

PROTOCOLO PARA LA PROPAGACION VEGETATIVA DE LAS ESPECIES *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. y *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken POR MEDIO DE PROPAGULOS¹

Palabras clave : Propagación vegetativa, Propágulos, *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora*

Daniel García Forero²

INTRODUCCION

La importancia de la propagación vegetativa, es la reproducción de características fenotípicas deseadas del Ortet y adicionalmente constituyen una ventaja en un ambiente más o menos constante, al cual la especie ya está bien adaptada. Entre las ventajas que ofrece esta técnica está la de brindar ganancias genéticas rápidas, adecuadas para programas de mejoramiento genético.

Tabebuia rosea y *Cordia alliodora* especies de importancia maderera y de potencial en plantaciones comerciales, se constituyen como objeto de programas de mejoramiento genético, teniendo como base la refinación de técnicas como son el Propagador de Sub-irrigación diseñado por el CATIE y la toma de estacas de plántulas de vivero que emulan, la toma de propágulos de rebrotes de tocón por su similitud en cuanto a juvenilidad de tejidos.

OBJETIVOS

- Determinar el protocolo de propagación por medio de estacas para las especies *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora* como herramienta para el mejoramiento, conservación y la reforestación comercial.
- Inducir la formación de raíces en estacas obtenidas de árboles maduros y plántulas de vivero, por medio de auxinas.
- Determinar el tratamiento de mejor respuesta en cuanto a enraizamiento para las especies *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*.

- Ensayar la eficacia del Propagador de Sub-irrigación diseñado por el CATIE como herramienta para la propagación vegetativa de las especies *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y Condiciones del Sitio de Ensayo

El ensayo se realizó en predios del vivero de la empresa Geoambiente, ubicados en el municipio de Pacho- Cundinamarca, vía Pacho-La Palma. Su temperatura fluctúa entre 22,9°C y 25°C con régimen pluviométrico anual de 1070 mm.

Para la selección de árboles adultos se tuvieron en cuenta las siguientes características: edad, nutrición, sanidad del individuo, cercanía al sitio de ensayo, forma del árbol y número de árboles. Se seleccionaron 10 árboles con las anteriores características y luego se escogieron los dos mejores. Además se tomaron arbolitos con una altura mayor a 60 cm, diámetros mayores a 3 mm y edades superiores a 18 meses.

Obtención de Propágulos

Las estacas de árboles adultos fueron tomadas en horas de la mañana para evitar pérdida de humedad, estos propágulos fueron recolectados de la parte inferior de la copa y de la parte basal del ramet. Luego se envolvieron en papel periódico húmedo e introducidas en una nevera de icopor y llevadas inmediatamente al sitio de en-

¹ Resumen ampliado del trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Proyecto Curricular de Ingeniería Forestal.

² Ingeniero Forestal. Universidad Distrital Francisco José de Caldas

sayo. Las estacas fueron cortadas con dos entrenudos y no se les realizó desinfección.

En cuanto a viveros se seleccionaron plántulas con diámetros mayores a 3 mm. A las estacas se les realizaron cortes longitudinales no mayores de 2 cm de largo.

Sustrato de Enraizamiento y Medio de Enraizamiento

El sustrato utilizado consistió en capas sucesivas de un total de 25 cm de espesor, iniciando con piedras grandes (6 a 10 cm de diámetro), piedras pequeñas (3 a 6 cm) y grava. Los últimos 5 cm se cubrieron con arena de río fina. Este sustrato es inerte, garantiza el buen drenaje y la fácil evaporación del agua. Se empleó el propagador de Sub-irrigación desarrollado en el CATIE, que consistió básicamente en un marco de madera rodeado por plástico transparente para hacerlo impermeable. Además sobre el Sub-irrigador fué necesario colocar una malla poli-sombra al 50% para evitar la insolación excesiva de las estaquillas.

Forma de Aplicación de la auxina

Se empleó la técnica de inmersión rápida que consistió en introducir la base de la estaca en

una solución concentrada de la auxina por pocos segundos e insertar inmediatamente en el medio de propagación. La auxina AIB se disolvió en alcohol puro, lo que requiere la evaporación del alcohol mediante la aplicación de una corriente de aire antes de introducir la estaca en el medio de enraizamiento.

