

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

Presentada al H. Consejo Directivo como requisito previo
para la obtención del título de:

INGENIERA AGRÓNOMO

Tema:

“Evaluación de dos hormonas de enraizamiento
en la multiplicación vegetativa de *Centrolobium ochroxylum*
(Amarillo de Guayaquil)”

Autora:

Nancy Marisol Valenzuela Aguilar

Director de Tesis:

Ing. Agr. Orlando Olvera Contreras

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2011

I.INTRODUCCION

En el Ecuador las zonas de bosques secos están incluidas en las formaciones de la costa. En ellas encontramos algunas áreas protegidas que empiezan en el sur de Esmeraldas, continúan en Manabí (Parque Nacional Machalilla y el Cerro Montecristi), Península de Santa Elena, Golfo de Guayaquil, Isla Puna, Cerro Blanco y en la Reserva Ecológica Manglares de Churute y el sur occidente de las provincias de Loja y El Oro en la frontera con Perú.

La recuperación de especies nativas que se encuentran y adaptan a nuestro medio son el habitat de un sinnúmero de fauna silvestre que en las últimas décadas ha disminuido por la introducción de especies exóticas (teca, gomelina, etc)

Existen especies que se pueden propagar con facilidad por estacas, cuyo método tiene numerosas ventajas, ya que con unas cuantas plantas madres es posible multiplicar miles de ellas en un espacio limitado, y cortos periodos de tiempo, con genotipos homogéneos y sin las variaciones que se presentan en las plantas que se propagan por medio de semillas.

La propagación clonal o vegetativa es una herramienta de gran importancia para multiplicar masivamente especies de alto valor comercial, generalmente se utilizan tejidos vegetales que tengan la capacidad de reproducir tallos, hojas, raíces y otros órganos.

La utilización de hormonas enraizadoras en propagación vegetativa por estacas, en especies forestales, se sustentan en publicaciones recientes en el campo forestal, ya que las fitohormonas actúan en partes de la planta como estimulantes de algún efecto fisiológico.

Objetivo general.

Determinar el efecto de dos hormonas naturales: Acido Naftalenacético (ANA) y Acido Indolbutírico (AIB) en el enraizamiento de esquejes de *Centrolobiumochroxylum*(Amarillo de Guayaquil).

Objetivos específicos.

- Evaluar la eficiencia de las hormonas Acido Naftalenacético y Acido Indolbutírico para el enraizamiento de Amarillo de Guayaquil.
- Identifica la dosis más óptima para el enraizamiento de los esquejes.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Revista-mm (2010), en su web side señala la sistemática y descripción botánica de Amarillo de Guayaquil.

Taxonomía.

División:	Magnoliophyta
Clase :	Magnoliopsida
Orden :	Fabales
Familia:	Fabaceae
Género :	<i>Centrolobium</i>
Especie :	<i>C. ochroxylum</i>
Nombre común:	Amarillo de Guayaquil
Sinónimo:	<i>Centrolobium paraense</i>

Árbol.

Árbol pequeño a grande que alcanza alturas de 10 a 30 m, con fuste que llega hasta los 50 cm de diámetro, la corteza es de color gris claro lisa levemente áspera con pocas fisuras delgadas y separa en escamas, la corteza interior es verdusca. Little, 1983.

El árbol alcanza alturas de 10 a 30 m, con fuste que llega entre los 50 y 80 cm de diámetro, la corteza es de color gris claro lisa levemente áspera con pocas fisuras delgadas y separa en escamas, la corteza interior es verdusca. Las hojas son alternas, con estipulas pareadas y grandes, pinnadas de 30-60 cm de largo, con forma de corazón en la base, suavemente pelosa, el haz es de color verde mate y el envés de color verde grisáceo mate con numeroso puntos glandulosos rojizos. La inflorescencia compuesta de cáliz color pardo de 1,5 cm. Con tubo corto en forma de campana y cuatro lóbulos desiguales puntiagudos. La corola amarillenta con un pétalo estandarte ancho con una muesca en el ápice, dos pétalos menores alados y dos unidos formándose la quilla. (Taiariol, 2010)

Hoja.

Son alternas, con estipulas pareadas y grandes, pinnadas de 30-60 cm de largo, con forma de corazón en la base, suavemente pelosa, el haz es de color verde mate y el envés de color verde grisáceo mate con numeroso puntos glandulosos rojizos. Little, 1983.

Flor.

Inflorescencia compuesta de cáliz color pardo de 1,5 cm. Con tubo corto en forma de campana y cuatro lóbulos desiguales puntiagudos. La corola amarillenta con un pétalo estandarte ancho con una muesca en el ápice, dos pétalos menores alados y dos unidos formándose la quilla. Little, 1983.

Fruto.

El fruto es una bola espinosa de 3-4 cm de diámetro, con un ala grande de 13-18 cm de largo y 6-10 cm de ancho de color café oscuro. Little, 1983.

El fruto es una bola espinosa de 3-4 cm de diámetro, con un ala grande de 13-18 cm de largo y 6-10 cm de ancho de color café oscuro. La madera es de albura color blanco- cremosa a amarillo y duramen de color amarillo a rojo anaranjado alcanzando tonos de marrón claro. Su textura puede ir de fina a ligeramente media y su brillo de mediano a alto, presentando un hermoso vetado acentuado por sus venas paralelas de color marrón oscuro, de igual forma despide un olor característico y un sabor picante apenas perceptible. Es fácil para utilizarlo como madera de aserrío, es resistente al ataque de hongos e insectos. (Taiariol, 2010)

La madera.

De albura color blanco- cremosa a amarillo y duramen de color amarillo a rojo anaranjado alcanzando tonos de marrón claro. Su textura puede ir de fina a ligeramente media y su brillo de mediano a alto, presentando un hermoso vetado acentuado por sus venas paralelas de color marrón oscuro, de igual forma despide un olor característico y un sabor picante apenas perceptible. Es fácil para utilizarlo

como madera de aserrío, es resistente al ataque de hongos e insectos. Little, 1983.

Propagación vegetativa.

Mastalerz(1999), informa que propagación vegetativa se entiende como la reproducción asexual de individuos, que resultan genéticamente idénticos a la planta original, en la cual ocurre multiplicación de material vegetal por división (mitosis), crecimiento y diferenciación de tejidos somáticos. La propagación vegetativa por esquejes consiste en multiplicar masivamente por estacas un número limitado de genotipo de alto valor genético.

Según Álvarez y Varona (1988), las yemas de tallos o ramas pueden presentar característica leñosa o herbácea en dependencia de la edad de la rama o el tallo, o de la consistencia de la planta. Por ejemplo las yemas de madera dura que proceden de ramas de un año o más, pueden ser diversos tamaños.

Bidwel (1979), indica que en la mayoría de la especies forestales existen una variedad en el uso de material vegetativo con fine de multiplicación vegetativamente, pueden usarse yemas pequeñas (más o menos 1 cm de diámetro y de 15 a20 cm de largo), hasta grandes yemas de más de 10 cm de diámetro y 3 m de largo, como las usadas en los géneros.

Zobel y Talbert (1988), manifiesta que este tipo de reproducción tiene ventajas con respecto a la propagación por semillas; considerando que se tiene un gran potencial para obtener mayor ganancia genética para obtener mayor uniformidad silvicultura.

Para Easley y Lambeth (1989), bajo ciertas condiciones, la oportunidad de acelerar los resultados de las actividades de mejoramiento genético forestal Por ejemplo, en el caso de los pinos centroamericanos, los cuales no producen suficiente semilla viable en Colombia; la propagación vegetativa de las mejores procedencias, permite minimizar los costos de obtención de material plantable.

Biblioteca digital (2010), en su Web señala que la propagación clonal o vegetativa de plantas es una producción a partir de partes vegetativas. Se utilizan tejidos vegetales que conserven la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos tallos y raíces a partir de cúmulos celulares presentes en diversos órganos. Este tipo de propagación tiene esencialmente tres variantes, que son: 1) la micropropagación a partir de tejidos vegetales en cultivo *in vitro*; 2) la propagación a partir de bulbos, rizomas, estolones, tubérculos o segmentos (esquejes) de las plantas que conserven la potencialidad de enraizar, y 3) la propagación por injertos de segmentos de la planta sobre tallos de plantas receptoras más resistentes.

La propagación vegetativa comprende desde procedimientos sencillos, conocidos de tiempos inmemoriales por los campesinos de todo el mundo, hasta procedimientos tecnológicamente muy avanzados, basados en la tecnología del cultivo de tejidos vegetales, mediante los cuales se puede lograr la propagación masiva de plantas genéticamente homogéneas, mejoradas y libres de parásitos. Los procedimientos modernos permiten la obtención de cultivares totalmente libres de agentes patógenos, incluyendo virus, e incluso la fabricación de semillas artificiales por medio de la técnica de embriogénesis somática y encapsulado. Además de la propagación, las técnicas de cultivo de tejidos *in vitro* también permiten seguir procedimientos modernos de conservación de germoplasma gracias al mantenimiento prolongado de cultivos de crecimiento lento y la criopreservación de tejidos. (Biblioteca digital, 2010)

Fisiología del enraizamiento.

Según Hartmann y Kester (1995), se necesitan dos procesos para que a partir de una estaca o esqueje se logre una nueva planta. Dichos procesos son rizogénesis y organogénesis. Para que ocurra la rizogénesis son necesarios los mecanismos de diferenciación y que crezcan nuevas raíces. La iniciación de raíces depende de una multiplicidad de factores fisiológicos, anatómicos, ambientales y genéticos. (Villalobos, citado por Montoya, 1993).

Zobel y Talbert (1988), señala que a través de las múltiples experiencias de varios investigadores se ha llegado a la afirmación de que el material adulto es más difícil de enraizar por razones complejas y todavía poco comprendidas; probablemente se deba más a su edad fisiológica que a su madurez reproductiva.

Leakey y Mesen (1995), indican que en la copa de un árbol existen muchos brotes compitiendo entre sí por agua y nutrientes que deben llegar a diferentes alturas contra la presión de la gravedad. Existen patrones de transporte de nutrientes que favorecen ciertos brotes sobre otros y gradientes de cantidad y calidad de luz debido al sombreado. También es posible que en el material adulto, las funciones de los genes estén más definidas hacia la producción de ciertas estructuras, siendo más difícil que las células regresen al estado.

