



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**Trabajo de grado presentado como requisito previo para la obtención
del título de Ingeniero Forestal**

TEMA

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb
MEDIANTE ESQUEJES EN SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL
CARCHI.”**

AUTOR

Yépez Duque Edison Santiago

DIRECTOR

Ing. For. María Isabel Vizcaíno Pantoja

Ibarra - Ecuador

2016

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb
MEDIANTE ESQUEJES EN SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL
CARCHI.”**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por lo cual se autoriza la presentación como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA

Ing. María Vizcaíno
Director trabajo de grado

Ing. Walter Palacios
Tribunal de grado

Ing. Lenin Paspuel
Tribunal de grado

Ing. Byron Rosero
Tribunal de grado

IBARRA – ECUADOR
2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO	
Cédula de identidad:	0401375928
Apellidos y nombres:	Yépez Duque Edison Santiago
Dirección:	Ibarra, Tulcán y 13 de abril "Conjunto Daniela"
Email:	syopez.cuba@hotmail.com
Teléfono fijo:	062 967-099 Teléfono móvil: 0989275123

DATOS DE LA OBRA	
Título:	"Propagación vegetativa de <i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb mediante esquejes en Santa Martha de Cuba, provincia del Carchi."
Autor:	Edison Santiago Yépez Duque
Fecha:	24 de febrero del 2016
Solo para trabajos de grado	
Programa:	Pregrado
Título por el que opta:	Ing. Forestal
Director:	Ing. For. María Vizcaino Pantoja

2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Edison Santiago Yépez Duque, con cédula de ciudadanía Nro. **0401375928**; en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago la entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló sin violar derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 24 de febrero del 2016


.....
Edison Santiago Yépez Duque
C. I: 0401375928
EL AUTOR

.....
Edison Santiago Yépez Duque
C. I: 0401375928

Ibarra, a los 24 días del mes de febrero del 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DE TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Edison Santiago Yépez Duque, con cedula de ciudadanía Nro. **0401375928**; manifiesto la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados por la Ley de propiedad intelectual del Ecuador, Artículo 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb MEDIANTE Don ex Lamb MEDIANTE ESQUEJES EN SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL CARCHI.”** que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero Forestal en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento en el que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Fecha: 24 de febrero del 2016


Edison Santiago Yépez Duque
C. I: 0401375928

Ibarra, a los 24 días del mes de febrero del 2016

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

Guía: FICAYA-UTN

Fecha: 24 de febrero del 2016

YÉPEZ DUQUE EDISON SANTIAGO; "PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb MEDIANTE ESQUEJES EN SANTA MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL CARCHI"/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Forestal.

Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Forestal Ibarra, 24 de febrero del 2016. 100 p.

DIRECTOR: Ing. Vizcaino Pantoja María Isabel

- El objetivo principal de esta investigación fue: Identificar la mejor alternativa de reproducción vegetativa de *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb. Entre los objetivos específicos se encuentra Determinar el mejor tratamiento estudiado en función a la sobrevivencia, Determinar el número y longitud de raíces, Establecer los costos de producción.

Fecha: 24 de febrero del 2016


.....
Ing. For. María Vizcaino
Directora de Trabajo de Grado


.....
Yépez Duque Edison Santiago
Autor

v

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte, por hacer posible mi meta de formación profesional y así brindarme la oportunidad de tener una vida llena de éxito.

A la Carrera de Ingeniería Forestal, que ha sembrado en mí, el gusto por la ciencia y el saber.

A los Ingenieros Walter Palacios y Edgar Vásquez, por todo el conocimiento, apoyo y una gran amistad que los convirtió en más que buenos maestros. A los docentes, que con sus enseñanzas contribuyeron a conseguir uno de mis grandes logros y cuya guía fue fundamental en mi formación personal y profesional.

A la Ing. María Vizcaíno que con su apoyo, paciencia y gran amistad ayudó a conseguir mi meta y cuya guía fue fundamental en mi investigación.

DEDICATORIA

Principalmente dedico a mis dos hijos, José Gabriel por iluminar mi vida e inspirarme cada día a ser mejor a beneficio de todos.

A mi hijo José Anselmo, que ahora con su avanzada edad está caminando por la tarde del día y que con su sabiduría, experiencia y su inmenso amor ha sabido guiar mi camino por el bien y me ha enseñado a ser humilde y mejor persona, para ti mi querido padre.

ÍNDICE DE CONTENIDO

IDENTIFICACION DE LA OBRA	ii
DERECHOS DE AUTOR DE TRABAJO DE GRADO	iii
REGISTRO BIBLIOGRAFICO	v
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE CUADROS	xiv
INDICE DE GRAFICOS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xviii
RESUMEN	xix
SUMARY	xix
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO GENERAL	2
1.1.1 Objetivos Específicos.....	2
1.2 HIPÓTESIS	3
1.2.1 Hipótesis Nula.....	3
1.2.2 Hipótesis Alterna.....	3
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	4
2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:	4

2.3. FRUCTIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN	5
2.4. PROPIEDADES TECNOLÓGICAS	5
2.5. DESCRIPCIÓN	5
2.5.1 Descripción Organoléptica	5
2.5.2 Propiedades Físicas	6
2.5.3 Propiedades Mecánicas	6
2.6 USOS PROBABLES	6
2.7. HÁBITAT	7
JUNAC b (1981) señaló que la especie se encuentra en “bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque húmedo Premontano (bh-Pm)”	7
2.8. DISTRIBUCIÓN DE <i>Podocarpus oleifolius</i> EN EL ECUADOR. 7	7
Palacios 2011 establece que la especie <i>Podocarpus oleifolius</i> :.....	7
2.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES	8
2.10, VENTAJAS DE LAS ESTACAS O ESQUEJES.....	8
2.11 ESQUEJES	9
2.12. TIPOS DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA	10
2.12.1. Ciclo sexual:	11
2.12.2. Ciclo asexual:	11
2.12.2.1 Tipos de Propagación Vegetativa.....	112
2.12.2.2 Bases Fisiológicas de la iniciación de raíces adventicias.....	114
2.12.2.3 Efecto de los brotes sobre el enraizamiento:.....	115
2.12.2.4 Fotosíntesis de las estacas	115
2.12.2.5 Formación del callo.....	116
2.12.3. Factores que afectan la multiplicación por estacas	16
2.12.3.1 Formación y desarrollo de raíces adventicias (Rizogénesis)....	116
2.12.4. Influencias de las zonas apicales y basales de la rama.....	17
2.12.4.1 Sustratos para el enraizamiento	118

2.13. INVESTIGACIONES SIMILARES	19
CAPITULO III	21
MATERIALES Y METODOS.....	21
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	21
3.1.1. Localización política y geográfica	21
3.1.2. Clima y altitud del área de estudio.-	22
3.1.3. Área de recolección del material vegetativo	22
3.2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO.....	25
3.2.1 Factores de estudio	25
3.2.1.1 . Factor A: Medio de enraizamiento.....	25
3.2.1.2. Factor B: Origen del esqueje	25
3.2.1.3. Factor C: Longitud del esqueje.....	25
3.2.2. Descripción de los tratamientos	26
3.2.3 Diseño Experimental	26
3.2.3.1. Anàlisis de Varianza	26
3.2.3.2 Modelo estadístico:	27
3.2.3.3 Prueba de rango múltiple.....	27
3.2.3.4 Características del campo experimental	27
3.3. INSTRUMENTOS Y MATERIALES	28
3.2.1 Instrumentos y herramientas de campo	28
3.3.2. Materiales e insumos.....	28
3.3.3. Herramientas y otros materiales.....	29
3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO	29
3.4.1. Recolección y sistematización de la información secundaria ...	29
3.4.2. Selección del área de recolección del material vegetativo.....	29
3.4.3. Recolección del material vegetativo	30
3.4.4. Preparación de los esquejes.....	30
3.4.5. Preparación de medios	31
3.4.5.1 Sustrato Tierra.....	31
3.4.5.2 Medio Agua.....	31

3.4.5.3 Preparación de sitio del ensayo	31
3.4.6. Instalación de la fase de enraizamiento.....	32
3.4.6.1 En macetas con sustrato tierra	32
3.4.6.2 En recipientes con agua	32
3.4.7. Mantenimiento del ensayo	32
3.4.8. Seguimiento del ensayo: Fase enraizamiento	32
3.4.8.1 Evaluación de la Formación del callo.....	33
3.4.8.2 Evaluación de formación de brotes aéreos	33
3.4.9 Evaluación de la fase enraizamiento	35
3.4.9.1 Número y longitud de raíces	33
3.4.9.2. Evaluación de sanidad.....	34
3.4.10 Evaluación de la fase de sobrevivencia	34
3.5. ANÁLISIS DE COSTOS	34
CAPÍTULO IV	35
RESULTADOS.....	35
4.1. FASE DE ENRAIZAMIENTO.....	35
4.1.1. Prendimiento	35
4.1.2. Formación del callo.....	36
4.1.3. Número de raíces.....	38
4.1.4. Longitud de raíces	40
4.1.5. Sanidad.....	42
4.1.6 Porcentaje de sanidad	44
CAPITULO V	49
DISCUSIÓN.....	49
CAPÍTULO VI	51
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
6.1. CONCLUSIONES.....	51
6.2. RECOMENDACIONES.....	52

CAPÍTULO VII.....	53
BIBLIOGRAFÍA	53
CAPÍTULO VIII	57
ANEXOS	57
TRABAJO DE CAMPO	69
MATERIALES E INSUMOS	69
8.2.1. ANEXO FOTOGRÁFICO	70

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Tratamientos en estudio.....	26
Cuadro 2: Esquema del análisis de varianza	26
Cuadro 3: Categorías de la sanidad	34
Cuadro 4: Análisis de varianza del prendimiento	35
Cuadro 5: Prueba de Duncan para todos los tratamientos.....	36
Cuadro 6: Análisis de varianza de la variable formación del callo	37
Cuadro 7: Prueba de Duncan para la interacción $A \times B \times C$	38
Cuadro 8: Análisis de varianza de la variable número de raíces.....	39
Cuadro 9: Prueba de Duncan para la interacción $A \times B \times C$	40
Cuadro 10: Análisis de varianza de la longitud de raíces.....	41
Cuadro 11: Prueba de Duncan para la interacción $A \times B \times C$	42
Cuadro 12: análisis de varianza de la sanidad	43
Cuadro 13: Prueba de Duncan para la interacción $A \times B \times C$	44
Cuadro 14: Porcentaje de sanidad	45
Cuadro 15: Análisis de varianza del sobrevivencia.....	46
Cuadro 16: Prueba de Duncan para todos los tratamientos.....	47
Anexo 17: Prueba de Duncan de prendimiento para medios de producción....	57
Anexo 18: Prueba de Duncan de prendimiento para el Origen del esqueje	57

Anexo 19: Prueba de Duncan de prendimiento para el Factor C: Longitud de esqueje	57
Anexo 20: Prueba de Duncan de prendimiento para la interacción $A \times B$, para el prendimiento	58
Anexo 21: Prueba de Duncan de prendimiento para la interacción $A \times C$ para el prendimiento	58
Anexo 22: Prueba de Duncan de prendimiento para la interacción $B \times C$: Origen del esqueje \times Longitud de esqueje	58
Anexo 23: Prueba de Duncan de formación del callo para el factor A	59
Anexo 24: Prueba de Duncan de formación del callo para el Factor B	59
Anexo 25: Prueba de Duncan de formación del callo para el Factor C	59
Anexo 26: Prueba de Duncan de formación del callo para la interacción $A \times B$,,	59
Anexo 27: Prueba de Duncan de formación del callo para la interacción $A \times C$,,	60
Anexo 28: Prueba de Duncan de formación del callo para la interacción $B \times C$,,	60
Anexo 29: Prueba de Duncan de número de raíces para el Factor A	61
Anexo 30: Prueba de Duncan de número de raíces para el Factor B	61
Anexo 31: Prueba de Duncan de número de raíces para el Factor C	61
Anexo 32: Prueba de Duncan de número de raíces para la interacción $A \times B$	61
Anexo 33: Prueba de Duncan de número de raíces para la interacción $A \times C$	62

Anexo 34: Prueba de Duncan de número de raíces para la interacción B × C.	62
Anexo 35: Prueba de Duncan de longitud de raíces para el Factor A.....	63
Anexo 36: Prueba de Duncan de longitud de raíces para el Factor B.....	63
Anexo 37: Prueba de Duncan de longitud de raíces para la interacción A × B	63
Anexo 38: Prueba de Duncan de longitud de raíces para la interacción A × C	64
Anexo 39: Prueba de Duncan de longitud de raíces para la interacción B × C	64
Anexo 40: Prueba de Duncan de sanidad para el Factor A.....	65
Anexo 41: Prueba de Duncan de sanidad para el Factor B.....	65
Anexo 42: Prueba de Duncan de sanidad para el Factor C.....	65
Anexo 43: Prueba de Duncan de sanidad para la interacción A × B.....	65
Anexo 44: Prueba de Duncan de sanidad para la interacción A × C.....	66
Anexo 45: Prueba de Duncan de sanidad para la interacción B × C.....	66
Anexo 46: Prueba de Duncan de sobrevivencia para medios de producción...	67
Anexo 47: Prueba de Duncan de sobrevivencia para el Factor C: Longitud de esqueje.....	67
Anexo 48: Prueba de Duncan de sobrevivencia para longitud de esqueje.....	67
Anexo 49: Prueba de Duncan de sobrevivencia para la interacción A × B.....	67
Anexo 50: Prueba de Duncan de sobrevivencia para la interacción A × C.....	68
Anexo 51: Prueba de Duncan de sobrevivencia para la interacción B × C: Origen del esqueje × Longitud de esqueje.....	68

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Ubicación del área de estudio	21
Gráfico 2: Ubicación del área de recolección	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Fotografía 1: selección del area de recolección del material bvegetativo.....	70
Fotografía 2: Identificación del material vegetativo de Podocarpus Oleifolius.....	70
Fotografía 3: Recolección del material vegetativo.....	71
Fotografía 4: Preparación de los esquejes	72
Fotografía 5: Preparación de medios de producción.....	72
Fotografía 6: Instalación de la fase de enraizamiento en tierra	73
Fotografía 7: Formación del callo	74
Fotografía 8: Número y longitud de raíces.....	74
Fotografía 9: Supervivencia	75