Tratamientos y Diseño Experimental

Cordia alliodora se aplicó con las siguientes concentraciones: T1: concentración de AIB al 0.8%, T2: concentración de AIB al 1.2%, T3: concentración de AIB al 1.6%, T0: testigo, sin auxina. *Tabebuia rosea* se aplicaron las siguientes concentraciones: T1: concentración de AIB al 0.2%, T2: concentración de AIB al 0.6%, T3: concentración de AIB al 1.0%, T4: concentración de AIB al 1.4%, T0: testigo, sin auxina.

Cordia alliodora (Árboles adultos y Plántulas de Vivero): Se utilizó un diseño en bloques completos al azar con 4 repeticiones, 4 tratamientos y 10 estaquillas como unidad experimental. En total se utilizaron 160 estaquillas espaciadas 10 cm entre si, para un total 1.6 m². Dentro del Sub-irrigador el diseño quedó distribuido de la siguiente manera:

T4	T3	T1	T2	T3	T2	T1	T4	T2	T3	T4	T1	T1	T2	T4	T3
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

Tabebuia rosea (Árboles adultos y Plántulas de Vivero): Para poder comparar el efecto de los tratamientos se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con 4 repeticiones y

una unidad experimental de 10 estaquillas por tratamiento, lo que equivale a 200 estaquillas en total, que sembradas a una distancia de 10 cm entre sí, ocupan un área de 2 m²

aceptable. Este análisis de correlación se realizó en el programa estadístico de computador Star Graphics.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Plántulas de Vivero

Tabebuia rosea

Las diferentes variables se analizaron 45 días luego de instalado el ensayo para el cual se realizó un análisis de varianza para un diseño de Bloques Completos al Azar, en cuanto a la variable **enraizamiento** se obtuvo que no existe diferencia significativa entre las medias del porcentaje con respecto a la variable de **formación de raíces** en las estacas de plántulas de vivero y los diferentes niveles de tratamiento fitohormonal

En la **Figura 1** se observa que el enraizamiento fue alto en la mayoría de los tratamientos con un promedio de 81,88%, siendo mayor al encontrado por **Cortés (1983)**, con un 7,8% y por **Segura (1991)**, el cual reportó 42% de promedio en Enraizamiento.

El promedio total del % de Brotación de hojas alcanzó el 86,5%. Los resultados obtenidos fueron superiores a los de **Cortés (1983)** con un promedio de 11,7% y a los de **Segura (1991)** con un 78,52%. En cuanto al promedio total del % de formación de callo fue de 5,1% entrando en el rango encontrado en el rango de **Segura (1991)**, que fue de 5 - 15% de callogénesis.

En cuanto a la tendencia en el rango de 0 a 0,6% de concentración de AIB al aumento en el número de raíces y se determina que existe un punto máximo (1,0% de concentración de AIB), donde cambia de pendiente y comienza a descender este número, esto es explicado por **Rojas (1993)**, el cual toma la curva de acción del AIA en Avena y enuncia que existe en todos los meristemas un óptimo de concentración auxínica y si ésta se sigue elevando la concentración decae por debajo del testigo y por consiguiente se deprime la formación de los diferentes órganos.

Al analizar el comportamiento de la raíz principal con respecto a las diferentes concentraciones de AIB, se explica el porque de las diferencias significativas con la prueba de DMS; existe una disminución en más de dos centímetros en la longitud de la raíz principal entre el tratamiento T0 y T4, también se ve que el aumento es proporcional de un tratamiento a otro en cuanto a la concentración, esto se explica teóricamente gracias a que el proceso de crecimiento se inhibe por exceso de auxina en el tejido meristemático.

Además se observa que al aumentar la concentración de la auxina hasta 0,6% el área foliar proporcionalmente aumenta y existe un punto en el cual el desarrollo de esta variable decrece, pero en el rango de 1,0 a 1,4% esta área tiene un ligero aumento debido quizás a que enzimáticamente se inhibe parte de la auxina y que residualmente quede la fitohormona.

El promedio total para esta investigación en cuanto a Mortalidad es de 1,5% siendo menor a los resultados obtenidos por **Cortés (1983)** con un 87,7% y **Segura (1991)** en el rango de 8-48%. Se observa el aumento de la Letargo con el aumento de la Concentración de la Auxina con lo cual la teoría de **Salisbury y Ross (1985)**, es corroborada, enunciando que los tejidos meristemáticos inhiben su crecimiento al exceder su óptimo, y como se observa en el rango de 0,6 a 1,4, aumenta la pendiente de la línea siendo el efecto exponencial en este rango.