Montoya (1993), divulgan que el proceso de rizogénesis está regido por la temperatura y su velocidad depende del contenido y presencia de enzimas propias. La capacidad rizogénica del tejido depende de su constitución genética, por lo tanto, hay especies fáciles o difíciles de enraizar. Para producir un tejido nuevo se necesitan moléculas de ATP (Adenosintrifosfato), cuya presencia depende del oxígeno, agua, temperatura y existencia de metabolitos de los cuáles se obtiene la energía y el oxígeno necesarios para la formación de nuevas proteínas.

Hartmann y Kester (1995), el estado nutricional de la planta y en particular la relación carbón nitrógeno (C/N), es un factor de iniciación o estimulación de enraizamiento. Una relación C/N alta mejora el enraizamiento para un número de especies estudiadas.

Land y Cunningham (1992), un método para obtener esta alta proporción, es reducir el nitrógeno suministrado a la planta, el estado de los carbohidratos en las estacas se puede incrementar por acodos en los brotes, practicándolos antes de la poda, para algunas especies consiste en remover una parte de la corteza alrededor del tallo para permitir la acumulación de carbohidratos como también

traslocar otras sustancias a la parte distal del anillo, después de 6 a 8 semanas estos brotes son removidos y usados para propagación.

Para Dick, Dewar y Leakey (1992), posiblemente la base de la estaca es decir la zona de enraizamiento, tiene una tasa de respiración mayor que el tallo, encima de ésta, creando un gradiente de concentración de azúcares propicio para la iniciación y el desarrollo de raíces.

Segura (1991), realizó ensayos con estacas de guisantes y afirma que la cantidad de carbohidratos acumulada se correlaciona positivamente con la actividad fotosintética después del corte, Davis, 1988. Señala que altos contenidos de carbohidratos están relacionados con altas concentraciones de potasio en los tejidos y que el boro hace más fácil la distribución de carbohidratos hacia los puntos de crecimiento.

Capacidad de enraizamiento.

Según Ford-Logan (1992), la propagación de la mayoría de las coníferas y maderas duras por enraizamiento de estacas es difícil y variable en éxito. La capacidad de las plantas para formar raíces adventicias es controlada por un complejo de factores interactuantes, incluida nutrición, medio ambiente, factores genéticos y otros, y numerosos componentes endógenos y exógenos.

Wise y Caldwell (1992), manifiestan que sin tener en cuenta los rasgos fenotípicos, condiciones climáticas o cambios estacionales relacionados con la propagación vegetativa, clasificaron varias especies de coníferas como de fácil, moderado y difícil enraizamiento. Además afirman que la capacidad para formar raíces adventicias bajo condiciones específicas varía ampliamente entre las coníferas.

Leakey y Mesen (1995), estacas de nudos diferentes varían en formas; con hojas de edades diferentes y están sujetas a condiciones lumínicas diferentes, mientras que el tallo presenta distintos grados de lignificación, engrosamiento secundario, contenido de carbohidratos, contenido de nitrógeno, potencial hídrico y

probablemente, de reguladores de crecimiento como auxinas, citoquininas y giberelinas.

Álvarez y Varona (1988), señalan que el enraizamiento se origina de mutaciones de células somáticas que ocurre durante la expansión y producción de estacas de clones seleccionados. Estos son brotes anormales o mutaciones originados desde la ocurrencia de una mutación de una de las células mitóticas en el meristemo apical de un brote. La probabilidad de que esto suceda es baja pero cuando se produce en un programa operacional a gran escala conlleva al fracaso de éste.

Land y Curmingham (1992), informa que la variación intraclonal también puede ser causada por patógenos como hongos, virus, nematodos, insectos y ácaros debido a que infectan las estacas y pueden afectar el crecimiento, forma y características de las hojas.

Donnelly y Yawney (1992), el éxito del enraizamiento con estacas de un mismo árbol puede cambiar también con la época de recolección. Esto se ha visto en estacas de coníferas con tendencia a enraizar mejor cuando se recolectan a fines de otoño o de invierno. El tiempo que necesita cada especie para desarrollar raíces adventicias es diferente y en muchos casos esta diferencia sólo logra explicarse por la variación genética.

Estructuras de propagación vegetativa

Varias especies de plantas vasculares, en su mayoría especies cultivadas, no producen semillas aunque tengan flores, su multiplicación o propagación vegetativa no implica la fusión de células germinativas. Esta forma de propagación también se presenta en plantas que normalmente producen semillas, y sólo se le considera como reproducción asexual cuando sustituye en gran parte a la reproducción sexual.(Biblioteca Digital, 2010)

Se trata de un proceso que implica el enraizamiento y la separación de una parte de la planta original cuando mueren los tejidos vegetales que las semillas

unían. De esta manera, las células, tejidos u órganos desprendidos se desarrollan directamente en nuevos individuos. Las zonas de abscisión pueden ser precisas, como sucede en la separación de los bulbilos, o puede darse la fragmentación de una planta debida al deterioro y muerte del individuo parental o bien de los tejidos de interconexión, como en el caso de los brotes de las raíces.

Las estructuras de propagación vegetativa funcionan también como órganos de resistencia y de almacenamiento en las temporadas adversas, los cuales algunas veces son almacenados por tiempos prolongados. (Biblioteca Digital, 2010)

Estructuras de propagación vegetativa en plantas vasculares

En virtud de la totipotencialidad del tejido vegetal, es decir, de su capacidad para formar yemas y raíces adventicias, casi cualquiera de los órganos de una planta vascular tiene relación con su propagación vegetativa al sufrir modificaciones anatómicas y funcionales que le permiten desarrollarse en un organismo vegetal completo e independiente, con las mismas características genéticas de la planta progenitora. Las yemas, por lo general, se encuentran en las axilas de las hojas, en la porción terminal del tallo, o bien se desarrollan en cualquier porción del tallo y dan origen a raíces adventicias. (Biblioteca Digital, 2010)

Entre las estructuras de propagación vegetativa algunas comparten semejanzas en su desarrollo, por lo que no siempre es posible hacer una diferenciación muy clara entre ellas, sino que más bien se ubican en un continuo de características. Sin embargo, algunos autores las clasifican tomando en cuenta los órganos vegetales de los cuales se originan.

Propagación vegetativa por tallos y yemas.

Biblioteca Digital (2010) informa en su Web side que los tallos horizontales aéreos y subterráneos de varias especies silvestres y cultivadas se alargan y

forman raíces adventicias en sus nudos. Mientras los tejidos se mantienen intactos se trata del crecimiento de una sola planta, como sucede en muchas especies de gramíneas. A este individuo completo de extenso crecimiento se le conoce como genet o clon. Pero cuando el tejido de interconexión muere o es cortado, cada uno de los segmentos da lugar a un nuevo individuo al que se le conoce como ramet.

Una modificación de este tipo de propagación ocurre cuando el extremo libre de un tallo largo alcanza el suelo y además de desarrollar raíces adventicias, la yema de crecimiento da lugar a un tallo erecto, lo que se conoce como acodadura.

Por otro lado, los tallos aéreos de algunas hierbas y arbustos caen por su propio peso al suelo. La producción de raíces adventicias y la muerte de las conexiones con el individuo parental permiten la generación de plantas independientes.

En otros casos, la sola fragmentación de los tallos o de las ramas y su contacto continuo con el suelo es suficiente para que los segmentos formen raíces y se desarrolle un individuo completo. Entre las principales estructuras de propagación vegetativa originadas a partir de los tallos y de las yemas se encuentran las siguientes:

Propagación vegetativa por tallos

1. Estolones. Constan de secciones relativamente largas y delgadas de tallos aéreos horizontales con entrenudos largos y cortos alternados que generan raíces adventicias. La separación de estos segmentos enraizados permite el desarrollo de plantas hijas. La fresa es un ejemplo de las especies que comúnmente presentan este tipo de propagación.

2. Rizomas. Se generan a partir del crecimiento horizontal de un tallo subterráneo, por lo general más robusto que el que da origen a un estolón. Las

viejas porciones se degradan y se separan en fragmentos que deberán enraizar de manera independiente. Este tallo subterráneo presenta hojas escamosas en las axilas, donde se pueden generar yemas axilares, además de presentar raíces adventicias. Una vez formado el vástago principal se da un crecimiento continuo. Cada estación de crecimiento presenta un crecimiento simpodial por medio de la yema axilar o monopodial por medio de la yema terminal. El rizoma funciona como órgano de almacenamiento de reservas. De esta manera se propagan especies de importancia económica, tales como el bambú, la caña de azúcar, el plátano, así como algunos pastos.

3. Tubérculos. Son estructuras gruesas, suculentas, que actúan también como estructuras de reserva. Se forman en el extremo de tallos subterráneos delgados. Un ejemplo muy conocido lo constituye la papa. Los tubérculos presentan en su superficie nudos con hojas escamosas, arreglados de manera espiral, y cada uno de ellos consta de una o más yemas pequeñas. Cuando se inicia el crecimiento del vástago principal las raíces adventicias se desarrollan en la base del tubérculo y las yemas horizontales se alargan y producen tallos etiolados en forma de estolones. A partir de los tubérculos que han formado ramas horizontales se forman tubérculos nuevos.

Los tubérculos y los rizomas son muy semejantes y en algunos casos es casi imposible distinguirlos. Sin embargo, una característica distintiva de un rizoma verdadero es que presenta un grosor uniforme en toda su longitud, sobre la cual crecen raíces adventicias, las cuales no existen en los nudos de los tubérculos. Otra diferencia entre estas estructuras consiste en que el rizoma formará el vástago principal de la nueva planta, mientras que el tubérculo forma ramas laterales.

4. Brotes. Se definen como ramas o tallos que desarrollan raíces adventicias sin que sean independientes de la planta progenitora. Se desarrollan en las axilas de las hojas escamosas o de las yemas adventicias sobre las raíces.(Biblioteca Digital, 2010)

Propagación vegetativa inducida

La potencialidad de las plantas para generar nuevos individuos a partir de segmentos de su organismo está distribuida ampliamente en las plantas de muchos ambientes. Para muchas especies la reproducción asexual predomina sobre la sexual, y es que las condiciones de su ambiente hacen muy improbable que la semilla llegue a generar una planta capaz de establecerse debido a las limitaciones de recursos fundamentales como el agua, la luz o la competencia con las plantas establecidas.