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la parroquia Santa Martha de Cuba, cantón Tulcán, provincia del Carchi; se buscó la mejor alternativa de reproducción vegetativa de *Podocarpus oleifolius* en dos medios de producción, en sustrato tierra y agua considerando los siguientes objetivos específicos: a) Determinar el mejor tratamiento estudiado en función a la sobrevivencia. b) Determinar el número y longitud de raíces. c) Establecer los costos de producción. La recolección del material vegetativo se realizó de doce árboles previamente seleccionados en la parroquia el Playón, cantón Sucumbíos Alto, provincia de Sucumbíos por las condiciones similares del área de estudio. Los esquejes, según el diseño, debían cortarse en tres longitudes: de 10 a 14,99 cm; de 15 a 19,9 cm y de 20 a 24,9 cm. El sustrato para el medio de producción tierra fue en proporción de 40% de arena de río, 30% de tierra de páramo y 30% de tierra del sitio y se desinfectó con vitavax en proporción de 0,5 lb/ 2m³ de sustrato; para el medio de producción agua se utilizó agua entubada la misma que se dejó en reposo durante un tiempo mínimo de 24 horas, para eliminar los residuos de cloro. Para el proceso de enraizamiento, se reutilizó envases plásticos de bebidas de dos y tres litros de capacidad, cortados aproximadamente a la mitad de su altura. La fase de enraizamiento se realizó por cuatro meses a partir del establecimiento y abarcó la formación del callo, formación de brotes aéreos y enraizamiento. Para la variable medio de producción, se registró un prendimiento promedio general del ensayo de 24,70%; cabe recalcar que el medio de producción agua entre todos los tratamientos, se obtuvo un prendimiento promedio de 46,67%, mientras que el medio en tierra obtuvo una media de 2,74% de prendimiento. Sin embargo, en esta investigación se destaca el prendimiento del T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) con un prendimiento promedio de 78,75%. Los esquejes basales de 20 a 25 cm (longitud 3) evidenciaron la mejor formación del callo con un coeficiente de formación de 1,42. Este resultado sustenta que un esqueje basal semimaduro es favorable para la formación del callo, En la variable longitud de raíces se evidenció dos tratamientos con mejor longitud de raíces, el tratamiento

T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) y el tratamiento T8: A-B-L2 (agua + esqueje basal + longitud 2) con promedios de 2,72cm y 2,42cm respectivamente. Para la variable sobrevivencia los tratamientos T4: T-A-L1 (Tierra + esqueje apical + longitud 1) T1: T-B-L1 (Tierra + esqueje basal + longitud 1); T3: T-B-L3 (Tierra + esqueje basal + longitud 3); T2: T-B-L2 (Tierra + esqueje basal + longitud 2) presentaron una sobrevivencia absoluta, tomando en cuenta que estos tratamientos corresponden al medio de producción tierra y que ya estaban adaptados a dicho medio. Sin embargo para el medio de producción agua destaca el tratamiento T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) con sobrevivencia de 92.08%.

SUMMARY

This investigation was made in the parish of Santa Martha of Cuba, Canton of Tulcán, province Carchi ; it was found the best alternative of vegetative reproduction for two means of production of *Podocarpus oleifolius*, in the substrate of land and water, it was considered the following goals: a) To determine the best-studied treatment according to the survival. b) To determine the number and the length of roots. c) To establish production costs. The collection of the plant material was performed by collecting twenty-two trees previously selected from the parish Playon in the Region of Alto Sucumbios province of Sucumbios due to the similar conditions in the study area. The slip, should be cut in three lengths from the design: which they are from 10 to 14.99 cm; from 15 to 19.9 cm and from 20 to 24.9 cm. The substrate for the medium production in earth was in a quantity of 40% from the river sand, 30% from moor land and 30% from soil in the site, where these were disinfected with Vitavax in a ratio of 0.5 lb / 2m³ of substrate; for the ratio of water production, it was allowed to take piped water that was left to rest for about 24 hours in order to remove residual chlorine. For the rooting process, plastic beverage containers from two and three liters were used; they were cut to about half of its height. The rooting phase was held for four months from the establishment, and it were covered for callus formation, aerial shoots and rooting. For the average variable of production, an overall average test engraftment of 24.70% was recorded; it is very important to emphasize that the average water production among all treatments, it was capture an average of 46.67%, while the middle ground gained an average of 2.74% engraftment. AB-L3 (water + basal cutting length + 3) with an average of 78.75% captured: However, in this investigation the capture of T9 stands. Basal cuttings of 20-25 cm (length 3) showed that the best callus formation with a coefficient of 1.42. This result supports that a semi-ripe basal cuttings is favorable for callus formation, in the variable length root two treatments with better root length, treatment T9 evidenced: AB-L3 (water + cutting basal + length 3) and T8 treatment: AB-L2 (water + length + basal cuttings 2) with averages of 2,72cm and 2,42cm respectively. For survival varying, the treatment T4: TA-L1 (Earth + + apical cutting length 1) T1: TB-L1 (basal + Earth + cutting length 1); T3: T-B-L3 (basal cuttings Earth + length + 3); T2: TB-L2 (basal cuttings Earth + length + 2) showed an absolute survival, considering that these

treatments are for the land and means of production that were already adapted to this environment. On the other hand, for water production through out the treatment T9: AB-L3 (water cutting basal + length + 3) with a survival of 92.08%.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El grupo de coníferas, donde se incluye el *Podocarpus oleifolius*, se consideran entre los árboles de mayor importancia para asegurar una fuente sustentable y renovable de material fresco para la producción de diversos productos relacionados con la madera. (Cantillo, 2006).

Romerillo fino (*Podocarpus oleifolius*), conjuntamente con otros romerillos: *Podocarpus rospigliosii* y *Podocarpus montana* son especies de coníferas, nativas del Ecuador. El botánico ecuatoriano Misael Acosta Solís hace referencia en algunas de sus publicaciones, que el romerillo de altura conocido como Olivo o Encino (*Podocarpus sp*) fue muy abundante, especialmente en zonas altas de Pichincha, Carchi, Imbabura, Loja. Muy utilizado para la elaboración de muebles finos.

Los estudios sobre regeneración natural de la especie, evidencian la escasa o nula presencia de plántulas jóvenes en el sotobosque; además, los ensayos de producción por vía sexual ofrecen bajos porcentajes de germinación y sobrevivencia. (Galvez, 2003)

Cabe recalcar que el *Podocarpus oleifolius* cuya madera tiene un alto valor comercial, por sus características físicas, mecánicas y de manejabilidad para las industrias de muebles, tableros de partículas y fibras, razón por la cual se ha reducido su población, y actualmente es una especie que se encuentra condicionada para el aprovechamiento según las “Normas para el Manejo Sustentable de los Bosques Andinos” contenidas en el Acuerdo Ministerial No.128 vigente desde el 13 de agosto del 2006 expedido por el Ministerio del Ambiente (MAE).

Según la página oficial de “La Lista Roja de Especies Amenazadas” de la International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). *Podocarpus oleifolius*, desde el año 1998 se encuentra catalogada como una conífera en riesgo menor, ya que habiendo sido evaluada no cumple con los criterios para ser catalogada como una especie en peligro de extinción. Sin embargo en los bosques de Carchi y Sucumbíos la situación es diferente ya que se encuentran pocos árboles y algunos de estos son relictos en potreros o cultivos agrícolas, lo que los hace vulnerables a la regeneración natural.

Para especies de difícil propagación sexual, según (Castillo, Cueva, Aguirre y Gunter, 2007) la alternativa más viable de propagación es la asexual; en este contexto, con *Podocarpus oleifolius*, se han realizado varios ensayos empleando distintos métodos de propagación obteniendo porcentajes entre 7% y 13% de prendimiento.

El propósito de este trabajo fue obtener un método efectivo de propagación vegetativa que ayude reproducir y conservar el *Podocarpus oleifolius* en los bosques alto andinos de las provincias de Carchi y Sucumbíos, y otras provincias, para garantizar en el mediano y largo plazo, el abastecimiento de productos maderables.

1.1 OBJETIVO GENERAL

Identificar la mejor alternativa de reproducción vegetativa de *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Determinar el mejor tratamiento estudiado en función a la sobrevivencia.
- Determinar el número y longitud de raíces.
- Establecer los costos de producción.

1.2 HIPÓTESIS

1.2.1 Hipótesis Nula

Los tratamientos son similares

1.2.2 Hipótesis Alterna

Los tratamientos son distintos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

Nombre Científico: *Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb

Nombres Comunes: Azuceno en Zamora, Olivo en la sierra norte, Guabesab en Chontamarca, Sume (en salinas, Guaranda), Sinsin en la sierra central. (Palacios, 2011, p.801).

2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA:

Palacios (2011), establece la siguiente descripción:

Árbol hasta 35 m de altura y 1 m de DAP. Tronco sub acanalado. Corteza pardo-amarillenta, agrietada longitudinalmente. Ramificación 4-5 verticilada. Copa irregular, densa. Hojas simples, alternas helicoidales, coriáceas o subcoriáceas, estrechamente elípticas, oblongo lanceolada, sub sésiles, 3-9 x 0.5-1 cm, margen ligeramente revuelto. Nervio central describiendo un canal bien marcado y angosto, no muy prominente en la cara inferior. Estróbilo masculino solitario, axilar, 8-14 mm de largo con escamas imbricadas densas; estróbilo femenino solitario, axilar, sobre un receptáculo de 6-9 mm de largo, con 2-3 escamas. Fruto ovoide, liso, 6-8 x 4 a 5 mm, sobre un receptáculo carnoso, purpura-rojizo. (p.801).

FLORACIÓN

Según Prado & Valdebenito, (2000) la especie presenta flores durante todo el año, mostrando aproximadamente el 25 % de la copa del árbol con flores. Se observó que la floración plena ocurre desde enero a julio. Durante los meses de agosto, noviembre y diciembre los árboles no presentan flores. (p. 123)

2.3. FRUCTIFICACIÓN Y RECOLECCIÓN

De acuerdo a las investigaciones sobre el calendario fenológico de la especies establecidas por Jara & Ordóñez (2000), leído por Jácome (2012), señala que en Cañar las fructificaciones se presentan de marzo a junio, y de septiembre a noviembre; en Cotopaxi se presentan en los meses de julio y agosto; mientras que en Azuay se presenta en Abril y mayo; y Loja en Mayo y Julio.

“La recolección de los frutos de *Podocarpus oleifolius* se debe realizar directamente del árbol cuando están de color verde oscuro-cafés o cuando ya no tienen látex (p.34).

2.4. PROPIEDADES TECNOLOGICAS

En los años ochenta, se desarrollaron en la Subregión Andina, a través de la Junta del Acuerdo de Cartagena JUNAC, los denominados Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el área de Recursos Forestales Tropicales. Como parte de esos proyectos, se realizaron estudios de 105 maderas de los 5 países miembros, entre los cuales consta la determinación de las propiedades tecnológicas de 20 maderas del Ecuador, entre ellas *Podocarpus oleifolius* cuyos resultados son:

2.5. DESCRIPCIÓN

2.5.1 Descripción Organoléptica.-

Color: Albura color crema-rosácea, con transición a duramen color marrón pálido

Veteado: Muy suave

Brillo: Mediano

Grano: Recto

Textura: Fina

2.5.2 Propiedades Físicas

Densidad Verde: 0,89 gr/cm³

Densidad seca al aire: 0,53 gr/cm³

Densidad anhidra: 0,51 gr/cm³

Densidad Básica: 0,44 gr/cm³

Según esta densidad, se halla en el Grupo C de maderas para construcción (0.4 – 0,55 gr/cm³)

Contracción normal radial: 2,4 %

Contracción normal tangencial: 4,3 %

Contracción total radial: 4,9 %

Contracción total tangencial: 8,0 %

Relación T/R: 1,7

2.5.3 Propiedades Mecánicas:

Flexión estática:

ELP: 236 kg/cm² (condición verde) 397 kg/cm² (condición seca al aire)

MOR: 538 kg/cm² (condición verde) 781 kg/cm² (condición seca al aire)

MOE: 78 kg/cm² (condición verde) 87 kg/cm² (condición seca aire)

Compresión paralela a la fibra:

ER: 251 kg/cm² (condición verde). 387 kg/cm² (condición seca al aire)

Compresión perpendicular a la fibra:

ELP: 44 kg/cm² (condición verde) 72 kg/cm² (condición seca al aire)

(JUNAC a 1981, p)

2.6 USOS PROBABLES

La madera de *Podocarpus oleifolius* es usada para postes de líneas aéreas, muebles. (Palacios, 2011, p.801).

La investigación efectuada por (JUNAC b 1981) establece que la especie es también usada para Pulpa y papel, muebles, revestimientos, chapas, embalaje y encofrado

2.7. HÁBITAT

Palacios (2011) establece que es una “Especie de los flancos andinos, entre 1000-3500 msnm, en bosques húmedos, común en el sur del país, flancos andinos del lado occidental hasta valle de Intag, cuenca alta del río Mira.” (p. 801)

JUNAC b (1981) señaló que la especie se encuentra en “bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque húmedo Premontano (bh-Pm)”

Según (Cañadas, 1983), la especie se encuentra en las siguientes Zonas de Vida (Holdridge): bosque húmedo montano (bh-M), bosque muy húmedo montano bajo (bmh-Mb) y bosque húmedo montano bajo (bh-Mb).

2.8. DISTRIBUCIÓN DE *Podocarpus oleifolius* EN EL ECUADOR

Palacios 2011 establece que la especie *Podocarpus oleifolius*:

Tiene una distribución errática en los flancos de las cordilleras. Abunda en el suroriente y forma poblaciones ralas en los flancos orientales y occidentales de Morona Santiago, Azuay y Cañar, en la cuenca media del río Intag en Imbabura, en la cuenca alta del río Chota en Carchi y esporádicamente entre 300 y 1000 m en la provincia de Sucumbíos. Bosques húmedos andinos: en el SO entre 900 y 3500 metros, en el NE entre 300 y 1000 metros, en el lado occidental entre 2000 y 3000 m; y en el interior del callejón interandino en Loja, Azuay, y en el río Mira. (p. 33)

2.9 PLAGAS Y ENFERMEDADES

Guerrero (1994), leído por Hernández (2006) afirma que:

Los daños causados por estos agentes, se dejan notar más claramente como plagas, pues se encuentran hojas dañadas, presentando mordeduras en varias zonas pero no en forma continua, esto se manifiesta en el haz y en el envés de las hojas, así como en el borde. También es latente la existencia de algunos insectos chupadores, al notarse claramente puntuaciones de todos tamaños en las hojas, que toman coloraciones cafés y en ocasiones se observan zonas transparentes, donde solamente queda la fibra de la hoja y una fina cutícula, esto se manifiesta más por el envés de las hojas (p, 23).

De lo expresado por el anterior autor, se puede ver que existen plagas que están dañando este tipo de vegetación, afectando el follaje de modo que la planta queda inutilizable.

