



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

## PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Weinmannia pinnata* L. (ENCINO), MEDIANTE EL EMPLEO DE TRES ENRAIZADORES, EN EL SECTOR RUMICHACA, PROVINCIA DEL CARCHI

Autor

Dennis Jefferson Chulde Chulde

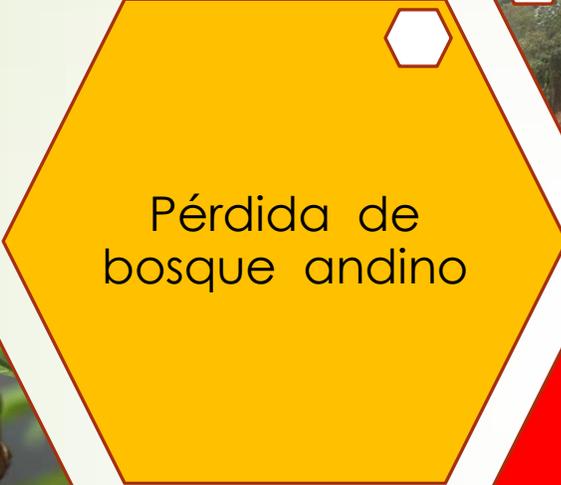
Director

Ing. Mario José Añezco Romero PhD

Ibarra – Ecuador  
2017



# **INTRODUCCIÓN**

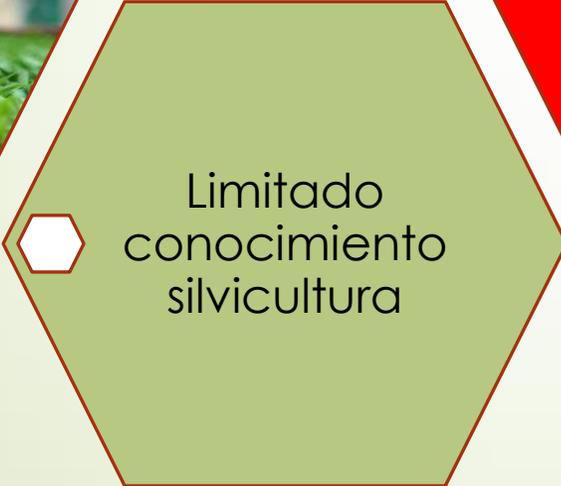


Pérdida de  
bosque andino



Especies  
vulnerables

Las especies del género *Weinmannia* forman parte del bosque andino, las cuales están consideradas vulnerables a causa de graves afectaciones en su población por ser maderas duras.



Limitado  
conocimiento  
silvicultura





Recuperación  
de bosques



La ventaja que representa la propagación vegetativa sobre la sexual consiste en la facilidad de obtener un gran número de individuos de una sola planta, **que conservan las características genéticas del progenitor.**

Disponibilidad  
de material  
para plantar



Propagación  
vegetativa





# OBJETIVOS

## General

Contribuir al manejo sostenible de los bosques andinos determinando una técnica adecuada para la propagación vegetativa de *Weinmannia pinnata* L.

## Específicos



Determinar la técnica de propagación vegetativa más adecuada en términos silviculturales.



Comparar la eficiencia de los enraizadores químico y naturales en la propagación vegetativa de la especie.



Determinar los costos de producción por técnica de propagación vegetativa y por tipo de enraizador utilizado.



# HIPÓTESIS

Nula

Los tratamientos utilizados muestran resultados similares en la propagación vegetativa de *Weinmannia pinnata* L.

Alternativa

Al menos uno de los tratamientos utilizados muestra un resultado diferente en la propagación vegetativa de *Weinmannia pinnata* L.