Enraizamiento de segmentos

Biblioteca digital (2010), informa que el enraizamiento de segmentos es una técnica de propagación que tiene muchas ventajas y se emplea exitosamente sin necesidad de gran inversión económica. La técnica más común es la inducción de la formación de raíces en una sección del tallo o de la rama, de manera que se origine una planta independiente. En los casos en que se ha experimentado propagar árboles mediante la enraización a partir de segmentos se ha tenido éxito en más de 80%.

Según la parte de la planta de donde se obtienen los segmentos (cortes o fragmentos) se ha dividido en cortes de: hojas, de brotes o renuevos, de raíz y de ramas. La selección de cualquiera de ellos depende básicamente de las características inherentes a cada especie, de las facilidades para obtener y manipular los cortes (en función del estado fenológico de la planta), del propósito de la propagación y de la disponibilidad de recursos económicos.

Cortes de ramas. La propagación vegetativa mediante segmentos de ramas o brotes es uno de los métodos más usados para propagar plantas leñosas en vivero. Según las características de madurez de la madera de donde se obtienen las ramas o brotes, los cortes se han dividido en cortes son: de maderas duras, semiduras y suaves. Aunque las diferentes fases de maduración se presentan de manera continua, generalmente se distinguen por la forma y el color de las hojas y por los cambios de coloración del tallo o ramas. Las técnicas de

propagación de árboles por medio de cortes de ramas se dividen en dos tipos básicos: de segmentos foliados y de segmentos defoliados. Cada uno de éstos utiliza cortes de madera con un grado de maduración diferente, y como proceden de árboles de contrastante ciclo fenológico, esta diferencia se relaciona con la acumulación de reservas en los tejidos del tallo. En los árboles caducifolios, de los cuales se obtienen los segmentos defoliados, antes de la caída de las hojas hay acumulación de reservas, las cuales están destinadas a formar posteriormente hojas nuevas. A partir de estas reservas se generan las raíces y las hojas en el segmento; en cambio, los segmentos foliados por lo general proceden de árboles de hoja perenne, que no acumulan reservas en el tallo y que deben continuar fotosintetizando para producir los recursos necesarios para generar nuevo crecimiento. ((Biblioteca Digital, 2010)

A continuación se enumeran los pasos y criterios que se deben considerar para realizar esta actividad:

1. Seleccionar donantes vigorosos y sanos con alta cantidad de reservas alimenticias, preferentemente de un banco de plantas donantes que han crecido en condiciones de completa iluminación y que por lo tanto contienen alta cantidad de reservas alimenticias.
2. Elegir los segmentos basales o centrales de la rama, que son los que tienen más reservas alimenticias necesarias para el desarrollo de las nuevas raíces, pues de ellos se derivan las ramificaciones secundarias. Por ello no se deben elegir ramas con entrenudos muy largos o de ramas pequeñas y débiles.
3. El tamaño de los segmentos varía entre 15 y 75 cm de largo, el criterio adecuado para elegirlo depende de la especie, ya que se requiere que se incluyan por lo menos dos nudos, aunque lo recomendable es de cuatro a seis, sobre todo cuando los entrenudos son muy cortos. El diámetro de las ramas en que se realizan los cortes puede ser de 0.6 a 5 centímetros.

5. El corte basal se hace justo abajo de un nudo (sitio donde preferentemente se forman raíces adventicias) y el corte superior se realiza de 1.3 a 2.5 cm arriba del otro nudo. El corte puede ser de mazo (incluye una sección del tallo de madera más vieja), de talón o tacón (la porción de madera vieja es más pequeña) y el recto (no incluye madera vieja).
4. Empaquetar las estacas cuidando su orientación, para mantener su polaridad y permitir que el flujo de savia siga su dirección normal. Por eso se marca la base con un corte sesgado o se baña la base con cera, lo cual ayuda también a evitar la pérdida de humedad, que podría propiciar enraizamientos pobres.
6. El enraizamiento de segmentos defoliados ocurre fácilmente, ya que el propio ciclo fenológico hace coincidir la producción de hormonas de crecimiento con el periodo de enraizamiento y crecimiento de yemas del segmento. Aun así, se favorece notablemente el enraizamiento si se emplean hormonas y algunos procedimientos para asegurar el desarrollo rápido de los segmentos. Las sustancias más usadas para acelerar el enraizamiento son el ácido Naftalenacético (ANA) y el ácido Indolbutírico (AIB), de los cuales se hablará posteriormente. El enraizamiento también se favorece colocando los segmentos a temperatura baja (5-8°C) por algunas semanas, ya que esto estimula la síntesis de hormonas en plantas que proceden de climas en los que hay una estación fría.

Finalmente, para lograr un buen enraizamiento hay que escoger los segmentos con las características óptimas de madurez de la madera y que carezcan de hojas. (Biblioteca Digital, 2010)

Obtención de estacas

Para obtener y manipular adecuadamente las estacas deben tomarse en cuenta varios factores: la alta humedad del aire, la intensidad moderada de luz, con temperaturas estables, un medio favorable de enraizamiento, y una protección adecuada contra el viento, las plagas y las enfermedades. Sobre todo debe

evitarse la deshidratación, pues los cortes con hojas pierden rápidamente agua por medio de la transpiración, aun cuando exista una alta humedad relativa. Y es que, como no tienen raíces, la absorción de agua es mucho más lenta, y esto afecta el estado de hidratación de la estaca.

A continuación presentamos unas recomendaciones para obtener los cortes de la planta donante:

1. La obtención de ramas de la planta donante debe realizarse por la mañana o por la tarde (antes de las 10 am o después de las 4 pm), con la finalidad de evitar la pérdida de agua durante las horas de mayor insolación.
2. Es conveniente que la poda de las ramas elegidas (con crecimiento vertical) se realice a la altura de los 10 nudos o menos, como en el caso de los brotes obtenidos de tocones. Cuando se dificulte distinguir el número de nudos es recomendable tomar como criterio una altura del brote o rama, desde 10 cm hasta 1 m, para asegurar una mayor capacidad de enraizamiento.
3. Las hojas de las ramas de donde se obtendrán los cortes deben tener entre 8 y 10 cm de largo, de lo contrario hay que reducir el área foliar, debido a que hojas muy grandes favorecen la pérdida de agua y las muy pequeñas no producen suficientes carbohidratos u otras sustancias necesarias para que el corte sobreviva. Se puede reducir el área foliar cortando las hojas con unas tijeras y cuidando que el tejido no se dañe por machacamiento o estrujamiento.
4. Ya cortados los brotes se marcan con el número de la planta donante (número de clon), se introducen lo más rápidamente posible en bolsas de plástico con algún material que retenga bastante agua y se cierran para evitar la pérdida de humedad. Deben mantenerse en un sitio fresco y sombreado y en cuanto sea posible se trasladan al área de enraizamiento del vivero.

5. Al extraer los brotes para hacer los cortes deben mantenerse húmedos y frescos, exponiéndolos lo menos posible al viento, ya que éste incrementa la pérdida de humedad. Los cortes deben hacerse con instrumentos filosos, en forma oblicua por arriba del nudo, o bien rectos para evitar que el sistema radicular se forme de un sólo lado. La longitud óptima de las estacas es usualmente entre 3 y 10 cm. Independientemente del tipo de corte o tamaño, éstos siempre deberán contar al menos con una hoja en la punta de la estaca, para que ésta proporcione nutrientes y otras sustancias necesarias para el enraizamiento.(Biblioteca Digital, 2010)

Enraizamiento y establecimiento

El área donde se colocarán las estacas para el enraizamiento debe ser fresca y sombreada. La temperatura óptima para que ocurra se encuentra entre los 20 y 25°C. Cuando las temperaturas suben arriba de 30°C la humedad relativa de la atmósfera o contenido de vapor de agua presente en el aire tendrá que ser muy alto (más de 90%) para impedir que las plantas pierdan demasiada agua al incrementarse su transpiración y terminen marchitándose. La sombra se puede producir con materiales de origen vegetal como hojas de palma, paja, ramas secas, o con mallas plásticas especiales diseñadas para ese propósito. Es importante que el material utilizado transmita una luz que sea apropiada para activar la fotosíntesis de las plantas.(Biblioteca Digital, 2010)

Inducción del enraizamiento.

No todas las plantas tienen la capacidad de enraizar espontáneamente, por lo que a veces es necesario aplicar sustancias hormonales que provoquen la formación de raíces. Las auxinas son hormonas reguladoras del crecimiento vegetal y, en dosis muy pequeñas, regulan los procesos fisiológicos de las plantas. Las hay de origen natural, como el ácido Indolacético (AIA), y sintéticas, como el ácido Indolbutírico (AIB) y el ácido Naftalenacético (ANA). Todas estimulan la formación y el desarrollo de las raíces cuando se aplican la base de las estacas.

La función de las auxinas en la promoción del enraizamiento tiene que ver con la división y crecimiento celular, la atracción de nutrientes y de otras sustancias al sitio de aplicación, además de las relaciones hídricas y fotosintéticas de las estacas, entre otros aspectos. La mayoría de las especies forestales enraízan adecuadamente con AIB, aunque se ha observado que para algunos clones la adición de ANA resulta más benéfica.

Un método sencillo es la aplicación de la hormona por medio del remojo de la base de las estacas (de 2 a 3 cm) en soluciones acuosas y con bajas concentraciones de auxina (de 4 a 12 horas), según las instrucciones de los preparados comerciales. Sin embargo, este método es lento y poco exacto, difícil de realizar cuando los cortes son numerosos y algunas veces las hojas se marchitan durante el proceso; entonces se puede recurrir a las auxinas disponibles en aerosol.

Para las especies forestales tropicales se recomienda la inmersión de la base de las estacas en soluciones de AIB al 4% en alcohol etílico como solvente, por periodos muy cortos (5 segundos). Posteriormente se acomoda la base de la estaca en aire frío para evaporar el alcohol, antes de colocarlas en el propagador.

Propagadores y medios de enraizamiento.

