

**EVALUACION DE LA PROPAGACION VEGETATIVA DE ALGUNAS
ESPECIES FORESTALES NATIVAS PARA OBRAS DE BIOINGENIERÍA, EN EL
MUNICIPIO DE PASTO.**

**WILLIAM HERNAN PANTOJA VILLA
HAROLD CAMILO RIVERA NARVAEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL
SAN JUAN DE PASTO**

2013

**EVALUACION DE LA PROPAGACION VEGETATIVA DE ALGUNAS
ESPECIES FORESTALES NATIVAS PARA OBRAS DE BIOINGENIERÍA, EN EL
MUNICIPIO DE PASTO.**

WILLIAM HERNAN PANTOJA VILLA

HAROLD CAMILO RIVERA NARVAEZ

**Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero
Agroforestal**

PRESIDENTE DE TESIS

JOSÉ MANUEL CAMPO QUESADA. I. A.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

PROGRAMA DE INGENIERIA AGROFORESTAL

SAN JUAN DE PASTO

2013

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva delos autores.

Artículo 1ro del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del Presidente de tesis

Firma del jurado

Firma del jurado

San Juan de Pasto, Junio de 2013

DEDICATORIA

A Dios, por todas las bendiciones que me ha dado.

A mis padres: Fabio y Alba por su gran amor y apoyo.

A mis hermanos: Leandro, Zonia y Aron.

A Fernanda, mi novia.

A todas las personas que de alguna u otra manera contribuyeron en este trabajo.

WILLIAM HERNAN PANTOJA VILLA

DEDICATORIA

A DIOS Y A MIS PADRES:

MARIA NARVAEZ MORENO

GUILLERMO RIVERA MENESES

A MIS HERMANOS:

WILLIAM ALEXANDER RIVERA NARVÁEZ

CLAUDIA MARCELA RIVERA NARVAEZ

Y a todos mis familiares.

CAMILO RIVERA NARVAEZ

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	11
MATERIALES Y METODOS	13
LOCALIZACION	13
ADECUACION DEL AREA DE ESTUDIO	13
DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES Y VARIABLES A EVALUAR	14
RESULTADOS Y DISCUSION.....	17
PROMEDIO DE BROTES	17
CONCLUSIONES	27
BIBLIOGRAFIA.....	28

**EVALUACION DE LA PROPAGACION VEGETATIVA DE ALGUNAS
ESPECIES FORESTALES NATIVAS PARA OBRAS DE BIOINGENIERÍA, EN EL
MUNICIPIO DE PASTO.¹**

**BIOENGINEERING EVALUATION OF NATIVE VEGETATIVE AND FOREST
SPREAD OF SOME SPECIES TO WORK IN THE MUNICIPALITY OF PASTO.¹**

William Hernán Pantoja V.²

Harold Camilo Rivera N.²

José Manuel Campo Q.³

RESUMEN

El estudio se realizó en el Municipio de Pasto, localizado geográficamente a 1°15'46'' latitud Norte y 77°16'48'' de longitud Oeste, con una altura de 2.823 msnm, temperatura promedio de 12,3⁰C, precipitación promedio anual de 888,2 mm y una humedad relativa de 83.58%. El objetivo de este estudio fue evaluar la propagación vegetativa de algunas especies forestales nativas: Mayo *Tibouchina lepidota*, Colla *Verbesina arbórea*, Pelotillo *Viburnum pichinchense* y Mote *Tournefortia fuliginosa* para obras de Bioingeniería.

Se evaluaron las siguientes variables: promedio de brotes por estaca, porcentaje de brotación de yemas, porcentaje formación de hojas, porcentaje de mortalidad y porcentaje de enraizamiento, para determinar que especies tienen mejor comportamiento fisiológico en la propagación in situ y que sirvan como una alternativa a implementar en posteriores obras biongenieriles. En las variables evaluadas se utilizó la comparación de promedios o diferencia de promedios en parcelas independientes mediante una prueba de T o prueba de Fisher con 25 repeticiones.

¹ Artículo presentado a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño como requisito para optar al Título de Ingeniero Agroforestal.

² Estudiante tesista, FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS. PROGRAMA INGENIERÍA AGROFORESTAL. Universidad de Nariño, 2013; E-mail: williampvilla@hotmail.com, tmcamilo2020@hotmail.com.

³ Profesor Tiempo Completo. Ingeniero Agrícola. Facultad Ciencias Agrícolas, Programa Ingeniería Agroforestal. Universidad de Nariño. Pasto – Colombia. E-mail: jmcq1977@gmail.com

El mejor promedio en la variable número de brotes por estaca lo presentó *Viburnum pichinchense*, con valor de 4,24 y 4,44 en suelo natural y suelo fertilizado respectivamente. Para la variable porcentaje brotación de yemas *Viburnum pichinchense* en suelo natural y suelo fertilizado mostró los siguientes resultados: 81,33% en suelo natural y 68,44% en suelo fertilizado con un P valor < 0,1644 indicando que no existen diferencias estadísticas significativas. En porcentaje de formación de hojas *Viburnum pichinchense* tuvo mejor comportamiento con un valor de 57,33%, en suelo natural y 43,11% en suelo fertilizado, valores que estadísticamente no son significativos, de igual manera en porcentaje de mortalidad quien presento mayor valor para esta variable fue: *Tournefortia fuliginosa* con un 100%, en suelo natural y suelo fertilizado y *Verbesina arborea* con un valor de 100% en suelo natural y 86,8% en suelo fertilizado, finalmente en la variable porcentaje de enraizamiento quien presentó mayor valor en suelo natural y suelo fertilizado fue: *Viburnum pichinchense* y *Tibouchina lepidota* con un 100% para los dos sustratos.

PALABRAS CLAVES: Variables, Mote, Pelotillo, Mayo, Colla, suelo natural y suelo fertilizado

ABSTRACT

The study was conducted in the municipality of Pasto, located geographically-1 15'46" North latitude and 77 ° 16'48" west, with an altitude of 2,823 meters above sea level, average temperature of 12.30 C, average annual rainfall of 888, 2 mm and a relative humidity of 83.58%. The aim of this study was to evaluate the vegetative propagation of native tree species: Mayo *Tibouchina lepidota*, Colla *Verbesina arborea*, Pelotillo *Viburnum pichinchense* and Mote *Tournefortia fuliginosa* for bioengineering works.

Assessed the following variables: average buds per cutting, budbreak percentage, percentage leaf formation, mortality rate and rooting percentage, to determine which species have better physiological behavior in the spread in situ and to serve as an alternative to implement in later works biongenieriles. In the evaluated variables was used to compare average or mean difference in separate plots using a T test or Fisher test with 25 repetitions.

