

UNIVERSIDAD AGRARIA DE LA HABANA
FRUCTUOSO RODRIGUEZ PÉREZ

Aportes a la Metodología de Propagación de Bougainvillea glabra choisy.

**Tesis presentada en opción del título académico de
“Master en Ciencias Agrícolas”**

Autor: Ing. Adalberto Fanego Duardo.

Tutores: Dra. Rafaela Soto Ortiz
MsC. Silvio de J. Martínez Medina

Año 2006

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Origen y clasificación botánica.	3
2.2 Características botánicas.	4
2.3 Importancia y uso de Bougainvillea sp.	5
2.4 Multiplicación.	7
2.5 Reguladores del crecimiento vegetal.	12
2.6 Condiciones climáticas.	20
2.6.1 Luz.	20
2.6.2 Temperaturas.	20
2.6.3 Humedad.	20
2.7 Atenciones culturales.	21
2.7.1 Riego.	21
2.7.2 Poda.	21
2.7.3 Fertilización.	22
3 MATERIALES Y MÉTODOS.	23
3.1 Evaluación de estacas de diferentes secciones de las ramas en la brotación y enraizamiento de las mismas.	24
3.2 Evaluación de la frecuencia de riego de mejor resultado en la emisión radical.	25
3.3 Efecto de diferentes concentraciones y combinaciones auxínicas en el enraizamiento de estacas de Bougainvillea glabra choisy.	25
3.4 Evaluación del efecto de la reducción del follaje en la disminución del estrés hídrico en la fase de trasplante a envases.	27
3.5 Análisis de la factibilidad económica de los aportes a la metodología de propagación de Bougainvillea glabra choisy.	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Evaluación de estacas de diferentes secciones de las ramas en la brotación y enraizamiento de las mismas.	29
4.2 Evaluación de la frecuencia de riego de mejor resultado en la brotación y	

emisión radical en estacas de Bougainvillea glabra choisy	34
4.3 Efecto de diferentes concentraciones y combinaciones auxínicas en la brotación y enraizamiento de estacas de Bougainvillea glabra choisy .	37
4.4 Evaluación del efecto de la reducción del follaje en la disminución del estrés hídrico en la fase de transplante a envases.	43
4. Análisis de la factibilidad económica de los aportes a la metodología de propagación de Bougainvillea glabra choisy .	47
5. CONCLUSIONES.	50
6. RECOMENDACIONES.	51
7. BIBLIOGRAFÍA.	52

RESUMEN.

El presente trabajo se realizó en el periodo comprendido de julio 2003 – junio 2004 en la Finca de Flores y Plantas Ornamentales, perteneciente a la Empresa de Cultivos Varios Cienfuegos, con la finalidad de contribuir con el establecimiento de una metodología de propagación en **Bougainvillea glabra choisy**, para ello se evaluaron las estacas provenientes de diferentes secciones de rama, distintas frecuencias de riego, y diferentes concentraciones y combinaciones hormonales, así como el efecto de la reducción de follaje en la disminución del estrés hídrico, obteniéndose como resultado que las estacas centrales de las ramas fueron las de mejor comportamiento. Como mejor frecuencia de riego se obtuvo, la aplicación de 4 riegos diarios de 10 minutos de duración. Al emplear una solución acuosa suplementada con 1000 mg.l⁻¹ de Ácido Indolacético (AIA), se obtienen un 95 % de estacas enraizadas con abundante desarrollo de raíces secundarias y adventicias, reduciéndose en 20 días el ciclo de enraizamiento. Con la reducción del follaje en un 50 % en los brotes mayores de 15 cm, al ser transplantado para envases reduce la transpiración y la planta se recupera del estrés hídrico en 8 días. Los aportes realizados a esta metodología permiten el incremento del porcentaje de estacas enraizadas en un 32.5 % con respecto al método tradicional, esto significa 325 plantas más por cada 1000 estacas a enraizar con un importe de 3 250 pesos, y 539.5 CUC, según la forma en que se comercialice.

1.- INTRODUCCIÓN.