Biblioteca Digital (2010), indica que el ambiente en el cual las estacas son puestas a enraizar es de vital importancia. Los propagadores deben reunir características que eviten cualquier desecación en las estacas.

Un propagador es una construcción que evita la pérdida de agua del medio que rodea a las estacas. Su función es similar a la de un almácigo, pues ambos propician las condiciones ambientales adecuadas para la germinación y establecimiento de las plántulas o para el enraizamiento de las estacas, según sea el caso de que se trate.

Hay propagadores con sistemas de aspersión de alto costo que regulan automáticamente la frecuencia y la intensidad de la aspersión. Se instalan en invernaderos con control de luz y humedad. Sin embargo, la humedad también se puede controlar de manera sencilla en un compartimiento que tenga una tapa transparente para permitir el paso de la luz y evitar la pérdida de humedad; el fondo del compartimiento se cubre con una mezcla de arena y grava saturadas de agua, sobre la cual se pone el medio de enraizamiento. Adicionalmente se debe reducir la insolación del dispositivo y dar aspersiones manuales periódicas.

Sustrato de enraizamiento.

Un buen medio de enraizamiento se obtiene con arena gruesa o grava fina, que debe estar limpia (aunque no necesariamente estéril) húmeda y bien aireada. Si su capacidad de retención de agua es baja se puede mejorar adicionando aserrín (no demasiado fresco), turba, vermiculita u otros materiales. En el caso de haber inicios de pudrimiento en las estacas será necesario aplicar algún fungicida al medio de enraizamiento.

Siembra de las estacas en el propagador.

Las estacas ya preparadas se siembran rápidamente pero tomando en cuenta las siguientes indicaciones: los cortes deben colocarse a una profundidad de 2 a 3 cm; para asegurar que queden firmes es necesario compactar un poco el sustrato de enraizamiento; cuando se utilizan estacas multinodales con varias hojas se debe evitar que las hojas inferiores queden en contacto con el medio de enraizamiento para evitar la putrefacción.

Trasplante y acondicionamiento de las estacas.

En varias especies propagadas vegetativamente se ha observado que el enraizamiento de las estacas se inicia después de dos semanas, y está lo suficientemente desarrollado después de 4 a 6 semanas (cuando las raíces miden de 1 a 2 cm). Las estacas que enraízan en tiempos más largos son débiles y no deben conservarse. El trasplante de las estacas tiene que hacerse

inmediatamente después de ser removidas del medio de enraizamiento. Al sacar las estacas de su medio hay que tener cuidado de no dañar las raíces, después se verifica que el sistema radical tenga tres raíces como mínimo y que su distribución sea radial. Cuando las estacas presenten una o dos raíces, o bien cuando el sistema radical se forme sólo de un lado se deben desechar, para no poner en riesgo el vigor o una adecuada forma de crecimiento.

Posteriormente se pasan a recipientes que contengan sustrato aireado y con buena fertilidad. Es recomendable agregar tierra del sitio donde naturalmente crece la especie para así favorecer la inoculación de la microflora apropiada. Es necesario estabilizar los trasplantes adecuadamente, para lo cual los envases deben llenarse con el medio de crecimiento aproximadamente a la mitad de su capacidad. La estaca se coloca en el envase en posición correcta (con la yema al ras del suelo y en su mayor parte dentro del medio del envase) y se termina de llenar. Esto ayuda a que no queden espacios de aire en su base y a que las raíces no se dañen, lo que asegura que éstas queden bien distribuidas en el envase (sin curvaturas o enrollamientos). Cuando hay más de una yema se recomienda eliminar algunas con el fin de asegurar la formación de plantas con un sólo eje y favorecer que el eje se desarrolle en forma recta.

Algunas estacas recién enraizadas se deshidratan al pasarlas directamente al medio externo, por lo que se recomienda dejar los envases unos días más en el propagador, protegiendo a éste con plástico para evitar su contaminación con el material de los envases. En el periodo en que las estacas se aclimatan a las condiciones ambientales que existen fuera del propagador es conveniente colocarlas primero en un ambiente sombreado y húmedo por dos o tres semanas, y después exponerlas paulatinamente a condiciones decrecientes de humedad y crecientes de luz y temperatura.

Factores que influyen en el enraizamiento.

Loach (1988), indica que sin un correcto control ambiental, el enraizamiento de muchos tipos de estacas es muy difícil. Para este mismo autor, las condiciones

requeridas para la propagación de estas con hojas son tres: la primera y más importante, los sistemas de propagación se proponen mantener una atmósfera con baja demanda de evaporación, ya que la transpiración de las estacas es minimizada y se evita cualquier déficit de agua o sustancias en los tejidos.

Luz.

Para Hartmann y Kester (1995), la macro propagación de estacas es influenciada por las condiciones de luz. El incremento de la radiación en el invernadero quizás aumenta el contenido de carbohidratos de las estacas. Sin embargo, la reducción de luz es benéfica para el enraizamiento. Afirman que la luz afecta los procesos de crecimiento de la planta de manera diferente; la cantidad de luz influye en la tasa de fotosíntesis y la calidad de la luz afecta los procesos de desarrollo de la planta a través del pigmento fotocromo el cual es sensible a la luz roja y a la infrarroja.

Leakey y Mesen (1995), informan que ellos realizaron experimentos en cámaras de ambiente controlado de dos formas: a) se varió la cantidad de luz mientras que la calidad la mantuvo constante, se varió la calidad manteniendo constante la cantidad; con ello demostraron que ambos componentes de la iluminación afectan el enraizamiento de manera independiente, Los requerimientos de luz son difíciles de determinar, estos deben ser interpretados con respecto al fotoperíodo (duración del día), intensidad (irradiación/flujo de fotones) y calidad (longitud de onda).

Loach (1988), opina que las estacas tienen diferentes reservas de carbohidratos, diferentes tasas de fotosíntesis y respiración, y diferentes tasas de utilización de carbohidratos en los puntos de crecimiento dentro de la estaca, todo lo cual influye en la cantidad de luz requerida durante la propagación.

Temperatura.

Kester (1970), indica que el control de la temperatura es una de las más importantes herramientas de la propagación de plantas, se puede decir que la falta de un control de temperatura puede ser el mayor factor limitante para la propagación de plantas y su posterior desarrollo.

Para Milbocker (1998), generalmente las estacas enraízan bien en aire frío y húmedo en la parte superior de la estaca y condiciones de calor alrededor de la base. Estos gradientes de temperatura permiten aumentar la actividad en la base, mientras minimizan la respiración. Las partes superiores frescas ayuda a contener el crecimiento de brotes, el cual ocurre a expensas del enraizamiento y debilitamiento de las estacas, promoviendo la iniciación radicular.

Leakey y Mesen (1995), informan que las bajas temperaturas son importantes porque las tasas de evaporación son menores y la capacidad de retención de agua del aire, es dependiente de la temperatura. Por lo tanto, las temperaturas moderadas ayudan a evitar el estrés hídrico manteniendo la humedad relativa alta. La forma más simple de evitar que la luz directa del sol aumente demasiado la temperatura es suministrar sombra al propagador.

Aireación.

Villalobos (1988), indica que con relación al medio de enraizamiento, el oxígeno juega un papel importante en el proceso de rizogénesis debido a que es un proceso oxígeno dependiente y por lo tanto la actividad metabólica depende del proceso de la respiración y requiere de compuestos altamente energéticos como el ATP para producir un nuevo tejido, las heridas del corte de la estaca producen un aumento en la tasa respiratoria que redundan en la energía disponible para el proceso de la rizogénesis.

Según Montoya (1993), opina que las capas de agua dentro y alrededor de la base de las estacas pueden obstruir el paso del oxígeno para el desarrollo de raíces iniciales. Como también una aireación excesiva puede ocasionar desecación de los esquejes.

Humedad.

Ford –Logan(1992), determina que para la iniciación de raíces adventicias en estacas de tallo son aquellos que minimizan el estrés fisiológico en la estaca, suministrando una alta humedad relativa para reducir las pérdidas por

transpiración. La humedad relativa es definida como la relación entre el peso actual de humedad y la cantidad total de agua que puede ser retenida por una unidad de volumen de aire a una temperatura y presión específicas, expresada como un porcentaje.

Chicaiza (2004), señalan que durante la fase crítica de preenraizamiento, las estacas absorben agua de la atmósfera. Estas quizá logran ganar o perder en contenido de agua dependiendo de la disponible en el sustrato, de la humedad relativa del aire y de la superficie de la estaca expuesta a la atmósfera como lo anotan. Estos investigadores ensayaron con diversas especies ornamentales y frutales caducifolios modificando el estado del agua de las estacas por una exposición a humedades relativas entre 60 y 100%. En general, la mayor frecuencia de enraizamiento en la cuarta semana fue asociada con el no cambio o la baja disminución en el contenido de agua durante los primeros nueve días de propagación.

Chicaiza (2004), manifiestan que se cree que las estacas sin hojas son raramente sensibles al estrés hídrico, lo cual contrasta con las estacas cubiertas de hojas que deben ser recolectadas protegiéndolas del resecamiento y propagadas con las mínimas condiciones de estrés para evitar marchitamiento o muerte.

Fitohormona.

Wikipedia (2010), indica que las fitohormonas o también llamadas hormonas vegetales son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las fitohormonas se producen en pequeñas cantidades en tejidos vegetales, a diferencia de las hormonas animales, sintetizadas en glándulas. Pueden actuar en el propio tejido donde se generan o bien a largas distancias, mediante transporte a través de los vasos xilemáticos y floemáticos. Las hormonas vegetales controlan un gran número de sucesos, entre ellos el crecimiento de las plantas, la caída de las hojas, la floración, la formación del fruto y la germinación. Una fitohormona interviene en

varios procesos, y del mismo modo todo proceso está regulado por la acción de varias fitohormonas. Se establecen fenómenos de antagonismo y balance hormonal que conducen a una regulación precisa de las funciones vegetales, lo que permite solucionar el problema de la ausencia de sistema nervioso. Las fitohormonas ejercen sus efectos mediante complejos mecanismos moleculares, que desembocan en cambios de la expresión génica, cambios en el citoesqueleto, regulación de las vías metabólicas y cambio de flujos iónicos.

