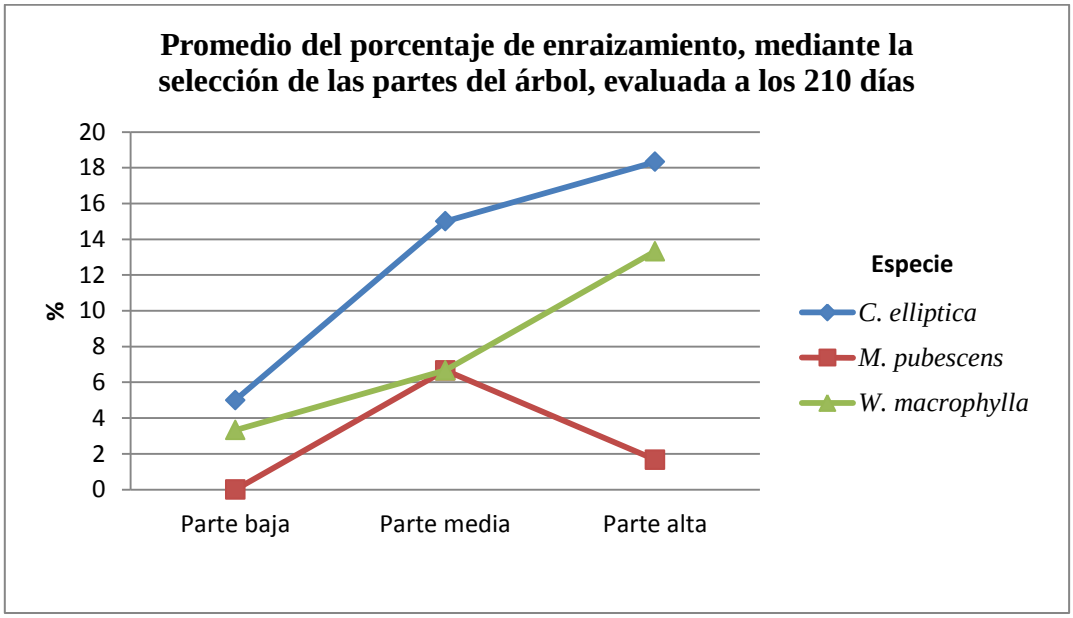


Figura 16. Representación gráfica en los promedios de los porcentajes de enraizamiento por estacas, mediante la selección de las partes del árbol, evaluada a los 210 días.

En la Figura 17, se detallan los promedios del porcentaje de enraizamiento en la propagación vegetativa por estacas a los 210 días, en base a la evaluación de cuatro sustrato, tres especies, tomadas de tres partes del árbol, los mayores resultados de promedios de enraizamiento en el sustrato S_3 es del 40 % en la parte alta del árbol en *C. elliptica*, a diferencia de la parte baja y alta en *M. pubescens*, parte baja y media en *W. macrophylla*, que presenta valores de 0 %; en S_2 el mayor valor obtenido es del 33,33 % en la parte alta en *W. macrophylla*, a diferencia de la parte baja en *W. macrophylla*, *M. pubescens* y *C. elliptica*, que presenta valores del 0 %; en S_1 el mayor valor obtenido es de 13,33 % en la parte media y alta de *C. elliptica*, a diferencia de la parte baja, media y alta en *M. pubescens*, parte media y alta en *W. macrophylla*, que presenta valores del 0 % y S_0 el mayor valor obtenido lo presenta la parte media y alta en *C. elliptica* y parte baja en *W. macrophylla*, que presenta valores de 6,67 %, a diferencia de las demás partes y especies que presentan valores de 0 %.

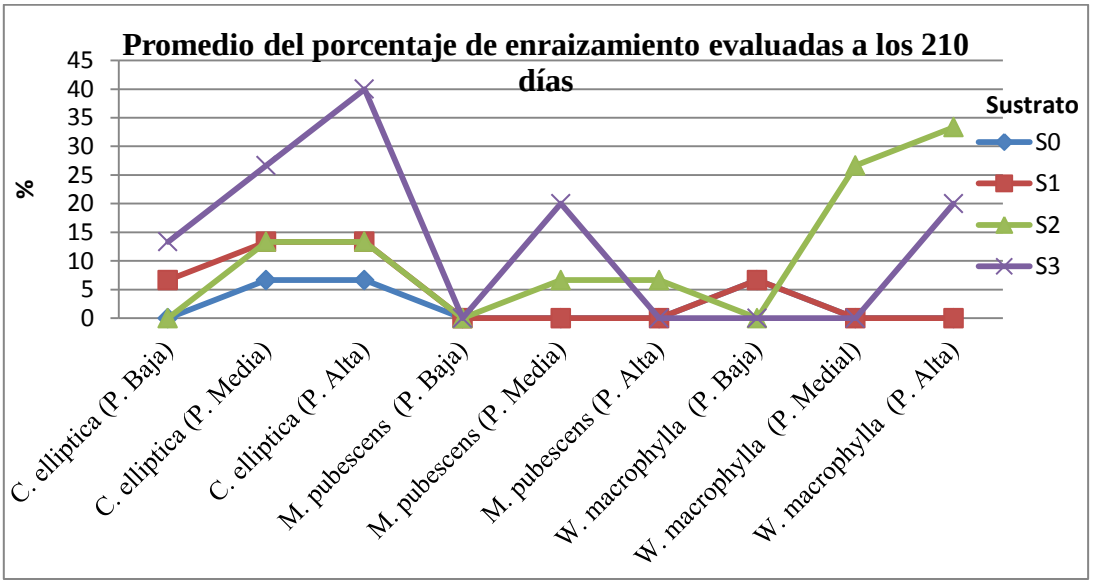


Figura 17. Representación gráfica en los promedios del porcentaje de enraizamiento en estacas, evaluadas a los 210 días

5.2 Propagación vegetativa por acodos aéreos

En este tipo de acodo, los resultados mostraron un alto porcentaje de enraizamiento en *C. elliptica* y *W. macrophylla*, y un bajo porcentaje en *M. pubescens*, por lo tanto al analizar los datos de campo, se obtuvieron los siguientes resultados:

5.2.1 Promedio del número de raíces

En la Figura 18, se presenta los promedios del número de raíces en la propagación vegetativa por acodos aéreos, evaluadas a los 240 días en base a cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo), de tres especies forestales.

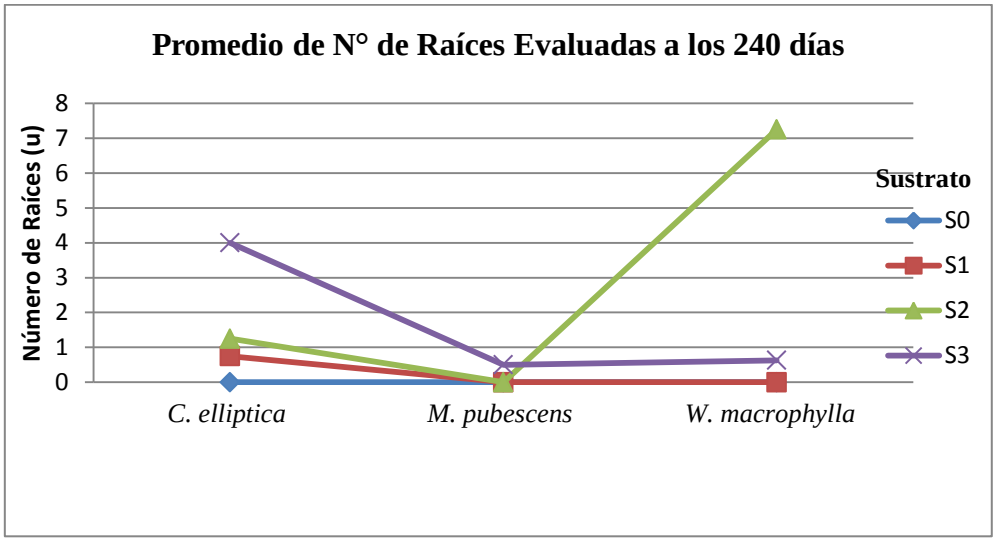


Figura 18. Promedio del número de raíces evaluadas a los 240 días, en base a cuatro sustratos, de tres especies forestales.

5.2.1.1 Número de raíces en *Clusia elliptica* Kunth

El promedio de número de raíces para *C. elliptica*, presenta diferencias significativas (P> 0,0013) con los mayores valores para el sustrato S_3 (4 raíces) a diferencia del sustrato S_0 que presenta los menores valores (0 raíces). Los resultados para todos los sustratos se muestran en el Cuadro 44.

Cuadro 44. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *C. elliptica*, de los sustratos empleados.

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S0	0,00	4	0,55	A	
S1	0,75	4	0,55	A	
S2	1,25	4	0,55	A	
S3	4,00	4	0,55		B

5.2.1.2 Numero de raíces en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur

El promedio de número de raíces para *M. pubescens*, no presenta diferencias significativas (P> 0,1307). Los resultados para todos los sustratos se muestran en el Cuadro 45.

Cuadro 45. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados

Sustrato	Medias	n	E.E.	
S2	0,00	4	0,16	A
S1	0,00	3	0,18	A
S0	0,00	3	0,18	A
S3	0,50	4	0,16	A

5.2.1.3 Numero de raíces en *Weinmannia macrophylla* Kunth

En el Cuadro 46, se muestra el promedio de número de raíces para *W. macrophylla*, que presenta diferencias significativas (P> 0,0001) con los mayores valores para el sustrato S_3 (7,25 raíces) a diferencia de los sustratos S_0 y S_1 que presenta los menores valores.

Cuadro 46. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio de número de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S1	0,00	4	0,53	A	
S0	0,00	4	0,53	A	
S3	0,62	4	0,53	A	
S2	7,25	4	0,53		B

5.2.2 Promedio del largo de raíces

En la Figura 19, se indica los promedios del largo de raíces en la propagación vegetativa por acodos aéreos, evaluadas a los 240 días en base a cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo), de tres especies forestales.