Según **Hartmann y Kester (1985)**, el efecto de las hojas en el Enraizamiento de estacas de tallo se ha mostrado en estudios con aguacate. Indudablemente los carbohidratos traslocados de las hojas contribuyeron a la formación de raíces. Sin embargo, es probable que lo fuertes efectos de las hojas para promover el Enraizamiento se deban a otros factores más directos. Se sabe que las hojas y las yemas son grandes productores de auxina y los efectos se observan directamente debajo de ellas, indicando que hay implicado un transporte del ápice a la base.

Correlaciones entre variables

Se encontraron las siguientes correlaciones en-

tre las variables para *Tabebuia rosea* y se resumieron en el siguiente cuadro:

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	a	B	r	P
Enraizamiento	Letargo	91,2422	-0,81341	-0,807802	0.01
Enraizamiento	Longitud de Raíz Principal	54,6457	3,69512	0,609083	0.01
Enraizamiento	Área Foliar	60,583	0,241393	0,396829	0.10
Enraizamiento	Peso Seco Raíz	50,8208	75,3876	0,569618	0.01
Enraizamiento	Brotación	11,5263	0,752532	0,640245	0.10
Callogénesis	Letargo	8,0439	-0,255122	-0,450193	0.05
Número de Raicillas	Peso Seco de Hojas	2,35026	85,2182	0,469766	0.05
Longitud de Raíz Principal	Peso Seco de Raíz	2,47554	11,8829	0,544703	0.05
Longitud de Raíz Principal	Brotación	-0,724713	0,0866012	0,44699	0.05
Área Foliar	Peso Seco Raíz	18,8198	168,5	0,774471	0.01
Mortalidad	Área Foliar	12,8093	-0,128138	-0,472204	0.05
Letargo	Brotación	62,6284	-0,546828	-0,468464	0.05
Peso Seco Hojas	Peso Seco Raíz	0,0443469	0,106414	0,412876	0.10
Peso Seco Hojas	Brotación	-0,0104411	0,00105498	0,460899	0.05
Peso Seco Hojas	Brotación	0,0362356	0,00401994	0,452644	0.05

En general la importancia de la rizogénesis con sus factores (Número de raicillas, Longitud de Raíz Principal, Peso de biomasa), se interrelacionan formando correlaciones significativas, las cuales sirven para estudios de Ciclo de nutrientes, Relación biomasa aérea y terrestre, Ciclo del agua, entre otras.

Cordia alliodora

Las diferentes variables se analizaron 45 días luego de instalado el ensayo para el cual se realizó un análisis de varianza para un diseño de Bloques Completos al Azar, indicando que para la variable Enraizamiento no existe diferencia significativa entre las medias de **la formación de raíces** en las estacas de plántulas de vivero y los diferentes niveles de tratamiento fitohormonal.

Los tratamientos con mejor respuesta en cuanto a enraizamiento fueron T1 y T2 (T1=0.8% de AIB y T2=1.2% de AIB), siendo 45 y 40% los valores respectivamente. Es de recalcar que en el tratamiento T0 (T0= Testigo), en los bloques III y IV, no se presentaron enraizamientos,

pero si alta presencia de letargo en las estacas (**Figura 2**).

El promedio total de enraizamiento fue de 33.6% menor que el reportado por **Leakey (1990)**, con un 72%, **Segura (1991)**, quien obtuvo el 42% de enraizamiento, **Mesen (1998)**, con un 89% en Enraizamiento y **Urrego y Marín (1997)** con un 93% en enraizamiento. La causa de que el enraizamiento fuera tan bajo es el vigor mostrado por la estaca, posiblemente asociado al cambio de bolsa que se realizó al obtener las plántulas.

El % promedio de brotación fue de 71.8%, mayor al reportado por **Villa y Gómez (1980)** con un 26,8% y menor al de Segura con un 78, 6% de estacas brotadas. Las estacas con callo varían desde 18.05% en el testigo hasta el 2.5% en el tratamiento T3 (1.6% de AIB), según **Segura (1991)**, no existe relación en la formación del callo y la formación de la raíz. El pH de la solución enraizadora y del suelo determinan la formación de dos tipos de células de callo, unas grandes que