Para Bidwell (1979), las fitohormonas de crecimiento se han definido como sustancias que siendo producidas en una parte de un organismo son transferidas a otra y éstas influyen un proceso fisiológico específico. Es por esta razón que mencionó que las sustancias del crecimiento son extraídas de los tejidos vegetales y las sustancias sintéticas con efectos reguladores no pueden ser llamadas hormonas; y por lo tanto utiliza el término “regulador del crecimiento vegetal”.

Características

Las características compartidas de este grupo de reguladores del desarrollo consisten en que son sintetizados por la planta, se encuentran en muy bajas concentraciones en el interior de los tejidos, y pueden actuar en el lugar que fueron sintetizados o en otro lugar, de lo cual concluimos que estos reguladores son transportados en el interior de la planta. (Wikipedia, 2010)

Los efectos fisiológicos producidos no dependen de una sola fitohormona, sino más bien de la interacción de muchas de estas sobre el tejido en el cual coinciden.

Las plantas a nivel de sus tejidos también producen sustancias que disminuyen o inhiben el crecimiento, llamadas inhibidores vegetales. Estas sustancias controlan la germinación de las semillas y la germinación de las plantas. Los hombres de ciencia han logrado producir sintéticamente hormonas o reguladores químicos, con los cuales han logrado aumentar o disminuir el crecimiento de las plantas las cuales realizan fotosíntesis siempre para alimentarse.

Regulan procesos de correlación, es decir que, recibido el estímulo en un órgano, lo amplifican, traducen y generan una respuesta en otra parte de la planta. Interactúan entre ellas por distintos mecanismos:

- Sinergismo: la acción de una determinada sustancia se ve favorecida por la presencia de otra.
- Antagonismo: la presencia de una sustancia evita la acción de otra.
- Balance cuantitativo: la acción de una determinada sustancia depende de la concentración de otra.

Tienen además, dos características distintivas de las hormonas animales:

- Ejercen efectos pleiotrópicos, actuando en numerosos procesos fisiológicos.
- Su síntesis no se relaciona con una glándula, sino que están presentes en casi todas las células y existe una variación cualitativa y cuantitativa según los órganos. Las hormonas y las enzimas cumplen funciones de control químico en los organismos multicelulares.

Las fitohormonas pueden promover o inhibir determinados procesos.

- Dentro de las que promueven una respuesta existen 4 grupos principales de compuestos que ocurren en forma natural, cada uno de los cuales exhibe fuertes propiedades de regulación del crecimiento en plantas. Se incluyen grupos principales: auxinas, giberelinas, citocininas y etileno.
- Dentro de las que inhiben: el ácido abscísico, los inhibidores, morfictinas y retardantes del crecimiento, Cada uno con su estructura particular y activos a muy bajas concentraciones dentro de la planta.

Mientras que cada fitohormona ha sido implicada en un arreglo relativamente diverso de papeles fisiológicos dentro de las plantas y secciones cortadas de éstas, el mecanismo preciso a través del cual funcionan no es aún conocido. (Wikipedia, 2010)

Maceda y Gonzales (2005), manifiestan que las fitohormona son sustancias mensajeras activas a muy bajas concentraciones en su mayoría; siendo los lugares

de síntesis y de acción distintos y en algunos casos activos El término hormona vegetal o fitohormona se aplica a cualquier sustancia orgánica, biológicamente activa de origen vegetal que es eficaz en pequeñísimas cantidades en un punto alejado del tejido en que se originó.

Acosta (2007), publica que el término hormona en la fisiología vegetal para describir las sustancias estimulante del crecimiento (auxinas) también se han incluido en esta categoría otros factores “hormona traumática” hormona de la floración y algunas de las vitaminas B, esteroides y carotinoides en el mismo lugar de formación. Las principales hormonas vegetales son:

Auxinas (Promotores del crecimiento de raíces)

Citoquininas (Promotores del crecimiento de yemas)

Giberalinas (Promotores del crecimiento de tallos)

Ácido abscísico (Inhibidores del crecimiento de raíces)

Etileno (Promotores del crecimiento de raíces)

Cuadro 1. Efectos fisiológicos que pueden provocar las diferentes hormonas: efecto fisiológico de las hormonas: Auxinas, giberelinas, citoquininas, acidoabscísico y etilo.

Efecto fisiológico	Auxinas	Giberelinas	Citoquininas	Ácido abscísico	Etileno
Aumento del tamaño celular en cultivos de tejidos	Sí, en algunos casos	Sí, en algunos casos	Sí	No	No
Control de la diferenciación en el cultivo de tejidos	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Estimula el enraizamiento	Sí	No	Respuesta muy variable	Sí, en algunos casos	Sí
Inhibe el desarrollo radicular	Sí	No	Se desconoce	Puede inhibirlo	No

Efecto fisiológico	Auxinas	Giberelinas	Citoquininas	Ácido abscísico	Etileno
Estimula la división del cambium	Sí	Sí	Sí	Puede inhibirla	No
Abscisión de hojas y frutos	Sí	No	Sí	Sí	Sí
Activa el crecimiento de frutos	Sí	Sí	Sí, en algunos	No	No
Interrumpe el reposo de las yemas vegetativas	No	Sí	Sí	No, lo induce	Sí, en algunos casos
Favorece la germinación de algunas semillas	No	Sí	No	No, la inhibe en general	Sí, en algunos casos
Favorece la síntesis de alfa-amilasa en granos de cereal	No	Sí	Sí	No, la inhibe	No
Mantenimiento de la dominancia apical	Sí	Sí	Sí, en algunos casos	Se desconoce	Sí
Inhibe la degradación de proteínas y de clorofila en la senescencia	Sí, en algunos casos	Sí	Sí, en algunos casos	No, la acelera	No, la acelera

Auxinas

Biología.edu (2010), en su Web side informa que el nombre auxina significa en griego “crecer” y es dado a un grupo de compuestos que estimulan la elongación de las células. El ácido Indolacético (AIA) es la forma natural predominante, actualmente se sabe que también son naturales

- IBA (ácido Indolbutírico),
- ácido feniácetico,
- ácido 4 cloroindolacéticoy
- ácido indolpropiónico (IPA)

Existe gran cantidad de auxinas sintéticas siendo las más conocidas:

- ANA (ácido Naftalenacético),
- IBA (ácidoIndolbutírico),
- 2,4-D (ácido 2,4 diclorofenoxiacético),

- NOA (ácido naftoxiacético)
- 2,4-DB (ácido 2,4 diclorofenoxibutilico)
- 2,4,5,-T (ácido 2,4,5 triclorofenoxiacético)

Wikipedia (2010), señala que las auxinas son un grupo de fitohormonas que funcionan como reguladoras del crecimiento vegetal. Esencialmente provocan la elongación de las células. Se sintetizan en las regiones meristemáticas del ápice de los tallos y se desplazan desde allí hacia otras zonas de la planta, principalmente hacia la base, estableciéndose así un gradiente de concentración. Este movimiento se realiza a través del parénquima que rodea a los haces vasculares.

La síntesis de auxinas se ha identificado en diversos organismos como plantas superiores, hongos, bacterias y algas, y casi siempre están relacionadas con etapas de intenso crecimiento.

La presencia e importancia de las hormonas vegetales se estableció por los estudios de las auxinas; sobre ellas hay una amplia y profunda información científica (mucho más de lo que hay de otras hormonas), lo que ha permitido conocer con más precisión cómo funcionan las hormonas en las plantas. Junto con las giberelinas y las citocininas, las auxinas regulan múltiples procesos fisiológicos en las plantas, aunque no son los únicos compuestos con esa capacidad.

Su representante más abundante en la naturaleza es el ácido Indolacético (IAA), derivado del aminoácido triptófano. Las auxinas también son usadas por los agricultores para acelerar el crecimiento de las plantas, vegetales, etc.

Aplicaciones en la agricultura

La misma página Web indica que aunque las auxinas están reconocidas como hormonas muy importantes en el desarrollo de las plantas, su utilización comercial en la agricultura ha sido muy limitada en relación a otras como las giberelinas. En general, plantas tratadas con auxinas no muestran respuestas significativas en su

crecimiento vegetativo (tallo, hoja), y solo hay ciertos procesos en donde se observan efectos directos.

- Reproducción asexual. Uno de los principales usos de las auxinas ha sido en la multiplicación asexual de plantas, sea por estacas, esquejes, etc. El AIB es la auxina más utilizada para este efecto por su estabilidad y poca movilidad; la otra utilizada ha sido el Ácido Naftalenacético, aunque es más móvil y por tanto menos consistente. En la micropropagación por cultivos de tejidos, las auxinas ANA y 2,4-D se utilizan para inducir la formación de raíces en los callos no diferenciados, así como para estimular la división de células.
- Amarre de fruto. Las auxinas pueden aumentar el amarre de frutos en ciertas especies y condiciones. En tomate con floración bajo clima frío nocturno, la aplicación de 4-CPA o Naftoxiacético estimula su amarre; sin embargo, su uso en condiciones normales no tiene efecto. En otros cultivos esta aplicación no tiene resultados o es inconsistente. En mezcla con otras hormonas puede favorecer el amarre en ciertas especies.
- Crecimiento de fruto. La aplicación de auxinas en la etapa de crecimiento por división celular de los frutos, puede estimular y aumentar el tamaño final del órgano; esto se ha logrado sólo con el 4- CPA y en especies muy definidas como las uvas sin semilla. En otras especies se observa deformaciones de follaje, retraso de maduración e irregularidad en tamaños de fruto. En general no hay efecto por la aplicación de auxinas para el alargamiento celular en los frutos, excepto algunos tipos fenoxi en cítricos.
- Caída de frutos. En algunos cultivos se requiere inducir la caída de frutos, y las auxinas (ANA principalmente) han sido efectivas para ese propósito. Esto puede ser para una eliminación parcial de frutos jóvenes y reducir la competencia, sea para mejorar tamaños de lo que quedaría en el árbol (manzano, pera) o bien para reducir efectos negativos hacia la formación de flores para el ciclo siguiente (manzano y olivo). El efecto de la auxina aplicada es por inducir la formación de

etileno y causar aborto de embrión, con lo que se detiene su desarrollo y se induce la caída.