The average score on the variable number of shoots per cutting *Viburnum pichinchense* introduced him with value of 4.24 and 4.44 in natural soil and soil fertilized respectively. For the variable rate budding *Viburnum pichinchense* natural soil and soil fertilized showed the following results: 81.33% in natural soil and 68.44% in soil fertilized with P value <0.1644 indicating that there are no statistically significant differences. As a percentage of *Viburnum pichinchense* leaf formation performed better with a value of 57.33%, in natural soil and in soil fertilized 43.11%, values that are not statistically significant, equally in Mortality percentage who had higher value for this variable was: *Tournefortia fuliginosa*

with 100% natural soil and soil fertilized and *Verbesina arborea* with a value of 100% in natural soil and 86.8% in soil fertilized finally in the variable rooting percentage who had higher value in natural soil was fertilized soil: *Viburnum pichinchense* and *Tibouchina lepidota* with 100% for the two substrates.

KEYWORDS: Variables, Mote, Pelotillo, May, Colla, natural soil and soil fertilized

INTRODUCCIÓN

Mutchler *et al.*, (1988), definieron la erosión como el desprendimiento, depósito y transporte de materiales del suelo por agentes erosivos. Según Kirkby y Morgan (1984), la erosión es la remoción del material superficial por acción del viento o del agua. FAO (1983), define la erosión como la desaparición del suelo superficial arrastrado por el agua y/o el viento, a veces hasta dejar al descubierto el lecho de la roca madre.

Según Mutchler *et al.* (1988), el término erosión abarca también la erosión geológica que se produce en condiciones naturales, fuera de toda intervención humana y que actúa casi en todos los medios en forma paulatina; por lo tanto la erosión es inevitable y cualquier perturbación del suelo puede causar erosión a una tasa probablemente mayor que las tasas naturales de renovación del suelo. Aunque existen casos de erosión natural, en los que el suelo se pierde tan lentamente que puede ser repuesto por los procesos naturales de descomposición y regeneración (Kelley, 1983).

Además de la erosión geológica o natural que es causada por el agua lluvia, viento, la temperatura y la gravedad; está la erosión acelerada o antrópica propiciada por el hombre al romper el equilibrio entre el agua, el suelo y la vegetación (FAO, 1983; Fedecafé, 1975).

En Colombia la degradación de los suelos muestra niveles preocupantes, según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 1998) la pérdida de suelo es del orden de 170,000 a 200,000 t/ha por año. Cerca de 56 millones de hectáreas se encuentran afectadas por erosión y de ellas 60% se ubican en la región Andina (Rivera y Gómez, 1991).

Los factores naturales que permiten el desarrollo en forma avanzada y peligrosa del proceso de erosión hídrica y la sedimentación en el país son entre otros: el tipo de material afectado (suelo), los factores climáticos como la precipitación, el papel de protección que ofrece la cobertura vegetal al medio, el gradiente del terreno, las condiciones de drenaje y la ausencia de un adecuado manejo de los suelos especialmente los de ladera, lo anterior conduce a un aumento acelerado de la erosión en el país y a la presencia de cárcavas de tipo remontante, y movimientos masales derrumbes y deslizamientos, entre otros (Pérez, 2001)

De acuerdo con estadísticas de la OEA, (1994) las remociones o movimientos masales, conocidos popularmente como derrumbes, se clasifican como uno de los cinco fenómenos naturales más destructivos y que más pérdidas económicas y número de muertes causan al año.

Estudios realizados por Flórez, (1986), una de las causas que conduce a los movimientos masales, es la construcción de obras de infraestructura, especialmente de vías por zonas de

inestabilidad potencial, lo cual acelera los procesos degradativos y convierte los sitios en inestabilidad crónica, con reactivaciones en cada período lluvioso.

Por lo general las soluciones tradicionales a este tipo de eventos han sido puntuales y enfocadas a atacar la causa, mediante obras de ingeniería convencional de muros en concreto o piedra, los cuales son demasiado costosos y de una vida útil muy corta, por la misma inestabilidad de las laderas colombianas (Rivera, 1998)

Por esta razón la bioingeniería, representa una poderosa herramienta para la resolución de varios problemas territoriales de estabilización, de consolidación y combate a la erosión y en este sentido muchas veces constituye una alternativa válida a otras técnicas de ingeniería (Zoli, 2004)

La Bioingeniería desde el punto de vista económico, genera un impacto de gran importancia ya que hace uso de la mano de obra local, en vez de tecnologías costosas y sofisticadas. Este aspecto, además de favorecer la participación y el consenso de las Comunidades locales, se traduce en ahorros considerables, sobre todo en los países menos industrializados (Petrone y Preti, 2006)

Un resultado cualitativo importante inducido por las técnicas de Bioingeniería consiste en el desarrollo de investigaciones científicas sobre los materiales autóctonos aptos para los objetivos proyectuales, mediante búsquedas cognoscitivas y experimentaciones. La investigación científica y también la realización de las obras involucran necesariamente a las universidades y a los expertos de las instituciones locales (Agrónomos, Forestales, Botánicos, entre otros.) que desarrollan un rol indispensable para la recolección de información y la evaluación de la aplicación de las nuevas soluciones (Petrone y Preti, 2006)

Esta investigación se desarrolló dentro del marco del proyecto piloto “Estrategia de Cooperación Internacional de Nariño” apoyada por el Programa ART REDES del PNUD y su componente IDEASS.

Las instituciones responsables de la realización del proyecto fueron: La Universidad de Nariño UDENAR (Facultad de Educación y el Departamento de Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales de la Facultad Ciencias Agrícolas), La Gobernación de Nariño y DEVINAR (Desarrollo Vial de Nariño) la Universidad de Florencia DEISTAF (Departamento de Economía Agrícola y Forestal, Ingeniería, Ciencias y Tecnologías)

MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACION

El estudio se realizó sobre un talud ubicado en las coordenadas 1°15'46'' latitud Norte y 77°16'48'' de longitud Oeste, al costado derecho de la vía Panamericana, a 10 km de la cabecera del Municipio de Pasto, salida al norte, sector correspondiente al Corregimiento de Morasurco, vereda Daza, con una altura de 2.823 msnm, temperatura promedio de 12.3°C, una precipitación promedio anual de 888,2 mm y suelos de característica franco arcillosa. (POT. Centro ambiental Chimayoy, 2010). La zona de vida corresponde a Bosque seco Montano Bajo (bs – MB) (Holdridge 1967).

La investigación se desarrolló en un área de 342 m², donde se utilizaron estacas de 4 especies forestales nativas: Mayo *Tibouchina lepidota*, Colla *Verbesina arborea*, Pelotillo *Viburnum pichinchense* y Mote *Tournefortia fuliginosa*; estas se establecieron sobre suelo natural con cobertura artificial de costal y suelo con abono orgánico (Nitrafos a base de gallinaza, cuyinaza y cascarilla de arroz) y químico (Fosforita Huila) y como cobertura vegetal cespedones con pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum*.

ADECUACION DEL AREA DE ESTUDIO

Como describe Moscoso (2003), los taludes presentan condiciones inadecuadas para el desarrollo de vegetación, estas son producto del proceso de formación de estos, tales como la pobreza edáfica y la compactación de los materiales que lo conforman. Es frecuente también en taludes antiguos, la presencia de cárcavas e incluso problemas puntuales de inestabilidad y socavamiento de la base del talud provocados fundamentalmente por deficiencias en el control de escorrentías superficiales y subsuperficiales.

