



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“Evaluación de un sustrato orgánico para el enraizamiento de las estacas de joyapa (*Macleania rupestris*)”

*Tesis previa a la obtención del
título de Ingeniera Agrónoma*

AUTORA:

Silvia Maribel Boni Duchitanga

DIRECTOR:

Eduardo J. Chica, PhD.

CUENCA - ECUADOR
2016



RESUMEN

Macleania rupestris (joyapa) es una ericácea de los Andes que se caracteriza por ser una especie de múltiple uso potencial, exclusivamente como frutal por lo que su aprovechamiento, en general, se hace a partir de la extracción de poblaciones silvestres, debido a la ausencia de métodos de propagación rápidos y eficientes, provocando de ésta manera la degradación de los ecosistemas. El objetivo de esta investigación realizada en el invernadero del Laboratorio de Propagación In Vitro de Plantas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, fue evaluar un sustrato orgánico para el enraizamiento de las estacas de joyapa (*Macleania rupestris*). Los resultados alcanzados en el período de 90 días de duración del experimento, señalan que en todos los tratamientos no hubo enraizamiento visible, excepto en el sustrato orgánico estéril, en el cual hubo la aparición de una raíz atípica.

El enraizamiento de la Joyapa con la utilización de sustratos orgánicos y a través de la propagación por estacas no fue un método eficiente por lo que se propone la evaluación de otros programas de multiplicación vegetativa y aprovechamiento sostenible de esta especie en zonas andinas.

PALABRAS CLAVES: SUSTRATO ORGÁNICO, *MACLEANIA RUPESTRIS*, ENRAIZAMIENTO.



ABSTRACT

Macleania rupestris (joyapa) is a flowering plant from the Andes which is characterized by their multiple potential use. Mostly used by its fruits, it is commonly harvested from wild populations, and lacking rapid and efficient methods of propagation, this type of extractive use causes the degradation of its ecosystems. This project was carried out in the greenhouse of the In Vitro Plant Propagation of laboratory from the Faculty of Agricultural Sciences of the University of Cuenca. The objective of the project was to evaluate an organic substrate for the rooting of joyapa cuttings. The results achieved in the period of 90 days for the duration of the experiment, point out that there was no visible rooting, in all treatments except the sterile organic substrate, in which there was the appearance of an atypical root.

The rooting of joyapa cuttings with the use of organic substrate was not an efficient method so it intends the evaluation of other programs of vegetative propagation and sustainable use of this species in Andean areas.

KEY WORDS: ORGANIC SUBSTRATE, MACLEANIA RUPESTRIS, ROOTING.



TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	2
ABSTRACT	3
DERECHOS DE AUTOR.....	10
TABLA DE CONTENIDOS	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE CUADROS	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE FIGURAS	¡Error! Marcador no definido.
ÍNDICE DE ANEXOS	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA.....	13
AGRADECIMIENTOS	14
1. INTRODUCCIÓN	15
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	19
3.1. Objetivo general del proyecto.....	19
3.2. Objetivos específicos	19
3.3. Hipótesis.....	19
4. REVISIÓN DE LITERATURA	20
4.1. Distribución y ecología	20
4.2. Morfología y taxonomía	20
4.3. Usos variados de la especie.....	21
4.4. Reproducción y Métodos de propagación	23



4.5. ¿Qué es un sustrato de enraizamiento?.....	24
4.5.1. Tipos de medios de enraíce usados para el enraizamiento	26
4.5.1.1. Turbas	26
4.5.1.2. Humus de Lombriz	26
4.5.1.3. Arena.....	27
4.5.1.4. Tierra de páramo.....	27
4.6. Enraizamiento	28
4.6.1. Factores que influyen en el enraizamiento	28
a) Edad de la planta madre	28
b) Condiciones fisiológicas.....	29
c) Sustratos para el enraizamiento.....	29
d) Condiciones ambientales	30
e) Condiciones sanitarias del material vegetal	30
5. MATERIALES Y MÉTODOS	30
5.1. MATERIALES.....	30
5.1.1. FÍSICOS	30
5.1.2. BIOLÓGICOS.....	30
5.1.3. QUÍMICOS	31
5.1.4. EQUIPOS.....	31
5.1.5. SOFTWARE	31
5.2. METODOLOGÍA.....	31
5.2.1. Área de estudio	31



5.2.2. Metodología para determinar la tasa de enraizamiento de estacas de joyapa en un sustrato orgánico.....	32
a) Recolección del Material Vegetal	32
b) Preparación del Sustrato para el enraizamiento	33
c) Siembra y Tratamiento de las Estacas.....	33
d) Labores culturales.....	34
e) Registro de Datos	34
5.2.3. Metodología para caracterizar el desarrollo inicial morfológico y biomasa de las estacas joyapa sobre un sustrato orgánico.	34
a) Registro de Datos	34
b) Análisis del peso seco de las raíces	34
c) Diseño experimental y análisis estadístico	35
5.2.4. Análisis químico del sustrato orgánico	35
6. RESULTADOS	36
6.1. Porcentaje de enraizamiento de las estacas.....	36
6.1.1. Número de raíces.....	36
6.2. Desarrollo inicial morfológico y biomasa de las estacas	37
6.2.1. Número de brotes foliares de las estacas en cada tratamiento.....	37
6.2.2. Velocidad de la brotación foliar a partir de los 30 días a los 90 días posteriores al trasplante.....	38
6.2.3. Datos cuantitativos de diámetro, peso seco y longitud de la raíz.....	39
7. DISCUSIÓN	40
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	43



9.1. CONCLUSIONES.....	43
9.2. RECOMENDACIONES	44
10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	46
11. ANEXOS	55



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características de un sustrato ideal.....	25
Cuadro 2. Descripción de los componentes en los sustratos utilizados en la investigación.....	33
Cuadro 3. Numero de raíces de las estacas registradas en cada sustrato.	36
Cuadro 4. Número de estacas con brotes foliares en cada tratamiento.....	38
Cuadro 5. Porcentaje de estacas con brotes foliares en cada uno de los sustratos.	38
Cuadro 6. Datos de las variables registradas de la raíz obtenida del sustrato orgánico estéril.....	39



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Joyapa (<i>Macleania rupestris</i>)	20
Figura 2. Ubicación del área de estudio a nivel cantonal.	32
Figura 3. Porcentaje de estacas enraizadas	37
Figura 4. Raíz de una estaca de <i>Macleania rupestris</i>	37
Figura 5. Porcentaje de brotes foliares por estaca	39
Figura 6. Medida de las variables registradas en la raíz identificada.	40



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Selección del material vegetal (estacas) de <i>Macleania Rupestris</i>	55
Anexo 2. Llenado de los envases con cada uno de los sustratos para el posterior trasplante de las estacas.....	55
Anexo 3. Trasplante de las estacas de <i>Macleania Rupestris</i> en cada uno de los sustratos.....	56
Anexo 4. Desarrollo inicial de los brotes foliares.....	58
Anexo 5. Muerte progresiva de los brotes foliares.....	59
Anexo 6. Raíz atípica encontrada en el sustrato orgánico estéril.....	60
Anexo 7. Resultados del análisis de sustrato orgánico.....	60
Anexo 8. Interpretación de los parámetros analizados.....	61
Anexo 9. Datos registrados del número de brotes foliares por cada unidad experimental.....	62
Anexo 10. Tabla de operacionalización de Variables.....	63
Anexo 11. Número de raíces por estaca.....	64
Anexo 12. Diámetro de las raíces por estaca (mm).....	65
Anexo 13. Peso seco de las raíces por estaca (mg).....	66

DERECHOS DE AUTOR



Yo, Silvia Maribel Boni Duchitanga autora de la tesis "Evaluación de un sustrato orgánico para el enraizamiento de las estacas de joyapa (*Macleania rupestris*)", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, Noviembre del 2016.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Silvia Boni Duchitanga', enclosed in a blue oval.

Silvia Maribel Boni Duchitanga

C.I: 0104661426



Yo, Silvia Maribel Boni Duchitanga autora de la tesis "Evaluación de un sustrato orgánico para el enraizamiento de las estacas de joyapa (*Macleania rupestris*)", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **Ingeniera Agrónoma**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciera de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, Noviembre del 2016.

Silvia Maribel Boni Duchitanga

C.I: 0104661426



DEDICATORIA

Dedico principalmente a mis padres por ser el pilar esencial de amor, cariño y apoyo incondicional durante la etapa de mi vida universitaria.

A mi madre Natividad Duchitanga por ser el ejemplo constante de responsabilidad, esfuerzo y trabajo en cada momento de mis logros obtenidos.

Silvia Boni



AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser mi fortaleza y haberme impregnado de sabiduría y el conocimiento necesario durante este trayecto de vida estudiantil.

A mis padres, por inculcarme valores fundamentales durante mi carrera.

A la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad de Cuenca, por ser el pilar fundamental durante estos años de aprendizaje.

A mi Director de tesis Dr. Eduardo Chica, por el apoyo incondicional al contribuir con su conocimiento durante el desarrollo del proyecto.

A los docentes de la Universidad de Cuenca por dedicar su tiempo y esfuerzo impulsando sus valores y conocimientos.

A mis amigos, compañeros confidentes con quienes hemos compartido triunfos y derrotas en cada momento de la vida universitaria.

Silvia Boni



1. INTRODUCCIÓN

Dentro de la gran diversidad de especies vegetales, la familia Ericaceae es representativa con gran número de géneros y especies presentes en los ecosistemas de páramo y bosques andinos. Cuenta con alrededor de 125 géneros y 4500 especies identificadas a lo largo del planeta, presentes en todos los continentes a excepción de la Antártida (Luteyn, 2007; Salinas *et al.*, 2005). Esta familia posee una distribución a nivel mundial formando parte de la vegetación dominante en brezales del hemisferio norte y en el páramo de los neotrópicos. Comprendiendo de esta manera, cuatro centros de alta biodiversidad ubicadas en Australia, Himalaya, Sur de África y en los Neotrópicos. El Ecuador representa 21 géneros, 185 especies; relativamente 18 géneros distribuidas en la zona andina, cumpliendo un importante rol ecológico como regulador de agua, fuente de alimento y en algunos casos fuentes de ingresos para los habitantes de la región (Luteyn *et al.*, 2008; Lagos & Burbano *et al.*, 2010; Ocampo, 2008). La presencia de especies pertenecientes a esta familia influye en el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo, recuperación y restauración de los páramos.

Una de las especies dentro de la familia Ericaceae es *Macleania rupestris* conocida como Joyapa. Esta planta se encuentra distribuida a lo largo de Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, desde los 2000 msnm hasta los 4267 msnm (Mora, 1987).