2.10, VENTAJAS DE LAS ESTACAS O ESQUEJES

Según Libby & Rauter (1.984), leído por Santelices (1997), algunas de las principales ventajas de usar estacas, si se compara con plantas provenientes de semillas son:

1. La habilidad para capturar rápidamente una mayor proporción de variación genética de la que puede lograrse por cruzamiento, aunque los avances a largo plazo son dependientes del cruzamiento.
2. La eliminación de los individuos que muestren consanguinidad en las plantaciones de producción
3. La reproducción masiva de genotipos valiosos, producto de la hibridación o de la ingeniería genética
4. La reproducción masiva de individuos únicos que presentan dos o más características favorables que normalmente estén negativamente correlacionadas.

5. La capacidad de seleccionar y utilizar una mayor diversidad de la que se encuentra normalmente en una sola descendencia
6. La capacidad de utilizar clones bien adaptados a sitios particulares
7. La mayor simplicidad y flexibilidad de manejar grupos de plantas madre que de manejar huertos semilleros
8. El período más corto, en comparación con los huertos semilleros, entre selección y producción.
9. La capacidad de utilizar otros estados de madurez que no sea el estado juvenil (p.3)

2.11 ESQUEJES

Martínez (2007), concluyó que:

La reproducción por esqueje se basa en la capacidad de los vegetales de producir raíces en una parte separada del árbol madre. El cambium emite primero un callo de cicatrización, para después producir un nuevo crecimiento de células, que en este caso, al estar enterradas y húmedas, son nuevas raíces. Esto es posible gracias a la capacidad que poseen las células vegetales vivas de regenerar la estructura entera de la planta. Esta capacidad de las células vegetales depende de dos propiedades:

- **Totipotencia, una célula es capaz de diferenciarse en todos los tipos celulares de un organismo dando lugar a una planta completa y funcional.**
- **Desdiferenciación, capacidad de las células maduras para volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo (p.35, 36).**

De aquí la importancia de realizar este tipo de plantaciones, pues facilita el trasplante de especies de un lugar a otro sin pérdida de condiciones genéticas ni fenotípicas.

2.12. TIPOS DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA

PNUMA (2002) establece que:

La producción de plantas implica el control de dos tipos de ciclos biológicos: El sexual y el asexual.

La conservación de los caracteres de una planta o de un grupo de plantas depende de:

- La transmisión de una generación a otra.
- La combinación de genes presentes en los cromosomas de las células.

El conjunto de genes constituye el genotipo. El genotipo en combinación con el medio ambiente, produce una planta que presenta un aspecto exterior dado, llamado fenotipo. Por tanto, la función de cualquier técnica de producción de plantas es: preservar un genotipo específico o una combinación de genotipos, que reproduzca el tipo de planta que se está propagando.

En el ciclo sexual, se utiliza la propagación por semillas, mediante la cual se logran nuevas plantas, con caracteres que reflejan la contribución genética de ambos progenitores.

Se emplean varios métodos de propagación, donde las características genéticas de las plantas madres, se conservan en sus descendientes, casi en forma intacta. (p.48).

Cualquiera de los dos tipos de reproducción asegura que las plantas que nacen puedan tener la misma capacidad genética de sus padres o progenitores, es por ello importante considerar de acuerdo a las circunstancias, la posibilidad de utilizar uno u otros métodos sin perjuicio de características fenotípicas.

2.12.1. Ciclo sexual:

PNUMA (2002), En el crecimiento y desarrollo de una planta ocurren tres fases:

- La fase embrionaria: comienza con la unión de los gametos masculinos y femeninos en la flor para formar la semilla.
- La fase juvenil: comienza con la germinación de la semilla y comprende el crecimiento, hasta formar una planta juvenil. Puede presentar capacidad de regeneración (vegetativa), pero no responde a estímulos inductores de la floración.
- Fase adulta: La planta entra a una etapa de letargo.

La reproducción, alcanza su tamaño final y desarrolla flores en respuesta a señales del medio ambiente o de su estado interno fisiológico u hormonal.

Una fase de transición, marca la separación entre la fase juvenil y adulta, a medida que la planta pierde gradualmente las características juveniles y adquiere las del adulto. Los cambios son marcados por modificaciones del aspecto morfológico. (p.49)

Se debe considerar estas fases para tratar de aprovechar de manera cuidadosa y eficiente cada una de sus características en el ámbito de la propagación de la especie.

2.12.2. Ciclo asexual:

PNUMA (2002) establece que:

La propagación vegetativa, consiste en la reproducción de individuos a partir de porciones vegetativas de las plantas, aprovechando que estas porciones tienen capacidad de formar nuevas raíces dando origen a una nueva planta.

Muchas plantas no producen semillas, o si producen éstas son vanas, y la vía asexual es el único medio de propagación. Puede iniciarse quitando una parte de la planta (yema, estaca, púa, etc.) y regenerando de ella, una nueva planta. Cualquier parte de la planta y en cualquier fase del ciclo sexual: juvenil, transición o adulta, puede escogerse como material de propagación.

Al enraizar estacas tomadas de plantas individuales de una especie, que de ordinario se propaga por semillas, la experiencia ha demostrado que pueden existir amplias diferencias entre esquejes tomadas de ellas (efectos y/o variabilidad del genotipo) (p.51)

La manipulación de las plantas en sus diversas fases muchas veces produce cambios que se esperan en unos casos y otros que no se avizoran por cuanto las condiciones ambientales y de transición pueden dar lugar a mutaciones o cambios en los cromosomas, produciendo nuevas características.

2.12.2.1. Tipos de Propagación Vegetativa

Hartmann y Kester (1988) citados por Hernández (2006). Nombran los siguientes tipos de propagación.

a). Utilización de semillas apomícticas. Se da cuando la semilla no necesariamente es fecundada, es decir, en el gametofito femenino no ocurre la meiosis.

b). Uso de estructuras especializadas, estos son: bulbos (tulipán), cormos (gladiola), rizomas (lirio), tubérculos (papa), estolones (fresa).

c). Inducción de raíces o brotes adventicios.

- Acodo. Es la regeneración de una parte vegetativa sin separarla previamente de la planta madre.

- Estacado. Es la regeneración de una parte vegetativa separándola previamente de la planta madre.

d). Injerto. Es la unión de partes de dos plantas aprovechando la regeneración de tejidos.

e). Cultivo de tejidos. Consiste en producir plantas a partir de porciones muy pequeñas de ellas, de tejidos o células cultivadas asépticamente en un tubo de ensayo o en otro recipiente que se puedan controlar las condiciones de ambiente y de nutrición. (p.13, 14).

“En la multiplicación por estacas solo es necesario que un nuevo sistema de raíces adventicias se desarrolle, ya que la estaca posee yemas con aptitud potencial para desarrollar nuevos vástagos” (Hartmann Et al., 1992) leído por Gárate (2010. P. 8).

Hartmann y Kester (1995) leído por Gárate (2010) afirman que la formación de raíces adventicias en la estaca comprende una serie de complejos procesos anatómicos y fisiológicos, que se realiza por acción combinada de las auxinas y cofactores de enraizamiento que se promueven en las hojas y yemas. Los cofactores internos tienen una mayor influencia en la rizogénesis. (p. 8).

Según Hartmann y Kester (1995) leído por Gárate (2010) afirman que las plantas se pueden dividir en tres clases, respecto a la iniciación de raíces adventicias:

1. Aquellas en que los tejidos proporcionan todas las diversas sustancias nativas, incluso auxina. Cuando se hacen las estacas y se les coloca en condiciones ambientales adecuadas, ocurre una rápida formación de raíces.

2. Aquella en que hay presentes amplias cantidades de cofactores de ocurrencia natural, pero en que la auxina es limitante. Con la aplicación externa de auxina, el enraizamiento aumenta grandemente.

3. Aquellas en que falta la actividad de una o más de los cofactores internos, aunque la auxina natural puede o no estar presente en abundancia.

Con la aplicación externa de auxina se obtiene poca o ninguna respuesta.
(p.10, 11).

2.12.2.2. Bases fisiológicas de la iniciación de raíces adventicias

(Blazich, 1988) afirma que varias clases de reguladores de crecimiento, tales como auxinas, cytokininas, giberelinas y etileno e inhibidores, como el ácido abscísico y fenólico, influyen sobre la iniciación de raíces. De ellas, la auxina es la que tiene el mayor efecto sobre la formación de raíces en estacas y esquejes.

De acuerdo con los investigadores Hartmann y Kester 1983 citado por Mesén (1998):

“El propósito de tratar las estacas con reguladores del crecimiento es aumentar el porcentaje de enraizamiento, reducir el tiempo de iniciación de raíces y mejorar la calidad del sistema radical formado”. (p. 15).

Existen muchas sustancias naturales sintéticas que influyen en el proceso de enraizamiento, pero las más comunes son:

Ácido Indol-acético (AIA)

El AIA es la auxina natural que se encuentra en las plantas. Su efectividad como promotor del enraizamiento es generalmente menor que la de otros compuestos sintéticos. Esto se debe a que las plantas poseen mecanismos que remueven el AIA de sus sistemas, conjugándolo con otros compuestos o destruyéndolo. La cual reduce su efectividad, también, al ser soluble en agua. Es fácilmente lavado del sitio de aplicación con lo cual obviamente deja de ejercer su efecto. Blazich 1988 leído por Mesén 1998, (p 15).

Ácido Indol-3-butírico (AIB)

El AIB es una auxina sintética químicamente similar al AIA que en la mayoría de las especies ha demostrado ser más efectiva que cualquier otra y es actualmente la de mayor uso como sustancia promotora del enraizamiento.

Tiene las ventajas de que no es tóxica en un amplio rango de concentraciones, no es degradada fácilmente por la luz o microorganismos y al ser soluble en el agua, permanece por más tiempo en el sitio de aplicación donde puede ejercer un mayor efecto. (Blazich, 1988, leído por Mesén, 1998), (p 15).

2.12.2.3. Efecto de los brotes sobre el enraizamiento

Según Mesén (1998), indica que:

A lo largo de un brote se presentan gradientes hídricos, hormonales, de nutrientes e inhibidores de enraizamiento, variaciones en diámetro y longitud del entrenudo; se puede utilizar estacas provenientes de varias posiciones a lo largo del brote, aunque siempre hay que descartar el entrenudo apical por ser demasiado succulento y susceptible al marchitamiento, del mismo modo los entrenudo basales muy lignificados que muestran mayor dificultad para la iniciación de las raíces. Generalmente a los brotes en toda su longitud se les clasifica como basal, media y apical. (p.12).

Por lo general los brotes integran ciertos espacios de concentración hormonal y de nutrientes que muchas veces pueden dar lugar a periodos de inacción en la iniciación de las raíces.

2.12.2.4. Fotosíntesis de las estacas

De acuerdo a Loach (1988) leído por Mesén (1998) afirma que:

Durante el proceso de enraizamiento se requiere cierta cantidad de luz para permitir una tasa adecuada de fotosíntesis en las estacas. Sin embargo, la irradiación excesiva provoca el cierre de estomas y consecuentemente reducción en el intercambio gaseoso, pérdida de turgencia e incluso la muerte de la estaca. (p.22).

Es necesario proporcionar sombra al área de propagación para reducir la irradiación a niveles adecuados y consecuentemente, reducir la temperatura dentro de los propagadores. Bajo dichas condiciones, el uso de una malla de sarán ha dado buenos resultados para la mayoría de las especies evaluadas,

aunque alternativamente, se puede utilizar hojas de palma o cualquier otro material disponible localmente. (Mesén, 1998, p. 22)

2.12.2.5. Formación del callo

Hartmann y Kester (1974) leído por Bravo y Esquivel (2010), señalan que: “el callo en las estacas es una masa irregular de las células parenquimatosas en diversos estados de lignificación y su presencia en cantidad, así como en la rapidez de formación, varía de especie a especie.” (p. 5).

Grumberg y Sartori (1974) leído por Bravo y Esquivel (2010) manifiestan que: “cuando el despertar vegetativo de la estaca, es lento se forma bastante callo, si es rápido se forma poco o nada ya que los brotes y las raíces consumen la mayor parte de las sustancias de reserva”. (p. 5).

Dependiendo de las condiciones de generación de la planta se puede llegar a observar el callo, el mismo que consume bastante nutriente que debería tener como sustancia de reserva la planta. (Gárate, 2010)

2.12.3. Factores que afectan la multiplicación por estacas

2.12.3.1. Formación y desarrollo de raíces adventicias (Rizogénesis)

“Son aquellas que se originan de cualquier parte de la planta diferente a las del embrión y sus ramas” (Hartmann y Kester, 1988, leído por Hernández, 2006”, p.16).

Las raíces adventicias son aquellas que se generan en células meristemáticas del parénquima; aunque a veces se forman de otros tejidos, como radios vasculares, el cambium, el floema, las lenticelas y la médula, presentes en ramas, hojas, raíces, etc. Lo anterior implica que las raíces adventicias tiene un origen independiente al embrión (Hartmann y Kester, 1988, citado por Hernández, 2006, p. 16).

Los investigadores Hartmann y Kester (1990) leído por Guerrón y Espinoza 2014 establecen:

Los cambios anatómicos que pueden observarse en el tallo durante la iniciación de raíces pueden dividirse en cuatro etapas:

- a) Desdiferenciación de células maduras específicas.
- b) Formación de raíz inicial en ciertas células cercanas a los haces vasculares, las cuales se han vuelto meristemáticas por desdiferenciación.
- c) Desarrollo subsecuente de estas iniciales de raíces en primordios de raíces organizados.
- d) Desarrollo y emergencia de estos primordios radicales hacia fuera a través del tejido del tallo, más la formación de conexiones vasculares entre los primordios radicales y los tejidos conductores de la propia estaca. (p. 13).

Por lo general, el origen y desarrollo de las raíces adventicias se efectúa cerca y fuera del núcleo central del tejido vascular. Al salir del tallo las raíces adventicias han formado una cofia y los tejidos usuales de la raíz, así como las conexiones vasculares completas con el tallo de que se originan. Las raíces adventicias usualmente se originan dentro del tallo (endógenamente) cerca del cilindro vascular, justo fuera del cambium (Hartmann y Kester, 1998, leído por Salvarrey, 2008, p.13).

2.12.4. Influencias de las zonas apicales y basales de la rama

Según Hartmann y Kester (1992) leído por Gárate (2010) sostienen que:

En la composición química de las ramas hay marcadas diferencias de la base a la punta. En las estacas tomadas de distintas partes de las ramas en ocasiones se observa variabilidad en la producción de raíces y en muchos casos el mayor

porcentaje de enraíce se obtiene en estacas procedentes de la porción basal de la rama.

Puede ocurrir que en tallos de un año o más de edad, los carbohidratos se hayan acumulado en la base de las ramas y tal vez se han formado algunas iniciales de raíz, posiblemente bajo la influencia de sustancias promotoras de raíces procedentes de yemas y de hojas, y por lo tanto el mejor material para estacas puede provenir de la porción basal de esas ramas.