# **MATERIALES Y MÉTODOS**

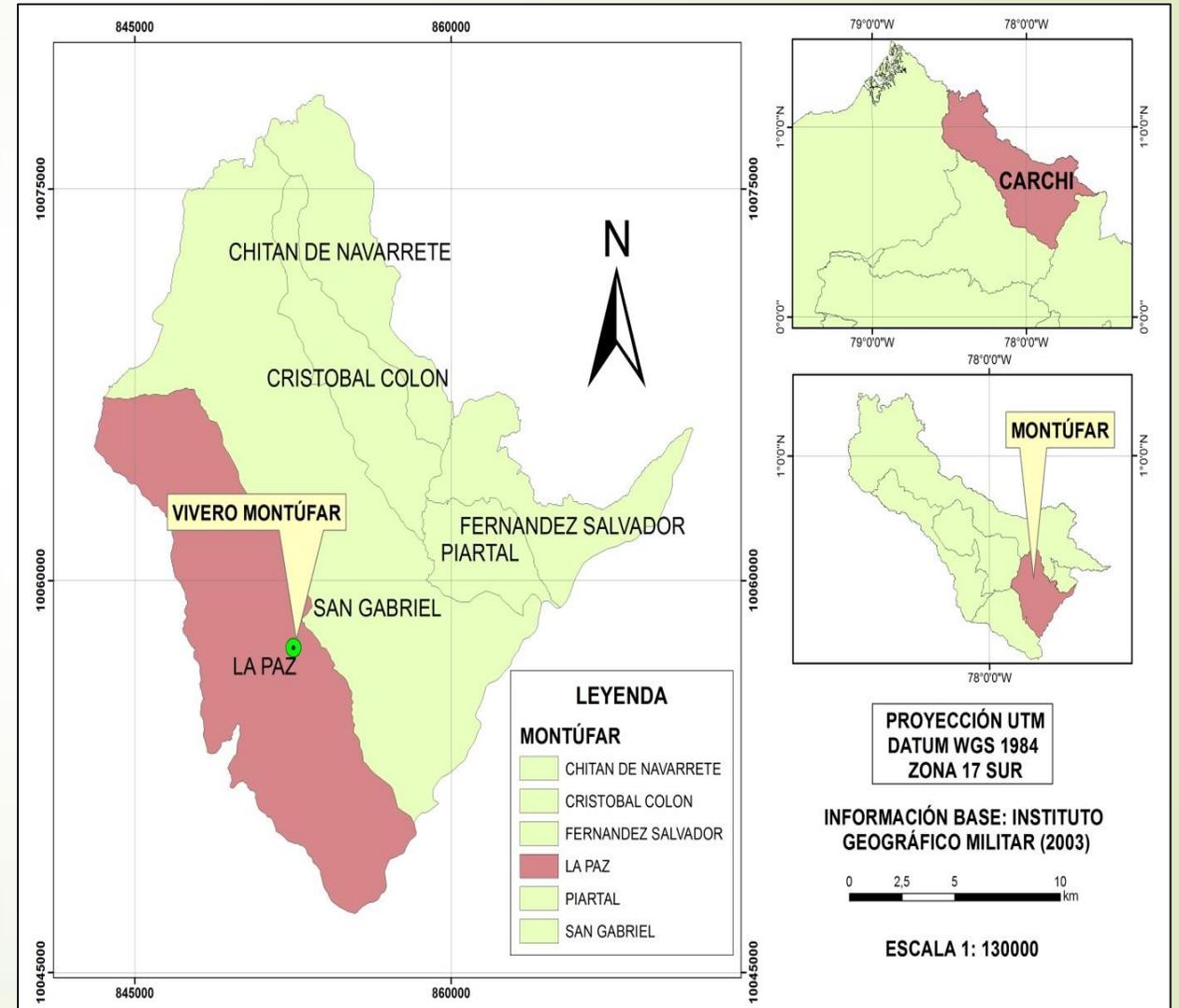
# UBICACIÓN DEL SITIO

El estudio se realizó en el vivero Municipal de Montúfar, Parroquia La Paz, Cantón Montúfar, Provincia del Carchi.

**Altitud:** 2806 msnm

**Temperatura media anual:** 12,45 °C

**Precipitación media anual:** 1400 mm



# MATERIALES, EQUIPOS E INSUMOS

## Materiales

- Machete.
- Tijera de podar.
- Fundas plásticas.
- Rótulos de identificación.
- Carretilla.
- Sarán.
- Zaranda.
- Clavos.
- Martillo.
- Pala.
- Repicador.
- Bomba de mochila.
- Útiles de escritorio.