Esta ericácea es utilizada dentro del proceso industrial para las elaboraciones de confituras, pasteles, helados, bebidas alcohólicas y como especie medicinal (García *et al.*, 1975). Normalmente crecen en condiciones de suelos ácidos y bien drenados (Gámez *et al.*, 1989). Su uso potencial como frutal y su aprovechamiento generalmente se hace a partir de la extracción de poblaciones silvestres, debido a la inexistencia de métodos de propagación rápidos y eficientes. Esto ha provocado con gran intensidad la degradación de los ecosistemas y generando un desequilibrio ecológico en la zona



andina debido a la alteración del ecosistema y especies vegetales que pueden depender del desarrollo natural de ésta especie (Baskin *et. al.*, 2001).

Se ha reportado que la germinación de las semillas en condiciones de invernadero es rápida considerando su buen estado de madurez, pero la tasa de crecimiento de plántulas es lento por el bajo desarrollo vegetativo en un tiempo determinado, de igual manera la propagación por estacas es no es eficiente como método propagativo, esto puede ser debido a la ausencia de un medio enraizante ideal para dicha especie (Acero & Bernal, 2003). A pesar de la importancia de esta familia de plantas, se dispone de pocos trabajos y la información disponible sobre sus géneros y especies es escasa. Ante esto es necesario profundizar en dichos aspectos con el fin de ampliar el conocimiento de la especie y a futuro permitir su introducción en sistemas productivos de zonas de alta montaña. Esto permitirá contribuir en la generación de nuevas alternativas sostenibles y sustentables dentro del uso de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas andinos del país.



2. JUSTIFICACIÓN

La propagación vegetativa permite obtener poblaciones homogéneas de plántulas con características iguales a la planta madre mediante porciones de tallo, raíz, hojas que colocadas bajo condiciones favorables inducen la formación de raíces y tallos. Este se constituye un método práctico, económico y viable para el productor incrementando la calidad en producción, especialmente en aquellas especies que presentan dificultades en el manejo, germinación y desarrollo vegetativo de la semilla, bajos porcentajes de germinación, u otros casos de latencia (Castrillón *et al.*, 2008).

La familia botánica Ericaceae incluida *Macleania rupestris* presentan una baja posibilidad de absorción de nitratos en sus tejidos vegetales, por ello sobreviven en simbiosis con otros microorganismos del suelo. Por consiguiente es indispensable priorizar el medio o sustrato de enraizamiento en la propagación vegetal a través de estacas. El medio de enraizamiento influye desde la siembra del material vegetal hasta su desarrollo vegetativo favorable y listo para ser trasladado al campo. Esto implica que el proceso de enraizamiento de las plántulas debe ser establecido bajo condiciones físicas y biológicas tales como humedad, temperatura, luz, contenido de microorganismos benéficos, nutrientes, entre otros, que tienden a estimular el desarrollo de las raíces. Existen muchas especies capaces de enraizar con facilidad en una gran variedad de medios de propagación, sin embargo hay algunas especies que lo hacen con dificultad. En este caso puede tener gran importancia el medio de enraizamiento, tanto en la calidad del sistema radicular como en el porcentaje de estacas enraizadas (Hartmann & Kester, 1990).

En la joyapa - *Macleania rupestris*, una de las dificultades para su introducción ya sea en modelos de producción a pequeña o gran escala se debe principalmente a diferentes parámetros de propagación vegetativa. Estos parámetros están relacionados con la calidad del material vegetal, medio de enraizamiento y condiciones ambientales que determinen la calidad y cantidad de plantas, desde el proceso de



enraizamiento hasta su posterior trasplante al campo (Baskin *et. al.*, 2001). Por esta razón la presente investigación tiene como finalidad evaluar un sustrato orgánico para el enraizamiento de las estacas de joyapa - *Macleania rupestris*.



3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general del proyecto

- ✓ Evaluar un sustrato orgánico para el enraizamiento de las estacas de joyapa - *Macleania rupestris*.

3.2. Objetivos específicos

- ✓ Determinar la tasa de enraizamiento de estacas de joyapa en un sustrato orgánico.
- ✓ Caracterizar el desarrollo inicial morfológico y biomasa de las estacas de joyapa sobre un sustrato orgánico.

3.3. Hipótesis

- ✓ El sustrato orgánico incrementa la tasa de enraizamiento de las estacas de joyapa - *Macleania rupestris*.



4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Distribución y ecología



Figura 1. Joyapa (*macleania rupestris*)

Macleania rupestris Kunth A.C. Smith (joyapa) es una especie endémica de los Andes Ecuatorianos. En el Ecuador crecen generalmente en estado silvestre (De la Torre *et al.*, 2008). Se encuentra distribuida en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental y a ambos lados de la Cordillera Occidental de los Andes, entre 2500 a 3400 msnm. (Van der Eynden *et al.*, 1999). Se encuentra en bosques, robledas, encenillales, matorrales y páramos; también en bordes de caminos y linderos. Puede crecer en sitios muy pendientes y escarpados, en suelos ácidos y sobre afloramientos rocosos (Luteyn *et al.*, 2008). Esta especie se encuentra distribuida ampliamente desde Perú hasta el sur de México (Luteyn, 2007) (Figura 1).

4.2. Morfología y taxonomía

La joyapa es un arbusto terrestre perteneciente a la división Magnoliophyta, clase Magnoliopsida, orden Ericales, familia botánica Ericaceae. (Jorgensen & León, 1999). Consta de 50 especies distribuidas en las zonas montañosas de los Andes. El Ecuador es el centro de diversidad con 24 especies; 14 están representadas sobre los 2400



msnm.: *Macleania benthamiana* Walp., *M. bullata* Yeo, *M. coccoloboides* A.C. Smith, *M. cordifolia* Benth., *M. euryphylla* Blake, *M. farinosa* Mansf., *M. hirtiflora* (Benth.) A.C. Smith, *M. loeseneriana* Hoer., *M. macrantha* Benth., *M. mollis* A. C. Smith, *M. poortmannii* Drake, *M. rupestris* (H.B.K.) A.C. Smith, *M. salapa* (Benth.) Benth. & Hook. y *M. stricta* A.C. Smith. (Yeo, 1967).

Macleania rupestris es un arbusto perenne de 0,6 – 3 m de altura con ramificaciones casi desde la base del tallo (Acero & Bernal, 2003; Cardozo *et al.*, 2009; Lagos-Burbano *et al.*, 2010). En ciertas ocasiones esta especie sobrevive junto con árboles altos y sus ramas ascienden simulando a una especie bejucosa. Resiste a los vientos y heladas y requiere una gran exposición al sol (Rodríguez & Peña, 1984). Los tallos poseen una corteza clara, escamosa semi-escandente. Las hojas juveniles tienen una tonalidad de color rojo y verde claro en su madurez, alternas, carnosas y coriáceas (Cardozo *et al.*, 2009). Sus inflorescencias son racemosas axilares con 4 a 20 flores; se distingue por tener flores con sépalos cortos, sus flores son en forma de campana con un perianto y pedúnculo de color rosa a rojo (De Valencia & De Carrillo, 1991; Cardozo *et al.*, 2009; Lagos-Burbano *et al.*, 2010; Van der Eynden *et al.*, 1999). Sus frutos son carnosos, dulces, presentan un color morado-negro o rosado semejantes a las uvas de 10 a 12 mm de diámetro con numerosas semillas pequeñas (98-150) (Van den Eynden *et al.*, 1999; Cerón, 1993). Su raíz es simple, delgada y a veces presenta una estructura lignificada semi-redonda.

4.3. Usos variados de la especie

Esta especie aporta usos de gran importancia dentro de la medicina popular ya que sus frutos, hojas y flores son utilizados contra la disentería, diarrea crónica y también como astringente y laxante (Lagos-Burbano *et al.*, 2010). Sus frutos son empleados en la obtención de colorantes y en la elaboración de mermeladas, salsas, néctares, vinos, uvas, pasas, caramelos, licores, entre otros. Las hojas se usan en la elaboración de cosméticos, por su contenido de taninos (Corzo & Torres, 2011).



También se caracteriza por ser una especie colonizadora de áreas naturales o antropogénicos perturbados. Por ello su uso potencial no se basa únicamente como un cultivo comercial sino como un excelente restaurador de la tierra dentro de programas de reforestación, ayudando de ésta manera, en la protección de laderas erosionadas y en la restauración de bosques transformados por el hombre. (Luteyn, 2002). En el bosque montano ecuatoriano de la provincia de Loja es utilizada como especie maderable por miembros del pueblo indígena de los Saraguros (Lagos-Burbano *et al.*, 2010). Como especie medicinal, sus frutos frescos o macerados sirven para aliviar diarreas crónicas, afecciones del pulmón y sus hojas en decocción son utilizadas como antidiarreicos y en las fiebres tifoideas previamente por los campesinos de la región andina (Moncayo, 2014).

Además ésta especie permite la asociación en cultivo con otras especies nativas de gran utilidad como el Aliso (*Alnus acuminata*), el cerezo (*Prunus serotina*), el arboloco (*Montanoa quadrangularis*), el laurel de cera (*Myrica pubescens*), el haba forrajera (*Vicia andicola*) e incluso con especies de la misma familia como la uva de anís (*Cavendishia bracteata*). Esto permite obtener un rendimiento intensivo de las tierras, disminuyendo la incidencia de plagas y enfermedades y aportando una gran cantidad de materia orgánica al suelo.

Esta asociación de cultivos a la vez, permite adicional y articuladamente que se mantengan las relaciones ecológicas entre *Macleania rupestris* con las especies de la fauna de la región. Por ejemplo, se conoce que existen diferentes especies de colibríes de los géneros *Diglossa* y *Diglossopsis* que frecuentan las flores de *Macleania rupestris* de donde obtienen néctar. Es así que participan en los procesos de polinización, siendo éstos a su vez polinizadores de otras especies de géneros como *Vaccinium*, *Cavendishia*, *Fuchsia*, *Clussia*, *Bomarea*, *Axinaea*, entre otros. (Acero & Bernal, 2003; Aguilar *et al.*, 2010; Rojas, 2007).



4.4. Reproducción y Métodos de propagación

Macleania rupestris posee dos picos reproductivos con un promedio de 14 frutos por inflorescencia, siendo el primero entre mediados de enero a abril y el segundo entre agosto a mediados de noviembre (Cardozo, 2006). Para procesos de propagación se deben coleccionar frutos maduros en buenas condiciones fitosanitarias.