Pero, el mejor enraizamiento de las estacas apicales podría explicarse por la posibilidad de que en el ápice se encuentre una mayor concentración de sustancias endógenas promotoras del enraizamiento ya que las mismas se originan en las secciones apicales (yemas apicales). También, las estacas apicales son más jóvenes y en consecuencia, hay más células capaces de volverse meristemáticas. En las especies que enraízan fácilmente, este factor es de poca importancia, cualquiera sea la posición de la estaca o esqueje en la rama. (p. 11)

Muchas de las situaciones que contribuyen al desarrollo rápido de la planta depende de las capacidades meristemáticas lo cual acelera el proceso de integración y enraizamiento.

2.12.4.1. Sustratos para el enraizamiento:

Hartmann y Kester (1983) leído por Mesén (1998) concluyen que:

El sustrato tiene un efecto importante en el éxito del enraizamiento, y debe ser considerado como parte integral de cualquier sistema de propagación. Un buen sustrato combina buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y libre de agentes contaminantes. (p. 22).

Mesén (1998) establece que se han encontrado diferencias considerables en la capacidad de enraizamiento de diferentes especies con respecto al sustrato utilizado. Estudios realizados en el CATIE, han empleado sustratos

fáciles de conseguir localmente, generalmente grava fina, arena, aserrín descompuesto y mezclas de estos materiales. Si bien algunas especies parecen ser más exigentes, otras enraízan bien en una gran variedad de sustratos. (p. 22).

Hartmann y Kester (1995) nombrados por Gárate (2010) mencionan que el medio para enraizamiento tiene cuatro funciones:

1. Para sostener a la estaca en el lugar durante el período de enraizamiento.
2. Para proveer humedad a la estaca.
3. Para permitir penetración y el intercambio de aire en la base de la estaca.
4. Para crear un ambiente de oscuridad en la base de la estaca. (p. 22).

La conjugación adecuada de estos factores contribuye a que el enraizamiento de la planta sea efectivo al momento de encontrar condiciones apropiadas.

2.13. INVESTIGACIONES SIMILARES

Según Castillo, Cueva, Aguirre y Günter, (2007):

En un ensayo de evaluación del enraizamiento de estacas y esquejes de *Podocarpus oleifolius*, en la provincia de Loja, observaron que en todas las concentraciones de la hormona ácido indol butílico, las estacas extraídas de la parte baja de la copa del árbol presentaron los mayores porcentajes de enraizamiento, debido a que el mayor potencial auxínico se encuentra en la parte baja de la copa del árbol. Los mayores valores registrados fueron de 14% y 13% corresponden a los tratamientos cuya concentración es de 0.625 y 0.00g/l de Fluka (ácido indol butílico).

Existe una gran diferencia en base al tipo de material empleado en el enraizamiento; así utilizando estacas se utilizaron enraizamientos promedio del 6,8% para *P. montana* y 2.4% y *P. oleifolius*, en cambio con la utilización de esquejes apicales se obtuvo el 42% para *P. oleifolius* y 44% para *P. montana*, debido posiblemente a que este tipo de material vegetal contiene un mayor potencial auxínico. (p. 4).

En cuanto a esquejes se obtuvieron porcentajes de enraizamiento del orden entre 22 y 40%, no detectándose diferencias entre el tratamiento testigo (sin hormona) y las diferentes concentraciones de la hormona Fluka, presentando, el tratamiento testigo, incluso valores superiores a los registrados por los demás tratamientos. (p. 5).

Hernández (2006) concluye que: en los resultados obtenidos de la supervivencia en las estacas de *Podocarpus reichei* Buchh, se puede apreciar que:

En la mezcla de tierra de monte con arena de río tratada en proporción 50:50, el valor más alto correspondió al (T2) con la aplicación de RADIX F-10000 y el testigo (T4) con un 51.85% de supervivencia, mientras que el más bajo lo presentó el RADIX 3500 (T3) con un 25.92%. En la tierra de monte, el valor más alto correspondió al T7 con 51.85%, y el más bajo lo presentó el T8 con un 25.92%. En el caso del sustrato agrolita el valor más alto lo presentó el T9 con 51.85%, mientras que el más bajo correspondió al T12 con un 22.22%. (p.47).

Los tratamientos tienen un amplio margen de diferencia de un sustrato a otro, por lo que es importante que se den las interacciones de las sustancias en el más amplio sistema de condiciones, para conseguir el máximo de efectividad a la hora de esperar los resultados.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

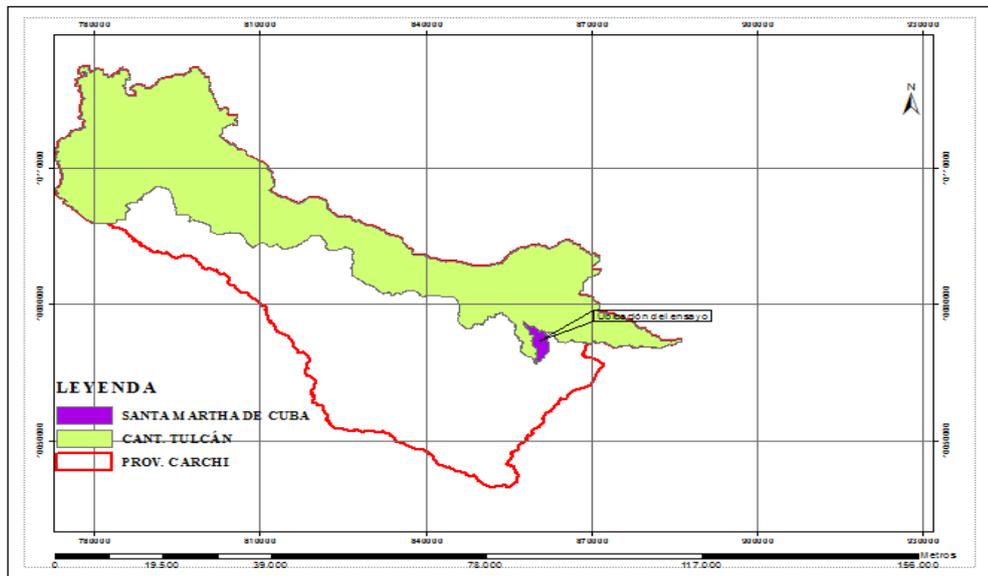
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Localización política y geográfica

La investigación se realizó en el sector San Pedro de la parroquia rural de Santa Martha de Cuba, Cantón Tulcán, Provincia del Carchi

Su localización geográfica es la siguiente: $0^{\circ} 38' 21,58''$ N y $77^{\circ} 45' 01,49''$

Gráfico 1: Ubicación del área de estudio



Elaborado por: El autor

3.1.2. Clima y altitud del área de estudio.-

Datos climáticos:

Temperatura máxima anual:	24.2 ⁰ C
Temperatura mínima anual:	2 ⁰ C
Temperatura promedio anual:	13.19 ⁰ C
Precipitación media anual:	1124,4 – 2000 mm/anales
Dirección del viento:	Norte – Sur
Humedad relativa:	60%

Altitud: 2900 msnm

3.1.3. Área de recolección del material vegetativo

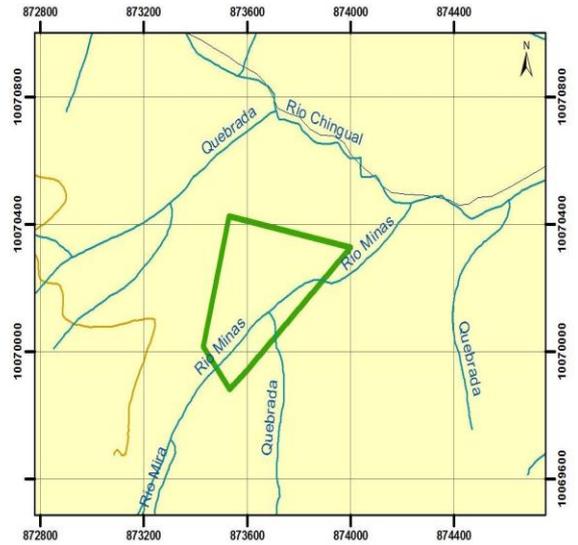
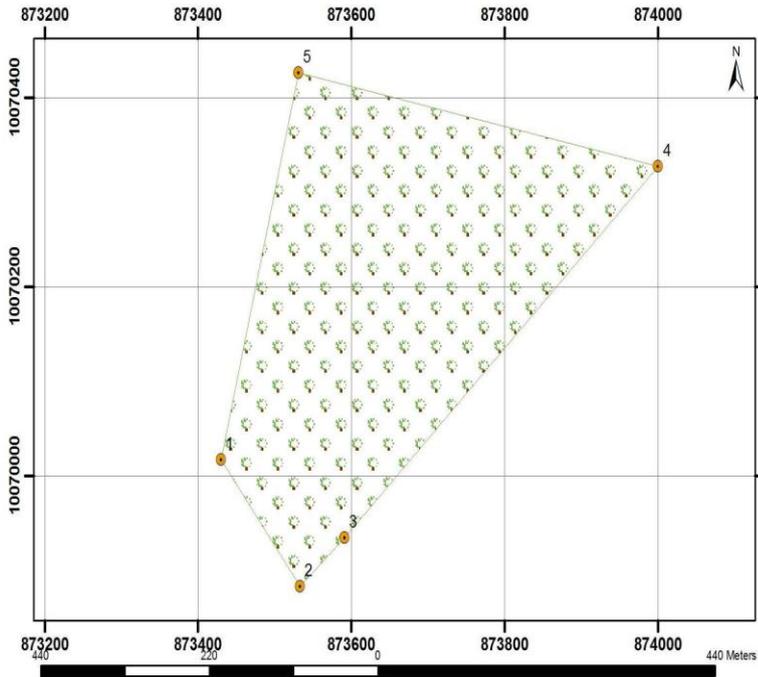
El material vegetativo se colectó en la parroquia El Playón de San Francisco, cantón Sucumbíos Alto, provincia de Sucumbíos, abarca una extensión de 15,21 ha. El área está totalmente intervenida por actividades agrícolas y pecuarias de subsistencia, quedando árboles relictos en potreros y cultivos, además remanentes de bosque y vegetación arbustiva en los bordes de ríos, quebradas y zonas altas.

El área de recolección del material vegetativo pertenece al bosque húmedo Montano (bh-M), se caracteriza por presentar nubosidad nocturna, topografía accidentada, con vegetación original remanente, de acuerdo con las características de precipitación, altitud y temperatura.

Cobertura vegetal

En Playón de San Francisco se registran especies nativas, que incluye el **romerillo u olivo** (*Podocarpus oleifolius.*), y otras como el Arrayán (*Myrcianthes sp.*), Colca (*Miconia sp.*), Chilca (*Baccharis polyantha*), Encino blanco (*Weinmannia pinnata.*), Encino rojo (*Weinmannia rollotii*), Guandera (*Clusia sp.*), Helecho arbóreo (*Cyathea sp.*), Laurel de cera (*Morella Pubescens.*), Pandala (*Prunus sp.*), Pumamaqui (*Oreopanax sp.*) y (*Schefflera sp.*). También presenta una alta densidad y diversidad de epifitas: orquídeas, bromelias, aráceas y helechos.

UBICACIÓN DEL ÁREA DE RECOLECCIÓN MATERIAL VEGETATIVO



LEYENDA

- AREA
- CB_POBLADO
- CA_CURVA_NIVEL
- CB_RIO_COSTA_SIERRA
- CB_PARROQUIA

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE
CARRERA DE INGENIERIA FORESTAL

Autor: Edison Santiago Yépez

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE
***Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb**
MEDIANTE ESQUEJES EN SANTA
MARTHA DE CUBA, PROVINCIA DEL
CARCHI.

Director de tesis: Ing. María Vizcaino

feb-14

1 de 1

Elaborado por: El autor
Gráfico 2: Ubicación del área de recolección

3.2. DISEÑO DEL EXPERIMENTO

3.2.1. Factores en estudio

Se establecieron como factores de estudio a) el medio de enraizamiento, b) la procedencia u origen del esqueje y c) la longitud del mismo. No se ha considerado el diámetro del esqueje, en virtud de que las ramas de la especie estudiada presentan mucha similitud en esa variable.

3.2.1.1 Factor A: Medio de enraizamiento

Se usaron dos medios de producción, tierra (A1) y agua (A2).

3.2.1.2 Factor B: Origen del esqueje

Para el estudio se tomaron esquejes de las ramas basales (B1) y apicales (B2).

3.2.1.3 Factor C: Longitud de esqueje

Los esquejes se clasificaron según su longitud.

C1: Longitud 1: 10,0 a 14,9 cm

C2: Longitud 2: 15,0 a 19,9 cm

C3: Longitud 3: 20,0 a 25,0 cm

3.2.2. Descripción de los tratamientos

En el cuadro 1 se describen los tratamientos investigados, incluida su codificación.

Cuadro 1: Tratamientos en estudio

N	Factores			Medio enraizamiento	Origen	Longitud (cm)	Código
	A	B	C				
T1	A1	B1	C1	En tierra	Esquejes basales	10,0 a 14,9	T-B-L1
T2	A1	B1	C2	En tierra	Esquejes basales	15,0 a 19,9	T-B-L2
T3	A1	B1	C3	En tierra	Esquejes basales	20,0 a 25,0	T-B-L3
T4	A1	B2	C1	En tierra	Esquejes apicales	10,0 a 14,9	T-A-L1
T5	A1	B2	C2	En tierra	Esquejes apicales	15,0 a 19,9	T-A-L2
T6	A1	B2	C3	En tierra	Esquejes apicales	20,0 a 25,0	T-A-L3
T7	A2	B1	C1	En agua	Esquejes basales	10,0 a 14,9	A-B-L1
T8	A2	B1	C2	En agua	Esquejes basales	15,0 a 19,9	A-B-L2
T9	A2	B1	C3	En agua	Esquejes basales	20,0 a 25,0	A-B-L3
T10	A2	B2	C1	En agua	Esquejes apicales	10,0 a 14,9	A-A-L1
T11	A2	B2	C2	En agua	Esquejes apicales	15,0 a 19,9	A-A-L2
T12	A2	B2	C3	En agua	Esquejes apicales	20,0 a 25,0	A-A-L3

Elaborado por: Santiago Yépez

3.2.3 Diseño Experimental

El diseño empleado fue el Diseño Irrestricto al Azar, con arreglo factorial $A \times B \times C$, con un total de doce tratamientos y cuatro repeticiones.