El cultivo de plantas ornamentales se encuentra genéricamente dentro de lo que se denomina “Horticultura No Comestible” que ocupa una superficie aproximada de 200 000 ha, de estas 47 000 corresponden a Europa, 120 000 a Asia, 30 000 a América y unas 5000 a África. Presenta una cifra de negocio de unos 36 000 millones de euros y ocupa directamente a 1,5 millones de personas.

Costa Rica, Israel y Guatemala se destacan como los países suministradores al mercado europeo. Las importaciones se realizan de forma masiva por Holanda, aunque existen dos países que reciben una cuantía importante de plantas ornamentales, Alemania e Italia. En España las exportaciones se han duplicado en los últimos años alcanzando saldos que suponen 20 millones de euros (Mercados Verdes, 2003).

En Cuba el mercado de plantas ornamentales al igual que su uso ha sufrido profundas modificaciones, según las épocas y el desarrollo económico – social y cultural de estas (Alonso, 1999).

A la horticultura ornamental se le atribuye como función básica la satisfacción de las necesidades estéticas del hombre. Hoy esto se considera uno de los negocios más atractivos ya que proporcionan elevados ingresos por unidad de superficie (Borris, 1995).

Dentro de las especies ornamentales más populares y difundidas en la decoración de jardines se encuentra **Bougainvillea glabra choisy**, con un gran número de variedades cultivas y posibles de ser empleadas en todo tipo de diseño de paisajismo, ocupando el cuarto lugar en importancia entre las 125 especies más propagadas en algunas regiones de América (Pérez *et al.*, 2003). La propagación se realiza fundamentalmente por estacas, pues las variedades comerciales utilizadas no emiten semillas (Notsuka *et al.*, 2000), con esta forma de propagación se logran resultados muy variables inferiores a 70 % de enraizamiento (Bhattachaarjee y Balakrisna, 1993). Otros autores como Hartmann y Kester (1990), obtuvieron buenos resultados al realizar la propagación en estacas con hojas bajo niebla, utilizando sustancias estimuladoras de enraizamiento.

En Cuba la propagación de esta especie se realiza por el método tradicional basado fundamentalmente en el uso de estacas tomadas de diferentes secciones de la rama y

colocadas a enraizar en un lecho favorable, obteniéndose bajos porcentajes de enraizamiento, lo que puede estar dado por la selección del tipo de estaca tomada como material de propagación, el manejo del riego y la falta de ciertas sustancias internas necesarias para la formación de raíces (Hartmann y Kester, 1981), por lo que se presume que no se ha implementado un sistema de multiplicación efectivo.

Teniendo en cuenta la problemática anteriormente expuesta se plantea la siguiente **hipótesis:**

Con la determinación de la sección de la rama a utilizar como estaca, la frecuencia de riego más favorable y el uso de estimuladores de enraizamiento en **Bougainvillea glabra choisy** se incrementará el porcentaje de enraizamiento de esta especie.

Objetivo General:

Contribuir a incrementar los porcentajes de enraizamiento de **Bougainvillea glabra choisy** con los aportes realizados a la metodología de propagación de esta especie.

Objetivos específicos:

1. Evaluar estacas de diferentes secciones de ramas en la brotación y el enraizamiento de las mismas.
2. Evaluar las diferentes frecuencias de riego para la emisión radical de la estaca.
3. Evaluar el efecto de diferentes concentraciones y combinaciones auxínicas en la brotación y enraizamiento de estacas de **Bougainvillea glabra choisy**.
4. Evaluar el efecto de la reducción del follaje en la disminución del estrés hídrico en la fase de trasplante a envases.
5. Realizar un análisis de factibilidad económica de los aportes a la metodología de propagación de **Bougainvillea glabra choisy**.

2.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

En la actualidad el cultivo de plantas ornamentales incrementa sus posibilidades, ya que no solo las características climáticas del país resultan favorables al desarrollo de este renglón productivo, sino las perspectivas de su utilización las cuales tienden a elevarse día a día por los valores que se le confieren a estas plantas. (Bonilla – Barbosa 1994), destacan que las mismas deben ser reconocidas y bien atendidas en su contexto socio – cultural, para que sean promovidas y desarrolladas.