Las semillas constituyen un recurso indispensable para la conservación y propagación del germoplasma. *M. rupestris* posee semillas de color verde cubiertas con una pseudotesta membranosa, las mismas que pueden considerarse morfológicamente maduras, pero no estar fisiológicamente maduras, por lo cual el proceso de germinación es más lento o no ocurre (Pallardy, 2008). Para el caso de semillas con eficiente grado de madurez, su germinación en condiciones de invernadero y laboratorio suele darse en corto tiempo, siendo el crecimiento de las plántulas muy lenta, especialmente cuando no existe asociación con micorrizas, alcanzando 12 cm en 12 meses de desarrollo vegetativo (Acero & Bernal, 2003). Dentro de su proceso germinativo, la germinación inicial se reporta a la tercera semana alcanzando así el 85% a los 30 días (Cardozo, 2005). Estas semillas se pueden almacenar sin deshidratarlas, en refrigeración por veinte días y seguir teniendo un porcentaje de viabilidad aceptable (60%). Después de este tiempo la pérdida de viabilidad se incrementa de manera considerable. La viabilidad es la capacidad de una semilla en producir una plántula normal. En esta especie se han reportado a través de patrones de tinción una baja coloración en tejidos meristemáticos y por ende sus embriones no completaron su desarrollo plantular. A su vez el porcentaje de semillas viables fue superior con respecto a otras especies como el mortiño (*Vaccinium meridionale*) con el 21% de viabilidad (Hernández, s.f.). Fue inferior a otras como la mora con el 97% de viabilidad de las semillas (Díaz, 2011). También se han realizado investigaciones de propagación in vitro de *Macleania rupestris*. Este proceso consiste en promover la germinación de las semillas en medios Murashige & Skoog (MS) y ½



Murashige & Skoog (MS) suplementados con agar, sucrosa y sin fitorreguladores logrando el 100% de germinación a la cuarta semana de siembra (Guzmán, 2005).

Debido al lento crecimiento de las plántulas se ha optado por la propagación vegetativa mediante la utilización de estacas de 20 a 25 cm de longitud y un diámetro de 12 a 18 mm. A este material vegetal se aplicó un enraizador hormonal y en la punta de las estacas un cicatrizante hormonal. Las estacas fueron previamente sembradas en envases a una profundidad de 5 cm, obteniendo un porcentaje de prendimiento del 75% a los 3 meses. Posteriormente las plántulas registraron una altura de 30 cm a los 6 meses, quedando listas para llevarlas al campo (Acero & Bernal, 2003).

La propagación por estacas es una técnica basada en la multiplicación de plántulas a partir de partes vegetativas de la planta madre. Pueden ser tallos, hojas, en este caso ramas provistas de yemas caulinares que tienen la capacidad de inducir raíces en contacto con un medio de enraizamiento adecuado (Hartmann & Kester, 1990). Además la capacidad de propagación vegetativa se relaciona con el carácter juvenil de la planta, mientras más joven sea la planta más fácil y rápida será su propagación (Caso, 1992). Dentro de su hábitat natural la familia de las ericáceas se propaga asexualmente a través de rizomas (Luby *et al.*, 1991).

4.5. ¿Qué es un sustrato de enraizamiento?

Medio de enraizamiento o sustrato es todo aquel material sólido homogéneo o combinado de origen orgánico, inorgánico o mezcla de ambos que dentro de la producción de plántulas o viveros. Sirve de anclaje, medio de transporte de agua, nutrientes, oxígeno, para el óptimo desarrollo radicular y crecimiento de las plántulas (Vence, 2008; Ruano, 2008; Espinoza, 1985; Abad *et al.*, 2005; Biel *et al.*, 2006). Además, el sustrato proporciona suficiente porosidad lo que permite una excelente aireación, pH ligeramente ácido, alta capacidad de intercambio catiónico, baja fertilidad intrínseca, alta capacidad de retención de agua y un buen drenaje para evitar la



proliferación de organismos patógenos (Ambrosio, 1995). El balance óptimo entre la capacidad de retención de agua y aireación varía entre especies, no obstante, la arena gruesa (2mm) mejora su balance dando excelentes resultados (Arriaga, 1994; Ruano, 2008) (Cuadro 1).

El medio o sustrato a utilizar se compone de una mezcla en partes iguales, de tierra, arena, compost o abono orgánico descompuesto que garantizan condiciones físicas y biológicas al material vegetal con el que se va a trabajar (estacas) condiciones climáticas, sistemas o programas de riego, costos, etc. (Aldana, 2010; Valenzuela, 2009).

Esta técnica de cultivo en sustrato se ha desarrollado debido a varias razones tales como: el transporte de plantas de un lugar a otro, soslayar problemas de salinidad, enfermedades fitosanitarias, agotamiento del suelo en cultivos intensivos, control optimizado de agua, nutrientes, ya sea en producción intensiva de plantas ornamentales, hortícolas, semilleros o forestales (Fornes & Belda, 2014).

Cuadro 1. Características de un sustrato ideal

Propiedades	Parámetro
densidad aparente	0,22 g/cm ³
densidad real	1,44 g/cm ³
espacio poroso total	85%
fase sólida	10-15%
agua fácilmente disponible	20-30%
contenido de aire	20-30%
agua de reserva	6-10%
pH	5,5-6,5
capacidad de intercambio catiónico	10-30 meq/100 g peso seco
contenido de sales solubles	200 ppm (2mS/cm)

Fuente: (FAO, 2002)



4.5.1. Tipos de medios de enraíce usados para el enraizamiento

4.5.1.1. Turbas

Se caracterizan por ser materiales de origen vegetal, producto de la descomposición de fósiles musgos y pasto de corte a causa del exceso de agua y falta de oxígeno, de esta manera tienden a conservar su estructura anatómica por largos periodos de tiempo. Se distinguen dos tipos de turbas: rubias y negras.

Las turbas rubias poseen un alto contenido de materia orgánica y están menos descompuestas, en cambio las turbas negras se encuentran más mineralizadas con menor contenido de materia orgánica. En la producción de plantas se emplea más la turba rubia, gracias a su excelente nivel de retención de agua y de aireación, un pH que oscila entre 3,5 y 8,5, alta estabilidad física y química y su bajo porcentaje de degradación (Maroto, 1990; Vasander, 1996; Infoagro, 2010).

Actualmente no existe un sustrato ideal para la producción de plántulas, debido a que las necesidades varían según las diversas condiciones tales como: especie, clima, aspectos económicos, tipo de envase, programas de riego y fertilización, etc., pero alrededor del 80 % de medios de cultivo comprende la turba (Gruda, 2012).

La esterilización de la turba es un procedimiento que consiste en colocar la turba con humedad relativa en recipientes de vidrio, en forma laminar posible, dentro de un autoclave a 121°C durante 2 horas (Muñoz, 2004).

4.5.1.2. Humus de Lombriz

Es un abono orgánico obtenido a través de la acción digestiva de la Lombriz Roja Californiana sobre sustancias orgánicas de origen animal o vegetal previamente seleccionados y acondicionados, está formado principalmente por carbono, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno y una enorme cantidad de microorganismos benéficos, hormonas, macro y micro nutrientes, utilizado como fertilizante orgánico, enmienda orgánica y sustratos para plantas (Gonzalo, 2001; Valenzuela, 2001). Su pH oscila



entre 7 y 7,5 (INIAP, 2008). Al utilizar como sustrato no es útil como componente único de la formulación, ya que aporta menor capacidad de retención de agua y espacios porosos, es recomendable utilizar en la mezcla con otros materiales (turba, perlita, arena, et.,) para mejorar sus propiedades físicas. (Valenzuela, 2001; Maynor, 2014).

4.5.1.3. Arena

Es un material inorgánico obtenido de la intemperización de diversas rocas, de 0,05 a 2,0 mm de diámetro, se utiliza junto con otros materiales (turba, suelo, humus, etc.) en la mezcla de un sustrato, el cual tiene como función elevar su densidad, reducir la contracción del sustrato al secarse, reducir la porosidad, facilitar la absorción de agua, aunque su capacidad de retención de humedad es muy baja y su permeabilidad es muy alta. El efecto de la mezcla dependerá de la granulometría y la proporción utilizada. Su pH varía entre 4 y 8. Este material no contiene nutrientes, ni posee una capacidad amortiguadora. (Hartmann *et al.*, 1995; Bartollini & Petruccelli, 1992; Infoagro, 2010).

Además (Hartmann *et al.*, 1995) manifiesta la presencia de una raíz larga no ramificada y quebradiza en algunas especies desarrolladas sobre este medio de enraizamiento a diferencia de otros medios con sistemas fibrosos y ramificados.

4.5.1.4. Tierra de páramo

Este material orgánico procede de la zona de alta montaña, en la cual se encuentran gran cantidad de materia orgánica, actividad microbiana, CO₂, porosidad, estabilidad de agregados, y contenidos de arenas. En esta zona los suelos suelen ser más ácidos con mayor cantidad de aluminio intercambiable, alto contenido de potasio y fósforo y una elevada capacidad de intercambio catiónico. Además poseen otras propiedades como conductividad eléctrica, contenido de calcio, magnesio y otros micro elementos. Su pH varía entre 4,8 y 6,3, éste puede estar relacionado



indirectamente con la altura, la precipitación y a mineralogía del suelo según la zona de estudio (INIAP, 2008).

4.6. Enraizamiento

El enraizamiento comprende varios eventos fisiológicos e histológicos, los mismos que están divididos en las siguientes fases: formación del meristemo apical, el cual sucede dentro de la estaca; y el crecimiento y elongación, en el cual el ápice radical avanza hacia afuera a través de la corteza y finalmente emerge de la epidermis. La velocidad y el porcentaje de raíces durante este proceso varían según la especie, aunque la aplicación exógena de estimuladores de enraizamiento incrementara notoriamente este proceso (Laskowski & Bautista, 1999).

4.6.1. Factores que influyen en el enraizamiento

Entre los factores más indispensables para inducir el enraizamiento en estacas se encuentran: edad de la planta madre, condiciones fisiológicas, medios o sustratos para enraizamiento, condiciones ambientales y condiciones sanitarias del material.

a) Edad de la planta madre

Un limitante indispensable en la obtención de estacas enraizadas es la relación de juvenilidad con el crecimiento de las raíces, es así que existen árboles jóvenes que suelen enraizar rápidamente y por ende cuando han conseguido su madurez son casi imposibles de enraizar. Evidentemente, la formación de inhibidores de enraizamiento se incrementa a medida que la planta alcanza su edad adulta, por lo que se debe promover el rejuvenecimiento de ramas y brotes juveniles para inducir el crecimiento de raíces en plantas adultas (Zobelt & Talbert, 1988; Hartmann & Kester, 1995; Leakey, 1985).