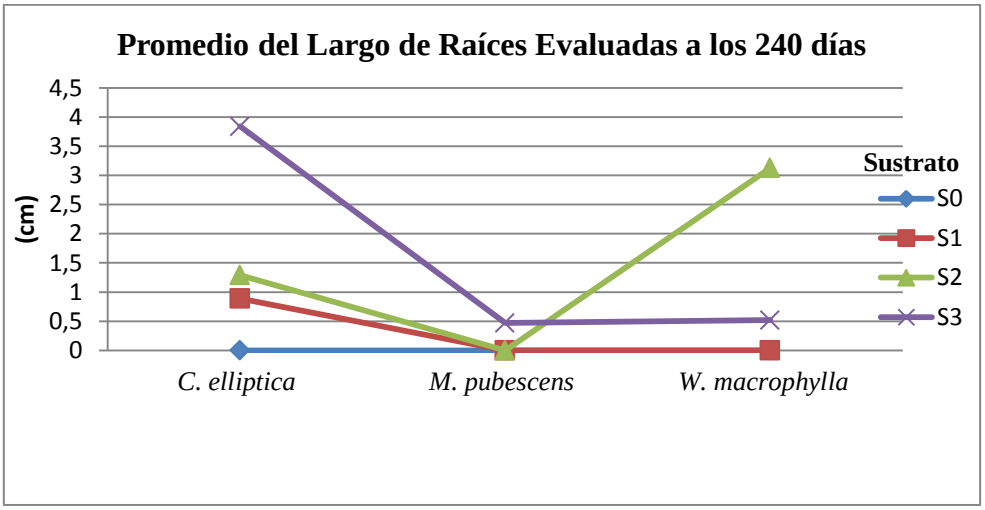


Figura 19. Promedio del largo de raíces evaluadas a los 240 días, en base a cuatro sustratos, de tres especies forestales.

5.2.2.1 Largo de raíces en *Clusia elliptica* Kunth

El promedio del largo de raíces para *C. elliptica*, presenta diferencias significativas (P> 0,0029) con los mayores valores para el sustrato S_3 (3,85 cm) a diferencia del sustratos S_0 que presenta los menores valores (0 cm). Los resultados para todos los sustratos se muestran en el Cuadro 47.

Cuadro 47. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *C. elliptica*, de los sustratos empleados

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S0	0,00	4	0,57	A	
S1	0,89	4	0,57	A	
S2	1,29	4	0,57	A	
S3	3,85	4	0,57		B

5.2.2.2 Largo de raíces en *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur

El promedio del largo de raíces para *M. pubescens*, no presenta diferencias significativas (P> 0,3037). Los resultados para todos los sustratos se muestran en el Cuadro 48.

Cuadro 48. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *M. pubescens*, de los sustratos empleados.

Sustrato	Medias	n	E.E.	
S2	0,00	4	0,19	A
S1	0,00	3	0,22	A
S0	0,00	3	0,22	A
S3	0,47	4	0,19	A

5.2.2.3 Largo de raíces en *Weinmannia macrophylla* Kunth

El promedio del largo de raíces para *W. macrophylla*, presenta diferencias significativas (P> 0,0001) con los mayores valores para el sustrato S_2 (3,13 cm) a diferencia de los sustratos S_0 y S_1 que presenta los menores valores (0 cm). Los resultados para todos los sustratos se muestran en el Cuadro 49.

Cuadro 49. Test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05, para el promedio del largo de raíces en *W. macrophylla*, de los sustratos empleados

Sustrato	Medias	n	E.E.		
S1	0,00	4	0,34	A	
S0	0,00	4	0,34	A	
S3	0,52	4	0,34	A	
S2	3,13	4	0,34		B

5.2.3 Promedio del porcentaje de raíces

En la Figura 20, se indica los promedios del porcentaje de enraizamiento en base a la evaluación de cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo) en tres especies forestales, obteniendo en *C. elliptica*, los mayores valores para el Sustrato S_3 (87,5 %), a diferencia del S_0 que presenta los menores valores del 0 %; en *W. macrophylla*, los mayores valores presenta S_2 (75 %) a diferencia del S_0 y S_1 que presenta los menores valores del 0 %; en *M. pubescens*, presenta los mayores valores S_3 (25 %), a diferencia del S_0, S_1 y S_2 que presenta valores de 0 %.

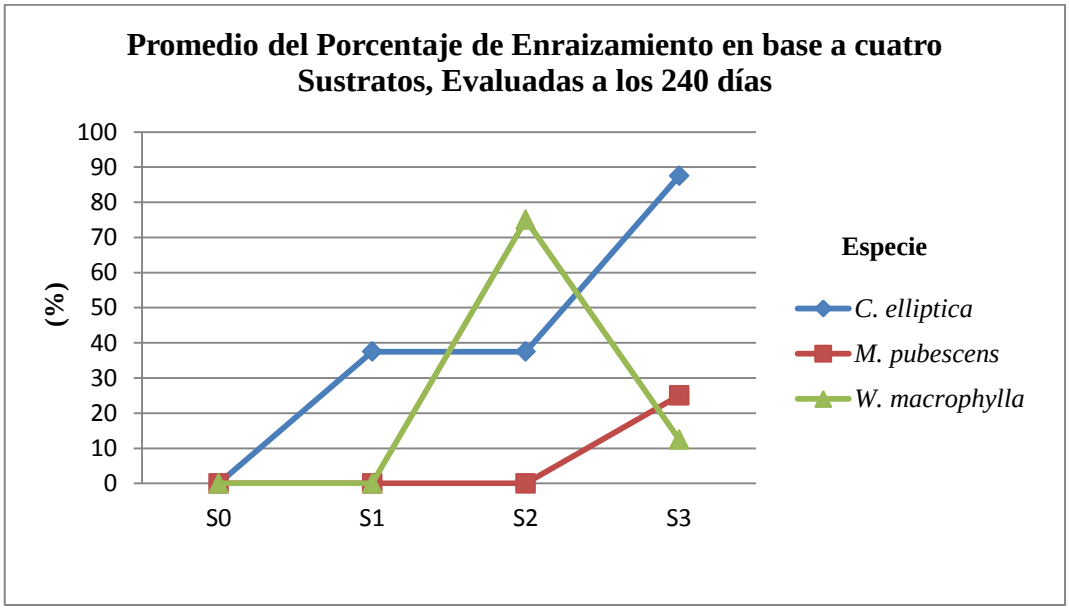


Figura 20. Representación gráfica de los porcentajes de enraizamiento por acodos aéreos, mediante la evaluación de cuatro sustratos, en tres especies forestales, a los 240 días.

En la Figura 21, se presenta los promedios del porcentaje de enraizamiento en base a la evaluación de tres especies forestales y cuatro sustratos, obteniendo los mayores valores el sustrato S_3 en *C. elliptica* (87,5 %), a diferencia de *W. macrophylla*, que presenta los menores valores del 12,5 %; S_2 que presenta los mayores valores en *W. macrophylla* (75 %), a diferencia de *M. pubescens*, que presenta los menores valores 0 %, S_1 que presenta los mayores valores en *C. elliptica* (37,5 %), a diferencia de *M. pubescens* y *W. macrophylla* que presentan valores de 0 % y S_0 que presenta valores de 0 % en las tres especies.

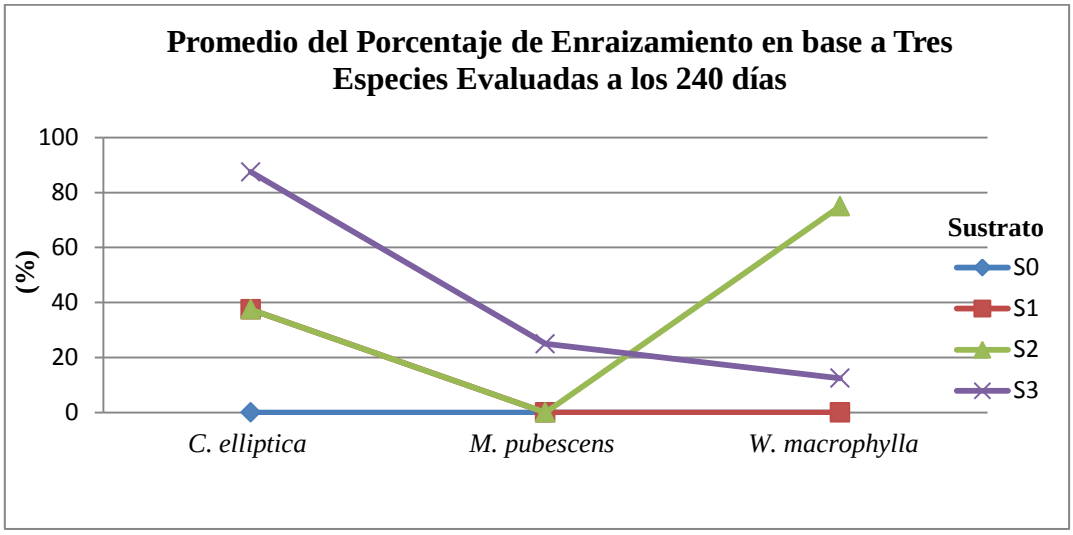


Figura 21. Promedio de enraizamiento en base a tres especies forestales

5.3 Análisis económico en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa en estacas y acodos aéreos

Para el análisis económico en la propagación vegetativa por estacas, se aplicó la relación beneficio/costo, en cada especie/parte de la planta/sustrato; y para los acodos aéreos, se empleó el mismo parámetro económico en cada especie/sustrato (Ver Anexo 4 y 5).

5.3.1 Análisis económico en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos

5.3.1.1 Análisis económico en la propagación por estacas

Como resultado del análisis económico, en la propagación por estacas a los 90 y 240 días, mediante la evaluación de cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo) en tres especies se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Cuadro 50 y 51).

Cuadro 50. Relación beneficio costo, en la propagación vegetativa por estacas, evaluadas a los 90 días.

Parámetros Económicos	***Weinmannia macrophylla* Kunth**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Costos Totales	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59
Ingresos Brutos	0,00	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,90	1,80	0,00	0,90	2,70	1,80
Beneficio Neto	-5,62	-5,66	-4,81	-5,59	-5,62	-5,66	-4,81	-3,79	-5,62	-4,76	-3,01	-3,79
Relación B/C	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,68**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,53**	**-0,68**
	***Clusia elliptica* Kunth**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Costos Totales	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59
Ingresos Brutos	0,00	0,00	0,90	0,90	0,00	0,90	2,70	2,70	0,00	1,80	0,90	5,40
Beneficio Neto	-5,62	-5,66	-4,81	-4,69	-5,62	-4,76	-3,01	-2,89	-5,62	-3,86	-4,81	-0,19
Relación B/C	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,84**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,53**	**-0,52**	**-1,00**	**-0,68**	**-0,84**	**-0,03**
	***Morella pubescens* Wilbur**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Costos Totales	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59
Ingresos Brutos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,90
Beneficio Neto	-5,62	-5,66	-5,71	-5,59	-5,62	-5,66	-5,71	-5,59	-5,62	-5,66	-4,81	-4,69
Relación B/C	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,84**

Los mayores ingresos por cada dólar de inversión en la especie *W. macrophylla*, en estacas obtenidas de la parte alta del árbol es de -53 ¢ con el sustrato S_2, en *C. elliptica* parte alta de -3 ¢ con el sustrato S_3, en *M. pubescens* es de -84 ¢ con los sustrato S_2 y S_3. La mayor pérdida en todas las especies, partes de la planta y sustratos es USD -1,00/dólar de inversión.