Freire (1997) refiere que no se debe subestimar su cultivo reconociendo solamente su valor estético, aspecto social importante para garantizar su sustentabilidad agraria. Una de las especies ornamentales más cultivadas lo constituye **Bougainvillea glabra choisy**.

2.1.- Origen y Clasificación Botánica.

Bougainvillea, es originaria del Brasil, descubierta en 1790 por el navegante francés Louis A. de Bougainville, quien la llevó a Europa donde la popularizó rápidamente.

El grupo tiene 14 especies, entre ellas **B. glabra choisy** (Clarasó, 1998).

Esta especie forma parte de un grupo de enredaderas o plantas leñosas de flores cultivadas en muchas regiones tropicales y subtropicales se clasifica botánicamente según (Warde, 1991).

Nombre común: Bugambilia, bouganvilla.

Reino: Vegetal.

División: Magnoliophyta.

Clase: Magnoliopsida.

Subclase: Caryophyllidae.

Orden: Caryophyllales.

Familia: Nyctaginaceae (Nictagináceas).

Nombre científico: **Bougainvillea glabra choisy**.

2.2.- Características Botánicas.

Bougainvillea, son arbustos o árboles espinosos frecuentemente trepadores, con las hojas alternas y enteras. Las flores son pequeñas, poco vistosas, hermafroditas o rara vez unisexual, acompañadas de 3 brácteas grandes, persistentes de color lila, rosa, amarillo o blanco, frecuentemente en inflorescencias cimosas (Clarasó, 1998) figura 1.



Figura 1: Inflorescencia de *Bougainvillea glabra choisy*.

En zonas cercanas al Ecuador florecen durante todo el año.

Otros autores coinciden en que constituyen enredaderas leñosas, sarmentosas, con flores amarillas reunidas por tres dentro de un involucro formado por tres brácteas grandes, foliáceas, de color, que es la parte que se considera como flor en la jardinería (Mc Connell 1974).

Dentro de este género que comprenden 14 especies, según (Clarasó, 1998) ***Bougainvillea glabra choisy*** y ***B. spectabilis wild***, son las variedades de mayor interés.

Al referirse a ***B. glabra*** del Brasil, Clarasó (1998) la describe como la más corriente, con el ramaje muy tupido y gran abundancia de flor de color lilacino rosado, en racimos axilares a lo largo de las ramas. Las enredaderas son una de las más vigorosas, que pueden alcanzar una altura hasta de 4 metros en un año, los cuales se aprovechan para enramar la planta, dirigiéndose a conveniencia, carecen de órganos especializados para sostenerse por sí mismas, como las ramas van lignificándose

paulatinamente por la parte inferior y las ramificaciones son bastante rígidas, más que trepar lo que hacen es apoyarse. El próximo año los tallos producen gran cantidad de ramas secundarias que son las que emiten flores, convirtiéndose en guirnalda de flores.

B. glabra choisy, se distingue por sus tallos y brotes glabros (ausencia de pilosidad) y de espinas cortas de 1 a 2.5 cm. Las brácteas son hojas modificadas que acompañan la flor de color malva, rosado, purpurino o blanco. Su floración se produce desde la primavera hasta fines de otoño (Warde, 1991).

B. spectabilis es caracterizada botánicamente por Ramcharan *et al.*, (1974) por la presencia de ramas, pecíolos y hojas pubescentes, con espinas de 2.5 a 5 cm de largo. Sus cultivares poseen brácteas de colores variados desde el rojo carmesí, purpúrico, rosado o amarillo.

El período de floración más intenso de estas especies va desde la primavera hasta el verano, siendo más susceptible al frío. En Cuba florece profusamente en periodos de sequía.