Asimismo, la capacidad de enraizamiento depende de la parte extraída de la planta de la cual proceden las estacas, debido a la presencia de gradientes hídricos,



hormonales, nutrientes e inhibidores de enraizamiento, variaciones en diámetro y longitud del entrenudo situadas a lo largo de un brote o rama, por lo que se puede utilizar estacas provenientes de varias posiciones a lo largo del brote, pero siempre se debe descartar el entrenudo apical por ser demasiado succulento y susceptible al marchitamiento y del mismo modo los entrenudos basales por ser muy lignificados y dificultan el enraizamiento. Por lo general los brotes de acuerdo a la longitud se clasifican como basal, media y apical (Mesen, 1998).

b) Condiciones fisiológicas

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

En general, existen algunas sustancias promotoras del enraizamiento en estacas, pueden ser naturales o sintéticas, siendo unas más favorables que otras, entre las cuales están: las auxinas, las citoquininas y las giberelinas. Sin embargo, las auxinas son las más comunes para inducir el desarrollo de las raíces, tales como: el ácido indol-3-acético (AIA), el ácido naftalenacético (ANA) y el ácido indolbutírico (AIB), siendo el último el más utilizado debido a que no presenta toxicidad en diferentes rangos de concentraciones para un gran número de especies y químicamente es estable al contacto con el medio de enraizamiento. (Morrison *et al.*, 2000; Soto, 2004).

c) Sustratos para el enraizamiento

El sustrato o medio de enraizamiento adecuado debe contar con las siguientes características: libre de microorganismos patógenos, buena porosidad, buena aireación, excelente capacidad de retención de nutrientes. Del mismo modo, tiene como función, servir de anclaje a la estaca durante el periodo de enraizamiento, proporcionar la humedad necesaria y permitir la aireación (Noboa, 2010; Soto, 2004).



d) Condiciones ambientales

Badilla & Murillo (2005) reportan que las condiciones necesarias dentro de un invernadero o vivero para lograr un adecuado enraizamiento son: reducción de la actividad fotosintética, humedad relativa alta (>80 a 90%), buen manejo del estrés hídrico, temperatura ambiente entre 30 y 35°C. Además, la estructura del invernadero debe ser simple, funcional y de bajo costo. Por consiguiente, la ausencia de luz en el área de formación de la raíz, el uso de sustratos para proporcionar la humedad continua y temperaturas moderadas, son factores que favorecen el enraizamiento en la zona que rodea (Río & Urdaneta, 2004; Hartmann et al., 2010).

e) Condiciones sanitarias del material vegetal

Según Bracho (2011) al momento de recolectar el material vegetal (estacas) es indispensable seleccionar plantas madres libres de enfermedades, parásitos, deben ser moderadamente vigorosas, uniformes y productivas, en condiciones nutritivas adecuadas para asegurar un mejor enraizamiento.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES

5.1.1. FÍSICOS

- ✓ Fundas de papel y plástico
- ✓ Tijera de poda
- ✓ Saquillos
- ✓ Pala
- ✓ Envases de plásticos

5.1.2. BIOLÓGICOS

- ✓ Estacas de joyapa (*Macleania Rupestris*)



- ✓ Sustrato orgánico (Tierra de paramo + Arena de rio + Humus de lombriz)
- ✓ Turba
- ✓ Agua

5.1.3. QUÍMICOS

- ✓ Hormona de Enraizamiento (100ppm IBA)

5.1.4. EQUIPOS

- ✓ Computador
- ✓ Cámara fotográfica
- ✓ Autoclave
- ✓ Riego por micro aspersión
- ✓ Invernadero adaptado con sarán

5.1.5. SOFTWARE

- ✓ Microsoft office 2010
- ✓ Microsoft Excel 2010

5.2. METODOLOGÍA

5.2.1. Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en la comunidad de la Ramada del Cantón Nabón de la provincia del Azuay (Figura 2). El hábitat de las plantas madres de la joyapa - *Macleania rupestris* se localizan bajo las siguientes coordenadas UTM 17: 678329 N 9653232 E a una altitud de 3064 msnm. Ecológicamente se localiza en la zona de vida bosque húmedo montano donde las temperaturas oscilan entre 8 a 20 °C, con precipitación media anual de 1005.2 mm (Miller, 2010; INAMHI, 2014; Boavita, 2010).

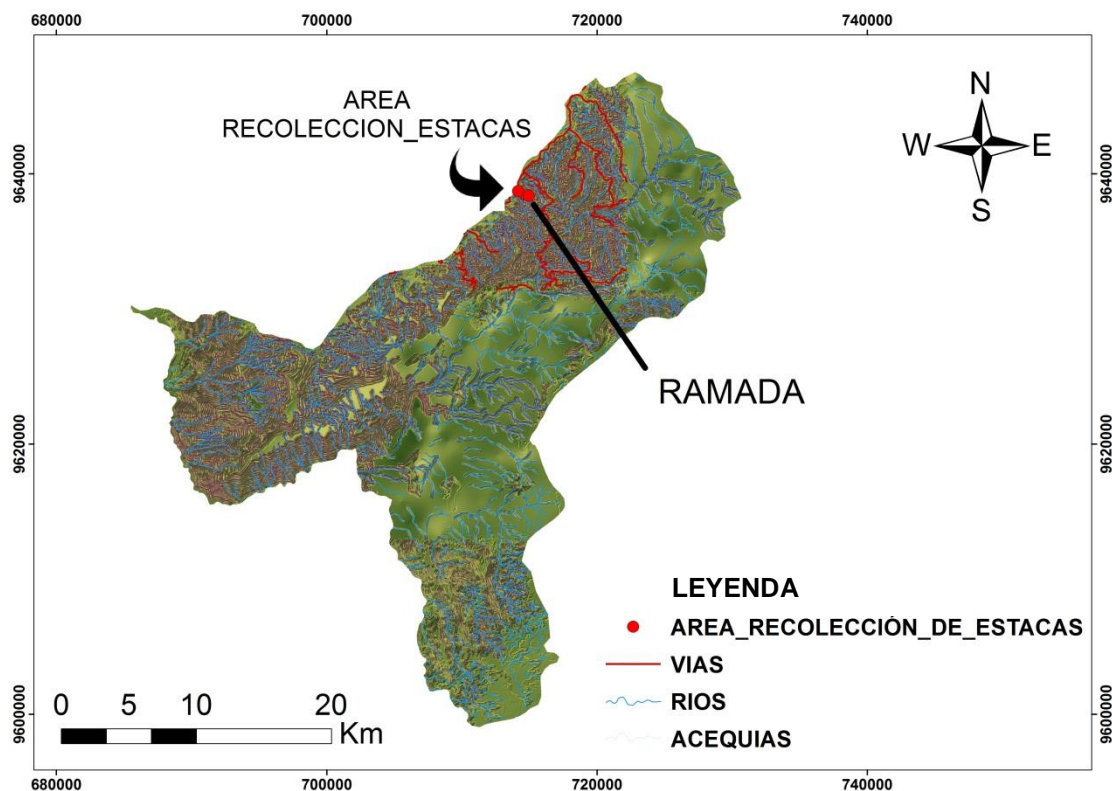


Figura 2. Ubicación del área de estudio a nivel cantonal.

La investigación se la desarrolló en el invernadero del laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, durante los meses de abril a julio del 2016. Para el desarrollo del experimento se utilizó estacas de joyapa (*Macleania rupestris*) recolectadas en los páramos y bosques del Cantón Nabón, provincia del Azuay.

5.2.2. Metodología para determinar la tasa de enraizamiento de estacas de joyapa en un sustrato orgánico.

a) Recolección del Material Vegetal

Las estacas se recolectaron de plantas silvestres de joyapa - *Macleania rupestris* de las partes intermedias de cada rama secundaria. Las dimensiones en diámetro fueron de 10 a 12 mm y longitud de 20 cm, en forma de bisel. Estas fueron colocadas



en una funda plástica negra, para evitar su deshidratación y posteriormente fueron trasladadas al invernadero para su trasplante.

b) Preparación del Sustrato para el enraizamiento

Para el desarrollo de la presente investigación, se utilizaron los siguientes sustratos (Cuadro 2). Para la obtención de cada sustrato se procedió a homogenizar el contenido de las determinadas proporciones, se esterilizó (sustrato orgánico, turba) a través de una autoclave, durante 2 horas a una temperatura de 120 °C respectivamente.

Cuadro 2. Descripción de los componentes en los sustratos utilizados en la investigación.

Sustrato	Descripción - Proporción
A. Sustrato orgánico	1:1:1 (Humus de lombriz + Tierra de páramo +arena).
B. Sustrato orgánico estéril	1:1:1 (Humus de lombriz + tierra de páramo + arena esterilizados).
C. Sustrato Control+ enraizador	Turba + 100ppm IBA
D. Control	Turba estéril

c) Siembra y Tratamiento de las Estacas

Previo la siembra, se procedió a llenar con cada sustrato los 100 envases plásticos térmicos, de color blanco, previamente perforados, con un peso promedio de 370 cc de sustratos repartidos en 25 repeticiones por tratamiento. Para la siembra de las estacas, se realizó un corte en bisel tanto en la parte superior para evitar el contacto directo con el agua que produce la pudrición, como en la parte inferior para inducir el desarrollo de raíces respectivamente. Posteriormente las estacas fueron trasplantadas a una profundidad de 5 a 6 cm, con una inclinación moderada. Además en el tratamiento C (Sustrato Control + enraizador), antes de su trasplante se realizó la



inmersión del extremo basal de las estacas en 10 ml de Ácido Indol Butírico al 8%, durante un tiempo de 60 segundos.

d) Labores culturales

Las estacas fueron colocadas dentro del invernadero de propagación adaptado con una malla sarán de color negro, con el objeto de regular la temperatura y humedad del ambiente sobre las platabandas. Además fueron provistas de riego por micro aspersión, disponiendo de esta manera condiciones favorables para el enraizamiento.

e) Registro de Datos

Después de haber transcurrido 30 días de la siembra, se evaluó el número de raíces por estaca de 5 unidades experimentales por cada tratamiento. Este procedimiento consistió en extraer 5 estacas de cada tratamiento cada 15 días, hasta el final del experimento, con una duración de tres meses.