## Equipos

- Cámara fotográfica.
- GPS.
- Computador.

## Insumos

- Estacas de la parte superior e inferior de la copa.
- Hojas y ramas de Sauce (*Salix humboldtiana* Willd.)
- Arena.
- Tierra de vivero.
- Abono orgánico.
- Enraizantes y desinfectantes.



# **METODOLOGÍA**

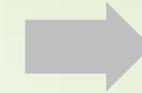
Selección del sitio



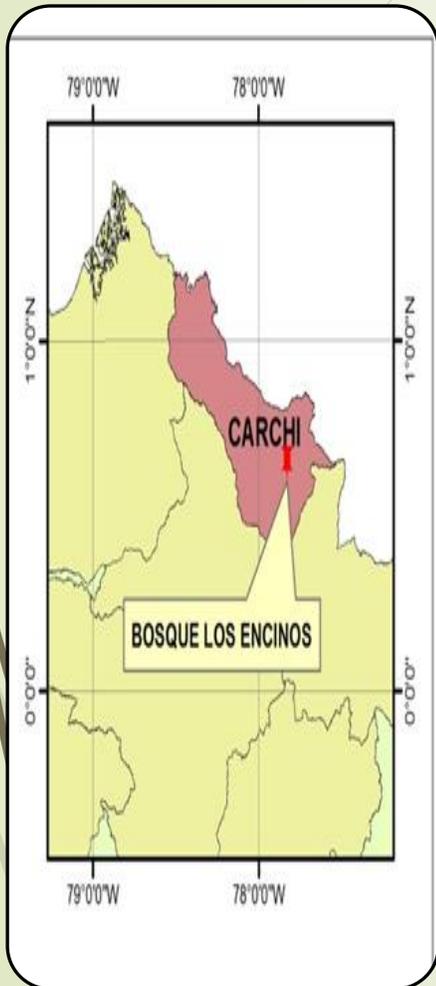
Preparación del sustrato



Enfundado



Recolección del material vegetativo



Desinfección  
de estacas



Preparación  
de  
enraizadores



Aplicación  
de  
enraizadores



Establecimiento



# VARIABLES EVALUADAS

Número de rebrotes por estaca

Estructura de la raíz

Número de raíces

Longitud de raíz

# FACTORES EN ESTUDIO

**Factor A: Origen de la estaca**

**A1:** Estacas de la base de la copa

**A2:** Estacas apicales de la copa

**Factor B: Enraizador**

**B1:** Hormonagro # 1

**B2:** Sauce 1 (ramas)

**B3:** Sauce 2 (hojas)

**B4:** Sin enraizador

# DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Tratamiento	Código	Descripción
T1	B-E1	Estaca de la base de la copa + Hormonagro# 1
T2	B-E2	Estaca de la base de la copa + Sauce 1
T3	B-E3	Estaca de la base de la copa + Sauce 2
T4	B-SE	Estaca de la base de la copa sin enraizador
T5	A-E1	Estaca apical de la copa + Hormonagro# 1
T6	A-E2	Estaca apical de la copa + Sauce 1
T7	A-E3	Estaca apical de la copa + Sauce 2
T8	A-SE	Estaca apical de la copa sin enraizador

# DISEÑO EXPERIMENTAL

Se empleó el Diseño Irrestricto al Azar (DIA), con arreglo factorial A x B.

<b>FV</b> <b>(Fuentes de variación)</b>	<b>gl</b> <b>(grados de libertad)</b>
<b>Tratamiento</b>	<b><math>(8 - 1) = 7</math></b>
<b>Factor A (origen)</b>	<b><math>(2 - 1) = 1</math></b>
<b>Factor B (enraizador)</b>	<b><math>(4 - 1) = 3</math></b>
<b>Interacción A × B</b>	<b><math>(2 - 1)(4 - 1) = 3</math></b>
<b>Error</b>	<b><math>8(4 - 1) = 24</math></b>
<b>Total</b>	<b><math>(4 \times 8) - 1 = 31</math></b>

# CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Descripción	Número
Número de estacas por unidad experimental	15
Número de unidades por tratamiento	4
Número de tratamientos	8
Número de repeticiones por tratamiento	4
Número de estacas por tratamiento	60
Número total de estacas	480

# DETERMINACIÓN DE COSTOS

Para cada tratamiento se registraron los costos que incurrieron en los procedimientos realizados e insumos necesarios para la producción de la especie.