Cuadro 51. Relación beneficio costo, en la propagación vegetativa por estacas, evaluadas a los 210 días

Parámetros Económicos	***Weinmannia macrophylla* Kunth**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Costos Totales	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59
Ingresos Brutos	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	0,00	4,50	2,70
Beneficio Neto	-4,72	-4,76	-5,71	-5,59	-5,62	-5,66	-2,11	-5,59	-5,62	-5,66	-1,21	-2,89
Relación B/C	**-0,84**	**-0,84**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-0,37**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-0,21**	**-0,52**
	***Clusia elliptica* Kunth**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Costos Totales	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59
Ingresos Brutos	0,00	0,90	0,00	1,80	0,90	1,80	1,80	3,60	0,90	1,80	1,80	5,40
Beneficio Neto	-5,62	-4,76	-5,71	-3,79	-4,72	-3,86	-3,91	-1,99	-4,72	-3,86	-3,91	-0,19
Relación B/C	**-1,00**	**-0,84**	**-1,00**	**-0,68**	**-0,84**	**-0,68**	**-0,68**	**-0,36**	**-0,84**	**-0,68**	**-0,68**	**-0,03**
	***Morella pubescens* Wilbur**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Costos Totales	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59
Ingresos Brutos	0,00	0,00	0,90	2,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00
Beneficio Neto	-5,62	-5,66	-4,81	-2,89	-5,62	-5,66	-5,71	-5,59	-5,62	-5,66	-4,81	-5,59
Relación B/C	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,52**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-1,00**

Los mayores ingresos por cada dólar de inversión son: en la especie *W. macrophylla*, en estacas obtenidas de la parte media de árbol es de -37 ¢ con el sustrato $S_{2,}$ en *C. elliptica* parte alta de -3 ¢ con el sustrato $S_{3,}$ en *M. pubescens* parte baja es -52 ¢ con el sustrato $S_{2.}$ La mayor perdida en todas las especies, partes de la planta y sustratos es USD -1,00/dólar de inversión.

5.3.2 Análisis económico en la propagación por acodos

Los resultados del análisis económico, en la propagación por acodos aéreos a los 240 días, mediante la evaluación de cuatro sustratos (tres sustratos, más testigo), en tres especies se obtuvieron los siguientes resultados (Ver Cuadro 52).

Cuadro 52. Análisis Beneficio costo en la propagación vegetativa por acodos aéreos evaluadas a los 240 días

Parámetros Económicos	***Clusia elliptica***				***Morella pubescens***				***Weinmannia macrophylla***			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
Costos Totales	12,60	12,72	12,91	12,54	12,60	12,72	12,91	12,54	12,60	12,72	12,91	12,54
Ingresos Brutos	9,00	12,00	13,50	10,50	4,50	7,50	12,00	10,50	6,00	4,50	9,00	9,00
Beneficio Neto	-3,60	-0,72	0,59	-2,04	-8,10	-5,22	-0,91	-2,04	-6,60	-8,22	-3,91	-3,54
Relación B/C	**-0,29**	**-0,06**	**0,05**	**-0,16**	**-0,64**	**-0,41**	**-0,07**	**-0,16**	**-0,52**	**-0,65**	**-0,30**	**-0,28**

Los mayores ingresos por cada dólar invertido son: en la especie *C. elliptica*, sustrato S_2 de 5 ¢, en la especie *M. pubescens*, sustrato S_2 de -7 ¢, en *W. macrophylla*, sustrato S_3 de -28 ¢. La mayor pérdida que se obtiene por cada dólar de inversión es con la especie *W. macrophylla* con el sustrato S_1 de -65 ¢.

6 DISCUSIÓN

6.1 Evaluación de sustratos en la propagación vegetativa de estacas y acodos aéreos de tres especies nativas

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, se puede establecer que en la propagación vegetativa, no solo influye determinar el sustrato apropiado mediante la evaluación de los diferentes sustratos en la propagación de especies nativas, sino también la parte del árbol de donde se obtiene la estaca, según (Barceló *et al.* 1992), mencionan que la localización en la copa a la hora de recolectar las estacas es muy importante, porque puede existir diferencias significativas entre estacas colectadas de la parte basal, media o apical de la copa; su localización dentro del árbol determina la disponibilidad de luz y así mismo los procesos fisiológicos que allí se presentan.

La utilización de sustrato como medio de enraizamiento en la propagación por acodos aéreos, fue favorable en el enraizamiento y adaptación de los acodos a las fundas de polietileno, debido que las raíces se adaptan al sustrato no afectándose al momento de trasplantarlo, como ocurre cuando se utiliza como medio de cultivo musgo (*Sphagnum* sp.), o aserrín; según la investigación realizada por (Aldaz y Ochoa 2011), utilizaron en la propagación por acodos aéreos en especies nativas, como medio de enraizamiento musgo, sin obtener resultados favorables en *C. Latipes,* ya que no llego a la formación de callo, a diferencia de las demás especies ensayadas obteniendo 20 acodos, los cuales fueron trasplantados y adaptados, obteniendo el 67 % de prendimiento. En otra investigación (Puga 2000), menciona que los mejores resultados obtenidos son en acodos simples (consiste en enterrar una porción de la rama, hasta lograr enraizamiento), en comparación con acodos aéreos que mostraros resultados nulos en algunas especies.

La recolección y plantado de las estacas e implementación de los acodos aéreos utilizando la fase lunar (cuarto menguante), es un elemento principal al momento de realizar la propagación, en especial en las especies de *C. elliptica* y *W. macrophylla*, Pérez (1987), señala que los campesinos toman en cuenta la fase lunar para realizar las actividades agrícolas, utilizando entre ella las prácticas de tumbas de árboles en

cuarto menguante o creciente, pues la madera obtenida dura más y es más resistente al ataque de las plagas considerando que son los días de menor movimiento de fluidos, justificando además que en la fase lunar cuarto menguante, los vegetales de cualquier especie derraman menos agua y están más blandos y fácilmente pueden ser cortados.

Fajardo y Velandia (2004), indican que un factor importante que influye fisiológicamente en la reproducción vegetativa es la fase lunar y la época del año en que se realiza el corte, el cual depende de la programación de las actividades de campo. Éste hecho se relaciona de manera directa con la dormición de las yemas afectadas por periodos de condiciones desfavorables para el crecimiento como: altas o bajas temperaturas, periodos de sequía o fotoperiodos no apropiados, señalando que deberían las estacas ser recolectadas al comenzar la época de lluvias.

6.1.1 Evaluación del sustrato S_0 o testigo

En la evaluación del sustrato S_0 (60 % tierra agrícola, 20 % materia orgánica y 20 % arena de río), en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos, en *C. elliptica*, *M. pubescens* y *W. macrophylla*, no se obtuvieron resultados favorables, siendo un sustrato no apropiado para la propagación de las tres especies, (Aldaz y Ochoa 2011), utilizaron el mismo sustrato en la propagación vegetativa por estacas, esquejes y acodos en diez especies forestales del Jardín Botánico Reinaldo Espinosa, llegando a la conclusión que dicho sustrato no influye en la propagación vegetativa por estacas ni acodos aéreos, ya que en *C. Latipes*, registraron sobrevivencia del 3 % correspondiente a una estaca y 0 % en acodos, no siendo adecuados para la propagación por dicho método.

De acuerdo a los resultados de suelos se pudo determinar que la mezcla realizada (sustrato S_0) contenía un alto nivel de fósforo, nitrógeno, potasio y materia orgánica, pH prácticamente neutro y textura franco arenoso, que no influyeron en las especies ya que no posee características favorables para su propagación vegetativa.

6.1.2 Evaluación del sustrato S_1

En la evaluación del sustrato S_1 (33,33 % tierra agrícola, 33,33 % materia orgánica y 33,33 % de arena de río), en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos, en *C. elliptica*, *M. pubescens* y *W. macrophylla*, no se obtuvieron resultados favorables, excepto en acodos de *C. elliptica* que presenta el 37,5 % de enraizamiento, (Aldaz y Ochoa 2011) mencionan que obtuvieron en dicho sustrato 3 % de sobrevivencia en estacas de *C. Latipes*, se pudo constatar que, de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, que el porcentaje más elevado en sobrevivencia fue del 10 % en *Dolostoma integrifolia*.

De acuerdo a los resultados de suelos se pudo determinar que la mezcla realizada (sustrato S_1) contenía un alto nivel de fósforo, potasio y materia orgánica, pH ligeramente alcalino y textura franco arenoso, que no influyeron en las especies ya que no posee características favorables para su reproducción asexual.

6.1.3 Evaluación del sustrato S_2

El sustrato S_2 (50 % tierra amarilla y 50 % tamo de arroz), es un sustrato utilizable en la provincia de los Ríos, aprovechable en la propagación vegetativa por estaquillas de *Eucalyptus urograndis*, obteniendo resultados de 80 a 90 % en prendimiento.

Mediante la evaluación del sustrato se registraron en *W. macrophylla*, resultados medianamente favorables en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos, de acuerdo al resultado de suelos se pudo determinar que la mezcla realizada (sustrato S_2) contenía un alto nivel de fósforo, potasio y materia orgánica, pH ácido y textura franco arcillo arenoso, que influyeron en la especie para su reproducción vegetativa, conteniendo características apropiadas que incidieron en la propagación asexual.

6.1.4 Evaluación del sustrato S_3

El sustrato S_3 (50 % tierra de Aliso, 25 % tierra agrícola y 25 % aserrín), es un sustrato nuevo, utilizado en la investigación por su disponibilidad en la ciudad de Loja, el cual mediante su aplicación se obtuvó resultados medianamente favorables

en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos en *C. elliptica* y *W. macrophylla*, de acuerdo al resultado de suelos se pudo determinar que la mezcla realizada (sustrato S_3) contenía un alto nivel de nitrógeno, fósforo y materia orgánica, pH ligeramente ácido y textura franco arenoso, que influyeron en las especies para su reproducción vegetativa, conteniendo características adecuadas que incidieron en la propagación asexual.

6.2 Análisis económico en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos

Los ingresos generados por especie y por sustrato, están relacionados directamente con el porcentaje de enraizamiento de las especies en estudio.