5.2.3. Metodología para caracterizar el desarrollo inicial morfológico y biomasa de las estacas joyapa sobre un sustrato orgánico.

a) Registro de Datos

Del mismo modo, una vez transcurrido 30 días de la siembra, se evaluó el número de estacas con brotación foliar, el diámetro y la longitud de las raíces por estaca de 5 unidades experimentales por cada tratamiento. Este método consistió en extraer 5 estacas de cada tratamiento cada 15 días, hasta el final del experimento, con una duración de tres meses. No obstante, para determinar el número de brotes se realizó el conteo respectivo, de la misma manera con la ayuda de una regla milimetrada se midió el diámetro y la longitud de la raíz.

b) Análisis del peso seco de las raíces

Este proceso se llevó a cabo a los 90 días posteriores a su siembra. Para el efecto, se extrajo la estaca enraizada del sustrato orgánico estéril, con la ayuda de un



bisturí se colectó la raíz (biomasa fresca), la cual fue colocada en papel aluminio y secada al ambiente durante 1 semana y posteriormente se la pesó en una balanza gramera.

c) Diseño experimental y análisis estadístico

Para realizar la evaluación respectiva de cada variable se extrajeron 5 estacas por tratamiento al azar a partir de los 30 días hasta los 90 días de evaluación. Las variables evaluadas a los 30 días posteriores a la siembra fueron: número de brotes foliares por estaca, número de raíces por estaca, diámetro de las raíces por estaca, longitud de raíces por estaca y velocidad de brotación radicular.

Los resultados de cada variable fueron analizados de forma independiente a través del software Microsoft Excel. Las medias de las variables evaluadas fueron comparadas con los días de evaluación, a partir de 30, 45, 60, 75 y 90 días definidos respectivamente.

Es importante recalcar que debido a las características de los datos, no se aplicó el análisis estadístico (análisis de varianza) entre los tratamientos, propuesto en el anteproyecto. Sin embargo se realizó el análisis descriptivo de los resultados alcanzados.

5.2.4. Análisis químico del sustrato orgánico

En el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y en el laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca se realizó un análisis químico del sustrato orgánico, en el cual se determinó la textura, estructura, porosidad, densidad aparente, humedad, conductividad eléctrica, pH, cantidad de materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio (Anexo 7).



6. RESULTADOS

6.1. Porcentaje de enraizamiento de las estacas

6.1.1. Número de raíces

Los resultados de acuerdo a los datos registrados fueron 0% de raíces en el sustrato orgánico, 4% de raíces en el sustrato orgánico estéril; lo que equivale a una estaca enraizada al azar a los 60 días del trasplante, 0% de raíces en el sustrato turba + enraizador y 0% de raíces en el sustrato turba estéril (Cuadro 3).

Cuadro 3. Numero de raíces de las estacas registradas en cada sustrato.

Sustrato	Número de repeticiones	Días de evaluación					% de enraizamiento
		30	45	60	75	90	
sustrato orgánico	25	0	0	0	0	0	0%
sustrato orgánico estéril	25	0	0	1	0	0	4%
turba + enraizador	25	0	0	0	0	0	0%
turba estéril	25	0	0	0	0	0	0%

El porcentaje de enraizamiento fue del 0% en los sustratos orgánico, turba + enraizador y turba estéril. No obstante, se registró 4% de enraizamiento utilizando sustrato orgánico estéril (Figura 3) (Figura 4).

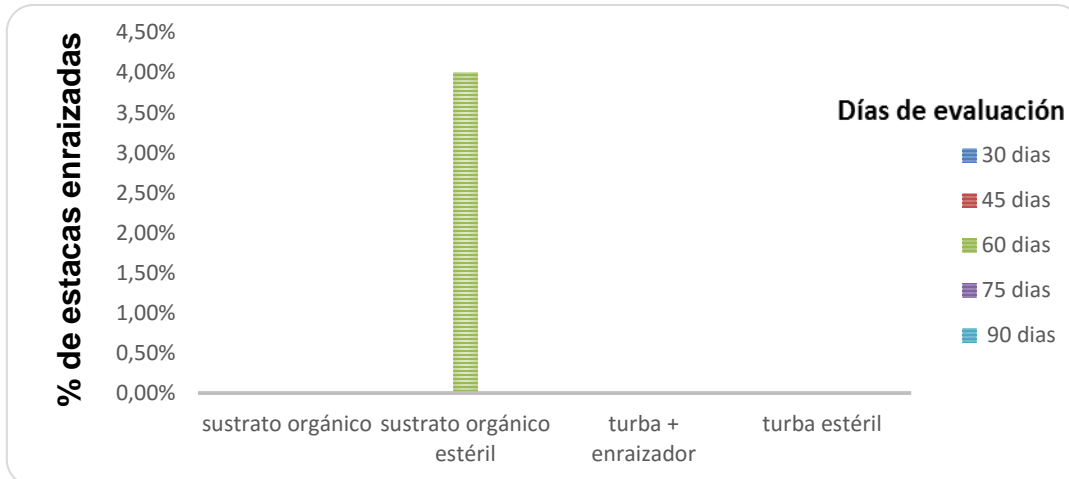


Figura 3. Porcentaje de estacas enraizadas



Figura 4. Raíz de una estaca de *Macleania rupestris*

6.2. Desarrollo inicial morfológico y biomasa de las estacas

6.2.1. Número de brotes foliares de las estacas en cada tratamiento

Según el número de estacas con brotes foliares obtenidas de cada sustrato varió considerablemente durante los 30, 45, 60, 75 y 90 días, el sustrato turba + enraizador registró un alto número de brotación foliar, lo cual permitió determinar como el mejor tratamiento para el desarrollo de brotes foliares (Cuadro 4).



Cuadro 4. Número de estacas con brotes foliares en cada tratamiento.

Sustrato	Días de evaluación				
	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Sustrato orgánico	0	0	1	1	2
Sustrato orgánico estéril	0	0	1	1	0
Turba estéril	0	0	0	1	0
Turba + enraizador	3	5	5	5	5

6.2.2. Velocidad de la brotación foliar a partir de los 30 días a los 90 días posteriores al trasplante.

Con respecto al porcentaje de brotes foliares por estaca se observó que el sustrato (Turba + enraizador) presentó la mayor cantidad de brotes desde los 30 días, con un valor de 12% y a los 45, 60, 75 y 90 días se registró un valor del 20% respectivamente, frente a los demás sustratos. Cabe destacar que los brotes foliares permanecieron vigorosos hasta los 60 a 80 días; posterior a este tiempo fueron muriendo paulatinamente (Cuadro 5) (Figura 5).

Cuadro 5. Porcentaje de estacas con brotes foliares en cada uno de los sustratos.

Sustrato	Días de evaluación				
	30 días	45 días	60 días	75 días	90 días
Sustrato orgánico	0%	0%	4%	4%	8%
Sustrato orgánico estéril	0%	0%	4%	4%	0%
Turba estéril	0%	0%	0%	4%	0%
Turba + enraizador	12%	20%	20%	20%	20%

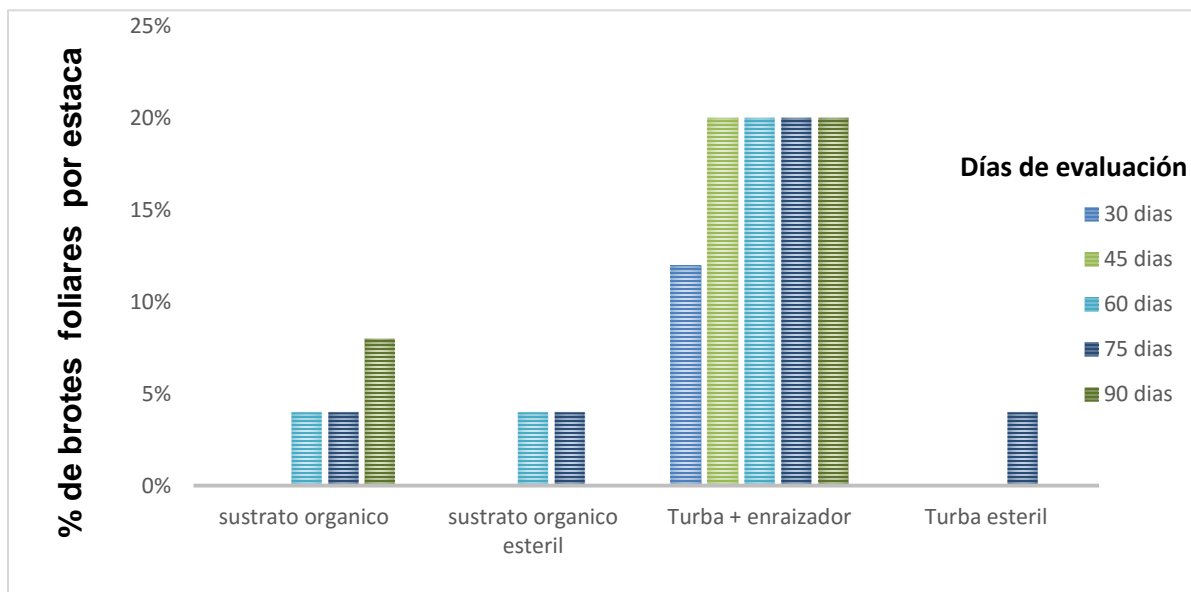


Figura 5. Porcentaje de brotes foliares por estaca

6.2.3. Datos cuantitativos de diámetro, peso seco y longitud de la raíz

En lo referente a las variables cuantitativas de la raíz atípica obtenida del sustrato orgánico estéril se registraron los siguientes datos: 0,4 mm de diámetro, 0,7 mg de biomasa seca y 2,6 cm de longitud, (Cuadro 6) (Figura 6).

Cuadro 6. Datos de las variables registradas de la raíz obtenida del sustrato orgánico estéril.