Para implementar la vegetación es necesario realizar una serie de acciones de preparación con el objetivo de corregir las deficiencias mencionadas, creando en la zona de actuación condiciones topográficas, de drenaje y calidad del sustrato adecuadas.

Teniendo en cuenta lo anterior se realizaron las siguientes actividades:

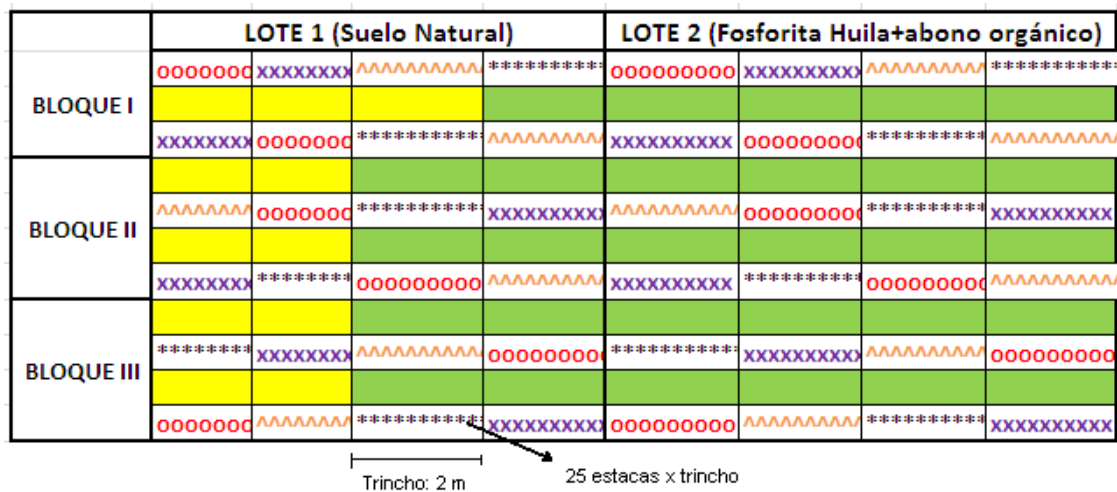
- Limpieza y peinado inicial del área
- Excavación con maquinaria de la cimentación de la obra de sostén al pie del talud
- Realización del drenaje con tubo microfisurado y grava.
- Entramado de madera, con tubo drenante en la parte trasera
- Perforación de los postes de madera para la sucesiva colocación de clavos
- Realización de las empalizadas vivas a lo largo del talud
- Entramado de madera a la base del talud en la fase intermedia del trabajo.

- Fertilización orgánica y química
- Colocación de las estacas vivas en el entramado de madera
- Recubrimiento del talud con césped para prevenir fenómenos erosivos
- Colocación de red de cabuya procedente de sacos de café con finalidad antierosiva

DISTRIBUCION DE LAS ESPECIES Y VARIABLES A EVALUAR

La distribución de las especies se hizo en 3 bloques horizontales, cada bloque formado por 2 filas, cada fila constó de 8 trinchos y en cada trincho se establecieron 25 estacas de cada especie. Para un total de 48 trinchos y 1200 estacas, a las cuales se les midió las siguientes variables: Promedio de brotes por estaca, Porcentaje de brotación de yemas, Porcentaje formación de hojas, Porcentaje de mortalidad y Porcentaje de enraizamiento.

Figura 1. Distribución de las especies en el talud (Alto Daza 2012)



Especies utilizadas (Estacas)

OOOOOO = *Tibouchina lepidota*

XXXXXX = *Tournefortia fuliginosa*

^^^^^^ = *Viburnum pichinchense*

***** = *Verbesina arborea*

Tipo de cobertura



Cobertura artificial (Costal)



Césped: Pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum*

El estudio se realizó durante 12 meses, en este tiempo se hicieron toma de datos de las variables enunciadas en los objetivos, para las especies establecidas inicialmente. Al finalizar el 7° mes de evaluación se encontró que las especies *Tournefortia fuliginosa* y *Tibouchina lepidota* tenían un porcentaje de mortalidad muy alto 100% y 95,66% respectivamente, como una alternativa a las especies anteriormente mencionadas se establecieron 2 nuevas especies: *Salix humboldtiana* e *Hibiscus rosa-sinensis* que reemplazaron a *Tournefortia fuliginosa* y *Tibouchina lepidota* respectivamente, a estas especies se les realizó una evaluación de las variables: promedio de brotes por estaca y porcentaje de mortalidad, consideradas importantes para determinar el buen desarrollo de las estacas.

Se determinó el diámetro de las estacas por especie para relacionarlas con los resultados obtenidos de las variables evaluadas. Esta actividad se la realizó con la ayuda de un pie de rey, que permite mayor precisión en la toma de datos.

Se realizaron 12 muestreos para el promedio de brotes, los cuales se hicieron cada 15 días. Para determinar el promedio de brotes por estaca se tuvo en cuenta la relación número total de brotes sobre total de estacas sembradas en cada trincho (25).

La fórmula utilizada para esta variable tiene como fuente esta investigación.

Para las variables: Promedio de brotes por estaca y porcentaje de brotación de yemas, se tomó los datos del muestreo 7, debido a que es el que mejor promedio presenta

$$\text{Promedio de brotes} = \frac{\text{Número Total de brotes}}{\text{Total de estacas sembradas por trincho}}$$

Para medir el porcentaje de brotación de yemas se tuvo en cuenta el número de estacas con yemas sobre el número de estacas por trincho, estos datos se tomaron cada 15 días y se hicieron 12 muestreos.

La fórmula utilizada para esta variable tiene como fuente esta investigación.

$$\% \text{ brotación yemas} = \frac{\text{Número de estacas con brotación de yemas}}{\text{Número total estacas evaluadas por trincho}} \times 100$$

Para medir el porcentaje de enraizamiento se utilizó formula descrita por Benavides y Rosero (1999)

$$\% \text{ enraizamiento} = \frac{\text{Número de estacas con raíces}}{\text{Número estacas vivas por trincho}} \times 100$$

Para esta variable se hizo una sola medición, al finalizar la etapa de campo, (12 meses) debido a que el proceso de evaluación requiere de un método destructivo, lo que incide en

el porcentaje de mortalidad de las estacas, los datos obtenidos corresponden a porcentaje de raíz por especie para cada sustrato.

Porcentaje Formación de hojas: para esta variable se tuvo en cuenta el tiempo para la formación de las hojas, haciendo una evaluación cada 15 días, debido a que en la mayoría de las especies nativas el rebrote es más lento.