En la propagación por estacas en la especie *C. elliptica* parte alta del árbol es representativa porque genera una menor pérdida (-3 ¢/dólar de inversión), debido a que presenta un porcentaje de enraizamiento mayor, con respecto a *W. macrophylla* y *M. pubescens*, tanto a los 90 y 210 días, en estas últimas se obtienen pérdidas de hasta USD -1,00/dólar inversión.

Los posibles factores que influyeron en el bajo porcentaje de enraizamiento, es el sustrato y la fisiología de las especies. En el primero factor es necesario hacer un estudio de suelos in situ donde se obtiene el material vegetal (plantas madres) para determinar las características que requiere la especie para su desarrollo; para en base a esto, elaborar un sustrato con tales características para la propagación. Otra alternativa es replicar los mismos sustratos en especies que tienen porcentajes altos de germinación como *Eucalyptus globulos* 80 a 90 % (Roger y Ledig 2007). Para el segundo factor, propagar las mismas especies en sustratos ya conocidos en la localidad, descartando de esta manera cuál de los dos factores tiene una mayor influencia en el enraizamiento.

Adicional a esto, sería necesario emplear componentes para la elaboración del sustrato que sean de bajo costo y de la localidad (Noboa 2010), lo que permitirá reducir los costos en la producción de las plántulas y por ende mejorar los ingresos económicos.

En la propagación vegetativa por acodos, se marca una diferencia, obteniendo resultados positivos en al menos una especie y un sustrato; así es el caso, que al vender cada plántula/especie a un precio de USD 1,50, en la especie *C. elliptica*, con el sustrato S_2, se alcanza un beneficio neto de 59 ¢ y un beneficio costo de 5 ¢ de ganancia por cada dólar de inversión (Lozano 2010).

Los resultados obtenidos en esta investigación indican que el proyecto con fines comerciales no es rentable, valores (< 1) el ejecutor tendría pérdidas debido al bajo porcentaje de prendimiento de las plantas, a diferencia de otras especies, como por ejemplo Pino y Eucalipto.

Sin embargo, estas pérdidas podrían ser compensadas al considerar los servicios ambientales que poseen estas especies, según el criterio de Aguirre (2011), que manifiesta que dichas especies se constituyen en una herramienta promisoria para la restauración de ecosistemas degradados, especialmente por su gran potencial para la recuperación hidrológica. La especie *M. pubescens* brinda servicios ambientales, como la protección de fuentes de agua, recuperación de suelos degradados y mitigación de impactos ambientales. Al tratarse de una especie pionera se adapta a condiciones marginales de suelo; también es apta para emplearse en sistemas agroforestales (Luna 2011). Las especies de *C. elliptica*, *M. pubescens* y del género *Weinmania* según Barros y Lima (2011), son especies con potencial hidrológico útiles para la recuperación de microcuencas en estado de degradación.

7 CONCLUSIONES

- En *C. elliptica*, el mejor sustrato para su propagación vegetativa por estacas, es el sustrato S_3, con estacas obtenidas de la parte alta del árbol, siendo la más propicia al momento de la propagación, debido que alcanza una porcentaje de enraizamiento del 40 %.

- En los acodos aéreos de *C. elliptica*, el sustrato S_3, obtuvó un porcentaje de enraizamiento de 87,50 % alcanzando diferencias significativas ante los demás.

- *M. pubescens*, mediante su propagación por acodos aéreos, adquirió un porcentaje de enraizamiento del 25 %, siendo significativamente diferente ante los demás sustratos.

- En las estacas de *W. macrophylla*, el mejor sustrato es el S_2 y, la parte alta del árbol, es la mejor al momento de la propagación, debido que se consigue un porcentaje de enraizamiento de 33,33 %.

- En los acodos aéreos de *W. macrophylla*, el sustrato S_2 obtuvó un porcentaje de enraizamiento del 75 %, sobresaliendo ante los demás sustratos.

- La producción de plántulas mediante la propagación vegetativa por estacas, con fines comerciales no resulta económicamente rentable; obteniendo la menor pérdida con la especie *C. elliptica*, (en la parte alta, y con el sustrato S_3), de -3 ¢/dólar de inversión.

- La producción de plántulas mediante la propagación vegetativa por acodos aéreos, resulta económicamente rentable al menos en una especie (*C. elliptica*) y un sustrato S_3, obteniendo una ganancia de 5 ¢/dólar de inversión.

8 RECOMENDACIONES

- La valoración de los ensayos se debe realizar solamente al finalizar la evaluación a los 210 días, debido a que, en el periodo de evaluación de 90 días las estacas no presentaron resultados favorables de propagación.

- Al momento de desarrollar la propagación es aconsejable realizar un análisis de suelos del lugar donde se recolecta el material vegetativo, con la finalidad de determinar las características requeridas por las especies.

9 BIBLIOGRAFÍA

Agroproyectos. 2013. Relación Beneficio Costo (en línea). Consultado 03 de diciembre 2012. Disponible en: http://www.agroproyectos.org/2013/08/relacion-beneficio-costo.html

Aguirre Z; Gutiérrez M; Merino B. 2006. Principales familias de árboles, arbustos y hierbas del sur del Ecuador. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ec. 80 p.

Aguirre N. 2013. Métodos de desinfección de sustrato para el control de *Damping - Offen* Semillero De Teca (*Tectona Grandis* Linn F.), bajo invernadero. Tesis Ing. Forestal. Chimborazo, Ec. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 132 p.

Aguirre N; Günter S; Stimm B. 2007. Mejoramiento de la propagación de especies forestales nativas del bosque montano en el Sur del Ecuador.

Aldaz L; Ochoa I. 2011. Propagación asexual de diez especies forestales y arbustivas en el Jardín Botánico "Reinaldo Espinosa". Tesis Ing. Forestal. Loja, Ec. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. 99 p.

Alvarado M; Solano J. 2002. Producción de sustratos para viveros. Proyecto VIFINEX, Costa Rica. 50 p.

Barceló J; Nicolás R; Sabater B; Sánchez R. 1992. Fisiología vegetal. Ediciones pirámide. Madrid, Es. 660 p.

Barros J; Lima A. 2011. Monitoreo de la regeneración natural en zonas alteradas e identificación de especies forestales potenciales para recuperación hídrica en la microcuenca Jipíro, cantón Loja. Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 143 p.

BOPRISUR (Red de Bosques Privados del Sur). 2005. Red Regional de la Corporación Nacional de Bosques Privados del Ecuador.

Bustos M. 2010. Propagación vegetativa de litchi (Litchi chinensis Sonn) mediante acodos aéreos en Taretan, Michoacán. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agrobiología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 45 p.

Cárdenas F. 2005. Sustratos para la horticultura - Sistema de muestro VTC:5,1. 8 p.

Castillo M; Cueva. 2006. Propagación a nivel de invernadero y estudio de regeneración natural de dos especies de Podocarpaceas en su hábitat natural. Tesis Ing. Forestal. Loja, Ec. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. 81 p.

Castillo M; Cueva D; Aguirre N; Günter S. 2007. Propagación vegetativa de dos familias de la familia Podocarpaceae (en línea). Consultado 2 de junio 2012. Disponible en: https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:VbAxIj4PiVMJ:w3.forst.tu-

CENIAP (Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias). 2003. El Color del Suelo: definiciones e interpretación (en línea). Consultado el 4 de mayo de 2014. Disponible en: www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/fovalles.htm

Cuevas C. 2001. Contabilidad de Costos (en línea) consultado el 12 marzo de 2014. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1055/3/CAPITULO_II.pdf

Di Rienzo J; Casanoves F; Balzarini M; González L; Tablada M; Robledo C. 2009. InfoStat, versión 2009, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Ar. 336 p.

Espinosa A. 2006. Evaluación del crecimiento de tres especies de árboles de navidad y análisis de sus costos de producción. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, Me. 130 p.

Fadda G. 1985. Clasificación de los suelos en línea (en línea). 22 p. Consultado 4 mayo 2014. Disponible en: http://www.edafo.com.ar/Descargas/Cartillas/Clasificacion%20de%20Suelos%20Xi.pdf

Fajardo A; Velandia D. 2004. Reproducción y adaptación en vivero de algunas especies representativas en las áreas rurales del distrito capital de la Región de Sumapaz. Sumapaz, Co. Vol 8. Universidad Distrital Francisco José de Caldas y Jardín Botánico José Celestino Mutis. 21 p.

Flores A. 2006. Propagación por acodo aéreo de Magnolia grandiflora L. Tesis Ing. Restauración Forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Me. 59 p.

Gaitan M. 2008. Los viveros de plantas nativas. Taller Manejo de viveros de especies nativas, restauración ecológica y planificación del paisaje rural 24 p.

Hartmann H; Kester D. 1998. Propagación de plantas, principios y prácticas. Trad. Ing. Agrónomo. A. Ambrosi. Ambrosi, Mé.

Henríquez E. 2004. Evaluación de tres factores de enraizamiento en estacas de Morera (*Morus alba*). Tesis Ing. Agrónomo, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile. Chile. 77 p.

Hernández T. 2006. Propagación vegetativa de *Podocarpus reichei* Buchh. Por medio de estacas, bajo condiciones de invernadero en Chapingo.Tesis Ing. Forestal. Universidad Autónoma Chapingo. México. 97 p.

Hidalgo P; Sindoni M; Méndez J. 2009. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA-Anzoátegui). Carrera el Tigre. Anzoátegui, VE.

Ilbay L. 2012. Evaluación de sustratos orgánicos para la producción de plántulas de brócoli (*Brassica oleracea* Var. Itálica). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. 82 p.

Jorgensen P; León S. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. USA, Missouri Botanical Garden press. 75 vol.

Julca A; Meneses L; Blas R; Bello S. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. Chile. 61 p.

Ledesma G. 2010. Evaluación de tres tratamientos pregerminativos con cuatro tipos de sustratos para la propagación de Pumamaqui (*Oreopanax ecuadorensis* Kunt). Tesis Ing. Forestal. Escuela de Ingeniería Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo, Ec. 122 p.

Llerena E. 2007. Comportamiento de dos Genotipos, de tomate riñón *Lycopersicum esculentum* Mill en diferentes sustratos hidroponicos En Yuyucocha. Tesis de Ing. Agropecuario. Escuela de Ingeniería Agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ec. 70 p.

Lozano D. 2010. Evaluación económica, social y ambiental del plan de manejo. (Compilación). Loja, Ec. 31 p.

Lozano P; Delgado T; Aguirre Z. 2003. Estado actual de la flora endémica exclusiva y su distribución en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus. Publicaciones de la fundación ecuatoriana para la investigación y desarrollo de la Botánica. Loja, Ec. 180 p.

Luna C. 2011. Laurel de cera (*Morella pubescens*), especie promisoria de usos múltiples empleada en agroforestería. Universidad de Nariño. Nariño, Co. 9 p.