Las variedades comerciales no emiten semillas, lo que representa una barrera natural que impide el cruzamiento entre las variedades de interés. Si bien se desconocen las causas genéticas y fisiológicas que provocan este tipo de esterilidad, la polinización “*in vitro*” podría constituir una alternativa para obtener plantas fértiles que permitan iniciar un programa de mejoramiento (Notsuka *et al.*, 2000).

2.3.- Importancia y uso de Bougainvillea.

Es una planta ornamental de alta demanda, muy difundida y popularizada en la decoración de jardines, de mayores posibilidades para ser usada en todo tipo de diseños de paisajismos, otro uso es como arreglo en seco, ya que es posible deshidratar y mantener el brillante color de sus brácteas, lo que hace muy atractivo su cultivo Acosta *et al.*, (2000). Recibe un amplio uso en los estados del centro y sur de México, Centro América y el Caribe, fundamentalmente en su región de origen (Sudamérica), se ha convertido en la planta de la que ya no es posible prescindir en los jardines pues es de las más vigorosas, de más follaje, flores más abundantes y duraderas, de las que más se prestan para cubrir grandes muros, sobre todo si están

orientadas al sol, es también la mejor enredadera para formar setos pues la planta se sostiene bien sobre sus tallos, fuertes y leñosos. Es rústica y florece abundantemente sin necesidad de ser regada (Clarasó, 1998). En Cuba es muy utilizada en la ornamentación de entradas y salidas de las ciudades, poblados y asentamientos poblacionales, así como en la jardinería de exteriores, por constituir una especie adaptable a sus condiciones climáticas (figura 2).



Figura 2: Plantas de Bougainvillea cultivadas en jardines exteriores.

En algunas regiones esta planta ha alcanzado un especial significado como es el caso de Puerto Vallarta en Venezuela, el cual se ha convertido en un verdadero jardín de **Bougainvillea** que colocadas a propósito o no, decoran espacios, caminos, calles, avenidas, jardines y rincones de la ciudad, así como las fachadas, puertas, azoteas y balcones de los hogares. Su presencia ha llegado a ser tan relevante para sus pobladores, que su nombre ya se utiliza para bautizar variados negocios como florerías, galerías y restaurantes entre otros. (On line, 2004)

Esta planta recibe un amplio uso en los Estados del centro y sur del territorio mexicano y Centro América, principalmente en casos de afecciones respiratorias como tos, asma, bronquitis, gripe y tosferina, para su tratamiento son empleados las flores y brácteas, así como su preparación en cocimientos, el cual se suministra por vía oral. Para estos

casos se recomienda tomarlo caliente tres veces al día durante 72 horas, suspender el tratamiento durante una semana y repetirlo hasta sentir mejoría. Para la misma finalidad es recomendada la infusión de **Bougainvillea** con otras plantas como tulipán, naranja, canela y tomillo para ser tomadas como agua común. En otros casos, este arbusto ha resultado eficaz para tratar la alferecía de niños, dolor de estómago, mal de orina y el acné (Veranera, 2004).

2.4.- Multiplicación.

Bougainvillea al igual que un gran número de especies vegetales se reproducen fundamentalmente de forma vegetativa, a través de estacas de tallo tomadas en cualquier época del año Clarasó, (1998), por lo que es necesario profundizar en el conocimiento de la estructura interna del tallo, aspecto ampliamente estudiado por varios autores entre los que se destacan (Harttman y Kester, 1981).

En la mayoría de las plantas la formación de raíces tiene lugar enteramente después que se ha hecho la estaca. En general el origen de estas en las estacas de ramas se encuentra en grupos de células que pueden volverse meristemáticas, localizándose justamente afuera y entre los haces vasculares. Estos pequeños grupos de células, los iniciadores radicales, continúan dividiéndose, formando grupos de muchas células pequeñas, las cuales se convierten en nuevos primarios radicales, la división celular continúa y pronto cada grupo de células adquiere el aspecto de una punta de raíz. En el nuevo primordio se desarrolla un sistema vascular que se conecta con el haz vascular adyacente. La punta de la raíz sigue creciendo hacia fuera a través de la corteza y la epidermis, o sea, en el tallo las raíces adventicias surgen endógenamente, originándose dentro del tejido del tallo y crecen hacia fuera.