3.2.3.1 Análisis de varianza

Cuadro 2: Esquema del análisis de varianza

FV (Fuentes de variación)	gl (grados de libertad)
Tratamiento	$(12 - 1) = 11$
Factor A (medio)	$(2 - 1) = 1$
Factor B (origen)	$(2 - 1) = 1$
Factor C (longitud)	$(3 - 1) = 2$
Interacción $A \times B$	$(2 - 1)(2 - 1) = 1$
Interacción $A \times C$	$(2 - 1)(3 - 1) = 2$
Interacción $B \times C$	$(2 - 1)(3 - 1) = 2$
Interacción $A \times B \times C$	$(2 - 1)(2 - 1)(3 - 1) = 2$
Error	$12(4 - 1) = 36$
Total	$(4 \times 12) - 1 = 47$

Elaborado por: Santiago Yépez.

3.2.3.2 Modelo estadístico:

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

$$\alpha + \theta + \lambda + \alpha\theta + \alpha\lambda + \theta\lambda + \alpha\theta\lambda$$

Dónde: Y_{ij} = observación individual

μ = media común

τ_i = efecto de tratamientos

- α = Efecto del medio
- θ = Efecto de origen
- λ = Efecto de longitud
- $\alpha\lambda$ = Interacción $\alpha \times \lambda$
- $\theta\lambda$ = Interacción $\theta \times \lambda$
- $\alpha\theta\lambda$ = Interacción $\alpha \times \theta \times \lambda$

ε_{ij} = error experimental

3.2.3.3 Prueba de rango múltiple:

Se aplicó la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel del 95% de probabilidad estadística.

3.2.3.4 Características del campo experimental:

a. Número de unidades experimentales:	48
b. Número de esquejes por unidad experimental:	20
c. Número de esquejes por tratamiento	80
d. Total de esquejes	960

3.3. INSTRUMENTOS Y MATERIALES

3.2.1 Instrumentos y herramientas de campo

- Calibrador digital
- Flexómetro
- GPS
- Cámara fotográfica
- Machete
- Tijera de podar
- Carretilla
- Sierra
- Martillo

3.3.2. Materiales e insumos

- Esquejes
- Envases plásticos
- Fundas plásticas (6x8") perforadas
- Periódico
- Alambre
- Cinta masquin
- Clavos
- Madera para sujetar el sarán
- Piola
- Sarán
- Arena de río
- Tierra del sitio
- Tierra negra de páramo
- Vitavax

3.3.3. Herramientas y otros materiales

- Alambre
- Carretilla
- Cinta masquin
- Clavos
- Fundas de polietileno
- Madera para sujetar el sarán
- Piola
- Sarán (50% de sombra)
- Sierra
- Tijera podadora

3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.4.1. Recolección y sistematización de la información secundaria

Inicialmente se revisaron los trabajos de tesis de grado de las carreras de ingeniería forestal del país y de carreras afines a la presente investigación. También se buscaron libros, publicaciones, revistas y artículos científicos y otras fuentes de información, incluidas las que constan en el internet, y se fue sistematizando por subtemas, a fin de disponer de un marco teórico orientador del presente trabajo.

3.4.2. Selección del área de recolección del material vegetativo

Por referencias bibliográficas, recorridos de campo, mismas condiciones edafo-climáticas y tipo de bosque que al área de estudio, se identificó el área de recolección de los esquejes de *Podocarpus oleifolius*, localizada al nor-oriental del Ecuador, en la provincia de Sucumbíos, cantón Sucumbíos Alto, en la parroquia El Playón de San Francisco en una extensión de 15,21 ha.

3.4.3. Recolección del material vegetativo

Para la recolección de los esquejes se tomaron en consideración varios aspectos como: grado de lignificación de las ramas, estado sanitario, presencia de yemas.

Dentro del área de recolección se identificaron 22 árboles de *Podocarpus oleifolius*, de los cuales se seleccionaron 12 árboles por sus condiciones sanitarias favorables, con diámetros a la altura del pecho DAP entre 30 y 70 cm, de características fenotípicas deseables.

De cada árbol seleccionado se tomaron ramas, con un adecuado grado de lignificación, con dos a cuatro yemas, tanto de la parte basal como apical del árbol, luego las ramas fueron clasificadas por el origen, colocando etiquetas de identificación con el número del árbol, procedencia apical o basal. Posteriormente el material vegetal recolectado fue empacado en papel periódico húmedo y colocado en fundas plásticas, que fueron embaladas en cajas de cartón para facilitar su transporte hasta el sitio de la investigación.

3.4.4. Preparación de los esquejes

Una vez en el sitio del experimento, las ramillas fueron desinfectadas con una solución de Vitavax, de 1,5gr/l de agua, dejándolos sumergidos durante 5 minutos, con el fin de prevenir ataque de hongos y posteriores pudriciones.

Posteriormente las ramillas fueron analizadas visualmente con detenimiento, para establecer el tamaño a ser cortadas, en base a la condición sanitaria, grado de lignificación y presencia de yemas. Se cortaron a tres tamaños de longitud: 10 a 14,99 cm; 15 a 19,9 cm y 20 a 24,9 cm. Con la ayuda de una regla, marcada con los 3 rangos longitudinales antes indicados, se marcó con una tiza de yeso la longitud del esqueje. Se dimensionaron a partir de la porción más gruesa de la ramilla, que es la porción de mayor lignificación.

3.4.5. Preparación de medios

3.4.5.1 Sustrato Tierra

Se preparó el sustrato con 40% de arena de río, 30% de tierra de páramo y 30% de tierra del sitio, se mezcló hasta obtener un aspecto homogéneo y se desinfectó con vitavax en proporción de 0,5 lb/ 2m³

Enfundado

El sustrato fue llenado en fundas de polietileno de dimensiones 6 x 8” perforadas, procurando que el sustrato quede compactado para evitar que se formen bolsas de aire en las partes bajas de la funda.

3.4.5.2. Medio Agua

El otro medio de enraizamiento fue el agua entubada en reposo mínimo de 24 horas, para eliminar los residuos de cloro. Para el proceso de enraizamiento, se reutilizó envases plásticos de bebidas de 3 litros de capacidad, cortados aproximadamente a la mitad de su altura.

3.4.5.3. Preparación de sitio del ensayo

El ensayo se estableció en campo abierto, con una cobertura de malla de sarán al 75 % de sombra, colocado a una altura de 1,5 m soportada por postes de eucalipto. A efectos de proteger el ensayo, especialmente de animales domésticos, se estableció alrededor del mismo una cerca de madera y yute. Se ordenaron los envases por medios de enraizamiento (tierra y agua). Para el caso de los envases con agua, éstos se colocaron sobre una tarima de madera para evitar que se volteen por acción de viento o animales.

3.4.6. Instalación de la fase de enraizamiento

3.4.6.1 En macetas con sustrato tierra

En las macetas, con sustrato de tierra preparada, previamente codificadas con etiquetas adhesivas, se colocaron los esquejes en el centro de la misma, introduciendo la parte más gruesa, aproximadamente $1/3$ de su longitud.

3.4.6.2 En recipientes con agua

Los esquejes fueron colocados en un recipiente plástico transparente, previamente codificado, con el diámetro mayor hacia abajo, luego se vertió agua entubada, sumergidos los $3/4$ de su altura. El agua se renovó, pasando un día, para evitar pudriciones.

3.4.7. Mantenimiento del ensayo

En el caso de las macetas con tierra preparada, se aplicó riego cada 48 horas y se realizó el deshierbe cada vez que lo requería.

En el medio de producción agua, esta se renovó, pasando un día, para evitar pudriciones.

3.4.8. Seguimiento del ensayo: Fase enraizamiento

Esta fase se hizo durante 4 meses, a partir del establecimiento del ensayo, y abarca la formación de callo, formación de brotes aéreos y el enraizamiento.

3.4.8.1 Evaluación de la formación del callo

En el ensayo con agua, se hicieron observaciones semanales al 100 % de los envases, para determinar el tiempo de formación de callo

En las macetas con tierra, esta observación se practicó únicamente cuando aparecían los callos en los esquejes con agua. Para ello se tomaron 3 macetas con tierra al azar, para observar la presencia de callos, colocando nuevamente el esqueje en su maceta.

En ambos casos se evaluó la presencia con un valor de 2 y la ausencia con 1.

3.4.8.2 Evaluación de formación de brotes aéreos

En los dos medios de enraizamiento, se establecieron observaciones semanales a fin de determinar la formación de brotes aéreos. Las observaciones se hicieron al 100 % del ensayo.

3.4.9 Evaluación de la fase enraizamiento

A los 4 meses de establecido el ensayo, se efectuó la evaluación de la fase enraizamiento, que incluyó la determinación del número de raíces, su longitud y el estado sanitario.

3.4.9.1 Número y longitud de raíces

Mediante muestreo al azar se tomaron tres esquejes por cada unidad experimental, para cuantificar el número de raíces por esqueje y su longitud con ayuda del calibrador.

3.4.9.2. Evaluación de sanidad

Se evaluó de acuerdo a la siguiente categorización:

Cuadro 3: Categorías de la sanidad

Código	Categoría	Características
1	Mala	Plantas muertas, secas
2	Regular	Plantas con un porcentaje inferior al 50% de hojas verdes
3	Buena	Plantas con más del 50% de hojas verdes

Elaborado por: El autor.

3.4.10 Evaluación de la fase de sobrevivencia

Luego de la evaluación de enraizamiento, los esquejes colocados en envases plásticos con agua, fueron trasplantados a macetas con tierra preparada con sustrato similar al del enraizamiento en tierra, posteriormente se evaluó todas las unidades experimentales en las cuales se identificó las plantas muertas.

3.5. ANÁLISIS DE COSTOS

Se tomó en cuenta todos los costos incurridos en cada uno de los tratamientos con el fin de determinar el costo unitario por esqueje producido.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. FASE DE ENRAIZAMIENTO

4.1.1. Prendimiento

En el análisis de varianza del prendimiento se evidencia, para la fuente de variación tratamientos, un Fisher calculado de 117,01 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; por tal motivo se asevera que los tratamientos investigados son estadísticamente muy diferentes. Al desagregar el arreglo factorial se registraron diferencias significativas y altamente significativas para los factores y sus interacciones.

Cuadro 4: Análisis de varianza del prendimiento

FV	SC	GI	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	31030,00	1	2820,91	117,01 **	2,06	2,78
Factor A (medio)	22904,23	1	22904,23	950,04 **	4,11	7,39
Factor B (origen)	3503,13	1	3503,13	145,31 **	4,11	7,39
Factor C (longitud)	821,83	2	410,91	17,04 **	3,26	5,25
Interacción A \times B	2212,20	1	2212,20	91,76 **	4,11	7,39
Interacción A \times C	1008,44	2	504,22	20,91 **	3,26	5,25
Interacción B \times C	225,56	2	112,78	4,68 *	3,26	5,25
Interacción A \times B \times C	186,50	2	93,25	3,87 *	3,26	5,25
Error	867,92	36	24,11			
Total	31897,92	47				
CV = 19,81						

En lo que respecta a las pruebas de rango múltiple de Duncan en el medio en el que se evidenció un mayor prendimiento fue el agua con 46,67%; a su vez, los esquejes basales obtuvieron el mejor valor de 33,29%; mientras que la mejor longitud de esqueje fueron los de 20 a 25 cm (longitud 3) con 30,31% de prendimiento.

En lo referente a las interacciones, los mejores prendimientos obtuvieron la interacción agua × esquejes basales, con el 62,08%; de igual manera que la interacción agua × longitud 3 (20 a 25 cm) con el 58,13% de prendimiento; así como también los esquejes basales de 20 a 25 cm (longitud 3) con 41,88%; mientras que, el tratamiento que más se destacó en cuanto al prendimiento fue T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) con un prendimiento promedio del 78,75%.

Cuadro 5: Prueba de Duncan para todos los tratamientos

Tratamientos	Factores			Medias	Rangos					
	Medio	Origen	Longitud							
T9: A-B-L3	Agua	Basal	L3(20,0-25,0cm)	78,75	A					
T8: A-B-L2	Agua	Basal	L2(15,0-19,9cm)	60,00		B				
T10: A-A-L1	Agua	Basal	L1(10,0-14,9cm)	47,50			C			
T7: A-B-L1	Agua	Apical	L3(20,0-25,0cm)	37,50				D		
T11: A-A-L2	Agua	Apical	L2(15,0-19,9cm)	30,00					E	
T12: A-A-L3	Agua	Apical	L1(10,0-14,9cm)	26,25					E	
T1: T-B-L1	Tierra	Basal	L1(10,0-14,9cm)	6,00						F
T3: T-B-L3	Tierra	Basal	L3(20,0-25,0cm)	5,00						F
T4: T-A-L1	Tierra	Basal	L2(15,0-19,9cm)	2,50						F
T5: T-A-L2	Tierra	Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,67						F
T2: T-B-L2	Tierra	Apical	L2(15,0-19,9cm)	1,25						F
T6: T-A-L3	Tierra	Apical	L3(20,0-25,0cm)	1,00						F

Elaborado por: El autor.

4.1.2. Formación del callo

Al realizar el análisis de varianza de la variable formación del callo se observó, para la fuente de variación tratamientos, un Fisher calculado de 6,79 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; por lo tanto se afirma que los tratamientos investigados son estadísticamente diferentes. Desarrollando el arreglo factorial se evidencian diferencias significativas y altamente significativas únicamente para los medios de producción (Factor A) y el origen del esqueje (Factor B); y la interacción B × C.

Cuadro 6: Análisis de varianza de la variable formación del callo

2FV	SC	GI	CM	FC	F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	2,40	11	0,22	6,79 **	2,06	2,78
Factor A (medio)	1,58	1	1,58	49,20 **	4,11	7,39
Factor B (origen)	0,28	1	0,28	8,72 **	4,11	7,39
Factor C (longitud)	0,05	2	0,02	0,76 ns	3,26	5,25
Interacción A \times B	0,06	1	0,06	1,78 ns	4,11	7,39
Interacción A \times C	0,05	2	0,03	0,83 ns	3,26	5,25
Interacción B \times C	0,22	2	0,11	3,45 *	3,26	5,25
Interacción A \times B \times C	0,15	2	0,07	2,27 ns	3,26	5,25
Error	1,16	36	0,03			
Total	3,56	47				
CV = 14,20						

Elaborado por: El autor.

Al realizar la prueba de Duncan sobresale el medio agua con un coeficiente de 1,44; los esquejes basales son los que presentaron el mayor coeficiente de formación del callo con 1,34; mientras que la longitud 1 (10 a 14,9) se destaca con un coeficiente de 1,31.

En las interacciones se destacan el agua \times esquejes basales, con un coeficiente de 1,56; al igual que todas las longitudes de esquejes en el medio de producción agua. También sobresalen los esquejes basales de 20 a 25 cm (longitud 3) con un coeficiente de formación del callo de 1,42.