La fórmula utilizada para esta variable tiene como fuente esta investigación.

$$\% \text{ formación de hojas} = \frac{\text{Numero de estacas con formación de hojas}}{\text{Numero de estacas evaluadas por trincho}} \times 100$$

Porcentaje de Mortalidad: Es la relación entre el número de estacas vivas, * 100 sobre el número total de estacas por especie.

Para esta variable la primera evaluación se hizo 3 meses después de haber hecho el establecimiento de las estacas, se realizaron en total 4 muestreos en esta variable. Para determinar la mortalidad de las estacas se tuvo en cuenta si la estaca tenía o no rebrotes. Además se hizo un raspado sobre la corteza, estableciendo si la estaca tenía o no una coloración verde, lo que indica si está o no activa, descartando aquellas que su corteza no es verde.

Se utilizó la formula descrita por Benavides y Rosero (1999)

$$\text{Porcentaje de mortalidad} = \frac{\text{Número de estacas vivas}}{\text{Número total de estacas por trincho}} \times 100$$

ANALISIS ESTADISTICO

Se utilizó la comparación de promedios o diferencia de promedios en parcelas o eventos independientes mediante una prueba de T o prueba de Fisher con 25 repeticiones, los datos se analizaron estadísticamente en Infostat versión 2007.

Se consideraron como factores de variación o de comparación las siguientes variables independientes: las especies, el sustrato y la posición en el talud, la comparación de especies se hizo en forma independiente todos contra todos. Teniendo en cuenta que el talud presenta una pendiente de 45 % y evidencia un gradiente de humedad, igualmente se consideró como factor de variación y se compararon cada una de las especies en la posición sobre el talud, parte superior y parte inferior del talud.

RESULTADOS Y DISCUSION

PROMEDIO DE BROTES

Al realizar la comparación entre las especies Mayo *Tibouchina lepidota*, Colla *Verbesina arbórea*, Pelotillo *Viburnum pichinchense* y Mote *Tournefortia fuliginosa* establecidas en suelo natural con cobertura artificial (costales) se obtuvo los siguientes resultados (Tabla 1)

Promedio brotes por estaca en Suelo Natural y Cobertura artificial (Costales)

La prueba de Fisher o prueba de T indica diferencias estadísticas significativas al comparar las especies *Viburnum pichinchense* con *Tibouchina lepidota* con un P Valor < 0,0065, de igual manera al comparar *Viburnum pichinchense* con *Tournefortia fuliginosa* se obtuvo un P Valor < 0,0099 lo que indica que las dos especies tiene comportamientos diferentes estadísticamente.

En contraste, al comparar *Verbesina arbórea* con *Tournefortia fuliginosa* se obtuvo un P Valor < 0,1011, así mismo al comparar *Tibouchina lepidota* con *Tournefortia fuliginosa* se obtuvo un P Valor < 0,1610 indicando que para las dos comparaciones anteriores no existen diferencias estadísticas significativas en cuanto a la variable promedio de brotes por estaca.

Tabla 1. Promedio brotes por estaca en Suelo Natural Cobertura artificial (Costales)

Especie	Brotos por estaca	Especie	Brotos por estaca	P Valor <
<i>Viburnum pichinchense</i>	4,24	<i>Tibouchina lepidota</i>	1,76	0,0065
<i>Viburnum pichinchense</i>	4,24	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	2,00	0,0099
<i>Verbesina arbórea</i>	1,52	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	2,56	0,1011
<i>Tibouchina lepidota</i>	0,92	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	1,52	0,1610

Fuente: Esta investigación (2013)

Lo anterior se debe a que *Viburnum pichinchense* es una especie que presenta alta probabilidad de sobrevivencia y por ende buen promedio de brotes como lo afirma (López y Rosales, 2000).

Las especies *Verbesina arbórea*, *Tournefortia fuliginosa* y *Tibouchina lepidota* presentaron comportamientos similares para la variable número de brotes. Mahecha *et al.*, (2004) manifiesta que el diámetro de las estacas, en este tipo de propagación tiene incidencia en el número de brotes y por lo tanto en la supervivencia de las mismas.

Ruiz (2009), menciona que una estaca juvenil sin hojas no puede arraigar. Una estaca que pierde sus hojas en el transcurso del arraigue esta igualmente propensa a morir, pues aunque esté empezando a emitir raíces, no podrá desarrollarse. El bajo número de brotes por estaca puede tener incidencia en el enraizamiento, ya que aquellas especies con pocos brotes tendrán menor capacidad para enraizar. Santelices (2007) indica a lo anterior, como la razón más común para no conseguir enraizamiento.

De las cuatro especies evaluadas en suelo natural con cobertura artificial (costales) *Viburnum pichinchense* es la que mejor promedio de brotes presentó (4,24). Weaver, (1987) manifiesta que la presencia de yemas en una estaca es favorable para el enraizamiento. La importancia de las yemas en la iniciación de raíces se pone de manifiesto por el hecho de que las estacas enraízan mejor una vez finaliza el reposo de las yemas.

Promedio brotes por estaca en Suelo con abono orgánico y químico y cobertura vegetal cespedón

Al realizar la comparación entre las cuatro especies establecidas en suelo con abono orgánico y químico más cobertura vegetal (cespedón) para la variable promedio de brotes, se encontró los siguientes resultados: (Tabla 2)

La prueba de T muestra diferencias estadísticas significativas en las comparaciones realizadas entre *Viburnum pichinchense* con *Tibouchina lepidota*, *Viburnum pichinchense* con *Verbesina arborea* y *Verbesina arborea* con *Tibouchina lepidota*, con P Valores < 0,0017, <0,0067 y < 0,0002 respectivamente.

Caso contrario ocurre al realizar la comparación entre *Viburnum pichinchense* y *Tournefortia fuliginosa* al obtener un P Valor < 0,0720 lo que indica que las dos especies se comportan de manera similar para la variable número de brotes.

Viburnum pichinchense es la especie de mejor comportamiento para la variable número de brotes, indicando que es la especie que mejor se adapta a las condiciones del sustrato. Esto se debe a que la cobertura vegetal le facilita algunos factores importantes como pH (6,1) y textura del suelo (suelo franco), (resultados obtenidos del análisis de suelos área de estudio) permitiendo que las estacas presenten mayor número de brotes. Aparicio *et al.*, (1999), consideran que los parámetros anteriormente mencionados son importantes en el proceso de germinación de las plántulas, caso que se pone de manifiesto al presentar los mejores promedios de brotes (4,44)

Tabla 2. Promedio brotes por estaca en Suelo con abono orgánico y químico cobertura vegetal cespedón

Especie	Brotos por estaca	Especie	Brotos por estaca	P Valor<
<i>Viburnum pichinchense</i>	4,44	<i>Tibouchina lepidota</i>	1,52	0,0017
<i>Viburnum pichinchense</i>	4,44	<i>Verbesina arborea</i>	1,80	0,0067
<i>Viburnum pichinchense</i>	3,80	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	1,60	0,0720
<i>Verbesina arborea</i>	2,76	<i>Tibouchina lepidota</i>	0,44	0,0002

Fuente: Esta investigación (2013)

Comparación de especies iguales en sustratos diferentes

Se realizó la comparación de especies iguales en sustratos diferentes y se encontró los siguientes resultados. (Tabla 3).