- **Retención de frutos.** Las auxinas también pueden utilizarse para regular un proceso totalmente opuesto al anterior: inhibir la caída de frutos en etapa madura. Ese efecto se logra con la aplicación de auxinas a frutos cercanos a maduración, los cuales por liberación natural de etileno pueden caer prematuramente antes de cosecha. Esto se utiliza en manzano, naranja, limón y Toronja, con ANA o 2.4-D. La respuesta se basa en una competencia hormonal auxina-etileno para inducir o inhibir la formación de la zona de abscisión en el pedúnculo de los frutos.
- **Acción herbicida.** Los compuestos 2.4-D, 3.5.6-TPA y el Picloram son hormonas que en bajas concentraciones actúan como el AIA, pero a altas dosis tienen una función tipo herbicida en algunas plantas. Ambos productos causan un doblado de hojas, detención del crecimiento y aumento en el grosor del tallo; todos estos síntomas son efectos tipo etileno.
- **Otros.** Algunos efectos adicionales observados con la aplicación de auxinas a los cultivos son: retraso en maduración de órganos, crecimiento de partes florales y estimular el flujo de fotosíntesis. En ciertos casos se hacen aplicaciones de auxinas a altas dosis para inducir efectos tipo etileno, como la inducción de floración en Bromeliaceas o el estímulo de formación de flores femeninas en plantas dioicas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental.

La presente investigación se realizó en la Estación Experimental Litoral Sur Dr. Enrique Ampuero Pareja, del Instituto Nacional Autónomos de Investigaciones Agropecuarias, ubicada en el km. 26, vía Duran Tambo, parroquia Virgen de Fátima, cantón Yaguachi, provincia del Guaya. 22632 Con coordenadas geográfica de 2° 15'15" de Latitud Sur y 73°38'40" de Longitud Oeste, altura de 17 msnm, pluviosidad promedio de 1554.3 mm temperatura media anual de 26,5 °C y 76.2% de humedad relativa media anual¹

3.2. Material de siembra.

Se utilizaron esquejes de la especie forestal Amarillo de Guayaquil procedente de plantas del vivero de forestería con 6 meses de edad aproximadamente que es parte de la base genética de esta especie recolectada en el litoral ecuatoriano.

3.3. Factores estudiados

A. Fitohormonas: Acido Naftalenacético (ANA) y Acido Indolbutírico (AIB).

B. Dosis de hormonas..

3.4. Tratamientos.

Se evaluaron los tratamientos a base de hormonas de enraizamiento, como se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Tratamiento estudiados en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de

¹Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología INAMHI (2008)

Tratamientos	Dosis (mg Kg⁻¹)
1 AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg
2 AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg
3 AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg
4 AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg
5 AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg
6 AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg
7 AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg
8 AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg
9 Hormona comercial	T. químico
10 Sin hormona	T absoluto

3.5. Diseño experimental

Se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con 10 tratamientos, tres repeticiones que dieron lugar a 30 unidades experimentales.

Para comparación de los tratamientos en estudio se utilizó la prueba de Duncan 5% de probabilidad.

3.6. Manejo del Experimento

3.6.1. Preparación de plantas como productoras de esquejes

Las plantas de amarillo de Guayaquil provenientes del viveros del programa de foresteríase les realizo una poda apical con el objeto de inducir la brotación y producción de esquejes.

3.6.2. Construcción de camas de enraizamientos y micro túnel

Se construyó dos camas de enraizamiento con dimensiones de 9m de largo x 4m de ancho. La distancia entre cama alcanzó 1m de ancho desde suelo hasta la cobertura de la cama y la altura del micro túnel fue 1.70m de alto con una estructura de hierro y plástico.

3.6.3. Sustrato

Se utilizó arena de río como sustrato, previamente desinfectada con fungicida Captan 80 PM en dosis de 5g L^{-1} , procediéndola a tapar por una semana.

3.6.4. Obtención de los esquejes.

Aproximadamente a los 2 meses desde la poda se utilizaron 600 esquejes que tenían 15 cm de largo y luego se les colocó en un recipiente con agua para evitar su deshidratación. Esta actividad fue realizada con ayuda de una tijera de podar previamente desinfectada. Posteriormente, los esquejes se fueron desinfectando, sumergiéndolos por 15 minutos en una solución de Captan en dosis de 5g L^{-1} para prevenir posible ataques de hongo.

3.6.5. Preparación de hormonas.

Inicialmente se pesaron las hormonas puras en concentraciones de 500, 1000, 1500 y 2000 mg Kg^{-1} de ANA y AIB. Posteriormente se disolvieron en alcohol al 75%, se mezclaron con talco y se dejó secar al ambiente durante 24 horas.

3.6.6. Establecimiento de los esquejes

Esta actividad se la realizó inmediatamente de la desinfección; colocando en la base del esqueje la solución hormonal de acuerdo a la requerida para cada tratamiento en estudio y posteriormente sembrándolo en las camas de enraizamiento.

3.6.7. Riego.

Durante la siembra se realizó un riego inicial y pasando un día se dio por las mañanas un riego ligero de 10 segundos con el objeto de evitar el exceso de agua y no provocar la pudrición de los esquejes.

3.7. Variables evaluadas.

A los 45 días después de la siembra de los esquejes se evaluaron las siguientes variables:

3.7.1. Porcentaje de enraizamiento

En las 20 plantas de cada tratamiento se evaluó el porcentaje de enraizamiento, el cual consistió en contar el número de esquejes con raíces y sin raíces y luego se expresó en porcentaje mediante regla de tres simple.

3.7.2. Longitud de raíz mayor

En los esquejes que se presentaron raíces, se midió la raíz principal, desde la base del cuello hasta parte terminal de la raíz (cofia); para el efecto se utilizó una mesa donde se colocó cada esqueje con su raíz principal extendida se midió con una regla graduada en centímetro y posteriormente se promedió sus resultados.

3.7.3. Número de brote

Los mismos esquejes que se presentaron las raíces fueron utilizados para evaluar la brotación, la cual consistió en contar el número de brotes presentes y dividirlo para el número de esquejes.

3.7.4. Longitud de brote mayor

A los mismos esquejes que se presentaron las raíces se midió la longitud del brote mayor hasta el ápice terminal, usando una regla graduada en centímetros.

3.7.5. Área foliar del esquejes

A los mismos esquejes con brotación, se calculó el área de cada foliolo, empleando la fórmula para una elipse, por su forma parecida a los foliolos, por lo tanto el área foliar del esqueje es la suma de los foliolos que haya emitido el brote. Su resultado se expresó en cm^2 .

$$A = a \cdot b \cdot \pi$$

$$\text{Área foliar} = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \dots A_n$$

Siendo;

A = Área o área de cada folíolo

a = radio mayor o largo del folíolo

b = radio menor o ancho del folíolo

3.7.6. Volumen de raíces

Para esta variable se contaron todas las raíces de cada esqueje y se colocaron en un vaso de precipitación con 100 ml de agua y para incremento del volumen del agua se calculó el volumen de raíces presentes.

IV. RESULTADOS

4.1. Porcentaje de enraizamiento

Los valores promedios de porcentaje de enraizamiento se observan en el Cuadro 3. El análisis de varianza presentó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 19.61%

Esta variable determinó que el mayor valor lo obtuvo el Acido Indolbutírico en dosis de 2000 mg/kg con 9.67%, igual estadísticamente al Acido Naftalenacético en dosis de 500, 1000, 1500 mg/kg; Acido Indolbutírico en dosis de 500, 1000, 1500 mg/kg; testigo químico (Hormona comercial), testigo absoluto (Sin hormonas) y diferente estadísticamente al Acido Naftalenacético 2000 mg/kg con 6.50%.

Cuadro 3. Porcentaje de enraizamiento, en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobium ochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

	Tratamientos	Dosis (mg Kg⁻¹)	Porcentaje de enraizamiento
1	Acido Naftalenacético (ANA)	500 mg/kg	8.00 ab
2	Acido Naftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	7.60 ab
3	Acido Naftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	7.80 ab
4	Acido Naftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	6.50 b
5	Acido Indolbutírico (AIB)	500 mg/kg	7.83 ab
6	Acido Indolbutírico (AIB)	1000 mg /Kg	7.00 ab
7	Acido Indolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	8.33 ab
8	Acido Indolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	9.67 a
9	Hormona comercial	T. químico	7.00 ab
10	Sin hormona	T absoluto	7.33 ab
X			7.71
	F. Calculada		1.01*
	CV %		19.61

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

* Significativo al 5% de probabilidad

4.2. Longitud de raíz

Los valores promedios de longitud de raíz se observan en el Cuadro 4. El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 11.07%

Esta variable se determinó que la mayor de longitud de raíz lo obtuvo el AcidoIndolbutírico en dosis de 1500 mg/kg con 3.50 cm, igual estadísticamente a Acido Indolbutírico en dosis de 500, 1000, 2000 mg/kg; Acido Naftalenacético 2000mg/kg y diferente estadísticamente a los demás tratamientos.

Cuadro 4. Longitud de la raíz (cm), en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

	Tratamientos	Dosis (mg Kg⁻¹)	Longitud de raíz (cm)
1	AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	2.61 c
2	AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	2.61 c
3	AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	2.64 c
4	AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	2.99 abc
5	AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	3.09 abc
6	AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	3.37 a
7	AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	3.50 a
8	AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	3.27 ab
9	Hormona comercial	T. químico	2.62 c
10	Sin hormona	T absoluto	2.76 bc
X			2.95
	F. Calculada		3.38**
	CV %		11.07

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

** Altamente significativo al 5% de probabilidad

4.3. Número de brote

Los valores promedios de número de brote se observan en el Cuadro 5. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 6.32%

Esta variable se determinó que el mayor número de brote lo obtuvo la aplicación de la hormona comercial con 2.39 brotes y el menor valor Acido Naftalenacético en dosis de 2000mg/kg con 2.15 brotes.