En los tratamientos sobresale el T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) con un coeficiente de formación del callo promedio de 1,67.

Cuadro 7: Prueba de Duncan para la interacción A × B × C

Tratamientos	Factores			Medias	Rangos				
	Medio	Origen	Longitud						
T9: A-B-L3	Agua	Basal	L3(20,0-25,0cm)	1,67	A				
T8: A-B-L2	Agua	Basal	L2(15,0-19,9cm)	1,59	A	B			
T10: A-A-L1	Agua	Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,5	A	B			
T7: A-B-L1	Agua	Basal	L1(10,0-14,9cm)	1,42	A	B	C		
T11: A-A-L2	Agua	Apical	L2(15,0-19,9cm)	1,33		B	C	D	
T1: T-B-L1	Tierra	Basal	L1(10,0-14,9cm)	1,2			C	D	E
T3: T-B-L3	Agua	Apical	L3(20,0-25,0cm)	1,17			C	D	E
T12: A-A-L3	Tierra	Basal	L3(20,0-25,0cm)	1,17			C	D	E
T4: T-A-L1	Tierra	Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,11				D	E
T2: T-B-L2	Tierra	Basal	L2(15,0-19,9cm)	1					E
T5: T-A-L2	Tierra	Apical	L2(15,0-19,9cm)	1					E
T6: T-A-L3	Tierra	Apical	L3(20,0-25,0cm)	1					E

Elaborado por: El autor.

4.1.3. Número de raíces

Del análisis de varianza de la variable número de raíces se determina, para la fuente de variación tratamientos, un Fisher calculado de 9,13 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; por tal motivo se establece que los tratamientos investigados son estadísticamente diferentes. Al desglosar el arreglo factorial se observan diferencias altamente significativas al nivel del 99% de probabilidad estadística para los medios de producción (Factor A), el origen del esqueje (Factor B) y las interacciones B × C y A × B × C.

Cuadro 8: Análisis de varianza de la variable número de raíces

FV	SC	Gl	CM	FC		F$\alpha_{0,05}$	F$\alpha_{0,01}$
Tratamiento	104,28	11	9,48	9,13	**	2,06	2,78
<i>Factor A (medio)</i>	66,99	1	66,99	64,49	**	4,11	7,39
<i>Factor B (origen)</i>	8,86	1	8,86	8,53	**	4,11	7,39
<i>Factor C (longitud)</i>	0,59	2	0,29	0,28	ns	3,26	5,25
<i>Interacción A × B</i>	2,02	1	2,02	1,94	ns	4,11	7,39
<i>Interacción A × C</i>	0,85	2	0,42	0,41	ns	3,26	5,25
<i>Interacción B × C</i>	11,77	2	5,89	5,67	**	3,26	5,25
<i>Interacción A × B × C</i>	13,22	2	6,61	6,37	**	3,26	5,25
Error	37,40	36	1,04				
Total	141,68	47					
CV = 69,58							

Elaborado por: El autor.

En la prueba de rango múltiple de Duncan se evidenció un mayor número de raíces en el medio agua, con un promedio de 2,64 raíces por esqueje; los esquejes basales presentaron 1,88 raíces; mientras que la longitud 3 (20 a 25 cm) presentan un mayor número de raíces promedio con 1,58 raíces por esqueje.

Al realizar las prueba de Duncan para las interacciones se destaca el medio agua × esquejes basales, con una media de 3,28 raíces por esqueje; el medio agua × longitud 3 (20 a 25cm) registró 2,62 raíces; a su vez se destaca la interacción de esquejes basales de 20 a 25 cm (longitud 3) con un promedio de 2,62 raíces por esqueje.

En los tratamientos investigados, sobresale el T9: A-B-L3 (Agua + Basal + L3) con una media de 4,58; cabe recalcar que los tratamientos T2: T-B-L2 (tierra + esqueje basal + longitud 2), T5: T-A-L2 (tierra + esqueje apical + longitud 2) y T6: T-A-L3 (tierra + esqueje apical+ longitud 3) no desarrollaron raíces.

Cuadro 9: Prueba de Duncan para la interacción A × B × C

Tratamientos	Factores			Medias	Rangos			
	Medio	Origen	Longitud					
T9: A-B-L3	Agua	Basal	L3(20,0-25,0cm)	4,58	A			
T8: A-B-L2	Agua	Basal	L2(15,0-19,9cm)	3,50	A			
T10: A-A-L1	Agua	Apical	L1(10,0-14,9cm)	3,17	A	B		
T7: A-B-L1	Agua	Basal	L1(10,0-14,9cm)	1,75		B	C	
T11: A-A-L2	Agua	Apical	L2(15,0-19,9cm)	1,75		B	C	
T12: A-A-L3	Agua	Apical	L3(20,0-25,0cm)	1,09			C	D
T1: T-B-L1	Tierra	Basal	L1(10,0-14,9cm)	0,80			C	D
T3: T-B-L3	Tierra	Basal	L3(20,0-25,0cm)	0,67			C	D
T4: T-A-L1	Tierra	Apical	L1(10,0-14,9cm)	0,11			C	D
T2: T-B-L2	Tierra	Basal	L2(15,0-19,9cm)	0				D
T5: T-A-L2	Tierra	Apical	L2(15,0-19,9cm)	0				D
T6: T-A-L3	Tierra	Apical	L3(20,0-25,0cm)	0				D

Elaborado por: El autor.

4.1.4. Longitud de raíces

En el análisis de varianza de la variable formación del callo se evidencia, para la fuente de variación tratamientos, un Fisher calculado de 7,59 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; por esta razón se asevera que los tratamientos investigados son estadísticamente diferentes. Al desagregar el arreglo factorial se observan diferencias altamente significativas para los medios de producción (Factor A), el origen del esqueje (Factor B) y las interacciones B × C.

Cuadro 10: Análisis de varianza de la longitud de raíces

FV	SC	GI	CM	FC	F$\alpha_{0,05}$	F$\alpha_{0,01}$
Tratamiento	38,23	11	3,48	7,59 **	2,06	2,78
<i>Factor A (medio)</i>	23,67	1	23,67	51,69 **	4,11	7,39
<i>Factor B (origen)</i>	3,81	1	3,81	8,31 **	4,11	7,39
<i>Factor C (longitud)</i>	0,14	2	0,07	0,15 ns	3,26	5,25
<i>Interacción A × B</i>	1,03	1	1,03	2,26 ns	4,11	7,39
<i>Interacción A × C</i>	1,01	2	0,50	1,10 ns	3,26	5,25
<i>Interacción B × C</i>	5,41	2	2,71	5,91 **	3,26	5,25
<i>Interacción A × B × C</i>	2,78	2	1,39	3,04 ns	3,26	5,25
Error	16,49	36	0,46			
Total	54,71	47				
CV = 70,29						

Elaborado por: El autor.

En la prueba de medias de Duncan se evidenció la mayor longitud de raíces en agua con 1,67 cm; los esquejes basales, a su vez presentaron un valor promedio de 1,24cm; los esquejes de 20 a 25 cm (longitud 3) registraron una media de 1,03 cm.

En cuanto a las interacciones en la prueba de Duncan se destacan el medio agua × esquejes basales con 2,10cm de raíces; la interacción agua × L2 (15,0-19,9cm) con una media de 1,80 cm; cabe destacar que la interacción tierra × longitud 3 (20 a 25cm) que no desarrolló raíces no presentó valor para esta variable. También se destacan los esquejes basales de 20 a 25 cm (longitud 3) con un promedio de 1,71cm de longitud de raíces

En lo referente a la prueba de Duncan de los tratamientos, sobresalen el T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) y T8: A-B-L2 (agua + esqueje basal + longitud 2) con promedios de 2,72 y 2,42 raíces por esqueje respectivamente; cabe destacar que los tratamientos T2: T-B-L2 (tierra + esqueje basal + longitud 2), T5: T-A-L2 (tierra + esqueje apical + longitud 2) y T6: T-A-L3 (tierra + esqueje apical+ longitud 3) que no desarrollaron raíces, no presentan valores en esta variable.

Cuadro 11: Prueba de Duncan para la interacción A × B × C

Tratamientos	Factores			Medias (cm)	Rangos			
	Medio	Origen	Longitud					
T9: A-B-L3	Agua	Basal	L3(20,0-25,0cm)	2,72	A			
T8: A-B-L2	Agua	Basal	L2(15,0-19,9cm)	2,42	A			
T10: A-A-L1	Agua	Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,84	A	B		
T11: A-A-L2	Agua	Apical	L2(15,0-19,9cm)	1,18		B	C	
T7: A-B-L1	Agua	Basal	L1(10,0-14,9cm)	1,16		B	C	
T3: T-B-L3	Tierra	Basal	L3(20,0-25,0cm)	0,71			C	D
T12: A-A-L3	Agua	Apical	L3(20,0-25,0cm)	0,69			C	D
T1: T-B-L1	Tierra	Basal	L1(10,0-14,9cm)	0,46			C	D
T4: T-A-L1	Tierra	Apical	L1(10,0-14,9cm)	0,36			C	D
T6: T-A-L3	Tierra	Apical	L3(20,0-25,0cm)	0				D
T2: T-B-L2	Tierra	Basal	L2(15,0-19,9cm)	0				D
T5: T-A-L2	Tierra	Apical	L2(15,0-19,9cm)	0				D

Elaborado por: El autor.

4.1.5. Sanidad

Al realizar el análisis de varianza de la sanidad se detecta, para la fuente de variación tratamientos, un Fisher calculado de 7,19 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; por esta razón se asevera que los tratamientos investigados son estadísticamente diferentes. En el desarrollo del arreglo factorial se observó diferencias significativas y altamente significativas para los medios de producción (Factor A), el origen del esqueje (Factor B) y la interacción A × B × C.

Cuadro 12: análisis de varianza de la sanidad

FV	SC	GI	CM	FC		F $\alpha_{0,05}$	F $\alpha_{0,01}$
Tratamiento	3,41	11	0,31	7,19	**	2,06	2,78
<i>Factor A (medio)</i>	<i>2,14</i>	<i>1</i>	<i>2,14</i>	49,63	**	4,11	7,39
<i>Factor B (origen)</i>	<i>0,54</i>	<i>1</i>	<i>0,54</i>	12,52	**	4,11	7,39
<i>Factor C (longitud)</i>	<i>0,01</i>	<i>2</i>	<i>0,01</i>	0,16	ns	3,26	5,25
<i>Interacción A × B</i>	<i>0,10</i>	<i>1</i>	<i>0,10</i>	2,35	ns	4,11	7,39
<i>Interacción A × C</i>	<i>0,04</i>	<i>2</i>	<i>0,02</i>	0,46	ns	3,26	5,25
<i>Interacción B × C</i>	<i>0,27</i>	<i>2</i>	<i>0,13</i>	3,11	ns	3,26	5,25
<i>Interacción A × B × C</i>	<i>0,34</i>	<i>2</i>	<i>0,17</i>	3,88	*	3,26	5,25
Error	1,55	36	0,04				
Total	4,97	47					
CV = 16,27							

Elaborado por: El autor.

Prueba de Duncan para el Factor A: Medio de producción

En la prueba de Duncan se evidenció una mayor sanidad en el medio agua con un coeficiente de 1,49; a su vez los esquejes basales son los que presentaron el mayor coeficiente de sanidad; mientras que los esquejes de 20 a 25 cm (longitud 3) presentan el mayor coeficiente de 1,29.

Al realizar las pruebas de Duncan para las interacciones se destacó la sanidad obtenido por la interacción agua × esquejes basales, con un coeficiente de 1,64; así también las interacciones del medio de producción agua con las tres longitudes de esqueje; además sobresalen en el rango los esquejes basales de 20 a 25 cm (longitud 3) con un coeficiente de sanidad de 1,5.

En lo que respecta a los tratamientos investigados, se destacaron los tratamientos T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) y T8: A-B-L2 (agua + esqueje basal + longitud 2) con promedios de 1,83 y 1,67 de coeficientes de sanidad respectivamente; cabe destacar que los esquejes de los tratamientos T2: T-B-L2 (tierra + esqueje basal + longitud 2), T4: T-A-L1 (tierra + esqueje apical + longitud 1) T5: T-A-L2 (tierra + esqueje apical + longitud 2) y T6: T-A-L3 (tierra

+ esqueje apical+ longitud 3) fueron calificados como malos, razón por la cual tienen un coeficiente promedio de 1

Cuadro 13: Prueba de Duncan para la interacción A × B × C

Tratamientos	Factores			Medias	Rangos			
	Medio	Origen	Longitud					
T9: A-B-L3	Agua	Basal	L3(20,0-25,0cm)	1,83	A			
T8: A-B-L2	Agua	Basal	L2(15,0-19,9cm)	1,67	A	B		
T10: A-A-L1	Agua	Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,50		B	C	
T7: A-B-L1	Agua	Basal	L1(10,0-14,9cm)	1,42		B	C	
T11: A-A-L2	Agua	Apical	L2(15,0-19,9cm)	1,33			C	D
T1: T-B-L1	Tierra	Basal	L1(10,0-14,9cm)	1,20			C	D
T3: T-B-L3	Agua	Apical	L3(20,0-25,0cm)	1,17			C	D
T12: A-A-L3	Tierra	Basal	L3(20,0-25,0cm)	1,17			C	D
T2: T-B-L2	Tierra	Basal	L3(20,0-25,0cm)	1,00				D
T4: T-A-L1	Tierra	Apical	L2(15,0-19,9cm)	1,00				D
T5: T-A-L2	Tierra	Apical	L2(15,0-19,9cm)	1,00				D
T6: T-A-L3	Tierra	Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,00				D

Elaborado por: El autor.

4.1.6. Porcentaje de sanidad

En el cuadro que precede se observan los porcentajes de categoría de clasificación según el estado fitosanitario donde se observa que únicamente los tratamientos T8: A-B-L2 (agua + esqueje basal + longitud 2) y T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) son los que presentaron plántulas buenas; mientras que los tratamientos en tierra presentaron hasta el 100% de individuos malos.