La prueba de T indica que existen diferencias estadísticas significativas al hacer la comparación de *Tibouchina lepidota* y *Tournefortia fuliginosa* establecidas en suelo natural con *Tibouchina lepidota* y *Tournefortia fuliginosa* implementadas en suelo fertilizado, se obtuvo los siguientes P Valor< 0,0004 y < 0,0233 respectivamente, indicando que las especies implementadas en suelo natural presentan mejor número de brotes.

Lo anterior indica que el promedio de brotes está determinado por las características relacionadas con el material vegetal las condiciones ambientales a que son sometidas las estacas y por el tipo de sustrato (Hermosilla, 1996).

Tabla 3. Comparación de especies iguales en sustratos diferentes.

Especie	Promedio brotes por estaca. S. N.	Promedio brotes por estaca. S. F.	P Valor<
<i>Viburnum pichinchense</i>	4,24	2,80	0,1315
<i>Tibouchina lepidota</i>	1,76	0,44	0,0004
<i>Verbesina arborea</i>	1,08	1,84	0,0571
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	1,52	2,92	0,0233

Fuente: Esta investigación (2013)

Comparación de especies iguales en suelo natural de acuerdo a la posición en el talud

Se comparó las especies sembradas en suelo natural y cobertura artificial (costales) en la parte alta del talud, con aquellas sembradas en la parte baja y que corresponden al mismo tratamiento (Tabla 4)

Los resultados de la prueba de T muestran diferencias estadísticas significativas para *Tibouchina lepidota* establecida en la parte alta al compararse con *Tibouchina lepidota* de la parte baja del talud ya que presenta un P Valor < 0,0068.

Viburnum pichinchense presenta (4,24) brotes por estaca en la parte alta, un promedio bueno si se compara con el valor obtenido para las estacas de la misma especie que se sembraron en la parte baja (2,32) brotes por estaca, sin embargo estadísticamente son iguales pues presentan un P Valor < 0,0629, indicando que para esta especie no hay efecto de la posición en el talud.

Tibouchina lepidota presenta efecto de la posición sobre el talud indicando el mayor número de brotes en la parte superior (1,76) y (0,52) para aquellas estacas que se establecieron en la parte inferior del tratamiento. Para esta especie las mejores condiciones están en la parte alta y los resultados obtenidos así lo demuestran, indicando que no tolera el exceso de humedad. Peñuelas y Ocaña (1996) afirman que el sustrato debe proporcionar buena aireación, buen drenaje para evitar excesos de humedad y la pudrición de las estacas, además esto facilita el enraizamiento.

Tabla 4. Comparación de especies iguales en suelo natural de acuerdo a la posición en el talud

Especie	Promedio brotes por estaca. Parte alta	Promedio brotes por estaca. Parte baja	P Valor <
<i>Viburnum pichinchense</i>	4,24	2,32	0,0629
<i>Tibouchina lepidota</i>	1,76	0,52	0,0068

Fuente: Esta investigación (2013)

Comparación de especies iguales en suelo con abono orgánico y químico y cespedón como cobertura vegetal, en diferentes bloques

Al hacer la comparación de las especies sembradas en la parte superior e inferior del talud en suelo fertilizado con abono orgánico y químico y con cobertura vegetal correspondiente a cespedones de pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum* se encontró los siguientes resultados (Tabla 5)

La prueba de T, indica que no hay diferencias estadísticas significativas al comparar la ubicación en el talud para las especies *Viburnum pichinchense*, *Tibouchina lepidota* y *Verbesina arborea* sembradas en la parte alta con *Viburnum pichinchense*, *Tibouchina lepidota* y *Verbesina arborea* sembradas en la parte baja, ya que presentan un P Valor < 0,3285, < 0,5677 y < 0,6522 respectivamente.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede afirmar que el suelo donde se establecieron las especies presenta una densidad aparente de 0,7 gr/cm³ y se clasifica como suelo Franco (resultados obtenidos del análisis de suelo), estas condiciones son óptimas para el buen desarrollo de las estacas, por lo anterior Montenegro y Malagón (1990) manifiestan que: un suelo en el cual se desarrollan bien las plantas es aquel que tiene el espacio de poros dividido por igual, entre poros grandes y pequeños; tal suelo tiene un grado alto de características físicas favorables (densidad aparente y textura) en relación con la aireación, permitiendo mayor fluctuación del agua por efecto de gravedad hacia las partes bajas del talud.

Caso contrario para *Tournefortia fuliginosa* ya que presentó (1,20) brotes por estaca en la parte alta y (2,44) en la parte baja, con un P Valor < 0,0181 mostrando diferencia estadística significativa en cuanto a la posición en el talud, presentando mayor capacidad de brotes en la parte baja del talud, lo cual está asociado con la textura del suelo y los altos valores de porosidad de aireación, que favorece una alta penetración y movimiento de agua en el perfil del suelo (Pla, 1983)

Tabla 5. Comparación de especies iguales en suelo con abono orgánico y químico y cespedón como cobertura vegetal, en diferentes bloques

Especie	Promedio brotes por estaca. Parte alta	Promedio brotes por estaca. Parte baja	P Valor <
<i>Viburnum pichinchense</i>	2,80	2,12	0,3285
<i>Tibouchina lepidota</i>	0,92	0,76	0,5677
<i>Verbesina arborea</i>	1,96	2,32	0,6522
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	1,20	2,44	0,0181

Fuente: Esta investigación (2013)

PORCENTAJE BROTACION DE YEMAS

Al realizar el análisis de la Prueba de T o prueba de Fisher para porcentaje de brotes de las cuatro especies establecidas en diferentes sustratos (suelo natural y suelo fertilizado) se encontró los siguientes resultados (Tabla 6)

Viburnum pichinchense, *Tournefortia fuliginosa* y *Tibouchina lepidota* presentaron los mejores porcentajes para la variable evaluada en suelo natural, en relación con los porcentajes de brotes del suelo fertilizado + cespedón, con P Valor < 0,1644, < 0,0883 y < 0,4652 respectivamente, estos valores infieren que las especies en diferentes sustratos no presentan diferencias estadísticas significativas. Mientras que *Verbesina arborea* presento mejor porcentaje de brotes en el suelo fertilizado + cespedón en comparación con el

porcentaje de brotes de suelo natural, sin embargo estadísticamente no existen diferencias significativas entre los dos porcentajes anteriores ya que el P Valor encontrado es $< 0,1921$.

Weaver, (1987) manifiesta que la presencia de yemas en una estaca es favorable para el enraizamiento, puesto que las auxinas que corren naturalmente a través de la planta son sintetizadas primordialmente en las yemas, de ahí la importancia de las mismas en la iniciación de radical de las estacas una vez finaliza el reposo de las yemas.