A continuación se detallaron las actividades que comprenden costos variables como la extracción de materiales para el sustrato, preparación de la mezcla, protección del experimento, entre otras; de igual forma para los costos fijos en los que se consideró la infraestructura, depreciación de equipos y herramientas, administración e imprevistos.



De esta manera se determinó el valor por plántula por técnica de propagación vegetativa y enraizador utilizado.





# RESULTADOS



Al finalizar el presente estudio se acepta la hipótesis nula ya que los datos para el análisis de varianza entre las técnicas silviculturales y los enraizadores muestran resultados similares en la propagación vegetativa de la especie.

La variable que evaluaba el número de rebrotes, determinó resultados no satisfactorios, considerando que en la primera medición realizada a los 60 días de establecido el ensayo se registró sólo una estaca con presencia de rebrotes correspondiente al Tratamiento 5 Repetición 3 (Estaca apical de la copa + Hormonagro # 1).

De forma similar en las variables que evaluaban: estructura, número y longitud de raíces, no se encontró emisión en ningún tratamiento del ensayo.



## RESULTADOS OBTENIDOS A LOS 60 DÍAS





# COSTOS DE PRODUCCIÓN

## a) Estacas de la base de la copa

El T2 (B-E2) presentó mayor costo de producción por plántula con un valor de 1,34 US \$ debido al tiempo y actividades necesarias en la preparación del enraizador aplicado, de forma similar ocurrió con T3 (B-E3) que registró la cantidad de 1,32 US \$. A continuación se visualiza T1 (B-E1) con 1,25 US \$, mientras que el tratamiento que menor costo denotó fue T4 (B-SE) con 1,21 US \$ considerando que en este no se aplicó enraizador.



# COSTOS DE PRODUCCIÓN

Actividades	Tratamientos			
	B-E1	B-E2	B-E3	B-SE
<b>Costos variables</b>	Total US \$			
Preparación de elementos del sustrato	1,83	1,83	1,83	1,83
Preparación de la mezcla	1,84	1,84	1,84	1,84
Instalación del ensayo	27,20	27,20	27,20	27,20
Preparación y aplicación de enraizador	2,09	6,71	5,72	0,00
Labores de mantenimiento	24,50	24,50	24,50	24,50
<b>Subtotal</b>	<b>57,46</b>	<b>62,08</b>	<b>61,09</b>	<b>55,37</b>
<b>Costos fijos</b>				
Infraestructura	4,14	4,14	4,14	4,14
Depreciación equipos y herramientas	4,94	5,01	5,01	4,94
Administración (10%)	5,75	6,21	6,11	5,54
Imprevistos (5%)	2,87	3,10	3,05	2,77
<b>Subtotal</b>	<b>17,70</b>	<b>18,46</b>	<b>18,31</b>	<b>17,39</b>
<b>Costo total</b>	<b>75,16</b>	<b>80,54</b>	<b>79,41</b>	<b>72,76</b>
<b>Costo/plántula</b>	<b>1,25</b>	<b>1,34</b>	<b>1,32</b>	<b>1,21</b>

# COSTOS DE PRODUCCIÓN

## b) Estacas apicales de la copa

El mayor valor obtenido en esta técnica fue T6 (A-E2) con un costo de producción de 1,34 US \$ por plántula, seguido del T7 (A-E3) con un valor de 1,32 US \$, el T5 (A-E1) mostró una cantidad de 1,25 US \$ y T8 (A-SE) registró un precio de 1,21 US \$.