Cuadro 5. Numero de Brote, en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

	Tratamientos	Dosis (mg Kg⁻¹)	Numero de Brote
1	AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	2.32
2	AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	2.23
3	AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	2.29
4	AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	2.15
5	AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	2.19
6	AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	2.38
7	AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	2.24
8	AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	2.19
9	Hormona comercial	T. químico	2.39
10	Sin hormona	T absoluto	2.25
X			2.26
F.	Calculada		0.98^{ns}
CV	%		6.32

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.
Ns= no significativo

4.4. Longitud de brote

Los valores promedios de longitud de brote mayor se observan en el Cuadro 6. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 10.98%

El mayor promedio de longitud de brote mayor lo presentó la aplicación del AcidoNaftalenacético en dosis de 1500 mg/kg con 3.50 cm, igual estadísticamente al AcidoNaftalenacético 500 mg/kg (3.18 cm) y diferente estadísticamente a los demás tratamientos.

Cuadro 6. Longitud de brote (cm), en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

	Tratamientos	Dosis (mg Kg⁻¹)	Longitud de brotemayor (cm)
1	AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	3.18 ab
2	AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	2.84 bc
3	AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	3.50 a
4	AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	2.89 bc
5	AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	2.91 bc
6	AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	2.89 bc
7	AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	2.67 bc
8	AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	2.69 bc
9	Hormona comercial	T. químico	2.84 bc
10	Sin hormona	T absoluto	2.42 c
X			2.88
	F. Calculada		2.57**
	CV %		10.98

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

** Altamente significativo

4.5. Área foliar del esquejes

En el Cuadro 7, se observan los valores de área foliar del esqueje. El análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 9.44%

El mayor promedio de área foliar lo presentó la aplicación del AcidoNaftalenacético en dosis de 500 mg/kg con 3.46 cm², igual estadísticamente al AcidoNaftalenacético en dosis de 1000, 1500 mg/kg; AcidoIndolbutírico 500, 1000, 1500 mg/kg; testigo absoluto (sin hormonas) y diferente estadísticamente a los demás tratamientos, cuyo menor valor lo obtuvo el AcidoIndolbutírico en dosis de 2000 mg/kg con 2.01 cm².

Cuadro 7. Área Foliar (cm²), en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

	Tratamientos	Dosis (mg Kg ⁻¹)	Área foliar del esquejes (cm ²)
1	AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	2.61 a
2	AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	2.46 abc
3	AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	2.37 abcd
4	AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	2.09 cd
5	AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	2.52 ab
6	AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	2.54 ab
7	AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	2.20 abcd
8	AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	2.01 d
9	Hormona comercial	T. químico	2.14 bcd
10	Sin hormona	T absoluto	2.34 abcd
X			2.33
F. Calculada			2.65**

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

** Altamente significativo

4.6. Volumen de raíces (cm³)

En el Cuadro 8, se presenta los valores de volumen de raíces. El análisis de varianza reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 9.39%

El mayor promedio de volumen de raíces lo presentó la aplicación del Acido Indolbutírico en dosis de 1000 y 1500 mg/kg con 2.33 cm³, igual estadísticamente al Acido Naftalenacético en dosis de 500, 1000, 1500, 2000 mg/kg; Acido Indolbutírico en dosis de 500, 2000 mg/kg; Testigo químico (Hormona comercial) y diferente estadísticamente al testigo absoluto (Sin hormonas) con 1.92 cm³.

Cuadro 8. Volumen de raíces (cm³), en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

	Tratamientos	Dosis (mg Kg ⁻¹)	Volumen de raíces (cm ³)
1	AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	2.09 ab
2	AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	2.16 ab
3	AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	2.32 a
4	AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	2.21 ab
5	AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	2.09 ab
6	AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	2.33 a
7	AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	2.33 a
8	AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	2.25 ab
9	Hormona comercial	T. químico	2.22 ab
10	Sin hormona	T absoluto	1.92 b
X			2.19
	F. Calculada		1.23*

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan.

* significativo

V. DISCUSIÓN

En la presente investigación sobre: Evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum*, (amarillo de Guayaquil) se indica lo siguiente:

Las concentraciones hormonales de AcidoNaftalenacético y AcidoIndolbutírico en la multiplicación vegetativa de *C. ochroxylum* obtuvieron resultados favorables en las variables estudiadas, lo que concuerda con Wikipedia (6), que uno de los principales usos de las auxinas ha sido en la multiplicación asexual de plantas, sea por estacas, esquejes, etc. El AcidoIndolbutírico es la auxina más utilizada para este efecto por su estabilidad y poca movilidad; la otra utilizada ha sido el Ácido Naftalenacético, aunque es más móvil y por tanto menos consistente.

En las variables longitud y volumen de raíces, las aplicaciones del AcidoIndolbutírico obtuvieron los mayores promedios lo que concuerda con lo que indica Biblioteca Digital (2), que la mayoría de las especies forestales enraízan adecuadamente con AcidoIndolbutírico (AIB).

No se presentaron diferencias significativas en cuanto al número de brotes, debido a la acción de las hormonas enraizantes ya que según la Biblioteca Digital (2), el enraizamiento de segmentos defoliados ocurre fácilmente, ya que el propio ciclo fenológico hace coincidir la producción de hormonas de crecimiento con el periodo de enraizamiento y crecimiento de yemas del segmento. Aun así, se favorece notablemente el enraizamiento si se emplean hormonas y algunos procedimientos para asegurar el desarrollo rápido de los segmentos. Las sustancias más usadas para acelerar el enraizamiento son el ácido Naftalenacético (ANA) y el ácido Indolbutírico (AIB).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye:

- El prendimiento, volumen y longitud de las raíces de los esquejes se vio influenciado por el uso de hormonas, sin embargo cada una de estas variables presentaron diferente respuesta a las dosis estudiadas.
- El mayor porcentaje de prendimiento lo obtuvo la aplicación de AcidoIndolbutírico 2000 mg/kg con 9.67%
- La mayor longitud de raíz lo presentó la aplicación de AcidoIndolbutírico 1500 mg/kg con 3.50 cm.
- Ninguno de los tratamientos estudiados presentó diferencias significativas en la variable número de brotes.
- En cuanto a longitud de brote, el AcidoNaftalenacético 1500 mg/kg obtuvo el mayor valor con 3.50 cm.
- La aplicación de AcidoNaftalenacético 500 mg/kg con 2.60 cm² obtuvo la mayor área foliar.
- En volumen de raíces el AcidoIndolbutírico en dosis de 1000 y 1500 mg/kg obtuvo el mayor valor con 2.33 cm³, y el menor valor el testigo absoluto (sin hormonas) con 1.92 cm³.

Por lo expuesto se recomienda:

- Emplear concentraciones de 1500mgkg^{-1} Acido Indolbutírico para el enraizamiento de esquejes de Amarillo de Guayaquil.
- Continuar con estudios de multiplicación vegetativa con esta especie forestal utilizando las hormonas y dosis estudiadas en mezcla, con el objeto de verificar su respuesta individual en el enraizamiento y brotación de los esquejes.

VII. RESUMEN

La presente investigación se la realizó en el periodo febrero 2010 junio del 2011 desde febrero del 2010, en el Invernadero de forestaría de la Estación Experimental Litoral Sur Dr. Enrique Apuero Pareja, ubicada en el Kilométró 26 vida Duran Tambo. Los objetivos planteados fueron: evaluar la eficiencia de las hormonas Acido Naftalenacético y Acido Indolbutírico para el enraizamiento de Amarillo de Guayaquil e identificar la dosis más optima para el enraizamiento de los esquejes.

Como material de siembra se utilizaron esquejes de la especie forestal Amarillo de Guayaquil 6 meses de edad. Se evaluaron los tratamientos a base de hormonas de enraizamiento, utilizando el diseño completamente al azar, con 10 tratamientos, tres repeticiones que dieron lugar a 30 unidades experimentales. Para comparación de los tratamientos en estudio se utilizó la prueba de Duncan 5% de probabilidad.

En la investigación se empezó por la selección del material vegetativo (esquejes); luego se procedió a la construcción de camas de enraizamientos y micro túnel colocando el sustrato. Paralelamente se obtuvo de los esquejes y se preparó las hormonas. Finalmente se procedió al establecimiento de los esquejes. Las variables evaluadas fueron: Longitud de raíz mayor; número de brote; longitud de brote mayor; área foliar del esquejes y volumen de raíces

El mayor porcentaje de prendimiento lo obtuvo la aplicación de Acido Indolbutírico 2000 mg/kg con 9.67%, la mayor longitud de raíz lo presentó la aplicación de Acido Indolbutírico 1500 mg/kg con 3.50 cm; ninguno de los tratamientos estudiados fueron diferentes significativamente en la variable número de brotes. En cuanto a longitud de brote mayor, el Acido Naftalenacético 1500 mg/kg obtuvo

el mayor valor con 3.50 cm; la aplicación de AcidoNaftalenacético 500 mg/kg con 2.60 cm² dia la mayor área foliar y en volumen de raíces el AcidoIndolbutírico en dosis de 1000 y 1500 mg/kg fue superior con 2.33 cm³, y el menor valor se mostro el testigo absoluto (sin hormonas) con 1.92

VII. SUMMARY

The present investigation was carried out it from February of the 2010, in the Hothouse of forestaría of the Station Experimental South Coast Dr. Enrique Apuero Couple, located in the Kilométró 26 life Tambo Lasts. The outlined objectives were: to evaluate the efficiency of the hormones Acid Naftalenacético and Indlebutyric acid for the enraizamiento of Yellow of Guayaquil and to identify the best dose for the enraizamiento of the esquejes.

As siembra material esquejes of the species forest Yellow of Guayaquil coming from plants was used, present in the forestaría nursery with 6 months of age approximately. The treatments were evaluated with the help of enraizamiento hormones, using the design totally at random, with 10 treatments, three repetitions that gave place to 30 experimental units. For comparison of the treatments in study the test of Duncan 5% of probability was used.

In the investigation you began with the selection of the vegetative material (esquejes); then you proceeded to the construction of enraizamientos beds and micro tunnel placing the basis. Parallelly it was obtained of the esquejes and he/she got ready the hormones. Finally of it proceeded to the establishment of the esquejes. The valued variables were: Longitude of more root; bud number; longitude of more bud; area to foliate of the esquejes and volume of roots

In the present investigation you concludes that the biggest apprehension percentage obtained it the application of Indlebutyric acid 2000 mg/kg with 9.67%, the biggest root longitude presented it the application of Indlebutyric acid 1500 mg/kg with 3.50 cm; none of the studied treatments presents significant differences in the variable number of buds; as for longitude of more bud, the Sour

Naftalenacético 1500 mg/kg obtained the biggest value with 3.50 cm; the application of Sour Naftalenacético 500 mg/kg with 2.60 cm² obtained the biggest area to foliate and in volume of roots the Indlebutyric acid in dose of 1000 and 1500 mg/kg obtained the biggest value with 2.33 cm³, and the drop in value the absolute witness (without hormones) with 1.92 cm³.