A veces, después que las estacas han sido colocadas en condiciones favorables para el enraizamiento, se forma una capa de callo en el extremo basal de la estaca. Este es una masa irregular de células de parénquimas en varios estados de lignificación. El crecimiento del callo se origina de las células en la región del cámbium vascular y el floema adyacente, aunque varias células de la corteza y de la médula pueden contribuir a su formación. Con frecuencia las primeras raíces aparecen a través del callo aunque se conoce que la formación de este y de la raíz son independientes entre sí. La

producción de callo puede ser beneficiosa en plantas que enraízan lentamente debido a que proporcionan una capa protectora que retarde el desarrollo de pudriciones. Por otra parte esta capa puede interferir en la absorción de agua de la estaca.

Para las especies que se propagan por estacas este método tiene diferentes ventajas, como son: gran número de plantas en un espacio limitado, es más económico, rápido y simple, no exige de técnicas especiales, se obtienen gran cantidad de plantas vendibles en poco tiempo, la mayoría de las especies mantienen las características del clon propagado (Hartmann y Kester, 1991)

La selección del material de propagación para estacas de madera dura o leñosas debe ser tomado de plantas progenitoras sanas, vigorosas, desarrolladas a pleno sol. La madera escogida no deberá ser de partes de crecimiento demasiado frondosas con entrenudos muy largos o de ramas interiores pequeñas y débiles. La madera deseable es aquella de tamaño y vigor moderado, las estacas deberán tener una amplia provisión de nutrientes almacenados para poder alimentar las raíces y brotes en desarrollo hasta que la nueva planta se sostenga así misma. (Mac Millan, 2000). Otros autores como Figueroa (1999), señalan que las estacas de madera leñosas o duras varían en tamaño de acuerdo a la especie de que se trate, generalmente se preparan de 10 – 30 cm de longitud, que posean como mínimo dos nudos, el corte basal se hace justamente debajo de un nudo y el corte apical de 1.5 – 2.5 cm por encima del otro nudo. El diámetro de las estacas puede variar de 1.5 – 2.5 cm, las estacas rectas que son las que más se usan dando resultados satisfactorios en la mayoría de los casos, es aconsejable que los cortes basales se hagan en diagonal, más bien que en ángulo recto ya que resulta difícil distinguir entre la punta y la base de la estaca.

Las estacas tomadas de plantas progenitoras jóvenes (1 año de edad) enraízan más fácilmente que las tomadas de árboles más viejos. Hartmann y Kester, (1990) refieren además que las estacas de madera blanda generalmente enraízan más rápido que los otros tipos pero requieren más atención y equipamiento. Este tipo de estaca siempre se hace dejándole hojas, por lo que deben ser manejadas con cuidado para evitar su desecación y deben ser enraizadas en condiciones de muy alta humedad, manteniendo una temperatura aproximada de 24 a 26 ° C en la base y 21 ° C en las hojas para la mayoría de las especies.

Al hacer estacas de madera suave es importante seleccionar el tipo de madera, rechazando los brotes de crecimiento extremadamente rápidos, tiernos y suaves ya que es probable que se pudran antes de enraizar. El mejor material presenta cierto grado de flexibilidad, pero está suficientemente madura para quebrarse si se dobla mucho. Las ramas interiores débiles y delgadas deben evitarse tanto como aquellas muy vigorosas, gruesas o pesadas, las proporciones de la planta de desarrollo mediano, crecidos en plena luz y procedentes de las ramas laterales de la planta progenitora son más deseables. Estas estacas generalmente se hacen de 7.5 – 12.5 cm de largo, con dos o tres entrenudos. El corte basal se hace justamente debajo de un nudo, eliminándose las hojas inferiores y conservar las hojas de la porción superior.

Al extraer las estacas del medio de enraizamiento deben ser levantadas cuidadosamente con una cuchara de jardinería evitando ser dañadas. Es deseable que las estacas se extraigan con una masa de medio de enraizamiento adherida aún a estas, lo cual puede lograrse si se le incluye al medio algún material como musgo turboso o vermiculita.