# COSTOS DE PRODUCCIÓN

Actividades	Tratamientos			
	A-E1	A-E2	A-E3	A-SE
<b>Costos variables</b>	Total US \$			
Preparación de elementos del sustrato	1,83	1,83	1,83	1,83
Preparación de la mezcla	1,84	1,84	1,84	1,84
Instalación del ensayo	26,85	26,85	26,85	26,85
Preparación y aplicación de enraizador	2,09	6,71	5,72	0,00
Labores de mantenimiento	24,50	24,50	24,50	24,50
<b>Subtotal</b>	<b>57,10</b>	<b>61,72</b>	<b>60,74</b>	<b>55,01</b>
<b>Costos fijos</b>				
Infraestructura	4,14	4,14	4,14	4,14
Depreciación equipos y herramientas	4,94	5,01	5,01	4,94
Administración (10%)	5,71	6,17	6,07	5,50
Imprevistos (5%)	2,86	3,09	3,04	2,75
<b>Subtotal</b>	<b>17,65</b>	<b>18,41</b>	<b>18,26</b>	<b>17,33</b>
<b>Costo total</b>	<b>74,75</b>	<b>80,13</b>	<b>79,00</b>	<b>72,35</b>
<b>Costo/Plántula</b>	<b>1,25</b>	<b>1,34</b>	<b>1,32</b>	<b>1,21</b>

# ANÁLISIS DE COSTOS POR TÉCNICA DE PROPAGACIÓN VEGETATIVA Y ENRAIZADOR UTILIZADO

En lo que respecta a la técnica de propagación vegetativa: estacas de la parte apical y de la base de la copa, los tratamientos no presentan diferencias en el costo de producción por plántula. Por el contrario en los enraizadores Hormonagro # 1, Sauce 1 ramas, Sauce 2 hojas y sin enraizador, expresan diferencias debido al valor registrado en actividades y herramientas utilizadas en la preparación de éstos, siendo los de origen natural los que mayor costo evidencian.





# DISCUSIÓN

En la revisión bibliográfica no se encontraron estudios similares de los procedimientos utilizados en la propagación de la especie *Weinmannia pinnata* L.

<b>Investigaciones en especies del género <i>Weinmannia</i></b>	<b>Propagación</b>	<b>Observaciones</b>
Lojan (1992) <i>Weinmannia fagaroides</i> Khunt.	estacas que rebrotan cuando se plantan en cercos de potreros	no existe información científica al respecto
Villamizar (2005) <i>Weinmannia tomentosa</i> H.B. & K.	posible de propagar asexualmente por estacas	no indica la técnica para realizarlo

Investigaciones en especies de la familia CUNONIACEAE	Material empleado y resultados	Investigación realizada	Observaciones
Salinas, Ovando, Acuña y Diaz (2011) <i>Caldcluvia paniculata</i> (Cav) D. Don.	estacas de últimos brotes del árbol, aplicación de auxina de IBA ROOT. Enraizamiento del 53%	estacas de la parte apical tratados con AIB presente en el enraizador natural, no lograron promover el enraizamiento	medio de cultivo un sustrato con temperaturas de 18 a 22° C, dicha característica estimula células y aporta a la rizogénesis del material vegetativo
Gerding, Hermosilla y Grez (1996) <i>Eucryphia cordifolia</i> Cav.	estacas terminales de ramas laterales y un sustrato a base de corteza compostada se obtuvo un 87% de enraizamiento	sustrato compuesto por tierra de vivero, arena y abono orgánico, que presentó características necesarias para la propagación; el cual no influyó en el enraizamiento	la efectividad del medio de cultivo dependerá de las características de enraizamiento propias de la especie

Debido a que no se lograron los resultados esperados se indagó sobre posibles causas, discusión que se muestra seguidamente.

## Facilidad de enraizar de las plantas

*Weinmannia pinnata* L. presenta dificultades de enraizamiento por lo que podría pertenecer al grupo de especies donde la actividad de uno o más cofactores internos se ven limitados. Hartman y Kester (1992) señalan que dicho grupo obtiene poca o ninguna respuesta a la aplicación externa de auxinas.



## Hormonas aplicadas en el ensayo

Las hormonas ANA Y AIB no lograron estimular la emisión de raíces de la especie en estudio; tomando en cuenta que son las más recomendadas en la propagación de especies forestales (Valenzuela, 2011). Y que además denotan resultados evidentes en la rizogénesis de otras especies. Dichos argumentos sugieren la aplicación de otro tipo de hormonas que quizá presenten estimulación de raíces en *Weinmannia pinnata* L.