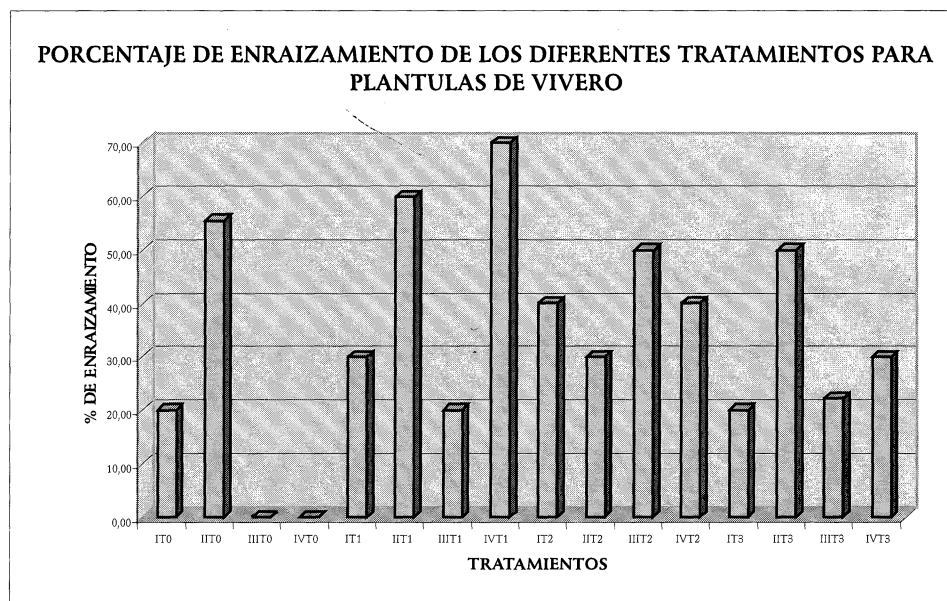


Figura 2. Porcentaje de formación de raíces de estacas en plántulas de vivero de cordia alliodora para los diferentes tratamientos

conducen al enraizamiento fácil y células pequeñas que no permiten la formación de raíces.

El % promedio de Callogénesis fue de 9,5%, menor al obtenido por **Arias y Trujillo (1983)**, el cual obtuvo el 15% y el de **Segura (1991)** con un promedio de 27,6% en callogénesis. En general el número de raicillas fue escaso para el ensayo, siendo el máximo para la concentración 1,2% de AIB, es importante resaltar que las raíces secundarias en el terreno dan estabilidad y además la posibilidad de la búsqueda de nutrientes y agua. Es importante observar y comparar esta variable con la anterior y analizando el número de raicillas y la raíz principal, como, aumentan con el incremento de la concentración de la auxina y que al comparar con los datos del Ochoa a una concentración más o menos parecida el efecto es de inhibición.

Al comparar los efectos de la auxina con respecto a las dos variables anteriores se observa que tiene un efecto inverso, ya que la auxina induce el crecimiento radicular e inhibe el crecimiento foliar. Se observa crecimiento de la raíz principal en el rango donde se desacelera el crecimiento del Área foliar. Se observa que la mortalidad fue

mayor en los tratamientos de mayor concentración (T2=1.2% de AIB y T3=1.6% de AIB), con lo que se determina que las estacas al inhibir el proceso de crecimiento de sus hojas y no tener la posibilidad de hacer la fotosíntesis, sus reservas se agotan y mueren ineludiblemente.

El promedio de mortalidad fue de 5,7%, menor que el reportado por **Villa y Gómez (1980)** 100% después de dos meses, **Arias y Trujillo (1983)**, reportan % de mortalidad de un 52,5%, en cuanto a **Segura (1991)**, reporta un 30% en cuanto a esta variable. Al cortar el propágulo inmediatamente la estaca entra en Letargo, la auxina es el instrumento para que enzimas actúen como formadoras de Enraizamiento. Al no poder enraizar la estaca, entra en periodo de Letargo el cual es un estado fisiológico, en que el propágulo guarda reservas y da espera a que las condiciones mejoren. En la mayoría de estas situaciones la probabilidad de que la estaca salga del letargo y enraíce es muy poca, ya que la auxina inhibe el crecimiento de los brotes foliares evitando así la síntesis de carbohidratos fuente de alimento de la estaca. En cuanto al % de Letargo se compara con estudios de **Arias y Trujillo (1983)**, el cual obtuvo un 47,5%, siendo menor

al obtenido esta investigación 51,7%. La importancia de la formación de raíces y de brotes foliares es de reconocido conocimiento, pero al hallar la relación del peso de la biomasa tanto aérea como radicular, entramos en el estudio del ciclo de nutrientes y su relación con los diferentes tratamientos auxínicos. Se observa que la mayor disposición de biomasa foliar es en el tratamiento T1 (0.8% de AIB), y que al aumentar al concentración disminuye la cantidad de biomasa. Ya para la biomasa radicular hay un com-

portamiento diferente, porque al aumentar las concentraciones, la tendencia es de mayor biomasa; es explicable desde el punto de vista en que la auxina inhibe la producción de brotes y da un crecimiento considerable a las raíces en la estaca.