VIII. LITERATURA CITADA

- Acosta, M 2007. Propagación vegetativa de Fernansanchez a través estacas enraizadas (Tesis Ing. Forestal Universidad Técnica Estatal de Quevedo).
- Álvarez, P. y Varona, J. 1988. Silvicultura. La Habana, Cuba, Edit. Pueblo y Educación. 22p.
- Biblioteca Digital. 2010. Disponible en www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx. Propagación Vegetativa. Consultado el 12 de Agosto del 2010
- Bidwell. S 1979. Ecología Vegetal Tratado de Auto ecología Ed. Limusa Mexico paginas 37 44
- Biología. Com. 2010 Disponible en www.biologia.edu.ar. Auxinas. Consultado el 5 de Agosto del 2010
- Chicaiza, D. 2004. Propagación vegetativa de Tectonagrandis (teca) a través de estacas enraizadas (tesis Ing. Forestal Universidad Técnica Estatal de Quevedo 40p.
- Dick, J. Mc; Dewar. R; Leakey, R. 1992. A mechanistic model of rooting for the sustained mass propagation of stem cuttings: Mass production technology for genetically improved fast growing forest tree species. France. St Martin's Press, p. 59-65.
- Donnelly, J; Yawney, H. 1992. Some factors associated with vegetatively propagating sugar maple by stem cuttings. Canadá, Mc Graw Hill. p 413 – 430

- Easley, D; Lambeth, C. 1989. Potencial de rebrotamiento y enraizamiento de diferentes especies amazónicas. Smurfit Cartón de Colombia. Cali. Centro de publicaciones. Informe de Investigación No. 125. 9 p.
- Ford-Logan. J. 1992. The rooting environment for cuttings from forest trees. Applications of vegetative propagation in forestry: Southern Regional Information Exchange Group biennial symposium on forest genetics. Huntsville. p. 97-112.
- Hartmann. H.; Kester, D. 1995. Propagación de plantas : principios y prácticas. 5 ed. México, Continental. Pagina 680 760
- Kester. D.E. 1970. Temperature and plant propagation: Combined Proceeding of the International Plant Propagators' Society. Vol. 20. (No): 153-163.
- Land. Jr; Cunningham, M. 1992. Rooted cutting macropropagation of hardwoods. *In*: Applications of vegetative propagation in forestry: Southern Regional Information Exchange Group biennial symposium on forest genetics. Huntsville, Alabama. SoilScience. p. 75-96.
- Leakey, R; Mesen. F. 1995. Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: Enraizamiento de estacas suculentas. Mejoramiento y conservación de recursos genéticos forestales. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p. 135-153.
- Little, E. y Dixon, R. 1983. Árboles Comunes de la Provincia de Esmeraldas. Esmeraldas, Ec. 502 p.
- Loach, K. 1985. Rooting of cuttings in relation to the propagation medium: Combined Proceedings of The International Plant Propagators' Society. Vol. 85. p. 472-485.

- Mastalerz. J.W. 1999. The greenhouse environment: The greenhouse environment. New York: John Wiley. p. 97-112.
- Maceda A yGonzalez, 20005. Hormonas Vegetales. Consultado el 13/Oct/2005 en línea disponible en [http/ www.alaquarium.com](http://www.alaquarium.com).
- Milbocker, D. C. 1998. Ventilated high humidity propagation: Combined Proceeding of The International Plant Propagators" Society. Vol. 38. (No): 576-579.
- Montoya. Luz Marina. 1993. Manual práctico de propagación de plantas. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 106 p.
- Taiariol, D, 1997. Propagación Vegetativa .Consultado el 12/Dic/2003 en línea disponible en [http//: www.monografia.com/trabajo](http://www.monografia.com/trabajo) 13/ propaveg.shtml
- Revista.com. 2010 Disponible en www.revista-mm.com Amarillo de Guayaquil. Consultado el 11 de agosto del 2010
- Segura, A and Management. p 101 – 104. 1991. Propagacionagamica de seis especies forestales neotropicales en Colombia. Bogota, Colombia. Proyecto Corporativa CONIF-INDERENA-CIID. p. 54 –55.
- Villalobos, A. 1988. Fisiología del enraizamiento: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Documentos del proyecto "Propagación y mejoramiento de frutales de hoja caduca". Tunja: COLCIENCIAS. 92 p.
In: MONTOYA. Luz Marina. 1993. Manual práctico de propagación de plantas. Medellín, Universidad Nacional de Colombia. 106 p.
- Wise, F.C; Caldwell. T.D. 1992. Macropropagation of conifers by stem cuttings: Applications of vegetative propagation in forestry, Southern Regional

Information Exchange Group biennial symposium on forest genetics.
Huntsville. p. 51-73.

- Wikipedia 2010. Disponible en www.wikipedia.org. Fitohormona.
Consultado el 15 de Agosto del 2010
- Zobel, B. y Talbert, J. 1988. Técnica de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales. México D. F. Limusa p. 342 – 346.

IX. ANEXOS

9.1. Resultados de variables

Cuadro 9. Valores de porcentaje de prendimiento en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011.

Tratamientos	Dosis (mg Kg ⁻¹)	I	II	III	X
1 AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	9,0	7,5	7,5	8,00
2 AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	6,0	10,5	6,3	7,60
3 AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	7,0	9,4	7,0	7,80
4 AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	9,0	6,0	4,5	6,50
5 AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	7,5	9,0	7,0	7,83
6 AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	6,0	7,5	7,5	7,00
7 AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	7,0	9,0	9,0	8,33
8 AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	10,5	10,5	8,0	9,67
9 Hormona comercial	T. químico	6,0	8,0	7,0	7,00
10 Sin hormona	T absoluto	7,0	6,0	9,0	7,33

Cuadro 10. Valores de longitud de la raíz mayor en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

Tratamientos	Dosis (mg Kg ⁻¹)	I	II	III	X
1 AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	2,65	2,77	2,42	2,61
2 AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	2,75	2,57	2,51	2,61
3 AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	2,62	2,81	2,48	2,64
4 AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	3,21	2,82	2,94	2,99
5 AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	3,49	3,06	2,71	3,09
6 AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	3,70	3,20	3,22	3,37
7 AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	4,06	3,06	3,38	3,50
8 AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	3,32	3,49	3,01	3,27
9 Hormona comercial	T. químico	2,95	2,89	2,02	2,62
10 Sin hormona	T absoluto	3,16	2,49	2,62	2,76

Cuadro 11.Valores de número de brotes en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

Tratamientos	Dosis (mg Kg ⁻¹)	I	II	III	X
1 AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	2,26	2,42	2,29	2,32
2 AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	2,09	2,34	2,26	2,23
3 AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	2,26	2,34	2,26	2,29
4 AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	2,09	2,24	2,13	2,15
5 AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	2,09	2,29	2,18	2,19
6 AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	2,34	2,42	2,39	2,38
7 AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	2,09	2,09	2,55	2,24
8 AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	2,09	2,14	2,33	2,19
9 Hormona comercial	T. químico	2,55	2,49	2,13	2,39
10 Sin hormona	T absoluto	2,09	2,39	2,28	2,25

Cuadro 12.Valores de longitud de brote mayor en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

Tratamientos	Dosis (mg Kg ⁻¹)	I	II	III	X
1 AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	3,23	3,36	2,94	3,18
2 AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	3,33	2,56	2,62	2,84
3 AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	3,52	3,79	3,19	3,50
4 AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	2,84	2,85	2,98	2,89
5 AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	2,87	2,57	3,29	2,91
6 AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	2,84	2,71	3,12	2,89
7 AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	2,44	2,72	2,84	2,67
8 AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	2,66	2,71	2,71	2,69
9 Hormona comercial	T. químico	2,48	2,48	3,57	2,84
10 Sin hormona	T absoluto	2,13	2,56	2,56	2,42

Cuadro 13.Valores de área foliar en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

Tratamientos	Dosis (mg Kg ⁻¹)	I	II	III	X
1 AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	2,82	2,45	2,56	2,61
2 AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	2,43	2,49	2,46	2,46
3 AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	2,91	2,1	2,1	2,37
4 AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	2,01	2,18	2,08	2,09
5 AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	2,15	2,72	2,68	2,52
6 AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	2,42	2,8	2,4	2,54
7 AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	2,05	2,38	2,18	2,20
8 AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	1,88	2,08	2,08	2,01
9 Hormona comercial	T. químico	2,26	2,1	2,07	2,14
10 Sin hormona	T absoluto	2,44	2,19	2,38	2,34

Cuadro 14.Valores de volumen de raíces en la evaluación de dos hormonas de enraizamiento en la multiplicación vegetativa de *Centrolobiumochroxylum* (Amarillo de Guayaquil). UTB, FACIAG. 2011

Tratamientos	Dosis (mg Kg ⁻¹)	I	II	III	X
1 AcidoNaftalenacético (ANA)	500 mg/kg	2,14	2,07	2,06	2,09
2 AcidoNaftalenacético (ANA)	1000 mg/kg	2,2	2,14	2,13	2,16
3 AcidoNaftalenacético (ANA)	1500 mg/kg	2,35	2,34	2,28	2,32
4 AcidoNaftalenacético (ANA)	2000 mg/kg	2,09	2,36	2,17	2,21
5 AcidoIndolbutírico (AIB)	500 mg/kg	2,05	2,15	2,08	2,09
6 AcidoIndolbutírico (AIB)	1000mg /Kg	2,39	2,28	2,33	2,33
7 AcidoIndolbutírico (AIB)	1500 mg/kg	2,39	2,28	2,33	2,33
8 AcidoIndolbutírico (AIB)	2000 mg/Kg	2,17	2,23	2,34	2,25
9 Hormona comercial	T. químico	2,17	2,17	2,33	2,22
10 Sin hormona	T absoluto	2,36	2,18	1,22	1,92

9.2. Fotografías durante la investigación