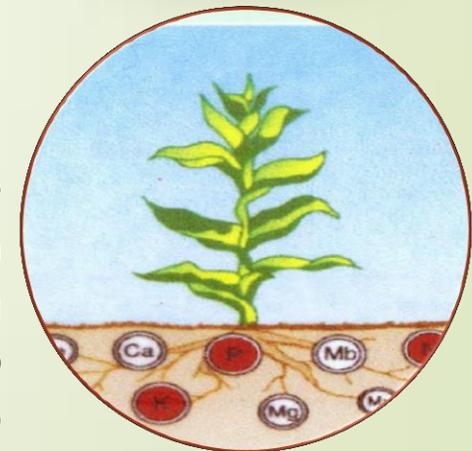
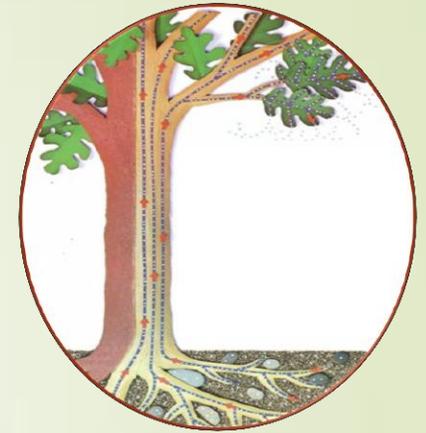


## Presencia de inhibidores de enraizamiento naturales en estacas de especies difíciles de propagar

Estos pueden tener origen en las raíces de la planta madre y moverse hacia el tallo para de esta manera interferir en la emisión de raíces del material vegetativo. Este podría ser el caso de *W pinnata* L., donde se obtuvieron resultados poco satisfactorios de enraizamiento.

## Estado nutricional de la planta madre

Es un elemento relevante en la emisión de raíces y la formación del tallo de estacas. La relación carbohidratos/nitrógeno puede influir en la propagación vegetativa, siendo de preferencia como lo expresan Kraus & Kraybill (1991) un alto contenido de carbohidratos y bajas concentraciones de nitrógeno que a lo mejor no fueron las características nutricionales del material vegetativo empleado en el ensayo.



## Edad de la planta madre

En el presente estudio se consideró este factor en la selección de árboles para la recolección de estacas, sin embargo no se obtuvo los resultados esperados debiéndose quizá a la necesidad de emplear individuos aún más jóvenes como lo menciona Libby, Brown & Fielding (1972) en la propagación vegetativa de *Pinus radiata* D. Don.



## Tipo de material a usar en la propagación

En el presente ensayo se emplearon estacas de la parte basal y apical de la copa las cuales no denotaron diferencias en la propagación de la especie, atribuyéndose quizá a la necesidad de emplear material rejuvenecido como lo menciona Caso (1992) en la propagación de especies leñosas se mejoró la emisión de raíces empleando brotes con caracteres juveniles a través de una rigurosa poda para mejorar y potenciar las características del material vegetativo.