Tabla 6. Porcentaje de brotación de yemas por especie en diferentes sustratos

Especie	% brotación yemas Suelo Natural + Costales	% brotación yemas Suelo Fertilizado + Cespedón	P Valor<
<i>Viburnum pichinchense</i>	81,33	68,44	0,1644
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	77	55	0,0883
<i>Tibouchina lepidota</i>	60	51,5	0,4652
<i>Verbesina arborea</i>	60	78,8	0,1921

Fuente: Esta investigación (2013)

PORCENTAJE FORMACION DE HOJAS

La tabla 7 indica los porcentajes de formación de hojas para especies iguales en sustratos diferentes.

La prueba de Fisher o prueba de T indica que no hay diferencias estadísticas significativas en la variable porcentaje formación de hojas, al comparar las especies *Viburnum pichinchense*, *Tournefortia fuliginosa*, *Tibouchina lepidota* y *Verbesina arborea* establecidas en suelo natural con cobertura artificial (costales) con *Viburnum pichinchense*, *Tournefortia fuliginosa*, *Tibouchina lepidota* y *Verbesina arborea* sembradas en suelo fertilizado y con cobertura natural (cespedones) ya que los P Valores encontrados fueron los siguientes: $< 0,2123$, $< 0,5948$, $< 0,9999$ y $< 0,0867$ respectivamente

Cabe aclarar que aunque los porcentajes de formación de hojas para estacas sembradas en suelo natural difieren en sus valores con aquellos porcentajes de formación de hojas para aquellas estacas establecidas en suelo fertilizado, estas especies estadísticamente no presentan diferencias. Entendiendo que las especies se comportan de igual manera en los diferentes tipos de sustrato, debido a que las especies fueron tomadas de lugares con condiciones similares a la zona de estudio. Es importante destacar que *Viburnum pichinchense* fue la especie que mejor promedio presentó.

Cortes, (1983) indica que la presencia de las hojas en la propagación vegetativa es muy importante ya que estas aportan cofactores como compuestos azucarados y materiales nitrogenados que influyen considerablemente en el prendimiento de las estacas. Villa y Gómez, (1980) reportan que hay pruebas en ciertos compuestos fenólicos como el ácido cafeico, catecol y el ácido clorogenico que son producidos en las hojas e interactúan junto a las auxinas para el prendimiento de las estacas.

Hartmann *et al.*, (1993), afirma que la presencia de hojas ejerce una fuerte influencia estimulante en la iniciación de las raíces y esto es porque los carbohidratos translocados de las hojas indudablemente contribuyen con la formación de raíces, sin embargo, los fuertes efectos promotores de raíces de las hojas se deben probablemente a otros factores más directos, las hojas son conocidas por ser poderosas productoras de auxina.

Tabla 7. Porcentaje de formación de hojas por especie en diferentes sustratos

Espece	% Formación Hojas Suelo Natural + Costales	% Formación Hojas Suelo Fertilizado + Cespedón	P Valor<
<i>Viburnum pichinchense</i>	57,33	43,11	0,2123
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	55	36	0,0867
<i>Tibouchina lepidota</i>	34	34	0,9999
<i>Verbesina arborea</i>	50	56,40	0,5948

Fuente: Esta investigación (2013)

PORCENTAJE DE MORTALIDAD. Se realizaron cuatro tomas de datos para el porcentaje de mortalidad (Tabla8)

La primera toma de datos para esta variable se realizó a los 90 días de haber establecido las estacas. Posteriormente se hicieron 3 muestreos adicionales, cada uno de ellos con un intervalo de tiempo de 1 mes. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 8. El primer muestreo se realizó a los 90 días, Ríos (2011) manifiesta que la mayoría de las estacas no manifiesta síntomas de mortalidad en los primeros días, a partir de los 3 meses empiezan a perder vitalidad, se marchitan y posteriormente mueren.

Tabla 8. Porcentaje de Mortalidad

Toma de datos	Espece	% Mortalidad Suelo Natural	% Mortalidad Suelo Fertilizado	P Valor<
1	<i>Tibouchina lepidota</i>	49	39	0,3808
	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	23	45	0,0883
	<i>Viburnum pichinchense</i>	18,67	28,22	0,2253
	<i>Verbesina arborea</i>	40	29,20	0,1921

2	<i>Tibouchina lepidota</i>	41	56	0,1847
	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	27	68,50	0,0019
	<i>Viburnum pichinchense</i>	32	51,56	0,1464
	<i>Verbesina arborea</i>	52	43,20	0,4380
3	<i>Tibouchina lepidota</i>	65	80	0,0982
	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	52	90	0,0001
	<i>Viburnum pichinchense</i>	37,33	63,56	0,0301
	<i>Verbesina arborea</i>	54	48	0,4565
4	<i>Tibouchina lepidota</i>	93	97	0,1709
	<i>Tournefortia fuliginosa</i>	100	100	*
	<i>Viburnum pichinchense</i>	78,67	84	0,3447
	<i>Verbesina arborea</i>	100	86,8	*

Fuente: Esta investigación (2013)

Los P Valor que aparecen con * no se calcularon en Infostat ya que el programa no lo permite. Debido a que el porcentaje de las especies en cualquiera de los dos tratamientos aparece como constante.

Análisis del % de mortalidad mediante prueba de Fisher o prueba de T

La prueba de Fisher o prueba de T para la primera toma de datos indica que no hay diferencias estadísticas significativas en cuanto a la variable porcentaje de mortalidad, sin embargo es preciso resaltar que *Viburnum pichinchense* en los dos tratamientos fue la especie que menor porcentaje de mortalidad presentó. En contraste a lo anterior se puede afirmar que *Tibouchina lepidota* fue la especie que mayor porcentaje de mortalidad presentó. Lo anterior indica que *Viburnum pichinchense* se adapta mejor a los tratamientos en los que se implementó, caso contrario para *Tibouchina lepidota* que presenta dificultad de sobrevivencia a los sustratos en los que se sembró.

Asimismo al realizar el análisis la segunda toma de datos se encontró que existen diferencias estadísticas significativas en los porcentajes de mortalidad para suelo natural (27%) y suelo fertilizado (68,50%) de la especie *Tournefortia fuliginosa* con un P Valor < 0,0019. Para las otras tres especies no se encontró diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de mortalidad en los dos tipos de sustrato.

La tercera medición para la variable porcentaje de mortalidad indica que existen diferencias estadísticas significativas en la especie *Tournefortia fuliginosa* para los tratamientos con suelo natural y suelo fertilizado, con porcentajes de 52 y 90 y un P Valor < 0,0001, de igual manera *Viburnum pichinchense* también presentó diferencias estadísticas significativas con respecto a los sustratos en los que se estableció con porcentajes de 37,33 y 63,56 y un P Valor < 0,0301. Con respecto a las otras dos especies no se encontró

diferencias estadísticas significativas en el comportamiento en ninguno de los dos tratamientos.