Cuadro 14: Porcentaje de sanidad

Tratamientos	Factores			Categoría		
	Medio	Origen	Longitud	Mala	Regular	Buena
T1: T-B-L1	Tierra	Basal	L1(10,0-14,9cm)	100	25	0
T2: T-B-L2	Tierra	Basal	L2(15,0-19,9cm)	100	0	0
T3: T-B-L3	Tierra	Basal	L3(20,0-25,0cm)	83,3	16,7	0
T4: T-A-L1	Tierra	Apical	L1(10,0-14,9cm)	100	0	0
T5: T-A-L2	Tierra	Apical	L2(15,0-19,9cm)	100	0	0
T6: T-A-L3	Tierra	Apical	L3(20,0-25,0cm)	100	0	0
T7: A-B-L1	Agua	Basal	L1(10,0-14,9cm)	58,3	41,7	0
T8: A-B-L2	Agua	Basal	L2(15,0-19,9cm)	41,7	50	8,3
T9: A-B-L3	Agua	Basal	L3(20,0-25,0cm)	33,3	50	16,7
T10: A-A-L1	Agua	Apical	L1(10,0-14,9cm)	50	50	0
T11: A-A-L2	Agua	Apical	L2(15,0-19,9cm)	66,7	33,3	0
T12: A-A-L3	Agua	Apical	L3(20,0-25,0cm)	83,3	16,7	0

Elaborado por: El autor.

4.2. FASE DE SOBREVIVENCIA

En el análisis de varianza del prendimiento se evidencia, para la fuente de variación tratamientos, un Fisher calculado de 1746,42 valor altamente significativo en comparación a su correspondiente tabular al 99% de probabilidad estadística; por tal motivo se asevera que los tratamientos investigados son estadísticamente diferentes. Al desagregar el arreglo factorial se detectan diferencias altamente significativas al nivel del 99% de probabilidad estadística para los tres factores y sus respectivas interacciones

Cuadro 15: Análisis de varianza del sobrevivencia

FV	SC	GI	CM	FC	F$\alpha_{0,05}$	F$\alpha_{0,01}$
Tratamiento	57865,33	11	5260,48	1746,42 **	2,06	2,78
<i>Factor A (medio)</i>	942,72	1	942,72	312,97 **	4,11	7,39
<i>Factor B (origen)</i>	22522,05	1	22522,05	7477,06 **	4,11	7,39
<i>Factor C (longitud)</i>	3854,37	2	1927,19	639,8 **	3,26	5,25
<i>Interacción A × B</i>	6335,24	1	6335,24	2103,23 **	4,11	7,39
<i>Interacción A × C</i>	9952,2	2	4976,1	1652,01 **	3,26	5,25
<i>Interacción B × C</i>	8362,5	2	4181,25	1388,13 **	3,26	5,25
<i>Interacción A × B × C</i>	4964,67	2	2482,34	824,11 **	3,26	5,25
Error	108,44	36	3,01			
Total	57973,76	47				
CV = 2,44						

Elaborado por: El autor.

En la prueba de rango múltiple de Duncan se observa que el medio en el que se evidenció una mayor sobrevivencia fue el agua con 75,58%; los esquejes basales presentaron el 92,9% de sobrevivencia; mientras que los esquejes de 10,0-14,9 cm (longitud 1) registraron el 83,89%.

Al realizar la prueba de rango múltiple de Duncan para las interacciones se destaca la sobrevivencia obtenido por la interacción tierra × esquejes basales, con el 100% de sobrevivencia; a su vez que la interacción agua × longitud 1 (10 a 14,9 cm) con el 100%, y los esquejes basales de 15 a 25 cm (longitud 2 y 3) con 96,04 y 95,84% de sobrevivencia respectivamente

En lo que respecta a los tratamientos, se evidencia que los tratamiento T4: T-A-L1 (Tierra + esqueje apical + longitud 1) T1: T-B-L1 (Tierra + esqueje basal + longitud 1); T3: T-B-L3 (Tierra + esqueje basal + longitud 3); T2: T-B-L2 (Tierra + esqueje basal + longitud 2) son los que presentaron una sobrevivencia absoluta.

Cuadro 16: Prueba de Duncan para todos los tratamientos

Tratamientos	Factores			Medias %	Rangos					
	Medio	Origen	Longitud							
T4: T-A-L1	Tierra	Apical	L1(10,0-14,9cm)	100	A					
T1: T-B-L1	Tierra	Basal	L1(10,0-14,9cm)	100	A					
T3: T-B-L3	Tierra	Basal	L3(20,0-25,0cm)	100	A					
T2: T-B-L2	Tierra	Basal	L2(15,0-19,9cm)	100	A					
T9: A-B-L3	Agua	Basal	L3(20,0-25,0cm)	92,08		B				
T8: A-B-L2	Agua	Basal	L2(15,0-19,9cm)	91,68		B				
T7: A-B-L1	Agua	Basal	L1(10,0-14,9cm)	73,68			C			
T11: A-A-L2	Agua	Apical	L2(15,0-19,9cm)	70,83				D		
T12: A-A-L3	Agua	Apical	L3(20,0-25,0cm)	63,33					E	
T10: A-A-L1	Agua	Apical	L1(10,0-14,9cm)	61,9					E	
T6: T-A-L3	Tierra	Apical	L3(20,0-25,0cm)	0						F
T5: T-A-L2	Tierra	Apical	L2(15,0-19,9cm)	0						F

Elaborado por: El autor.

4.3. COSTOS

Se realizaron los análisis para identificar los costos de la presente investigación para lo cual la preparación de medios tiene el mayor rubro con USD 217.40.

Resumen de costos del ensayo		
N	Ítem	Costo
1	Material vegetativo	112,73
2	Preparación de esquejes	32,13
3	Preparación de medios	217,40
4	Preparación del sitio	120,00
5	Establecimiento y manejo	84,48
Total		566,74

Los costos para el medio de producción tierra se identificó el mayor valor en la preparación del suelo con USD 89.50

TIERRA		
N	Ítem	Costo
1	Material vegetativo	56,40
2	Preparación de esquejes	16,10
3	Preparación de medio	89,50
4	Preparación del sitio	55,00
5	Establecimiento y manejo	37,60
Total		254,55

En la preparación del medio de producción agua se identificó el mayor valor en la instalación del medio de producción.

AGUA		
N	Ítem	Costo
1	Material vegetativo	56,40
2	Preparación de esquejes	16,10
3	Preparación de medio	127,90
4	Preparación del sitio	65,00
5	Establecimiento y manejo	46,90
Total		312,19

CAPITULO V

DISCUSIÓN

La sustentación de los resultados obtenidos se realiza a continuación, mediante una discusión y comparación con investigaciones similares.

Para la variable medio de producción, se registró un prendimiento promedio de 24,70% entre el medio tierra y el medio agua; cabe recalcar que el medio de producción agua entre todos los tratamientos, se obtuvo un prendimiento promedio de 46,67%, mientras que el medio en tierra obtuvo una media de 2.74% de prendimiento. (Castillo, Cueva, Aguirre y Günter, 2007, p.4) obtuvieron un prendimiento de *Podocarpus oleifolius* del 14 % usando Fluka como estimulante hormonal.

En la presente investigación se destaca el prendimiento del T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) con un promedio de 78,75% esto probablemente se debe a la gran concentración de ácido auxínico en la parte basal de la copa del árbol. (Hernández 2006, p47), mejor tratamiento para la propagación vegetativa con estacas de *Podocarpus richiei* es una mezcla de tierra de monte con arena de río tratada en proporción 50:50, el valor más alto correspondió al tratamiento T2 con la aplicación de RADIX F-10000 y el testigo (T4) con un 51.85% de supervivencia.

Los esquejes basales de 20 a 25 cm (longitud 3) evidenciaron la mejor formación del callo con un coeficiente de formación de 1,42. Este resultado sustenta que un esqueje basal semimaduro es favorable para la formación del callo, debido a que un óptimo diámetro de la patilla del esqueje, aumenta el área de formación del callo y el enraizamiento. La formación del callo se atribuye al efecto de las auxinas en la estimulación de la división celular que en forma combinada con las citoquininas (BAP) promueven la disolución de tejidos en grupos celulares (Quintanilla, 2007, leído por Jácome, 2012, p.74)

En la variable longitud de raíces se evidenció dos tratamientos con mejor longitud de raíces, el tratamiento T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) y el tratamiento T8: A-B-L2 (agua + esqueje basal + longitud 2) con promedios de 2,72cm y 2,42cm respectivamente, a diferencia de los tratamientos en el medio de producción tierra en el cual los mejores corresponden a T-B-L3 (tierra + esqueje basal + longitud 3) y T-B-L1 (tierra + basal + longitud 1) con promedios de 0,71cm y 0,46cm respectivamente. Se demuestra la efectividad del medio de producción agua, pero es inferior a comparación de otras investigaciones realizadas con sustratos distintos, como es el caso de (Hernández 2006, p47) que concluye que una mezcla de tierra de monte con arena de río tratada en proporción 50:50, es el mejor tratamiento con un valor promedio de 2,90cm.

Para la variable sobrevivencia los tratamientos T4: T-A-L1 (Tierra + esqueje apical + longitud 1) T1: T-B-L1 (Tierra + esqueje basal + longitud 1); T3: T-B-L3 (Tierra + esqueje basal + longitud 3); T2: T-B-L2 (Tierra + esqueje basal + longitud 2) presentaron una sobrevivencia absoluta, tomando en cuenta que estos tratamientos corresponden al medio de producción tierra y que ya estaban adaptados a dicho medio. Sin embargo para el medio de producción agua destaca el tratamiento T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) con sobrevivencia de 92.08%.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

La mejor opción de reproducción vegetativa de *Podocarpus oleifolius* se obtuvo usando agua como medio de producción

Los esquejes procedentes de la parte basal de la copa del árbol son los mejores frente al material obtenido de la parte apical, esto se atribuye posiblemente al potencial auxínico que se aloja gran cantidad en la zona basal del árbol.

Se determinó el T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) como el mejor tratamiento de la presente investigación con 78,75% de prendimiento y con 92,08% de sobrevivencia, esto se debe a que los esquejes de este tratamiento presentan mejor lignificación y mayor área en la base o patilla para la formación del callo en el cual se originan las raíces.

En el ensayo se determinó un costo total de USD 566,74 destacándose el tratamiento T9: A-B-L3 (agua + esqueje basal + longitud 3) con un costo unitario por planta de USD 1,66

Los altos costos unitarios de producción de 480 esquejes para cada medio de producción se deben a: 1) la pequeña cantidad producida (por el principio de economía de escala: los costos unitarios de producción, se reducen con el incremento de unidades producidas, hasta un determinado límite). 2) al empleo de los diferentes medios de producción sobre todo al medio de producción agua, donde la mano de obra empleada en el cambio diario del medio resulta alta, En el futuro se pueden reducir los costos, incrementando y optimizando la producción.

6.2. RECOMENDACIONES

Se sugiere investigar el medio de producción agua para la propagación vegetativa de *Podocarpus oleifolius* ya que en la presente investigación se obtuvo los mejores resultados en todas las variables expuestas destacando el prendimiento, además se propone investigar utilizando fertilizantes o incremento de auxinas disolventes en diferentes dosis para obtener mayor número y longitud de raíces.

Para la propagación vegetativa de *Podocarpus oleifolius* se recomienda utilizar esquejes juveniles de 20 a 25cm de largo tomados de la parte basal de la copa del árbol ya que tiene mayor diámetro la patilla del esqueje para la formación del callo que influye directamente en la formación de raíces.

Descartar los tratamientos con resultados no satisfactorios principalmente con el medio de producción tierra e incrementar las unidades de producción con el objetivo de bajar los costos por planta.

Difundir el presente estudio, a través de los diferentes medios que dispone la Universidad, especialmente en la WEB, para mejorar la imagen institucional con fines de acreditación de la carrera.

CAPÍTULO VII

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, C. & VIZCAÍNO, M. (2010) *Aplicación de estimadores estadísticos y diseños experimentales en investigaciones forestales*. Ibarra, Editorial Universitaria
- AYMA, A., PADILLA, E. & CALANI, E. (2007). *Estructura, composición y regeneración de un bosque de neblina: sugerencias silviculturales para Podocarpus glomeratus (Podocarpaceae) en la comunidad de Pajchanti Cochabamba, Bolivia*. Recuperado de <http://www.cedsip.org/PDFs/CABRERA-WALLACE.pdf> Recuperado: 11-05-2013.
- BALDINI, E. 1992. *Arboricultura general*. Ediciones Mundi – Prensa. Madrid, España. 352 p.
- CASTILLO, M. CUEVA, D., AGUIRRE, N. & GÜNTER, S. (2007). *Propagación vegetativa de dos especies de la familia Podocarpaceae*, Revista Bosques...Latitud Cero. Loja, Ecuador. RAFE Tercera Edición
- EGUIGUREN 1, P., OJEDA1, T. & AGUIRRE, N. (). *Diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el Monitoreo del Cambio Climático*. Centro de Biodiversidad y Cambio Climático, Universidad Nacional de Loja. Recuperado http://www.unl.edu.ec/miccambio/wp_content/uploads/2010/06/Diversidad-Flor%C3%ADstica-del-Ecosistema-P%C3%A1ramo-del-PNP-para-el-Monitoreo-del-Cambio-Clim%C3%A1tico1.pdf. Recuperado: 21-05-2013

FUNDACIÓN NATURA & INEFAN. *Plan de manejo del Parque Nacional Podocarpus (PNP)*. Recuperado de

<http://web.ambiente.gob.ec/sites/default/files/archivos/PUBLICACIONES/BIODIVERSIDAD/PlanesdeManejo/podocarpus.pdf>. Recuperado: 08-05-2013.

GREZ, Z, RENATO. (1988). *Nódulos radiculares en coníferas chilenas*. Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Casilla 567, Valdivia, Chile. Recuperado de <http://mingaonline.uach.cl/pdf/bosque/v9n2/art05.pdf> Recuperado: 11-05-2013.

HERNANDEZ, T. (2006) Propagación vegetativa de *Podocarpus reichei* Bucch, por medio de estacas, bajo condiciones de invernadero en Chapingo, Mex (Tesis para obtener título de Ingeniero Forestal) Chapingo, México. Universidad Autónoma de Chapingo

JÁCOME Q, JUAN. (2012). *Establecimiento, introducción y evaluación a callogénesis in vitro de meristemos apicales de árboles jóvenes de romerillo (Podocarpus oleifolius) como futura estrategia de conservación de la especie en el distrito metropolitano de Quito*. (Tesis para obtención título de Ingeniero en Biotecnología. ESPE) Recuperado de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5668/1/T-ESPE-033915.pdf>. Acceso: 25-05-2013

GUERRÓN, A & ESPINOZA, E. (2014). EVALUACIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE ESTACAS AL ENRAIZAMIENTO CON LA UTILIZACIÓN DE DOS TIPOS DE AUXINAS (ANA E IBA) CON TRES DOSIS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS DE MORA DE CASTILLA (*Rubus*

glaucus Benth), TUMBACO-QUITO (Tesis presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero Agropecuario. UTN).