Sustrato orgánico estéril					
Variables	Días de evaluación				
	30	45	60	75	90
Diámetro de raíces (mm)	0	0	0.4	0	0
Peso seco de raíces (mg)	0	0	0.7	0	0
Longitud de raíces (cm)	0	0	2.6	0	0

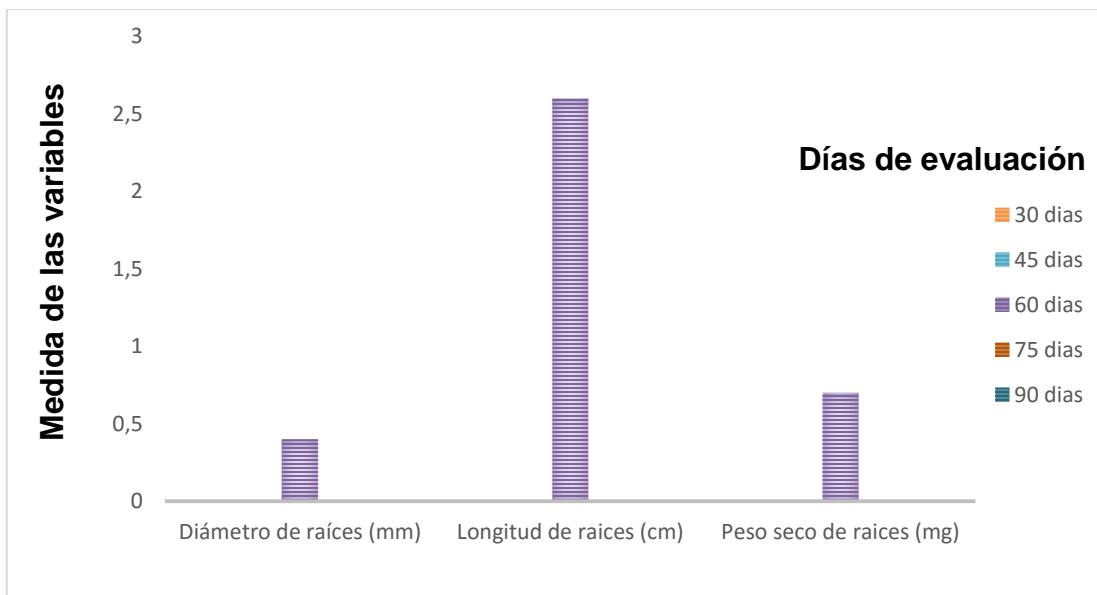


Figura 6. Medida de las variables registradas en la raíz identificada.

7. DISCUSIÓN

8. Es importante recalcar que debido a las características de los datos, no se aplicó el análisis estadístico (análisis de varianza) entre los tratamientos, propuesto en el anteproyecto. Sin embargo se realizó el análisis descriptivo de los resultados alcanzados.

Evaluación del sustrato orgánico. De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, el sustrato orgánico (Humus de lombriz + tierra de páramo +arena), sustrato orgánico estéril (Humus de lombriz + tierra de páramo +arena), turba estéril y turba + enraizador registraron resultados con características casi similares en el enraizamiento de estacas de (*Macleania rupestris*) durante los 90 días de evaluación. En lo referente a la obtención de resultados con la utilización de sustrato orgánico, coincide con lo reportado por Aldaz & Ochoa (2011) quienes observaron la ausencia total de raicillas de ésta especie a través de la propagación por estacas en un sustrato



orgánico con proporciones 1:1:1 (tierra agrícola, arena fina de mina, humus). Del mismo modo, estos resultados aseveran con lo obtenido por Ocampo (2008) quien demostró el déficit de raíces en las estacas de *Macleania rupestris* durante los 3 meses transcurridos en el tratamiento (sustrato de piedra pómez + inóculo de suelo de bosque), sin embargo obtuvo un 16,6% de sobrevivencia.

Desarrollo inicial morfológico. Al inicio de la investigación se obtuvo gran cantidad de brotes foliares, pero conforme transcurría el tiempo estos se iban marchitándose completamente durante los tres meses de evaluación. Con respecto al porcentaje de brotes foliares por estaca a los tres meses se logró el 8% en el sustrato orgánico y el 20% de brotación foliar en el sustrato (turba + enraizador), siendo éste último, el cual registró mayor brotación foliar, los mismos que permanecieron vigorosos hasta los 60 días; posterior a este tiempo fueron muriendo paulatinamente. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Aguirre (2013) quien afirma que la formación de brotes en las especies *L. huasango* y *A. acuminata* a los 30, 45 y 60 días permanecieron vigorosos; posteriormente fueron marchitándose completamente. Del mismo modo, Aldaz & Ochoa *et al.*, (2012) expresan el desarrollo de los primeros brotes foliares en las estacas de *Macleania rupestris* a los tres y seis meses de evaluación, los cuales conforme pasaban los días terminaron marchitándose completamente y a la vez dedujo la carencia de raíces verdaderas en las mismas. En relación con lo indicado anteriormente Mesen (1993) afirma la probabilidad de que al producirse la brotación de las yemas antes de la emisión de las raíces puede agotar las reservas hídricas y nutritivas de la estaca, esto reduce la capacidad de emitir raíces verdaderas. Ante estas aseveraciones es importante desarrollar nuevas investigaciones con protocolos viables, con respecto a la propagación asexual, tomando en cuenta los resultados obtenidos.

Respecto al sustrato (Turba + enraizador) fue evidente la inhibición del arraigamiento al aplicar Acido Indol butírico (IBA), cuyo resultado estipula con estudios



realizados por García *et al.*, 2005; Bonfil-Sanders *et al.*, 2007) quienes mencionan que la aplicación del ácido Indolbutírico (IBA) en el enraizamiento de estacas no responde al proceso de rizogénesis o aumento en la producción de raíces. Este proceso se refiere al desarrollo de las raíces adventicias. En el contexto anatómico consiste en la transformación de los iniciadores radiculares en primordios radiculares, los cuales en condiciones apropiadas, crecen atravesando la corteza hasta salir al exterior y se enlazan con el sistema conductor del interior de la estaca (Biloni, 1990).

Por otro lado, el análisis de suelos determinó que la mezcla del sustrato orgánico (Humus de lombriz + tierra de páramo + arena) contenía un alto nivel de fósforo, potasio, materia orgánica, textura franco arenoso, los cuales no influyeron en el desarrollo radicular de las estacas de *Macleania rupestris*, éstas características coinciden con lo indicado por López & Valladolid (2014) quienes manifiestan que el sustrato S1 (33,33 % tierra agrícola, 33,33 % materia orgánica y 33,33 % de arena de río) con las mismas características no cumple con los requerimientos necesarios para la reproducción asexual de especies forestales. En el caso del pH del sustrato orgánico se registró muy ácido, considerándose fuera de lo requerido por (Longman, 1993) quien manifiesta que sustratos con un pH comprendido entre 6.5 - 7.0 son ideales para promover el enraizamiento, ya que un nivel excesivo de acidez o alcalinidad permite el bloqueo del crecimiento de raíces y tallos.

Por otra parte, no se obtuvo raíces en el tiempo establecido, razón por la cual no se pudo continuar con evaluaciones posteriores. Este resultado coincide con lo recomendado por Soudre *et al.*, (2008) quienes plantean que el tiempo ideal de enraizamiento depende de cada especie y que generalmente es de 30 a 50 días para la mayoría de las especies forestales y frutales. Posterior a ese tiempo no es conveniente continuar con la investigación, debido a que las estacas que enraícen después, tendrán raíces frágiles e insuficientes. Por ello, se debe definir un período de



toma de datos y evaluación de las respectivas variables, dependiendo de la velocidad de enraizamiento de cada especie.

Existe un consenso revelado por Sade (1997) quien manifiesta que cualquier actividad biológica producida en los sustratos orgánicos es perjudicial para el desarrollo del material vegetal a propagarse, debido a la competencia de los microorganismos con la raíz por oxígeno y nutrientes. Al efecto, causan degradación del sustrato y deterioran las características físicas del sustrato, exclusivamente su capacidad de aireación pudiéndose producir asfixia radicular. De igual manera, Ansorena (1994) opina que como resultado de la invasión de los microorganismos, la materia orgánica tiende a degradarse y experimenta una serie de cambios en su composición, hasta que alcanza una cierta estabilidad biológica. Estos cambios se producen en sustratos basados en sustancias orgánicas naturales, como la turba, las cortezas y otras de diversos orígenes. La descomposición de subproductos y residuos orgánicos sufren un proceso llamado compostaje que al no ser adecuado produciría fenómenos fitotóxicos e inmovilización del nitrógeno.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

9.1. CONCLUSIONES

El efecto del sustrato orgánico frente al sustrato orgánico estéril, turba estéril y turba + enraizador, no incrementó la tasa de enraizamiento de las estacas de joyapa - *Macleania rupestris* durante los 90 días de evaluación.

Según los resultados obtenidos de la evaluación del sustrato orgánico para el enraizamiento de estacas de la Joyapa - *Macleania rupestris* se evaluó que dicho sustrato cuya proporción 1:1:1 (Humus de lombriz + tierra de páramo + arena), no es el apropiado para la propagación de ésta especie, ya que según el análisis químico, físico del sustrato no cumple con los parámetros de propagación vegetativa ideales para el desarrollo inicial del material vegetal (estaca).



En las estacas evaluadas de todos los tratamientos, el sustrato orgánico estéril presentó un estaca con el sistema radicular muy escaso a los 60 días de evaluación; por lo tanto, ignorando este dato atípico, se determinó que no existen diferencias aparentes entre los diferentes tratamientos ya que ninguno logró inducir la formación de raíces de forma notoria.

Por último, al realizar la caracterización del desarrollo inicial morfológico y biomasa de las estacas de Joyapa (*Macleania rupestris*) se concluye que el porcentaje brotación foliar fue más notorio en la sustrato (Turba + enraizador), sin embargo ésta variable determinó la capacidad de sobrevivencia de la estaca por un específico de tres meses. Y con respecto a la biomasa radicular no se pudo determinar esta variable debido a que las estacas no presentaron un enraizamiento viable con los diferentes tratamientos.

9.2. RECOMENDACIONES

Al momento de la recolección del material vegetal (estacas) se debe seleccionar plantas madres libres de enfermedades, parásitos, moderadamente vigorosas y productivas, y principalmente las estacas deben provenir de plantas de 1 a 2 años de edad o si existe hábitats con gran cantidad de plantas adultas se debe establecer un manejo adecuado de poda de rejuvenecimiento para permitir la brotación de nuevas ramas que serán útiles para las posteriores propagaciones vegetativa.

Realizar un análisis químico y físico del suelo del lugar donde se recolectó el material vegetal, con el objetivo de determinar las características adecuadas para esta especie.

Para futuras investigaciones se recomienda utilizar nuevos sustratos con diferentes proporciones en la mezcla, ya sea orgánico o inorgánico y al mismo tiempo se debe realizar un análisis químico y físico de dichos sustratos, para determinar si el contenido de nutrientes y las propiedades de sustrato son los adecuados.



Finalmente se propone realizar investigaciones por medio de rizomas, el método por el cual las ericáceas se propagan asexualmente o a través de micropropagación sexual in vitro permitiendo de ésta forma la argumentación de protocolos propagativos viables de dicha especie.