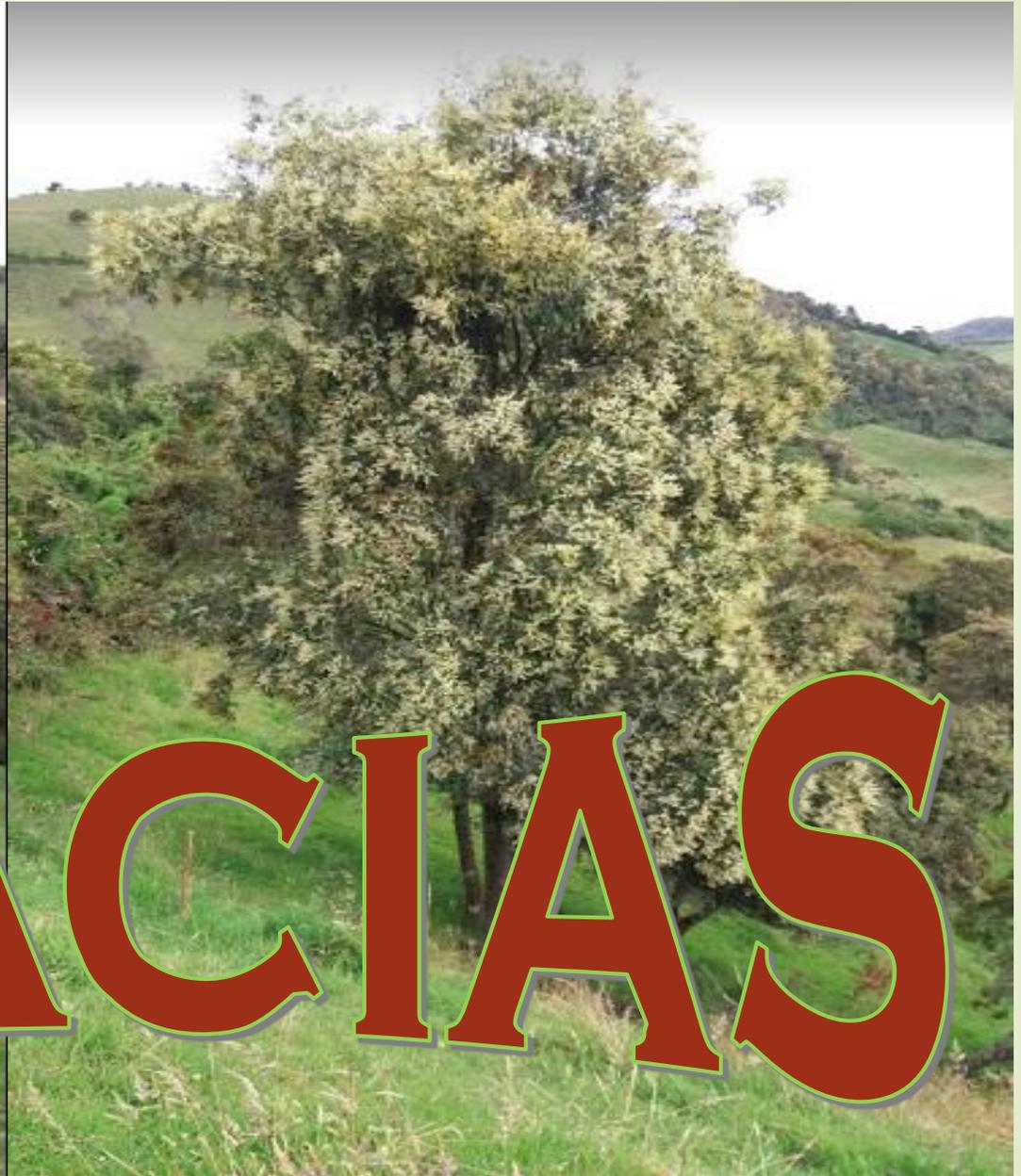
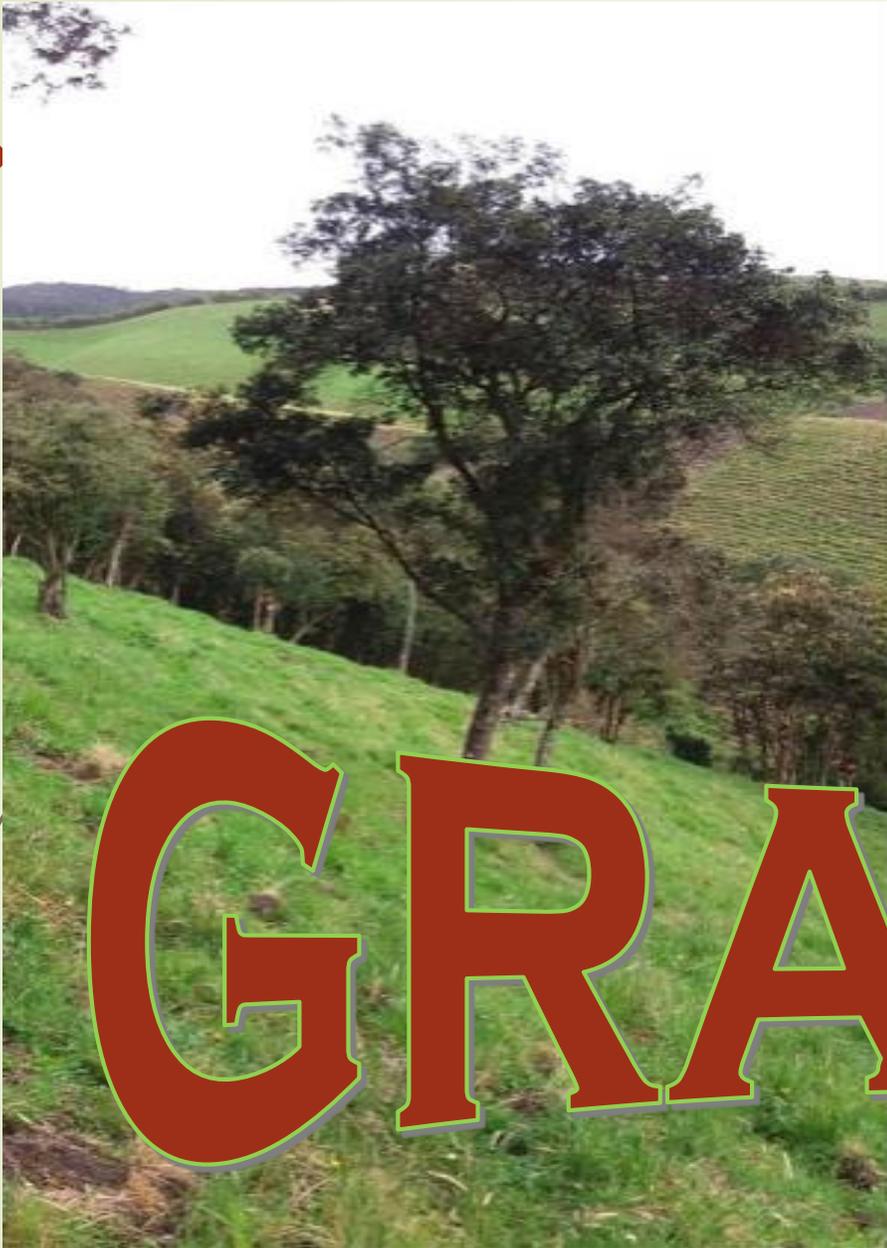
# CONCLUSIONES