Correlaciones entre variables

Se encontraron las siguientes correlaciones entre las variables y se resumieron en el siguiente cuadro:

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	a	B	r	P
Enraizamiento	Letargo	66,7277	- 0,640199	-0,796708	0.01
Enraizamiento	Número de Raicillas	23,6916	7,79779	0,400684	0.01
Enraizamiento	Longitud de Raíz Principal	12,61	24,4356	0,693188	0.010
Enraizamiento	Área Foliar	1,66266	11,5697	0,695165	0.01
Enraizamiento	Peso Seco de Raíz	2,5056	1058,85	0,512407	0.05
Callogénesis	Letargo	25,2732	- 0,304666	-0,528256	0.05
Número de Raicillas	Longitud Raíz Principal	0,0618605	1,40802	0,777329	0.01
Número de Raicillas	Peso Seco de Hojas	0,346804	262,898	0,809738	0.01
Longitud de Raíz Principal	Peso Seco de Hojas	0,327339	151,2	0,843554	0.01
Longitud de Raíz Principal	Área Foliar	0,22903	0,228282	0,483518	0.10
Área Foliar	Peso Seco Raíz	0,211496	86,8001	0,69909	0.01
Peso Seco Raíz	Brotación	0,00717434	0,000308879	0,802197	0.01

Arboles Adultos

Tabebuia rosea

Las diferentes variables se analizaron 109 días de instalado el ensayo para el cual se realizó un análisis de varianza para un diseño de Bloques Completos al Azar, en cuanto a la brotación se encontró que no existía diferencia significativa entre las medias en cuanto a la medición del **porcentaje de brotación de hojas** en las estacas de Árboles Adultos y los diferentes niveles de tratamiento fitohormonal

Se observa que para el tratamiento T2 (T2=0.6% AIB), no se presentó brotación. Al comparar el porcentaje promedio de éste ensayo (6.87%), es menor al obtenido por **Cortés (1983)**, 11,7% y menor al de **Segura (1991)** con 78,5% de brotación.

En general fue alto el porcentaje de Callogénesis en las estacas 80.8%, fue superior al obtenido por **Segura (1991)**, de 5-18% y por **Reyes (2001)** en un 70%. El % de Mortalidad fue de 19, 25%, menor que el reportado por **Cortés (1983)**, con un 82,7% y el de **Segura (1991)** que obtuvo un 30% en Mortalidad de las estacas.

Correlaciones entre variables

VARIABLE DEPENDIENTE	VARIABLE INDEPENDIENTE	a	B	R	P
Mortalidad	Callogénesis	100,181	- 1,0038	-0,999356	0.01

La correlación negativa de éstas dos variables nos muestra la oposición entre la Callogénesis, que es la respuesta de la estaca a una herida y la mortalidad, que se puede dar por factores como el vigor de la estaca, Relaciones altas de Nitrógeno que evitan el enraizamiento.

Cordia alliodora

Al analizar los diferentes parámetros a los 109 días de evaluación se encontró el 100% de mortalidad en las estacas. El factor preponderante de la alta mortalidad de las estacas fue la humedad relativa baja, por eso que se decidió aumentar los riegos a mañana y a tarde, pero sin ninguna consecuencia, en cuanto al enraizamiento en la estaca.

Al comparar con otras investigaciones **Arias y Trujillo (1983)**, obtienen mortalidades del 52,5% y **Segura (1991)** de un 30%.

CONCLUSIONES

La importancia de reproducir vegetativamente a partir de plántulas de vivero, es la posibilidad de imitar los rebrotes de tocón, por la juvenilidad del tejido, pero con la desventaja de la variabilidad genética asociada a la reproducción por semillas.

Si se compara el enraizamiento de estacas tanto de plántulas de vivero como de árboles y por especie se obtiene: *Tabebuia rosea*, el porcentaje de enraizamiento fue de 81,8% para plántulas de vivero y 0% para árboles. En cuanto a *Cordia alliodora* el enraizamiento promedio fue de 33,6% para plántulas y 0% para árboles. De hecho se constata la teoría de **Salisbury y Ross (1994)**, de que es más fácil propagar plantas juveniles que árboles.