JARA, L. & ORDOÑEZ, G. (2000) *Manejo de semillas y viveros forestales*. PROFAFOR-Face. Quito Soboc Grafic

JOLITZ, T., KLEINN, C & PALACIOS, W. (2001) *Manual para estudio científicos en Agroforestería, Agricultura y Ecología*. Quito: Fundación Jatun Sacha

JUNAC a (Junta del Acuerdo de Cartagena.) 1.981 Proyectos PADT-REFORT *Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 20 Especies del Ecuador* Lima Perú

JUNAC b (Junta del Acuerdo de Cartagena.). 1.981 Proyectos PADT-REFORT *Descripción General y Anatómica de 105 Maderas del Grupo Andino* Cali Colombia Editorial Carvajal S.A.

LIBBY W. & RAUTER, R. (1984) *Advantage of clonal forestry* In: Scientific and Technical Articles. Forestry Chronicle

PALACIOS, W. (2011). *Árboles del Ecuador.*: Ministerio del Ambiente. Quito. Grupo Comunicacional Efigie

PRADO, L & VALDOBENITO, H. (2000) *Contribución a la fenología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador*. FOSEFOR COSUDE. Quito, Ecuador Señal Impreseñal

Mesén, F. (1998). *Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, programa de investigación, proyecto de semillas forestales-PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE.
(2002) *Manual técnico de plantaciones forestales*. Recuperado de <http://www.pnuma.org/manualtecnico/portada.htm> 09-05-2013

SANTELICES, R (1.997) *Propagación por estacas de algunas especies nativas de Chile*. Universidad católica del Maule Talca - Chile

CAPÍTULO VIII

ANEXOS

Anexo 17: Prueba de Duncan de prendimiento para medios de producción

Factor A	Medias	Rangos	
Agua	46,67	A	
Tierra	2,74		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 18: Prueba de Duncan de prendimiento para el Origen del esqueje

Factor B	Medias	Rangos	
Basal	33,29	A	
Apical	16,11		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 19: Prueba de Duncan de prendimiento para el Factor C: Longitud de esqueje

Factor C	Medias	Rangos	
L3(20,0-25,0cm)	30,31	A	
L2(15,0-19,9cm)	23,44		B
L1(10,0-14,9cm)	20,35		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 20: Prueba de Duncan de prendimiento para la interacción A × B, para el prendimiento

Factor A	Factor B	Medias	Rangos		
Agua	Basal	62,08	A		
Agua	Apical	31,25		B	
Tierra	Basal	4,50			C
Tierra	Apical	0,97			C

Elaborado por: El autor.

Anexo 21: Prueba de Duncan de prendimiento para la interacción A × C para el prendimiento

Factor A	Factor C	Medias	Rangos			
Agua	L3(20,0-25,0cm)	58,13	A			
Agua	L2(15,0-19,9cm)	45,00		B		
Agua	L1(10,0-14,9cm)	36,88			C	
Tierra	L1(10,0-14,9cm)	3,83				D
Tierra	L3(20,0-25,0cm)	2,50				D
Tierra	L2(15,0-19,9cm)	1,88				D

Elaborado por: El autor.

Anexo 22: Prueba de Duncan de prendimiento para la interacción B × C:

Origen del esqueje × Longitud de esqueje

Factor B	Factor C	Medias	Rangos			
Basal	L3(20,0-25,0cm)	41,88	A			
Basal	L2(15,0-19,9cm)	31,25		B		
Basal	L1(10,0-14,9cm)	26,75		B		
Apical	L3(20,0-25,0cm)	18,75				C
Apical	L2(15,0-19,9cm)	15,63				C
Apical	L1(10,0-14,9cm)	13,96				C

Elaborado por: El autor.

Formación del callo

Anexo 23: Prueba de Duncan de formación del callo para el factor A

Factor A	Medias	Rangos	
Agua	1,44	A	
Tierra	1,08		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 24: Prueba de Duncan de formación del callo para el Factor B

Factor B	Medias	Rangos	
Basal	1,34	A	
Apical	1,18		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 25: Prueba de Duncan de formación del callo para el Factor C

Factor C	Medias
L1(10,0-14,9cm)	1,31
L3(20,0-25,0cm)	1,25
L2(15,0-19,9cm)	1,23

Elaborado por: El autor.

Anexo 26: Prueba de Duncan de formación del callo para la interacción A × B

Factor A	Factor B	Medias	Rangos		
Agua	Basal	1,56	A		
Agua	Apical	1,33		B	
Tierra	Basal	1,12			C
Tierra	Apical	1,04			C

Elaborado por: El autor.

Anexo 27: Prueba de Duncan de formación del callo para la interacción A × C

Factor A	Factor C	Medias	Rangos	
Agua	L2(15,0-19,9cm)	1,46	A	
Agua	L1(10,0-14,9cm)	1,46	A	
Agua	L3(20,0-25,0cm)	1,42	A	
Tierra	L1(10,0-14,9cm)	1,15		B
Tierra	L3(20,0-25,0cm)	1,08		B
Tierra	L2(15,0-19,9cm)	1,00		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 28: Prueba de Duncan de formación del callo para la interacción B × C

Factor B	Factor C	Medias	Rangos		
Basal	L3(20,0-25,0cm)	1,42	A		
Basal	L1(10,0-14,9cm)	1,31	A	B	
Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,31	A	B	
Basal	L2(15,0-19,9cm)	1,29	A	B	
Apical	L2(15,0-19,9cm)	1,17		B	C
Apical	L3(20,0-25,0cm)	1,08			C

Elaborado por: El autor.

Número de raíces

Anexo 29: Prueba de Duncan de número de raíces para el Factor A

Factor A	Medias	Rangos	
Agua	2,64	A	
Tierra	0,26		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 30: Prueba de Duncan de número de raíces para el Factor B

Factor B	Medias	Rangos	
Basal	1,88	A	
Apical	1,02		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 31: Prueba de Duncan de número de raíces para el Factor C

Factor C	Medias
L3(20,0-25,0cm)	1,58
L1(10,0-14,9cm)	1,46
L2(15,0-19,9cm)	1,31

Elaborado por: El autor.

Anexo 32: Prueba de Duncan de número de raíces para la interacción A × B

Factor A	Factor B	Medias	Rangos		
Agua	Basal	3,28	A		
Agua	Apical	2,00		B	
Tierra	Basal	0,49			C
Tierra	Apical	0,04			C

Elaborado por: El autor.

Anexo 33: Prueba de Duncan de número de raíces para la interacción A × C

Factor A	Factor C	Medias	Rangos	
Agua	L3(20,0-25,0cm)	2,83	A	
Agua	L2(15,0-19,9cm)	2,62	A	
Agua	L1(10,0-14,9cm)	2,46	A	
Tierra	L1(10,0-14,9cm)	0,46		B
Tierra	L2(15,0-19,9cm)	0,33		B
Tierra	L3(20,0-25,0cm)	0		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 34: Prueba de Duncan de número de raíces para la interacción B × C

Factor B	Factor C	Medias	Rangos		
Basal	L3(20,0-25,0cm)	2,62	A		
Basal	L2(15,0-19,9cm)	1,75	A	B	
Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,64	A	B	C
Basal	L1(10,0-14,9cm)	1,27		B	C
Apical	L2(15,0-19,9cm)	0,87		B	C
Apical	L3(20,0-25,0cm)	0,54			C

Elaborado por: El autor.

Longitud de raíces

Anexo 35: Prueba de Duncan de longitud de raíces para el Factor A

Factor A	Medias (cm)	Rangos	
Agua	1,67	A	
Tierra	0,25		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 36: Prueba de Duncan de longitud de raíces para el Factor B

Factor B	Medias (cm)	Rangos	
Basal	1,24	A	
Apical	0,68		B

Elaborado por: El autor.

Factor C	Medias (cm)	Rango	
L3(20,0-25,0cm)	1,03	A	
L1(10,0-14,9cm)	0,95	A	
L2(15,0-19,9cm)	0,90	A	

Anexo 37: Prueba de Duncan de longitud de raíces para la interacción A × B

Factor A	Factor B	Medias (cm)	Rangos		
Agua	Basal	2,10	A		
Agua	Apical	1,24		B	
Tierra	Basal	0,39			C
Tierra	Apical	0,12			C

Elaborado por: El autor.

Anexo 38: Prueba de Duncan de longitud de raíces para la interacción A × C

Factor A	Factor C	Medias (cm)	Rangos		
Agua	L2(15,0-19,9cm)	1,80	A		
Agua	L1(10,0-14,9cm)	1,71	A		
Agua	L3(20,0-25,0cm)	1,50	A		
Tierra	L1(10,0-14,9cm)	0,41			B
Tierra	L2(15,0-19,9cm)	0,36			B
Tierra	L3(20,0-25,0cm)	0			B

Elaborado por: El autor.

Anexo 39: Prueba de Duncan de longitud de raíces para la interacción B × C

Factor B	Factor C	Medias (cm)	Rangos		
Basal	L3(20,0-25,0cm)	1,71	A		
Basal	L2(15,0-19,9cm)	1,21	A	B	
Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,10	A	B	C
Basal	L1(10,0-14,9cm)	0,81		B	C
Apical	L2(15,0-19,9cm)	0,59		B	C
Apical	L3(20,0-25,0cm)	0,35			C

Elaborado por: El autor.

Sanidad

Anexo 40: Prueba de Duncan de sanidad para el Factor A

Factor A	Medias	Rangos	
Agua	1,49	A	
Tierra	1,06		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 41: Prueba de Duncan de sanidad para el Factor B

Factor B	Medias	Rangos	
Basal	1,38	A	
Apical	1,17		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 42: Prueba de Duncan de sanidad para el Factor C

Factor C	Medias	Rango
L3(20,0-25,0cm)	1,29	A
L1(10,0-14,9cm)	1,28	A
L2(15,0-19,9cm)	1,25	A

Elaborado por: El autor.

Anexo 43: Prueba de Duncan de sanidad para la interacción A × B

Factor A	Factor B	Medias	Rangos		
Agua	Basal	1,64	A		
Agua	Apical	1,33		B	
Tierra	Basal	1,12			C
Tierra	Apical	1,00			C

Elaborado por: El autor.

Anexo 44: Prueba de Duncan de sanidad para la interacción A × C

Factor A	Factor C	Medias	Rangos	
Agua	L2(15,0-19,9cm)	1,50	A	
Agua	L3(20,0-25,0cm)	1,50	A	
Agua	L1(10,0-14,9cm)	1,46	A	
Tierra	L1(10,0-14,9cm)	1,10		B
Tierra	L3(20,0-25,0cm)	1,08		B
Tierra	L2(15,0-19,9cm)	1,00		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 45: Prueba de Duncan de sanidad para la interacción B × C

Factor B	Factor C	Medias	Rangos		
Basal	L3(20,0-25,0cm)	1,5	A		
Basal	L2(15,0-19,9cm)	1,33	A	B	
Basal	L1(10,0-14,9cm)	1,31	A	B	C
Apical	L1(10,0-14,9cm)	1,25		B	C
Apical	L2(15,0-19,9cm)	1,17		B	C
Apical	L3(20,0-25,0cm)	1,08			C

Elaborado por: El autor.

Sobrevivencia

Anexo 46: Prueba de Duncan de sobrevivencia para medios de producción

Factor A	Medias %	Rangos	
Agua	75,58	A	
Tierra	66,67		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 47: Prueba de Duncan de sobrevivencia para el Factor C: Longitud de esqueje

Factor B	Medias %	Rangos	
Basal	92,9	A	
Apical	49,34		B

Elaborado por: El autor.

Anexo 48: Prueba de Duncan de sobrevivencia para longitud de esqueje

Factor C	Medias %	Rangos		
L1(10,0-14,9cm)	83,89	A		
L2(15,0-19,9cm)	65,63		B	
L3(20,0-25,0cm)	63,85			C

Elaborado por: El autor.

Anexo 49: Prueba de Duncan de sobrevivencia para la interacción A × B

Factor A	Factor B	Medias %	Rangos			
Tierra	Basal	100	A			
Agua	Basal	85,81		B		
Agua	Apical	65,35			C	
Tierra	Apical	33,33				D

Elaborado por: El autor.

Anexo 50: Prueba de Duncan de sobrevivencia para la interacción A × C

Factor A	Factor C	Medias %	Rangos			
Tierra	L1(10,0-14,9cm)	100	A			
Agua	L2(15,0-19,9cm)	81,25		B		
Agua	L3(20,0-25,0cm)	77,7			C	
Agua	L1(10,0-14,9cm)	67,79				D
Tierra	L3(20,0-25,0cm)	50				E
Tierra	L2(15,0-19,9cm)	50				E

Elaborado por: El autor.

Anexo 51: Prueba de Duncan de sobrevivencia para la interacción B × C:

Origen del esqueje × Longitud de esqueje

Factor B	Factor C	Medias %	Rangos			
Basal	L3(20,0-25,0cm)	96,04	A			
Basal	L2(15,0-19,9cm)	95,84	A			
Basal	L1(10,0-14,9cm)	86,84		B		
Apical	L1(10,0-14,9cm)	80,95			C	
Apical	L2(15,0-19,9cm)	35,41				D
Apical	L3(20,0-25,0cm)	31,66				E

Elaborado por: El autor.

TRABAJO DE CAMPO

Actividades	Días	Jornal	Costo Unitario \$	Costo Parcial \$
Recolección de los esquejes	2	1	18.18	36.36
Enfundado con el sustrato	2	1	18.18	36.36
Llenar los recipientes con agua y ubicar los esquejes	1	1	18.18	18.18
Colocación de letreros	1	1	18.18	18.18
Toma de datos	1	1	18.18	18.18
SUB- TOTAL				127.26

MATERIALES E INSUMOS

Actividades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Costo Parcial (\$)
Periódicos	5(Kg.)	1	5.00
Pomina	3qq	5	15.00
Tierra de páramo	2 qq	3	6.00
Fundas plásticas para vivero	480	5(ciento)	3.00
Envases plásticos	480	0.25	120.00
Rótulos	3	10	30.00
Alquiler GPS	4 (días)	5	20.00
Cámara fotográfica	30 (días)	2	60.00
Flexómetro	1	2	2.00
Pie de Rey	1	5	5.00
Marcadores y bolígrafos	4	1	4.00
Hojas de campo	20	0,02	0.40
SUB-TOTAL			147.40

8.2.1. ANEXO FOTOGRÁFICO

Fotografía 1: selección del área de recolección del material vegetativo



Fotografía 2: Identificación del material vegetativo de *Podocarpus Oleifolius*





Fotografía 3: recolección del material vegetativo



Fotografía 4: preparación de los esquejes



Fotografía 5: preparación de medios de producción



Fotografía 6: Instalación de la fase de enraizamiento en tierra



Fotografía 6: Instalación de la fase de enraizamiento en agua



Fotografía 7: Formación del callo



Fotografía 8: Número y longitud de raíces



Fotografía 9: sobrevivencia