Mejía J. 2007. Producción de *Pinus patula* Schl. et Cham. En sustratos a base de aserrín crudo y dosis de fertilización. Tesis Ing. En Recursos Forestales. Instituto de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Hidalgo, Me. 110 p.

MAE (Ministerio del Ambiente). 2012. Línea base de deforestación del Ecuador Continental, Quito-Ecuador.

Mora L. 1999. Sustratos para cultivos sin suelo o hidroponía (en línea).6 p. Consultado 4 mayo 2014. Disponible en: http://www.mag.go.cr/congreso_agronomico_xi/a50-6907-III_095.pdf

Noboa V. 2010. Efecto de seis tipos de sustratos y tres dosis de ácido α naftalenacético en la propagación vegetativa de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). Tesis Ing. Forestal, Escuela de Ingeniería Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo, Ec. 105 p.

OPEPA (Organización Para la Educación y Protección Ambiental). 2014. (en línea) Consultado 4 de mayo de 2014. Disponible en:

http://www.opepa.org/index.php?option=com_content&task=view&id=409&Itemid=30

Ospina C; Hernández R; Gómez D; Godoy A; Aristizábal P; Patiño P; Medina J. 2005. El aliso. Guías silvicultarales para el manejo de especies forestales con miras a la producción de madera en la zona andina colombiana. 37 p (en línea). Consultado el 3 de marzo de 2014. Disponible en http://www.cenicafe.org/es/publications/aliso.pdf

Pérez G. 1987. Efecto del ciclo lunar en el enraizamiento de estacas de frutales. Tesis de Ing. agrícola. Caititlán Izcalli, Me. Universidad autónoma de México. 91p.

Petitt E. 2011. Caracterización química de un suelo y tres mezclas de sustrato en rosa (*Rosa hybrida*) variedad charlote en un sistema de cultivo a solución perdida. Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Ciencias Agrarias con énfasis en Suelos y Aguas. Escuela de Posgrados. Universidad Nacional de Colombia. Co. 223 p.

Picón R. 2013. Evaluación de sustratos alternativos para la producción de pilones del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum* mill. En los municipios de Esquipulas y Chiquimula, departamento de Chiquimula. Tesis Ing. Agrónomo. Centro Universitario de Oriente Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Gu. 145 p.

Portilla D. 2012. Propagación vegetativa del aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) utilizando dos tipos de sustrato en la parroquia La Esperanza. Tesina Tecnólogo Superior en Plantaciones Forestales. Carrera de Ingeniería Forestal. Universidad Técnica del Norte. Ec.56 p.

Puga E. 2000. Contribución al conocimiento de Propagación de *Helietta parvifolia* (Gray) Benth. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares, Me. 77 p.

Quishpe J. 2009. Evaluación de seis tratamientos pre germinativos y cuatro tipos de sustratos para la propagación de arupo (*Chionanthus pubescens* Kunt). Tesis Ing. Forestal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo, Ec. 147 p.

Ramos M. 2004. Propagación vegetativa de *Sequoia sempervirens* (D. Don) Endl. A través de estacas. Tesis Ing. Forestal. Universidad de Chile. Ch. 108 p.

Roger J; Ledig L. 2007. Experiencias en el manejo de plantaciones de Eucalipto – *Eucalyptus globulus* Labill.

Ruíz D. 2013. Evaluación de cuatro métodos de propagación vegetativa en yagual (*Polylepis incana*) Cayambe –Ecuador 2012. Tesis Ing. Agropecuario, Carrera de Ingeniería Agropecuaria, Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, Ec. 110 p.

Sáenz H; Sánchez L. 1993. Ensayo de propagación vegetativa por estacas de cuatro especies arbóreas ornamentales. Tesis de Ingeniero Forestal. Loja, Ec. Universidad Nacional de Loja. 70 p.

Sánchez P. 1988. Suelos Agrarios del Trópico - Características y manejo. 634 p.

Sierra C., Rojas, C. 2012. La materia orgánica y su efecto como enmienda y mejorador de la productividad de los cultivos. 26 p.

Soria C; Aguilar J. 2002. Cultivo sin suelo de hortalizas, aspectos prácticos y experiencias (en línea). 110 p. Consultado 4 mayo 2013. Disponible en: http://www.ivia.es/sdta/pdf/libros/n53.pdf

Soto P. 2004. Reproducción vegetativa por estacas en *Amomyrtus luma* (luma), *Amomyrtus meli* (meli) y *Luma apiculata* (arrayán) mediante el uso de plantas madres jóvenes y adultas. Tesis Ing. Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Ch. 64 p.

Tirado S. 2007. Gestión y valoración del medio ambiente y los recursos naturales Ilpes-Cepal. Ch. 28 p.

Trujillo E. 2010. La desinfección de sustratos con formol (en línea). Consultado el 4 de mayo de 2014. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=Y6ZHISoGkNs

ANEXOS

Anexo1. Análisis de suelos, realizado en el laboratorio de análisis químico de la UNL.

LABORATORIO DE ANALISIS FISICO-QUIMICO DE SUELOS, AGUAS Y BROMATOLOGIA
AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

LASAB

Provincia:	Loja	**FECHA DE INGRESO:**	20 de noviembre de 2013
Cantón:	Loja	**FECHA DE EGRESO:**	17 de diciembre de 2013
Parroquia:	Malacatos	**RESPONSABLE:**	Diego Valladolid

1. RESULTADOS DE ANÁLISIS

Cód. Lab.	Cód. Campo	Análisis Mecánico % TFSA			Textura	pH	M.O	N	P_2O_5	K_2O
		Ao	Lo	Ac			%	ppm	ppm	ppm
1210	S0	70.4	19.2	10.4	FoAo	7.43	5.9	82.41	321.3	276.8
1211	S1	78	13.2	8.8	FoAo	7.61.	4.4	63.77	441.1	272.7
1212	S2	45.2	26.4	28.4	FoAcAo	5.41	1.8	81.4	64.77	420.8
1213	S3	63.2	25.4	11.4	FoAo	6.01	11.4	93.29	107.61	132.8

2. INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS

Cód. Lab.	Cód. Campo	Textura	pH	M.O	N	P_2O_5	K_2O
				%	ppm	ppm	Ppm
1210	S0	Franco arenoso	Prácticamente neutro	Alto	Alto	Alto	Alto
1211	S1	Franco arenoso	Ligeramente alcalino	Medio	Alto	Alto	Alto
1213	S2	Franco arcillo arenoso	Ácido	Bajo	Alto	Alto	Alto
1214	S3	Franco arenoso	Ligeramente ácido	Alto	Alto	Alto	Medio

LABORATORIO DE SUELOS AGUAS Y BROMATOLOGIA U.N.L.

Ing. Omar Ojeda Ochoa Mg. Sc
RESPONSABLE DEL LABORATORIO

Anexo 2. Datos climáticos recolectados de marzo a diciembre del 2013, en la ciudad de Loja.

Cuadro 53. Datos climáticos de marzo a diciembre 2013, obtenidos de la Estación Meteorológica La Argelia.

		2013								
	UNIDAD	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Temp. Máx.	° C	25,2	26,2	24,0	22,2	24,0	25,4	25,0	26,0	25,4
Temp. Pro.	° C	16,8	17,0	15,8	15,0	15,3	16,1	16,6	17,0	17,0
Temp. Min.	° C	5,5	8,5	9,8	9,8	6,0	6,0	8,0	5,6	9,6
Precipitación	mm	18,9	137,0	60,2	93,5	36,3	63,4	143,8	50,7	69,6
Precipitación máxima en 24 h.	mm	3,6	39,2	12,1	23,5	6,3	15,9	31,3	28,5	12,2
Días precipitación	Días	16,0	24,0	20,0	19,0	25,0	16,0	22,0	11,0	23,0
Humedad relativa	%	77,0	80,0	78,0	77,0	78,0	74,0	78,0	74,0	77,0
Tensión de vapor	hPa	14,4	15,2	13,9	13,0	13,5	13,4	14,5	13,9	14,5
Evaporación	mm	106,3	102,1	71,9	78,4	92,7	109,0	107,1	152,3	100,3
Heliofania	Horas	148,8	139,0	120,3	122,1	173,1	158,2	148,4	183,9	128,9
Nubosidad	Octas	5	6	6	6	6	6	6	5	6

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Estación Meteorológica Loja “La Argelia” (2013)

Anexo 3.Triptico Informativo para la socialización de los resultados obtenidos de la investigación.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

"EVALUACIÓN DE TRES TIPOS DE SUSTRATOS EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA POR ESTACAS Y ACODOS AÉREOS DE TRES ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE LA RESERVA NATURAL EL CRISTAL, DE LA PARROQUIA SAN SEBASTIÁN, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA"

AUTORES:
Henry P. López Salas
Diego X. Valladolid Zaruma

DIRECTOR:
Ing. Manuel Quizhpe C. Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR
2014

INTRODUCCIÓN

La finalidad de la investigación es generar conocimiento, a viveristas y técnicos forestales, en la propagación de tales especies con potencial para la restauración de ecosistemas degradados mediante la utilizando de nuevos sustratos para su desarrollo. Los objetivos plantados en la presente investigación fueron:

Evaluar dos métodos de propagación vegetal y tres tipos de sustratos, en el prendimiento y desarrollo de plántulas de *Clusia elliptica*, *Weinmannia macrophylla* y *Morella pubescens*, durante la fase de vivero, obtenidas en la Reserva Natural El Cristal.

Objetivo Especifico

Determinar el sustrato apropiado para el crecimiento y desarrollo de plántulas en la propagación vegetal por estacas y acodos aéreos.

Determinar el beneficio costo, en la producción de plántulas por cada una de las especies evaluadas.

Difundir los resultados a los actores sociales interesados en la propagación vegetal de especies nativas.

METODOLOGÍA

La presente investigación se llevó a cabo en el vivero forestal de la Universidad Nacional de Loja (UNL) y en la "Reserva Natural El Cristal".

Sustrato para el enraizado

S0 (testigo)= 60 % suelo agrícola, 20 % arena de río y 20 % materia orgánica

S1= 60 % suelo agrícola, 20 % arena de río y 20 % materia orgánica

S2= 50 % Tierra amarilla, 50 % Tamo de arroz

S3= 50 % suelo de aliso, 25 % Suelo agrícola y 25 % tamo de arroz.

En la propagación vegetativa por estacas de tres especies forestales nativas de la Reserva

La reproducción vegetativa se realizó en el vivero Forestal de la UNL, usando un umbráculo, en la que se instalaron tres platabandas de 1,50 x 1,10 x 0,18 m por cada especie, en las cuales se colocó 120 fundas por platabanda con los sustratos empleados para la investigación. Las estacas antes de ser plantadas fueron tratadas con vitavax; y los sustratos desinfectados con formol al 5 %.