La cuarta toma de mediciones indica que no existen diferencias estadísticas significativas entre las especies en estudio, además se puede observar que los porcentajes de mortalidad se incrementan con el transcurso del tiempo, notándose en las especies una mortalidad del 100% como es el caso de *Tournefortia fuliginosa* para los dos tratamientos, mientras que *Verbesina arborea* únicamente presentó mortalidad del 100% en suelo natural.

Los anteriores comportamientos podrían explicarse ya que las especies establecidas no tuvieron condiciones controladas, además las especies estudiadas presentan dificultad en la propagación vegetativa por estacas. De igual manera a las estacas establecidas en talud no se les realizó ninguna aplicación de hormonas estimulantes de enraizamiento que permitan facilidad de prendimiento y por ende menor % de mortalidad.

A lo antes mencionado Azcón y Talon (1993) manifiestan que la mortalidad de las estacas depende de muchos factores como la cantidad de sustrato, tipo de enraizador utilizado, tipo de estaca y dureza de la misma, además de las condiciones ambientales los cuales actúan de manera relacionada influyendo en el porcentaje de sobrevivencia de las estacas.

PORCENTAJE DE ENRAIZAMIENTO. El muestreo de porcentaje de enraizamiento implica un proceso destructivo, que incide notablemente en la sobrevivencia de las estacas, por esta razón esta variable solo se midió al finalizar el tiempo estimado de recolección de datos. Se seleccionó 5 al azar estacas por cada especie, para un total de 20 estacas por sustrato teniendo en cuenta la posición en el talud, dando como resultado lo siguiente:

Tabla 9. Porcentaje de enraizamiento en suelo natural y suelo fertilizado

Especie	% Enraizamiento S. N.	% Enraizamiento S. F.
<i>Viburnum pichinchense</i>	100	100
<i>Tibouchina lepidota</i>	100	100
<i>Verbesina arborea</i>	0	100
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	0	0

Fuente: Esta investigación (2013)

Los resultados obtenidos indican que *Verbesina arborea* no presentó enraizamiento en aquellas estacas que se establecieron en suelo natural, sin embargo el porcentaje para la misma especie establecida en suelo fertilizado es del 100%. Al realizar la extracción de *Tournefortia fuliginosa* se encontró que esta especie carecía de raíces, ya que al realizar el cuarto muestreo de la variable % de mortalidad estos valores eran iguales al 100% (Ver Tabla 8, cuarta medición)

De los datos anteriormente descritos se puede afirmar que *Tournefortia fuliginosa* es una especie difícil de propagar por medio de estacas ya que en ninguno de los sustratos presentó enraizamiento que favorezca el prendimiento. En los resultados obtenidos para *Verbesina arbórea* se puede decir que es una especie que presenta mejor enraizamiento en suelo con fertilización orgánica y química con una cobertura natural de cespedón pasto Kikuyo *Pennisetum clandestinum* que le ofrecen mejores condiciones para el desarrollo fisiológico de la estaca.

Hermosilla, (1996), manifiesta que al momento de hacer enraizar una estaca, son varios los factores que inciden en este proceso, pero para su mejor análisis y comprensión se dividirán en tres grandes grupos: el primero de ellos corresponde a las características relacionadas con el material vegetal a propagar; en segundo lugar están los tratamientos aplicados a las estacas y, por último se encuentran las condiciones ambientales a que son sometidas las estacas durante el enraizamiento.

Gutiérrez (1995), señala que la formación de raíces depende de una serie de factores internos o endógenos, los que interactúan, en forma compleja, generando cambios en el metabolismo, la desdiferenciación y el crecimiento.

Las especies *Tournefortia fuliginosa* y *Verbesina arbórea* presentaron brotación de yemas a corto plazo, tiempo en el cual la estaca aún no había emitido raíces, este fenómeno tuvo incidencia ya que genera una competencia entre los rebrotes y la formación de raíces. A lo antes mencionado, Agustí (2004) Citado por Garate (2010) manifiesta que el enraizamiento de estacas pueden verse alterado por diversos factores, así: si la brotación de las yemas se produce antes de la emisión de raíces, aquella compite y puede agotar las reservas hídricas y nutritivas de la propia estaca generando la muerte.

Resultados de las variables para las especies: Sauce llorón y Resucitado

Tabla 10. Promedio de brotes por estaca, para las especies Sauce llorón y Resucitado

Especie	Promedio brotes por estaca
<i>Salix humboldtiana</i>	9,33
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	2,33

Fuente: Esta investigación (2013)

Como se puede apreciar *Salix humboldtiana* presenta un alto promedio de brotes por estaca, debido a que es una especie que se propaga muy bien por este medio. Aunque *Hibiscus rosa-sinensis* no presenta valores muy altos, es una especie que se puede considerar como alternativa, en ausencia de las establecidas inicialmente.

Tabla 11. Porcentaje de mortalidad para las especies: Sauce llorón y Resucitado

Especie	% Mortalidad suelo Natural	% Mortalidad suelo Fertilizado
<i>Salix humboldtiana</i>	67,5	57
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	26,5	23,95

Fuente: Esta investigación (2013)

Salix humboldtiana presenta mayor porcentaje de mortalidad, en suelo natural y en menor proporción en suelo fertilizado, esto está directamente relacionado con el promedio de brotes por estaca, que indica que a mayor número de brotes puede generarse un desequilibrio por transpiración y terminar incidiendo en la tasa de mortalidad.

Hibiscus rosa-sinensis presenta menor mortalidad lo que hace que sea una especie a tener en cuenta para posteriores estudios de bioingeniería, los datos de promedio de brotes se relacionan con el porcentaje de mortalidad.

CONCLUSIONES

Viburnum pichinchense presentó el mejor promedio de brotes por estaca (4,24) en suelo natural y (4,44) en suelo fertilizado.

Para la variable porcentaje brotación de yemas, *Viburnum pichinchense* presentó los valores más altos 81,33% y 68,44% en suelo natural y suelo fertilizado respectivamente.

Respecto al porcentaje de formación de hojas *Viburnum pichinchense*, mostró 57,33% en suelo natural y 43,11% en suelo fertilizado, indicando que es la especie que mejor porcentaje presentó al ser comparada con las demás especies en estudio.

Tournefortia fuliginosa presentó el mayor porcentaje de mortalidad (100%) en los dos sustratos, mientras que *Verbesina arborea* con 100% de mortalidad en suelo natural y 86,8% en suelo fertilizado.

Viburnum pichinchense y *Tibouchina lepidota* presentaron porcentajes de enraizamiento del 100% en suelo natural y suelo fertilizado, *Verbesina arborea* presentó un porcentaje de enraizamiento del 100% en suelo fertilizado y 0% en suelo natural, *Tournefortia fuliginosa* no presentó enraizamiento en ninguno de los tratamientos.

Salix humboldtiana, presentó 9,33 brotes por estaca, un valor que supera los encontrados en *Viburnum pichinchense*.