El procedimiento para la obtención de estacas enraizadas es: adquirir plántulas con alturas mayores a 60 cm, diámetros mayores a 5 mm. Luego de obtener los propágulos se realiza el tratamiento auxínico (para *Tabebuia rosea* es de 0,6% de AIB y *Cordia alliodora* es de 0,8 de AIB), luego se siembra en una estructura de

madera cubierta de plástico (aunque la madera se puede reemplazar por caña, o costeros de trozas, por su mayor economía), con un sustrato de arena de río estratificada de 25 cm de espesor, cubriendo esta estructura con Polisombra al 50%, adicionando riego manual a mañana y a tarde; y luego de siete semanas se obtendrán estacas enraizadas.

Las auxinas son los inductores más importantes que intervienen en la rizogénesis de la estaca, siendo las mejores concentraciones para este ensayo en cuanto a *Tabebuia rosea* de 0,6% de AIB y para *Cordia alliodora* de 0,8% de AIB.

En cuanto al los resultados arrojados por las variables Enraizamiento, Brotación de Hojas, Longitud de Raíz Principal, Área Foliar y Mortalidad de Estacas de la especie *Tabebuia rosea* el rango de concentración a utilizar es de 0 a 0.6% de AIB.

En cuanto a los resultados arrojados por las variables Enraizamiento, Brotación de hojas, Numero de raíces, longitud de raíz principal y Área Foliar la mejor concentración a utilizar es de 0.8 a 1.2% de AIB en *Cordia alliodora*.

La eficacia del Propagador de Sub-irrigación se midió con el porcentaje de enraizamiento obtenido en las estacas, siendo el de mayor relevancia el ensayo con plántulas de vivero de *Tabebuia rosea* o sea que, la eficacia del Propagador es del 81,8% en cuanto a enraizamiento.

Es esencial para la Reproducción vegetativa el propagador de Sub-irrigación, el cual es de fácil instalación, económico y aplicable para cualquier programa de revegetalización.

RECOMENDACIONES

Para evitar pérdidas desmesuradas de Humedad Relativa y por consiguiente el aumento de la Temperatura, se recomienda regar en las horas de la mañana y en las horas de la tarde las estacas.

Para una mayor simbiosis entre la auxina y el cambium de la estaca es recomendable realizar

pequeñas incisiones longitudinales a la base que no excedan los 2 cm, para promover mejores enraizamientos.

El ensayo con árboles adultos no fue de resultados relevantes, es por eso, para próximas investigaciones es necesario buscar la manera de inducir la juvenilidad, ya sea aplicando técnicas de etioliación, anillamiento previo de ramas o la mezcla de estas dos, con lo cual se puede inducir a enraizamientos en árboles de *Tabebuia rosea* y *Cordia alliodora*.

Es muy recomendable utilizar concentraciones de Auxina en el rango de 0 a 0.6% de AIB para *Tabebuia rosea* y de 0.8 a 1.2% de AIB para *Cordia alliodora* como facilitadores del enraizamiento.

BIBLIOGRAFIA

- ARIAS J. de J., TRUJILLO, J. 1983.** Ensayos de propagación vegetativa de tres especies forestales de valor económico. Tesis Universidad del Tolima.
- CORTES VANEGAS E. 1983.** Ensayo de propagación por estacas de *Tabebuia rosea* Brosimum utile y *Virola sebifera*. INDERENA. 12 p.
- HARTMANN H., KESTER D. 1987.** Propagación de plantas. Principios y prácticas. Editorial CDC. México.
- MARIN A., URREGO B. 1997.** Avances en la propagación del Nogal cafetero. Smurfit Cartón de Colombia.
- MESEN F. 1998.** Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales. Uso de propagadores de sub-irrigación. CATIE.
- ROJAS M. 1993.** Fisiología vegetal aplicada. McGraw Hill. 4 edición. México.
- SALISBURY F.B., ROSS C. 1985.** Fisiología de plantas. 3 edición. Grupo editorial Iberoamericana. México.
- URREGO B., MARIN A. 1997.** Avances en la propagación del Nogal cafetero (*Cordia alliodora* (Ruíz y Pavón) Oken) a través de estacas enraizadas. En: Investigación Forestal. Smurfit Cartón de Colombia. Informe de Investigación No. 180.
- VILLA HECTOR, GOMEZ HUMBERTO. 1980.** Propagación asexual del Nogal cafetero. Tesis de Grado.