Al cabo de 3 meses se realizó una primera evaluación del 50 % de las estacas registrando los parámetros de; estacas enraizadas (%), número (u) y longitud de raíces (cm), y a los 7 meses se evaluó el 50 % restante, considerando los mismos parámetros. Los acodos se evaluaron a los 8 meses registrando los parámetros de; número de raíces (u), largo de las raíces (cm), y porcentaje de enraizamiento (%).

De los parámetros obtenidos para su procesamiento y análisis se utilizó el programa infostat, utilizando el test de LSD Fisher a un nivel de significancia de 0,05 en la evaluación de las estacas, y el test de Duncan a un nivel de significancia de 0,05 en la evaluación de los acodos.

RESULTADOS

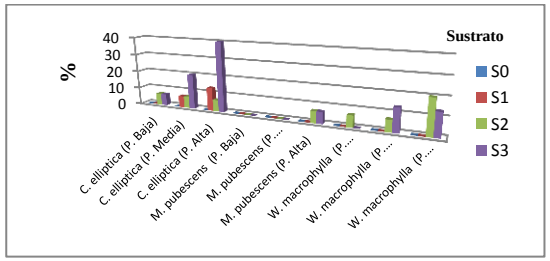


Figura 1. Promedios de porcentajes de enraizamiento en la propagación vegetativa por estacas, a los 90 días

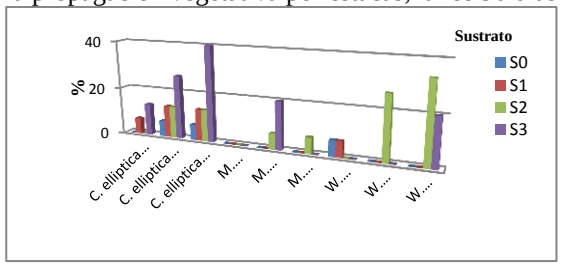


Figura 2. Promedios de porcentajes de enraizamiento en la propagación vegetativa por estacas, a los 210 días.

Propagación vegetativa por acodos aéreos

La evaluación para determinar el número de acodos enraizados en cada sustrato; se realizó al octavo mes.

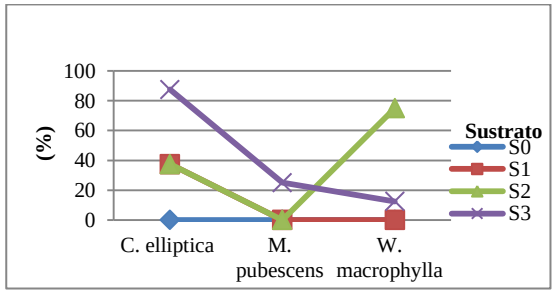


Figura 3. Promedio de enraizamiento en base a tres especies forestales

Análisis Beneficio Costo

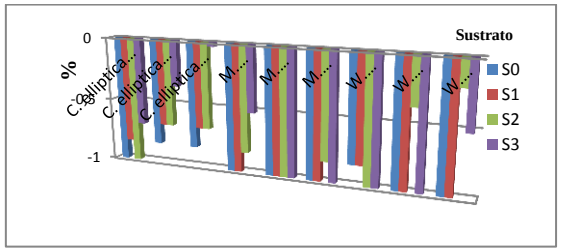


Figura 4. Análisis beneficio costo, mediante la evaluación de sustratos en la propagación vegetativa por estacas, a los 210 días.

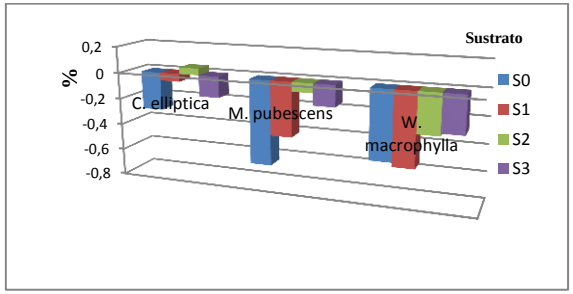


Figura 5. Análisis beneficio costo, mediante la evaluación de sustratos en la propagación vegetativa por acodos aéreos.

CONCLUSIONES

En *C. elliptica*, el mejor sustrato para su propagación vegetativa por estacas, es el sustrato S_3, con estacas obtenidas de la parte alta del árbol, siendo la más propicia al momento de la propagación, debido que alcanza una porcentaje de enraizamiento del 40 %.

En los acodos aéreos de *C. elliptica*, el sustrato S_3, obtuvó un porcentaje de enraizamiento de 87,50 % alcanzando diferencias significativas ante los demás.

M. pubescens, mediante su propagación por acodos aéreos, adquirió un porcentaje de enraizamiento del 25 %, siendo significativamente diferente ante los demás sustratos.

En las estacas de *W. macrophylla*, el mejor sustrato es el S_2 y, la parte alta del árbol, es la mejor al momento de la propagación, debido que se consigue un porcentaje de enraizamiento de 33,33 %.

En los acodos aéreos de *W. macrophylla*, el sustrato S_2 obtuvó un porcentaje de enraizamiento del 75 %, sobresaliendo ante los demás sustratos.

La producción de plántulas mediante la propagación vegetativa por estacas, con fines comerciales no resulta económicamente rentable; obteniendo la menor pérdida con la especie *C. elliptica*, (en la parte alta, y con el sustrato S_3), de -3 ¢/dólar de inversión.

La producción de plántulas mediante la propagación vegetativa por acodos aéreos, resulta económicamente rentable al menos en una especie (*C. elliptica*) y un sustrato S_3, obteniendo una ganancia de 5 ¢/dólar de inversión.

RECOMENDACIONES

La valoración de los ensayos se debe realizar solamente al finalizar la evaluación a los 210 días, debido a que, en el periodo de evaluación de 90 días las estacas no presentaron resultados favorables de propagación.

Al momento de desarrollar la propagación es aconsejable realizar un análisis de suelos del lugar donde se recolecta el material vegetativo, con la finalidad de determinar las características requeridas por las especies.

Anexo 4. Análisis económico en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos

Cuadro54. Amortización de los costos en la propagación vegetativa por estacas de *C. elliptica*, *M. pubescens*, *W. macrophylla* a los 90 días.

RUBROS	***Weinmannia macrophylla* Kunth**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
EGRESOS												
Costos Fijos												
Construcción del Umbráculo	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Preparación y enfundado de los sustratos	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Recolección del material vegetal	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Traslado del material vegetal (vivero UNL)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Plantado del material vegetal	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Mantenimiento	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Sub Total	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**
Costos variables												
Obtención de sustratos	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63
Sub Total	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**
TOTAL	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**
Costo por planta	0,37	0,38	0,38	0,37	0,37	0,38	0,38	0,37	0,37	0,38	0,38	0,37
INGRESOS												
Nº de Plantas	0	0	1	0	0	0	1	2	0	1	3	2
Precio de venta/planta	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
TOTAL	**0,00**	**0,00**	**0,90**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,90**	**1,80**	**0,00**	**0,90**	**2,70**	**1,80**
BENEFICIO NETO	**-5,62**	**-5,66**	**-4,81**	**-5,59**	**-5,62**	**-5,66**	**-4,81**	**-3,79**	**-5,62**	**-4,76**	**-3,01**	**-3,79**
RELACIÓN B/C	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,68**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,53**	**-0,68**
RUBROS	***Clusia elliptica* Kunt**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
EGRESOS												
Costos Fijos												
Construcción del Umbráculo	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Preparación y enfundado de los sustratos	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Recolección del material vegetal	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Traslado del material vegetal (vivero UNL)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Plantado del material vegetal	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Mantenimiento	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Sub Total	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**
Costos variables												
Obtención de sustratos	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63
Sub Total	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**

Siguiente…..

Cuadro 54…..Continuación

TOTAL	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59	5,62	5,66	5,71	5,59
Costo por planta	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373
INGRESOS												
Nº de Plantas	0	0	1	1	0	1	3	3	0	2	1	6
Precio de venta/planta	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
TOTAL	**0,00**	**0,00**	**0,90**	**0,90**	**0,00**	**0,90**	**2,70**	**2,70**	**0,00**	**1,80**	**0,90**	**5,40**
BENEFICIO NETO	**-5,62**	**-5,66**	**-4,81**	**-4,69**	**-5,62**	**-4,76**	**-3,01**	**-2,89**	**-5,62**	**-3,86**	**-4,81**	**-0,19**
RELACIÓN B/C	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,84**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,53**	**-0,52**	**-1,00**	**-0,68**	**-0,84**	**-0,03**
RUBROS	***Morella pubescens* Wilbur**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
EGRESOS												
Costos Fijos												
Construcción del Umbráculo	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Preparación y enfundado de los sustratos	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Recolección del material vegetal	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Traslado del material vegetal (vivero UNL)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Plantado del material vegetal	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Mantenimiento	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Sub Total	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**
Costos variables												
Obtención de sustratos	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63
Sub Total	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**
TOTAL	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**
Costo por planta	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373
INGRESOS												
Nº de Plantas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Precio de venta/planta	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
TOTAL	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,90**	**0,90**
BENEFICIO NETO	**-5,62**	**-5,66**	**-5,71**	**-5,59**	**-5,62**	**-5,66**	**-5,71**	**-5,59**	**0,00**	**-5,66**	**-4,81**	**-4,69**
RELACIÓN B/C	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**0,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,84**

Cuadro 55. Amortización de los costos en la propagación vegetativa por estacas de *C. elliptica*, *M. pubescens*, *W. macrophylla* a los 210 días.