Hibiscus rosa-sinensis presentó los valores más bajos de mortalidad, 26,5% en suelo natural y 23,95% en suelo fertilizado, estos resultados hacen que las dos especies anteriormente mencionadas presenten condiciones óptimas para ser utilizadas en obras de bioingeniería.

BIBLIOGRAFIA

- APARICIO, J; LOPEZ, J.A; DALLA T; FINKER L. y MONTICELLI, C. 1999. Respuesta de las especies de mayor importancia foresto-industrial a la fertilización con NPK en los suelos arenosos de la provincia de Corrientes. Informe Final. SAGP y A-BID. Proyecto Forestal de Desarrollo. Buenos Aires. Argentina. 25 p.
- AZCON, J. y TALON, M. Fisiología y Bioquímica vegetal. España. Interamericana – McGraw-Hill. 581 Pág.
- BENAVIDES, A. y ROSERO, M. 1999. Propagación por estacas de laurel de cera *Myrica pubescens* H.B.K, ex Willd. Pasto. P.9. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agroforestal. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- CORTES, E. 1983. Ensayos de propagación por estaca de Guayacán rosado *Tabebuia rosea*, *Sande Brosimum utile* y *Sangre toro Virola sebifera*. Bogotá. D. E. Instituto Natural de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente. 12 Pág. (Investigaciones Forestales No 12)
- FAO. 1983. Mantengamos viva la tierra: causas y remedios de la erosión del suelo. Roma. Pág. 1 – 21.
- FEDERACIÓN NACIONAL DE CAFETEROS DE COLOMBIA. Manual de conservación de suelos de ladera. Chinchiná – Caldas: FEDERACAFE. Centro Nacional de Investigación de Café CENICAFE, 1975. Pág. 61 – 86
- FLOREZ, A. 1986. Geomorfología del área Manizales – Chinchiná, Cordillera Central, Colombia. Amsterdam, Universidad Van Amsterdam. 159 p. (Tesis PhD.)
- GARATE, M. 2010. Técnicas de propagación por estacas. Trabajo monográfico para optar al título profesional de: Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Ucayali. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela profesional de Agronomía. Ucayali-Perú. 189 Pág.
- GUTIÉRREZ, B. 1995. Consideraciones sobre la fisiología y el estado de madurez en el enraizamiento de estacas de especies forestales. Santiago, Chile. Ciencia e Investigación Forestal. 9 (2): 261 – 277.
- HARTMANN, H; KESTER, D y DAVIES. F. 1993. Plant propagation. Principles and Practices. Fifth edition. New Delhi, India. 647 p.

HERMOSILLA, M. 1996. Utilización de sustratos a base de corteza compostada para propagación vegetativa por medio de estacas de tallo. Tesis Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Valdivia. 83 p.

HOLDRIDGE, L. R. 1967. «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982).

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 1998. Colombia. Ministerio del Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial. Dirección General de Ecosistemas. Plan estratégico para la restauración y el establecimiento de bosques en Colombia –Plan Verde– Bosques para la paz. 50 Pág.

KELLEY, W. 1983. Mantengamos viva la tierra: Causas y remedios de la erosión del suelo. Roma. Pág. 6 – 12.

KIRKBY, J. y MORGAN, P. 1984 Erosión de suelos. México: Limusa. 375 Pág.

LOPEZ, S y ROSALES, G. 2000. Estudio fenológico de 10 especies forestales nativas en la Isla la Corota, Corregimiento del Encano, Municipio de Pasto, Nariño. Trabajo de tesis (Ingeniero Agroforestal). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Programa de Ingeniería Agroforestal.

MONTENEGRO, H. y MALAGÓN, C. 1990. Propiedades físicas de los suelos. Bogotá: Instituto Geográfico “Agustín Codazzi”. 800 p.

MOSCOSO, F. 2003. Principios y fundamentos para aplicación de Bioingeniería de suelos en taludes de corte. Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos para obtener el título de ingeniero de ejecución en ambiente. Universidad de Santiago. Facultad de ingeniería. Departamento ingeniería geográfica. Chile. 183 pág.

MUTCHLER, K; MURPHREE, C. y MCGREGOR, C. 1988. Soil Erosion Research Methods. Arlington Virginia, USA: Winrock International, Pág. 9 - 36.

OEA. 1994. Taller sobre una agenda para reducción de vulnerabilidad a los peligros naturales: El desarrollo integral regional dentro de los países. Boletín de vías Universidad Nacional (Manizales) XII (82): 131 – 139.

PEÑUELAS, J. y OCAÑA, L. 1996. Cultivo de plantas forestales en contenedor. Ministerio de Agricultura, pesca y Alimentación. Secretaria general técnica. Centro de publicaciones. Madrid, España. 190 Pág.

- PEREZ, S. 2001. Modelo para evaluar la erosión hídrica en Colombia utilizando sistemas de información geográfica. Universidad industrial de Santander escuela de Ingeniería Química Especialización en Ingeniería Ambiental. Bogotá, D.C.
- PETRONE, A Y PRETI, F. 2006. La ingeniería Naturalística. Técnicas apropiadas y sostenibles para la reducción de la vulnerabilidad del territorio. Pág. 8.
- PLA, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Revista de la Facultad de Agronomía (UCV), Alcance 33: 15-91.
- RIOS, M. 2011. Evaluación de la eficacia de cuatro enraizadores y tres tipos de estaca en la producción de plantas de guayusa *Ilex guayusa* a nivel de vivero en el Cantón de Archidona, Provincia de Napo. Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de recursos naturales. Escuela de Ingeniería Agronómica. Riobamba Ecuador. 81 Pág.
- RIVERA, J. 1998. Control de cárcavas remontantes en zonas de ladera mediante tratamientos biológicos. Avances técnicos Cenicafé. No. 256. Colombia. Pág. 8
- RIVERA, P y GÓMEZ, A. 1991. Erosividad de las lluvias de la zona cafetera central colombiana. Caldas, Quindío y Risaralda. Cenicafé, Colombia. Pág. 37-52.
- RUIZ, H. 2009. Efecto de cuatro dosis de ácido indol butírico y tres tipos de estacas en el enraizamiento de estacas de Sacha inchi *Plokunetia volubilis* L, en San Martín. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 123 Pág.
- SANTELICES, R. 2007. Efecto del ácido indolbutírico y la presencia de hojas, en el arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser cosechadas en dos épocas diferentes. Ecología Austral 17: 151-158. Asociación Argentina de ecología. En: <http://www.ecologiaaustral.com.ar/files/3e20d5e80a.pdf>
- VILLA, H y GOMEZ, H. 1980. Propagación Asexual de Nopal Cafetero *Cordia alliodora* Ruiz & Pavón. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Medellín. Colombia. 88 Pág.
- WEAVER, R.1987. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. 1 ed. Trad. Agustín Contin. México, Editorial Trillas S.A., 622 Pág.
- ZOLI, D. 2004. Técnicas de Ingeniería Naturalística en el Combate a La Erosión en el Corredor Ejido Tlamimilolpan, La Mesa Municipio De Acaxochitlán, Hidalgo México.