10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Abad, M., Noguera, P., & Carrión, C. (2005). Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. *Fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales*. Madrid, Mundi-prensa, 299-354.
- Acero, L. E., & Bernal, H. Y. (2003). Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación de la uva camarona: *Macleania rupestris* (HBK). Convenio Andrés Bello. Bogotá, Colombia, 42.
- Aguilar, M., & Torres, S. (2010). Protocolo de uso y aprovechamiento de la uva de anís, *Cavendishia bracteata* (Ruiz y Pavón ex Jaume Saint. Hillaire) Hoerold, en matorrales andinos del Altiplano Cundiboyacense. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Cámara de Comercio de Bogotá. Bogotá, D. C., Colombia, 32.
- Aguirre, N. (2013). Métodos de desinfección de sustrato para el control de Damping - Offen Semillero De Teca (*Tectona Grandis* Linn F.), bajo invernadero. (Tesis de grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, 132.
- Aldana, M. (2010). La multiplicación por estaca o enraizamiento de ramilla: Una excelente alternativa para la reproducción de cacao asexual o vegetativo del cultivo de cacao. Programa MIDAS de USAID, Colombia.
- Aldaz, L. J., & Ochoa, I. L. (2011). Propagación asexual de diez especies forestales y arbustivas en el Jardín Botánico Reinaldo Espinosa. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador,
- Ambrosio, M. (1995). Propagación de plantas: principios y prácticas. México.
- Ansorena, M. (1994). Sustratos propiedades y caracterización. Madrid, ES. Mundi-Prensa, 14-17.



- Arriaga, V. et al. (1994). "Manuel de reforestación con especies nativas: Colecta y preservación de semillas, propagación y manejo de plantas. Universidad Nacional Autónoma de México. (1 ed.). México-México, 67-80.
- Badilla, Y. & Murillo, O. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. KURÚ Revista Forestal. Costa Rica.
- Bartollini, F., & Petruccelli, R. (1992). Materiales para la preparación de sustratos. Hortofruticultura, (11), 1-8.
- Baskin, C. & Baskin, M. (2001). Seeds, Ecology, Biogeography, and Evolution of Dormancy and Germination Academic Press. San Diego, C. A., 666.
- Biel, C., Savé, R., Verdaguer, D., Peñuelas, J. L. (2006). Nuevas tecnologías de producción de plantas en vivero. Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes Mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, 141-159.
- Biloni, J. (1990). Árboles Autóctonos Argentinos. Buenos Aires – Argentina.
- Bonfil-Sanders, C., Mendoza, P. & Ulloa, J. (2007). Enraizamiento y formación de callos en estacas de siete especies del género *Bursera*. Agrocienza (41), 103-109.
- Bracho, M. et. al. (2011). Técnicas de la propagación por estacas.
- Cardozo, R. (2005). Investigación básica y aplicada en el aprovechamiento de recursos biogenéticos de la flora del altiplano cundiboyacense que posean proyección agroalimentario. Informe técnico inédito. Jardín Botánico José Celestino Mutis - Subdirección Científica. Bogotá, 84.



- Cardozo, R. (2006). Investigación en ecofisiología de cinco especies priorizadas en el marco del proyecto 318. (Informe técnico inédito). Jardín Botánico José Celestino Mutis, Bogotá, Colombia.
- Cardozo, R. S., Córdoba, J., González, J., Guzmán, H., Lancheros, L., Mesa, R., Pacheco, B., Pérez, F., Ramos, M., Torres, M. & Zúñiga, P. (2009). Especies Útiles en la Región Andina de Colombia. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, Bogotá, Colombia.
- Caso, O. (1992). Juvenilidad, rejuvenecimiento y propagación vegetativa de especies. Santiago, Chile, 108.
- Castrillón, J., Carvajal, E., Ligarreto, G. & Magnitskiy, S., (2008). El efecto de auxinas sobre el enraizamiento de las estacas de agraz (*Vaccinium Meridionale* Swartz) en diferentes sustratos. *Agronomía Colombiana*. Colombia.
- Cerón, C. (1993). Manual de Botánica Ecuatoriana Sistemática y Métodos de Estudio. Quito, Ec. Ortega, 51-89.
- Corzo, D. C. & Torres, M. E. (2011). Técnicas de aprovechamiento de especies vegetales presentes en las Áreas rurales del Distrito Capital. Subdirección Científica. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá D. C., Colombia.
- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M. J., & Balslev, H. (2008). Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador. Herbario QCA & Herbario AAU.
- De Valencia, M, L., & De Carrillo, N. M. (1991) Anatomía del fruto de *Macleania rupestris*. *Agronomía Colombiana*. (8), 286-305
- Díaz, C. (2011). Categorización de la latencia en semillas de mora (*Rubus glaucus*) para el apoyo a programas de mejoramiento y conservación. (Trabajo de grado). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.



- Espinoza, R. (1985). Estudio valorativo del establecimiento de huertos familiares en hidroponía bajo invernadero. México, 120.
- FAO. (2002). El cultivo protegido en clima mediterráneo. Manual preparado por el grupo de cultivos hortícolas dirección de producción y protección vegetal.
- Fornes, F., & Belda, R. (2014). Aprovechamiento de residuos orgánicos como componentes de sustrato de cultivo. Máster en Gestión, Tratamiento y Aprovechamiento de Residuos (UV). Alfa Delta Digital S.L. Valencia.
- Gámez, C.A., Roncancio, D. E., Báez, A. G. (1989). Estudio fenológico preliminar de 40 especies vegetales en la Finca "El Delirio". Cuenca del río San Cristóbal Bogotá, D.C. (Trabajo de grado). Universidad Distrital "Francisco José de Caldas". Facultad de Ingeniería Forestal. Bogotá.
- García, H. (1975). Flora medicinal de Colombia. Imprenta Nacional. Santa fé de Bogotá, Colombia. (1 ed.), Tomo I. 397-398, Tomo II, 350-351.
- García, E. (2005). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) (5a ed.). México, Offset Larios.
- Gonzalo, Ch. (2001). Manual de Lombricultura. Fundación desde El Surco.
- Gruda, N. (2012). Current and Future Perspective of Growing Media in Europe. Acta Hortic., (960), 37-43.
- Guzmán, I., Adame, J. & Pacheco, R. (2005). Evaluación de la micropropagación por cultivo de tejidos vegetales in vitro en dos especies de Passifloras (*Passiflora popenovii* Killip & *Passiflora edulis* Sims). Pérez-Arbelaezia, (16),73-103.
- Hartmann, H. & Kester, L. (1990). Propagación de flores de verano. México. 227-250.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1995). Propagación de plantas. Principios y prácticas. (4ª ed). Continental. México, 760.



- Hartmann, H. D., Kester, F. Davies, R. & Geneve. (2010). Propagación de plantas: Principios y Prácticas. Prentice Hall, Upper Saddle River, Nueva Jersey, Estados Unidos.
- Hernández, M. I., Lobo, M., Medina, C. I., Cartagena, J. R., Delgado, O. A. (s.f.) Comportamiento de la germinación y categorización de la latencia en semillas de mortiño (*Vaccinium meridionale* Swartz). Agronomía Colombiana.
- Infoagro. (2010). Tipos de sustrato de cultivo. Disponible en http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm. Acceso: 9 de junio de 2016.
- INAMHI. (2014). Anuario meteorológico. N°51 – 2011. Quito, Ecuador.
- INIAP. (2008). Análisis muestra de suelos. Disponible en: www.iniap-ecuador.gob.ec. Acceso: 9 de junio de 2016.
- Jorgensen, P. M. & León, S. (1999). Catálogo de plantas vasculares del Ecuador. Missouri Botanical Garden. USA.
- Lagos, T.C., H. Ordoñez, H., Criollo, S., Burbano, & Martínez, Y. (2010). Descripción de Frutales Nativos de la familia Ericaceae en el altiplano de Pasto, Colombia. Rev. Colomb. Cienc. Hortic, 4, 9-18.
- Laskowski, L., & Bautista, D. (1999). Características anatómicas de raíces adventicias en estacas de Semeruco (*Malpighia emarginata*) tratadas con ácido indolbutírico. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto-Venezuela.
- Leakey, R. B. (1985). The capacity for vegetative propagation in trees. En: Cannell, M.G.R. Jackson, J.E. (eds.) Attributes of trees as crop plants. Abbots Ripton, Institute of Terrestrial Ecology, 110-113.



- Longman, K. (1993). Rooting cutting of tropical trees. Commonwealth Science Council. London.
- López, H. P., & Valladolid, D. X. (2014). Evaluación de tres tipos de sustratos en la propagación vegetativa por estacas y acodos aéreos de tres especies forestales nativas de la reserva natural el cristal, de la parroquia San Sebastián. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Luby, J., Ballington, J., Draper, A., Pliszka & Austin, M. (1991). Blueberries and cranberries (*Vaccinium*). *Acta Hort.* (290), 393-458.
- Luteyn, J. L. (2002). Diversity, adaptation and endemism in Neotropical Ericaceae: Biogeographical patterns in the Vaccinieae. *The Botanical Review (Lancaster)* 68 (1), 55-87.
- Luteyn, J. L. (2007). Neotropical Blueberries: The Plant Family Ericaceae. Nueva York, Estados Unidos.
- Luteyn, J., & Pedraza, P. (2008). Arándanos neotropicales: La familia de plantas Ericaceae en el Jardín Botánico de Nueva York.
- Marnoy, T. S. (2014). Evaluación de cinco sustratos para la producción en vivero de palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii* Rose). (Tesis de grado). Universidad Rafael Landívar. Alta Vera Cruz, Guatemala.
- Maroto, J. (1990). Elementos de Horticultura General. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Mesen, F. (1993). Vegetative propagation of Central American hardwoods. Thesis Ph.D. University of Edinburgh, Scotland. 231.
- Mesen, F. (1998). Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: uso de propagadores de sub-irrigación. Manual técnico N° 30. CATIE, Proyecto PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica.



- Miller, P. (2010). El cantón Nabón. Cuenca Ilustre Ecuador. Disponible en: <https://patomiller.wordpress.com/2010/07/31/el-canton-nabon/>. Acceso: 20 de junio del 2016.
- Moncayo, A. S. (2014). Evaluación del potencial inhibidor de las enzimas alfa y beta Glucosidasa en algunos frutos nativos del Ecuador. (Trabajo de grado). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Mora, L. E., (1987). Estudios morfológicos, autoecológicos y sistemáticos en angiospermas. Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie Jorge Alvarez LLeras. Editorial Kimpres. Bogotá,(1), 195.
- Morrison, S., Smagula, J. M. & Litten, W. (2000). Morphology, growth, and rhizome development of *Vaccinium angustifolium* Ait. seedlings, rooted softwood cuttings, and micropropagated plantlets .*HortScience*, (35), 738-741.
- Muñoz, V. (2004). Determinación de métodos para producción de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth) con fines de propagacion y producción comercial. (Proyecto de grado). Univerisdad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador.
- Noboa, V. (2010). Efecto de seis tipos de sustratos y tres dosis de ácido α naftalenacético en la propagación vegetativa de mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). (Tesis de grado). Escuela de Ingeniería Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Chimborazo, 105.
- Ocampo, G. R. (2008). La incidencia de la colonización micorrízica en la propagación vegetativa de cuatro especies de ericaceae con fuentes de inóculo (sustratos) provenientes de la estación científica San Francisco. (Tesis de grado). Universida Nacional de Loja, Loja, Ecuador.
- Pallardy, S. G. (2008). *Physiology of Woody Plants*. Academic Press. Oxford, UK, 454.