RUBROS	***Weinmannia macrophylla* Kunth**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
EGRESOS												
Costos Fijos												
Construcción del Umbráculo	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Preparación y enfundado de los sustratos	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Recolección del material vegetal	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Traslado del material vegetal (vivero UNL)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Plantado del material vegetal	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Mantenimiento	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Sub Total	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**
Costos variables												
Obtención de sustratos	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63
Sub Total	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63
TOTAL	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**
Costo por planta	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373
INGRESOS												
Nº de Plantas	1	1	0	0	0	0	4	0	0	0	5	3
Precio de venta/planta	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
TOTAL	0,90	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	3,60	0,00	0,00	0,00	4,50	2,70
BENEFICIO NETO	-4,72	-4,76	-5,71	-5,59	-5,62	-5,66	-2,11	-5,59	-5,62	-5,66	-1,21	-2,89
RELACIÓN B/C	-0,84	-0,84	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-0,37	-1,00	-1,00	-1,00	-0,21	-0,52
	***Clusia elliptica* Kunt**											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
EGRESOS												
Costos Fijos												
Construcción del Umbráculo	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Preparación y enfundado de los sustratos	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Recolección del material vegetal	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Traslado del material vegetal (vivero UNL)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Plantado del material vegetal	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Mantenimiento	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Sub Total	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**
Costos variables												
Obtención de sustratos	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63
Sub Total	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**
TOTAL	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**
Costo por planta	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373
INGRESOS												
Nº de Plantas	0	1	0	2	1	2	2	4	1	2	2	6
Precio de venta/planta	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
TOTAL	0,00	0,90	0,00	1,80	0,90	1,80	1,80	3,60	0,90	1,80	1,80	5,40
BENEFICIO NETO	**-5,62**	**-4,76**	**-5,71**	**-3,79**	**-4,72**	**-3,86**	**-3,91**	**-1,99**	**-4,72**	**-3,86**	**-3,91**	**-0,19**
RELACIÓN B/C	**-1,00**	**-0,84**	**-1,00**	**-0,68**	**-0,84**	**-0,68**	**-0,68**	**-0,36**	**-0,84**	**-0,68**	**-0,68**	**-0,03**

Siguiente…..

Cuadro 55…..Continuación

	Morella pubescens Wilbur											
	Parte baja				**Parte media**				**Parte alta**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
EGRESOS												
Costos Fijos												
Construcción del Umbráculo	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
Preparación y enfundado de los sustratos	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
Recolección del material vegetal	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Traslado del material vegetal (vivero UNL)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Plantado del material vegetal	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Mantenimiento	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Sub Total	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**	**4,96**
Costos variables												
Obtención de sustratos	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63	0,66	0,7	0,75	0,63
Sub Total	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**	**0,66**	**0,7**	**0,75**	**0,63**
TOTAL	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**	**5,62**	**5,66**	**5,71**	**5,59**
Costo por planta	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373	0,375	0,377	0,381	0,373
INGRESOS												
Nº de Plantas	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	1	0
Precio de venta/planta	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
TOTAL	**0,00**	**0,00**	**0,90**	**2,70**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,90**	**0,00**
BENEFICIO NETO	**-5,62**	**-5,66**	**-4,81**	**-2,89**	**-5,62**	**-5,66**	**-5,71**	**-5,59**	**0,00**	**-5,66**	**-4,81**	**-5,59**
RELACIÓN B/C	**-1,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-0,52**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**-1,00**	**0,00**	**-1,00**	**-0,84**	**-1,00**

.

Anexo 5. Análisis económico en la evaluación de sustratos, mediante la propagación de acodos aéreos

Cuadro 56. Amortización de los costos en la propagación vegetativa por acodos aéreos en *C. elliptica*, *M. pubescens*, *W. macrophylla* a los 240 días.

RUBROS	***Clusia elliptica* Kunt**				***Morella pubescens* Wilbur**				***Weinmannia macrophylla* Kunth**			
	Sustrato				Sustrato				Sustrato			
	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3	S0	S1	S2	S3
EGRESOS												
Costos Fijos												
Construcción del Umbráculo	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Preparación y enfundado de los sustratos	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
Acodado	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46
Traslado de acodos (vivero UNL)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Mantenimiento	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Sub Total	**10,48**	**10,48**	**10,48**	**10,48**	**10,48**	**10,48**	**10,48**	**10,48**	**10,48**	**10,48**	**10,48**	**10,48**
Costos variables												
Sustrato empleado en la implementación de acodos	0,12	0,13	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12
Sustrato empleado en el trasplante de acodos	2,00	2,11	2,29	1,94	2,00	2,11	2,29	1,94	2,00	2,11	2,29	1,94
Sub Total	**2,12**	**2,24**	**2,43**	**2,06**	**2,12**	**2,24**	**2,43**	**2,06**	**2,12**	**2,24**	**2,43**	**2,06**
TOTAL	**12,60**	**12,72**	**12,91**	**12,54**	**12,60**	**12,72**	**12,91**	**12,54**	**12,60**	**12,72**	**12,91**	**12,54**
Costo por planta	1,05	1,06	1,08	1,05	1,05	1,06	1,08	1,05	1,05	1,06	1,08	1,05
INGRESOS												
Nº de Plantas	6	8	9	7	3	5	8	7	4	3	6	6
Precio de venta/planta	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
TOTAL	**9,00**	**12,00**	**13,50**	**10,50**	**4,50**	**7,50**	**12,00**	**10,50**	**6,00**	**4,50**	**9,00**	**9,00**
BENEFICIO NETO	**-3,60**	**-0,72**	**0,59**	**-2,04**	**-8,10**	**-5,22**	**-0,91**	**-2,04**	**-6,60**	**-8,22**	**-3,91**	**-3,54**
RELACIÓN B/C	**-0,29**	**-0,06**	**0,05**	**-0,16**	**-0,64**	**-0,41**	**-0,07**	**-0,16**	**-0,52**	**-0,65**	**-0,30**	**-0,28**

Anexo 6. Registro de datos de campo obtenidos en la evaluación de cuatro sustratos mediante la propagación por estacas y acodos aéreos evaluados a los 90, 210 y 240 días

Cuadro 57. Tabla resumen de datos de campo obtenidos en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa por estacas, a los 90 días

Especie	Bloque	Parte del árbol	Sustrato	Repetición	N° de raíces	Largo de raíces	% de raíces
W. macrophylla	1	baja	S0	1	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S0	2	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S0	3	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S1	1	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S1	2	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S1	3	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S2	1	0,2	0,12	20
W. macrophylla	1	baja	S2	2	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S2	3	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S3	1	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S3	2	0	0	0
W. macrophylla	1	baja	S3	3	0	0	0
W. macrophylla	2	media	S0	1	0	0	0
W. macrophylla	2	media	S0	2	0	0	0
W. macrophylla	2	media	S0	3	0	0	0
W. macrophylla	2	media	S1	1	0	0	0
W. macrophylla	2	media	S1	2	0	0	0
W. macrophylla	2	media	S1	3	0	0	0
W. macrophylla	2	media	S2	1	0	0	0
W. macrophylla	2	media	S2	2	0	0	0
W. macrophylla	2	media	S2	3	0,4	0,1	20
W. macrophylla	2	media	S3	1	0,4	0,14	20
W. macrophylla	2	media	S3	2	0,2	0,18	20
W. macrophylla	2	media	S3	3	0	0	0
W. macrophylla	3	alta	S0	1	0	0	0
W. macrophylla	3	alta	S0	2	0	0	0
W. macrophylla	3	alta	S0	3	0	0	0
W. macrophylla	3	alta	S1	1	0	0	0
W. macrophylla	3	alta	S1	2	0,2	0,1	20
W. macrophylla	3	alta	S1	3	0	0	0
W. macrophylla	3	alta	S2	1	0	0	0
W. macrophylla	3	alta	S2	2	1	0,36	40
W. macrophylla	3	alta	S2	3	0,2	0,12	20

Siguiente…

Cuadro 57…..Continuación

W. macrophylla	3	alta	S3	1	0	0	0
W. macrophylla	3	alta	S3	2	0,4	0,13	20
W. macrophylla	3	alta	S3	3	0,6	0,19	20
C. elliptica	1	baja	S0	1	0	0	0
C. elliptica	1	baja	S0	2	0	0	0
C. elliptica	1	baja	S0	3	0	0	0
C. elliptica	1	baja	S1	1	0	0	0
C. elliptica	1	baja	S1	2	0	0	0
C. elliptica	1	baja	S1	3	0	0	0
C. elliptica	1	baja	S2	1	0	0	0
C. elliptica	1	baja	S2	2	0	0	0
C. elliptica	1	baja	S2	3	0,4	0,16	20
C. elliptica	1	baja	S3	1	0,2	0,1	20
C. elliptica	1	baja	S3	2	0	0	0
C. elliptica	1	baja	S3	3	0	0	0
C. elliptica	2	media	S0	1	0	0	0
C. elliptica	2	media	S0	2	0	0	0
C. elliptica	2	media	S0	3	0	0	0
C. elliptica	2	media	S1	1	0	0	0
C. elliptica	2	media	S1	2	0,4	0,116	20
C. elliptica	2	media	S1	3	0	0	0
C. elliptica	2	media	S2	1	0,2	0,14	20
C. elliptica	2	media	S2	2	0	0	0
C. elliptica	2	media	S2	3	0	0	0
C. elliptica	2	media	S3	1	0	0	0
C. elliptica	2	media	S3	2	0,8	0,22	40
C. elliptica	2	media	S3	3	0,2	0,09	20
C. elliptica	3	alta	S0	1	0	0	0
C. elliptica	3	alta	S0	2	0	0	0
C. elliptica	3	alta	S0	3	0	0	0
C. elliptica	3	alta	S1	1	0,2	0,08	20
C. elliptica	3	alta	S1	2	0,2	0,09	20
C. elliptica	3	alta	S1	3	0	0	0
C. elliptica	3	alta	S2	1	0	0	0
C. elliptica	3	alta	S2	2	0,2	0,16	20
C. elliptica	3	alta	S2	3	0	0	0
C. elliptica	3	alta	S3	1	0,6	0,21	40
C. elliptica	3	alta	S3	2	1	0,37	60
C. elliptica	3	alta	S3	3	0,4	0,1	20
M. pubescens	1	baja	S0	1	0	0	0
M. pubescens	1	baja	S0	2	0	0	0

Siguiente…..

Cuadro 57…..Continuación

M. pubescens	1	Baja	S0	3	0	0	0
M. pubescens	1	Baja	S1	1	0	0	0
M. pubescens	1	Baja	S1	2	0	0	0
M. pubescens	1	Baja	S1	3	0	0	0
M. pubescens	1	Baja	S2	1	0	0	0
M. pubescens	1	Baja	S2	2	0	0	0
M. pubescens	1	Baja	S2	3	0	0	0
M. pubescens	1	Baja	S3	1	0	0	0
M. pubescens	1	Baja	S3	2	0	0	0
M. pubescens	1	Baja	S3	3	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S0	1	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S0	2	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S0	3	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S1	1	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S1	2	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S1	3	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S2	1	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S2	2	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S2	3	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S3	1	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S3	2	0	0	0
M. pubescens	2	Media	S3	3	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S0	1	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S0	2	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S0	3	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S1	1	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S1	2	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S1	3	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S2	1	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S2	2	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S2	3	0,2	0,1	20
M. pubescens	3	Alta	S3	1	0,2	0,12	20
M. pubescens	3	Alta	S3	2	0	0	0
M. pubescens	3	Alta	S3	3	0	0	0

Cuadro 58. Tabla resumen de datos de campo obtenidos en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa por estacas, a los 210 días.