- 
- La propagación vegetativa de *Weinmannia pinnata* L. no es viable con las técnicas silviculturales empleadas en el presente ensayo, aún habiendo proporcionado los ambientes necesarios para inducir el enraizamiento.
  - La especie en estudio presenta dificultades de enraizamiento, tomando en cuenta que fue tratada con enraizadores químico y naturales, éstos no lograron estimular la emisión de raíces en el material vegetativo empelado.
  - Los costos de producción con las técnicas de propagación y enraizadores aplicados oscilan entre 1,21 US\$ y 1,34 US\$ por plántula, lo cual evidencia un alto costo que se puede justificar debido a la cantidad de individuos producidos con respecto a las herramientas e infraestructura necesarias para la propagación; pudiendo disminuir este rubro con la producción de un mayor número de plántulas.



# **RECOMENDACIONES**

- 
- Para próximos ensayos se aconseja la fertilización de la planta madre como opción para mejorar el estado nutricional de ésta y así posiblemente contribuir a potenciar la emisión de raíces del material a emplear.
  - Se recomienda aplicar otro tipo de material vegetativo con menor grado de lignificación, lo cual podría mejorar los resultados en la propagación vegetativa de la especie.
  - En futuras investigaciones se sugiere la aplicación de otro tipo de hormona de enraizamiento con el fin de experimentar si ésta influye en la rizogénesis de la especie.
  - Se aconseja utilizar enraizadores naturales en especies que son viables de propagar vegetativamente, con el fin de determinar en qué parte del árbol (ramas u hojas) se encuentra la mayor cantidad de hormonas que estimulan la emisión de raíces.
  - Se recomienda además analizar la relación carbohidratos/nitrógeno del material vegetativo, a fin de certificar si éste presenta un adecuado balance; de lo contrario se puede inducir a que presente dichas condiciones y de esta manera quizá obtener mejores resultados.



**GRACIAS**