- Ramírez, M., & Urdaneta A. (2004). Efecto del ácido naftalenacético y de diferentes sustratos sobre el enraizamiento de acodos aéreos del guayabo (*Psidium guajava* L.). *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín, España*, 21 (1), 28-34
- Rodríguez, R. & Peña, S. (1984). "Flora de los Andes" Cien especies del altiplano Cundiboyacense. CAR. Escala. Benjamín Villegas & Asociados. Bogotá, Colombia.
- Rojas, S. (2007). Estrategia de extracción de néctar por pincha-flores (Aves: *Diglossa* y *Diglossopsis*) y sus efectos sobre la polinización de plantas de los altos Andes. *Ornitología Colombiana*, (5), 21-39.
- Ruano, J. (2008). Cultivo de brezales forestales en envase. Sustrato o medio de cultivo. *Viveros forestales*. (2da ed.). Mundi-Prensa libro S.A. Madrid, 289.
- Sade, A. (1997). Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Ed. Hazera. España 90, S.A. Tel Aviv. Israel.
- Salinas, N. R., & Betancour, J. (2005). Las Ericáceas de la vertiente pacífica de Nariño. Instituto de Ciencias Naturales e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia, 212.
- Soto, P. (2004). Reproducción vegetativa por estacas en *Amomyrtus luma* (luma), *Amomyrtus meli* (meli) y *Luma apiculata* (arrayán) mediante el uso de plantas madres jóvenes y adultas. (Tesis de grado). Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Ch., 64.
- Soudre, M., Mesen, F., Del Castillo, D., Guerra, H. (2008). Memoria del curso internacional "Bases técnicas para la propagación vegetativa de árboles tropicales mediante enraizamiento de estaquillas" IIAP, Pucallpa. Perú, 100.
- Valenzuela, O. (2001). Propiedades del lombricompost como sustrato en Tratamiento integral de residuos sólidos. Universidad Nacional entre Ríos.



- Valenzuela, O. (2009). Evaluación agronómica de materiales regionales usados en la formulación de sustratos para plantas. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Argentina, 130.
- Van den Eynden, V., Cueva, E., & Cabrera, O. (1999). Plantas silvestres comestibles del Sur del Ecuador. ed. Abya - Yala. Quito, Ecuador, 221.
- Vasander, H. (1996). Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki. (Finland).
- Vence, B. (2008). Disponibilidad de agua-aire en sustratos para plantas. Ciencia del Suelo (26), 105-114
- Yeo, P. F. (1967). Notes on some species of Macleania. Bailey, 15, 45–59.
- Zobel, B. & Talbert, J. (1988). Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. (1 ed.). Editorial. LIMUSA S.A, 545.
- Zonas de vida. (2010). Esquema de ordenamiento territorial. Boavita, Boyacá.

11. ANEXOS

Anexo 1. Selección del material vegetal (estacas) de *Macleania Rupestris*.



Plantas madres de *Macleania rupestris*



Recolección del material vegetal

Anexo 2. Llenado de los envases con cada uno de los sustratos para el posterior trasplante de las estacas.



Vasos con sustrato orgánico



Vasos con sustrato orgánico estéril



Vasos con turba estéril



Vasos con turba

Anexo 3. Trasplante de las estacas de *Macleania Rupestris* en cada uno de los sustratos.



Estacas de *Macleania Rupestris* seleccionadas



Trasplante de las estacas con enraizador en la turba



Aplicación del enraizador



Enraizador (root generator)



Trasplante de las estacas en el sustrato orgánico



Trasplante de las estacas en sustrato orgánico estéril



Trasplante de las estacas en la turba

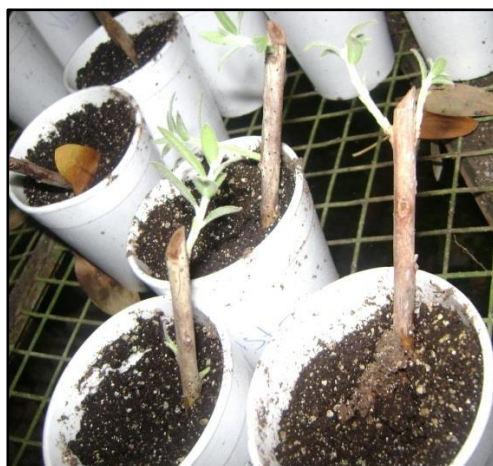
Anexo 4. Desarrollo inicial de los brotes foliares.



Brotación foliar en el sustrato orgánico estéril



Brotación foliar en el sustrato orgánico



Brotación foliar en el sustrato (turba + enraizador)

Anexo 5. Muerte progresiva de los brotes foliares.



Anexo 6. Raíz atípica encontrada en el sustrato orgánico estéril.



Anexo 7. Resultados del análisis de sustrato orgánico.

Parámetro analizado	Unidad	Valor
Textura		Franco arenoso
Estructura		granular
Densidad aparente	g/cm ³	0,42
Porosidad	%	84,15
Humedad	%	54,24
Conductividad eléctrica	dS/m	7,84
pH		4,8
Materia orgánica	%	26,33
N	ppm	6,25
P	ppm	100,84
K	meq/100ml	3,36
Ca	meq/100ml	12,87
Mg	meq/100ml	3,76



Anexo 8. Interpretación de los parámetros analizados.

ESTACION EXPERIMENTAL DEL AUSTROR
LABORATORIO DE MANEJO DE SUELOS Y AGUAS
 km 12 1/2 vía El Descanso - BULLCAY - Guafacoe www@iniap.gob.ec
 Azuay - Ecuador TeleFax: (07) 2171161

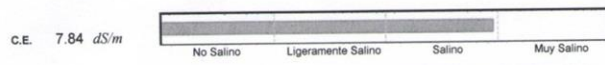
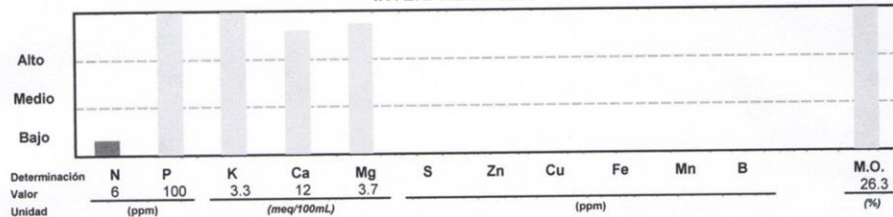
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	SILVIA BONI	Teléfono :	N/E
Dirección :		e-mail :	N/E
Ciudad :	Cuenca		

DATOS DE LA PROPIEDAD			
Nombre :		Parroquia :	Cuenca
Provincia :	Azuay	Ubicación :	N/E
Cantón :	Cuenca	Latitud :	
		Longitud :	

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	3939	Responsable Muestreo :	Cliente
Identificación :		Fecha Muestreo :	17/06/2016
Cultivo Actual :	N/E	Fecha Ingreso :	30/05/2016
		Factura No. :	0
		Fecha Análisis :	17/06/2016
		Fecha Emisión :	22/06/2016

INTERPRETACION



E. Bases: 19,99 meq/100mL

% Materia Seca:

% Humedad:

Determinación	Metodología	Extractante	Determinación	Metodología	Extractante
N, P	Colorimetría	Olsen	pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
K, Ca, Mg	Absorción Atómica	Modificado pH 8.5	CE	Conductometría	Pasta Saturada
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5	Textura	Boyucos	No Aplica
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca	Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
B	Colorimetría	Microbiológico	Na	Absorción	Pasta Saturada
Cl	Volumetría	Pasta Saturada	E Bases	Atómica	Olsen Modificado pH 8.5
M.O.	Oxidación	No aplica			

Niveles de Referencia Óptimos					
N	20 - 40	S	10 - 20	B	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	4 - 8	Cl	0 - 0
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 10	M.O.	3 - 5
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Al+H	0.5 - 1.5
Mg	1 - 3	Mn	5 - 10	Al	0.3 - 1.0

Responsible laboratorio: *[Signature]*
 LABORATORIO EXPERIMENTAL CHUQUIBAMBILLA
 Laboratorio de Suelos
 Laboratorista: *[Signature]*

N/E: No Entrega
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.
 Fecha Impresión : 21/06/2016



Anexo 9. Datos registrados del número de brotes foliares por cada unidad experimental.

Sustrato	repeticiones	Tiempo				
		30	45	60	75	90
Sustrato orgánico	1	0	0	2	2	3
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	3
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	2	3	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	3	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	2	2	3	1	2
Turba + enraizador	4	1	2	1	2	4
Turba + enraizador	4	3	3	3	2	3
Turba + enraizador	4	0	1	2	3	2
Turba + enraizador	4	0	3	1	3	2



Anexo 10. Tabla de operacionalización de Variables.

Variable	Tipo de variable	Escala	Frecuencia de medición	Unidad de medición	Fuente
Número de raíces por estaca	Cuantitativa	Discreta	Cada 15 días	Raíces	Registro de invernadero
Biomasa de raíces	Cuantitativa	Continua	Una vez a los 90 días	Gramo	Registro de invernadero
Diámetro de las raíces por estaca	Cuantitativa	Continua	Cada 15 días	milímetro	Registro de invernadero
Longitud de las raíces por estaca	Cuantitativa	Continua	Cada 15 días	centímetro	Registro de invernadero
Número de brotes foliares por estaca	Cuantitativa	Discreta	Cada 15 días	estacas	Registro de invernadero
Velocidad de brotación radicular	Cuantitativa	Discreta	Cada 15 días	Raíces	Registro de invernadero



Anexo 11. Número de raíces por estaca.

Sustrato	repeticiones	Tiempo				
		30	45	60	75	90
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	1	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0



Anexo 12. Diámetro de las raíces por estaca (mm).

Sustrato	repeticiones	Tiempo				
		30	45	60	75	90
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0,4	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0



Anexo 13. Peso seco de las raíces por estaca (mg).

Sustrato	repeticiones	Tiempo				
		30	45	60	75	90
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico	1	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0,7	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Sustrato orgánico estéril	2	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba estéril	3	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0
Turba + enraizador	4	0	0	0	0	0