Especie	Bloque	Parte del árbol	Sustrato	Repetición	N° de raíces	Largo de raíces	% de raíces
W. macrophylla	1	baja	S0	1	0,20	0,21	20
W. macrophylla	1	baja	S0	2	0,00	0,00	0
W. macrophylla	1	baja	S0	3	0,00	0,00	0
W. macrophylla	1	baja	S1	1	0,00	0,00	0
W. macrophylla	1	baja	S1	2	0,20	0,26	20
W. macrophylla	1	baja	S1	3	0,00	0,00	0
W. macrophylla	1	baja	S2	1	0,00	0,00	0
W. macrophylla	1	baja	S2	2	0,00	0,00	0
W. macrophylla	1	baja	S2	3	0,00	0,00	0
W. macrophylla	1	baja	S3	1	0,00	0,00	0
W. macrophylla	1	baja	S3	2	0,00	0,00	0
W. macrophylla	1	baja	S3	3	0,00	0,00	0
W. macrophylla	2	media	S0	1	0,00	0,00	0
W. macrophylla	2	media	S0	2	0,00	0,00	0
W. macrophylla	2	media	S0	3	0,00	0,00	0
W. macrophylla	2	media	S1	1	0,00	0,00	0
W. macrophylla	2	media	S1	2	0,00	0,00	0
W. macrophylla	2	media	S1	3	0,00	0,00	0
W. macrophylla	2	media	S2	1	0,40	0,36	20
W. macrophylla	2	media	S2	2	0,60	0,82	40
W. macrophylla	2	media	S2	3	0,40	0,41	20
W. macrophylla	2	media	S3	1	0,00	0,00	0
W. macrophylla	2	media	S3	2	0,00	0,00	0
W. macrophylla	2	media	S3	3	0,00	0,00	0
W. macrophylla	3	alta	S0	1	0,00	0,00	0
W. macrophylla	3	alta	S0	2	0,00	0,00	0
W. macrophylla	3	alta	S0	3	0,00	0,00	0
W. macrophylla	3	alta	S1	1	0,00	0,00	0
W. macrophylla	3	alta	S1	2	0,00	0,00	0
W. macrophylla	3	alta	S1	3	0,00	0,00	0
W. macrophylla	3	alta	S2	1	1,00	0,80	40
W. macrophylla	3	alta	S2	2	0,60	0,45	20
W. macrophylla	3	alta	S2	3	1,00	0,80	40
W. macrophylla	3	alta	S3	1	0,00	0,00	0
W. macrophylla	3	alta	S3	2	0,80	0,78	40

Siguiente…..

Cuadro 58…..Continuación

W. macrophylla	3	alta	S3	3	0,40	0,41	20
C. elliptica	1	baja	S0	1	0,00	0,00	0
C. elliptica	1	baja	S0	2	0,00	0,00	0
C. elliptica	1	baja	S0	3	0,00	0,00	0
C. elliptica	1	baja	S1	1	0,40	0,34	20
C. elliptica	1	baja	S1	2	0,00	0,00	0
C. elliptica	1	baja	S1	3	0,00	0,00	0
C. elliptica	1	baja	S2	1	0,00	0,00	0
C. elliptica	1	baja	S2	2	0,00	0,00	0
C. elliptica	1	baja	S2	3	0,00	0,00	0
C. elliptica	1	baja	S3	1	0,00	0,00	0
C. elliptica	1	baja	S3	2	0,60	0,38	20
C. elliptica	1	baja	S3	3	0,40	0,28	20
C. elliptica	2	media	S0	1	0,40	0,35	20
C. elliptica	2	media	S0	2	0,00	0,00	0
C. elliptica	2	media	S0	3	0,00	0,00	0
C. elliptica	2	media	S1	1	0,00	0,00	0
C. elliptica	2	media	S1	2	0,80	0,36	20
C. elliptica	2	media	S1	3	0,40	0,41	20
C. elliptica	2	media	S2	1	0,60	0,37	20
C. elliptica	2	media	S2	2	0,00	0,00	0
C. elliptica	2	media	S2	3	0,60	0,43	20
C. elliptica	2	media	S3	1	1,40	0,74	40
C. elliptica	2	media	S3	2	0,60	0,34	20
C. elliptica	2	media	S3	3	0,40	0,39	20
C. elliptica	3	alta	S0	1	0,00	0,00	0
C. elliptica	3	alta	S0	2	0,40	0,45	20
C. elliptica	3	alta	S0	3	0,00	0,00	0
C. elliptica	3	alta	S1	1	0,00	0,00	0
C. elliptica	3	alta	S1	2	1,00	0,61	40
C. elliptica	3	alta	S1	3	0,00	0,00	0
C. elliptica	3	alta	S2	1	0,00	0,00	0
C. elliptica	3	alta	S2	2	0,40	0,42	20
C. elliptica	3	alta	S2	3	0,40	0,37	20
C. elliptica	3	alta	S3	1	1,60	0,83	40
C. elliptica	3	alta	S3	2	2,40	1,32	60
C. elliptica	3	alta	S3	3	1,00	0,39	20
M. pubescens	1	baja	S0	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S0	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S0	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S1	1	0,00	0,00	0

Siguiente…..

Cuadro 58…..Continuación

M. pubescens	1	baja	S1	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S1	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S2	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S2	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S2	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S3	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S3	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	1	baja	S3	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S0	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S0	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S0	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S1	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S1	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S1	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S2	1	0,20	0,32	20
M. pubescens	2	media	S2	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S2	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S3	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	2	media	S3	2	0,40	0,38	20
M. pubescens	2	media	S3	3	1,00	0,76	40
M. pubescens	3	alta	S0	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S0	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S0	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S1	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S1	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S1	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S2	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S2	2	0,40	0,22	20
M. pubescens	3	alta	S2	3	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S3	1	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S3	2	0,00	0,00	0
M. pubescens	3	alta	S3	3	0,00	0,00	0

Cuadro 59. Tabla resumen de datos de campo obtenidos en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa acodos aéreos, a los 240 días.

Especie	Sustrato	Bloque	Repeticiones	N raíces	Largo de raíces	% Raíces
W. macrophylla	3	S0	1	0	0	0
W. macrophylla	3	S0	2	0	0	0
W. macrophylla	3	S0	3	0	0	0
W. macrophylla	3	S0	4	0	0	0
W. macrophylla	3	S1	1	0	0	0
W. macrophylla	3	S1	2	0	0	0
W. macrophylla	3	S1	3	0	0	0
W. macrophylla	3	S1	4	0	0	0
W. macrophylla	3	S2	1	7	2,75	50
W. macrophylla	3	S2	2	5	2,25	50
W. macrophylla	3	S2	3	8	4,36	100
W. macrophylla	3	S2	4	9	3,17	100
W. macrophylla	3	S3	1	0	0	0
W. macrophylla	3	S3	2	2,5	2,06	50
W. macrophylla	3	S3	3	0	0	0
W. macrophylla	3	S3	4	0	0	0
C. elliptica	1	S0	1	0	0,00	0
C. elliptica	1	S0	2	0	0,00	0
C. elliptica	1	S0	3	0	0,00	0
C. elliptica	1	S0	4	0	0,00	0
C. elliptica	1	S1	1	1	1,55	50
C. elliptica	1	S1	2	2	2,00	100
C. elliptica	1	S1	3	0	0,00	0
C. elliptica	1	S1	4	0	0,00	0
C. elliptica	1	S2	1	3,5	3,87	100
C. elliptica	1	S2	2	1,5	1,28	50
C. elliptica	1	S2	3	0	0,00	0
C. elliptica	1	S2	4	0	0,00	0
C. elliptica	1	S3	1	4	4,40	100
C. elliptica	1	S3	2	4,5	4,33	100
C. elliptica	1	S3	3	2,5	2,50	50
C. elliptica	1	S3	4	5	4,15	100
M. pubescens	2	S0	1	0	0	0
M. pubescens	2	S0	2	0	0	0
M. pubescens	2	S0	3	0	0	0
M. pubescens	2	S1	1	0	0	0
M. pubescens	2	S1	2	0	0	0

Siguiente…..

Cuadro 59…..Continuación

M. pubescens	2	S1	3	0	0	0
M. pubescens	2	S2	1	0	0	0
M. pubescens	2	S2	2	0	0	0
M. pubescens	2	S2	3	0	0	0
M. pubescens	2	S2	4	0	0	0
M. pubescens	2	S3	1	0	0	0
M. pubescens	2	S3	2	1	0,375	50
M. pubescens	2	S3	3	1	1,5	50
M. pubescens	2	S3	4	0	0	0

Anexo 7. Registro fotográfico de la implementación del vivero y elaboración de sustratos

Figura 22. Construcción del umbráculo

Figura 23. Umbráculo implementado

Figura 24. Cernido de sustratos

Figura 25. Preparación de sustratos

Figura 26. Sustrato para el enraizamiento

Figura 27. Enfundado de sustratos

Anexo 8. Propagación vegetativa de estacas y acodos aéreos

Figura 28. Recolección de estacas

Figura 29. Traslado de estacas al vivero

Figura 30. Desinfección de las estacas

Figura 31. Plantado de las estacas

Figura 32. Descortezamiento en forma de anillo

Figura 33. Implementación de sustrato para el enraizamiento

Figura 34. Bolsa plástica para realizar el monitoreo de los acodos

Figura 35. Bolsa negra para proteger al acodo de los rayos solares

Anexo 9. Registro fotográfico en la evaluación de sustratos mediante la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos

Figura 36. Estacas enraizadas de *C.elliptica* a los 90 días.

Figura 37. Estacas enraizadas de *C. elliptica* a los 210 días

Figura 38. Estaca enraizada de *C. elliptica*

Figura 39. Raíces brotadas en estacas de *C. elliptica*

Figura 40. Estacas enraizadas de *M. pubescens* a los 90 días

Figura 41. Estaca enraizada de *M. pubescens*

Figura 42. Estacas enraizadas de *W. macrophylla* a los 90 días.

Figura 43. Acodos enraizados de *M. pubescens*

Figura 44. Acodos enraizados de *W. macrophylla*

Figura 45. Acodo enraizado de *W. macrophylla*

Figura 46. Acodos enraizados de *C. elliptica*

Figura 47. Acodos enraizados de *C. elliptica*

Anexo 10. Socialización de los resultados a los actores sociales interesados en la propagación vegetativa de especies nativas.

Figura 48. Bienvenida e introducción a los presentes

Figura 49. Exposición de los resultados a los presentes