Las estacas que han sido colocadas en macetas o bolsas de polietileno se deben dejar varios días bajo las mismas condiciones en que fueron enraizadas. Si fue bajo niebla debe dárseles una atención especial y moverlas gradualmente a una atmósfera más seca. Antes de sacar las estacas enraizadas a pleno sol se les debe endurecer por una o dos semanas en sombreadero o bajo otra protección parcial del sol.

Warde (1991), hace referencia a distintos factores que afectan la regeneración de plantas partiendo de estacas, uno de ellos es la nutrición de la planta original, la cual ejerce una fuerte influencia sobre el desarrollo de raíces y ramas tomadas de tales plantas, bajos niveles de nitrógeno y alto balance de carbohidratos en la planta madre favorece el enraizamiento de estacas provenientes de ellas. Esto puede lograrse no aplicando fertilizante nitrogenado y dejando que las plantas crezcan a plena luz del sol, favoreciendo la acumulación de carbohidratos.

La presencia de yemas es un elemento a tener en cuenta para la selección de las estacas, se ha demostrado que la presencia de estas con frecuencia promueve grandemente la formación de raíces especialmente si las yemas han empezado a crecer. Ha sido demostrado que en muchas plantas la eliminación de las yemas

detienen casi por completo la formación de raíces, especialmente en especies que no tienen iniciadores radicales preformados. En algunas plantas si se remueve un anillo de la corteza hasta la madera justamente debajo de una yema la formación de raíces se reduce indicando que alguna influencia se mueve a través del floema de la yema a la base de la estaca donde es activa para promover la formación de raíces.

Las condiciones ambientales juegan un papel determinante en el éxito del enraizamiento entre ellas la humedad. Aunque la presencia de las hojas en las estacas es un fuerte estímulo para la formación de raíces la pérdida de agua que ocasionan puede reducir el contenido de estas en las estacas a un nivel tan bajo que le provoque que muera antes de la formación de raíces. En las especies que enraízan rápidamente permiten la absorción de agua para compensar la que es perdida por las hojas, pero en especies de enraizamiento más lento, la transpiración de las hojas debe ser reducida a una razón muy baja para conservar vivas las estacas hasta que se formen las raíces. Con el desarrollo de técnicas para enraizar esquejes bajo niebla se realizó un progreso definitivo, tales aspersiones mantienen una película de agua sobre las hojas, que no solo producen una alta presión de vapor de agua alrededor de las hojas sino también reduce la temperatura del aire, factores que tienden a bajar la razón de transpiración.

La temperatura del aire es otro factor a tener en cuenta ya que cuando estas son excesivamente altas tienden a promover el desarrollo adelantado de las yemas con relación a la raíces y a incrementar la perdida de agua por las hojas. La temperatura puede regular la producción de raíces adventicias. Es importante que el desarrollo de las raíces preceda al desarrollo de las ramas. En las cámaras de estacas a veces se usa cierto tipo de calefacción aplicado debajo de las estacas para mantener la base de estas con temperaturas más elevadas que las de las yemas, induciendo así la iniciación de la raíz antes de que abran las yemas.

El efecto de la luz sobre la formación de raíces en las estacas varía de acuerdo con el tipo que se está enraizando. Es bien sabido que la ausencia de luz en los tejidos del tallo en algunas plantas favorece la formación de primordios radicales. Por otra parte los esquejes requieren de exposición de las hojas a la luz para que ocurra la formación de raíces.

El medio para enraizamiento también es importante para la propagación, por lo que un medio ideal es aquel que proporciona porosidad suficiente para permitir una buena aeración, tener una gran capacidad para retener el agua y drenar bien.

Uno de los sustratos utilizados para la propagación de estacas de **Bougainvillea glabra choisy**, en el estado de Morelos, México, es la hojarasca o tierra de hoja, principalmente de encino y pino aunque estudios más recientes realizados por algunos investigadores Pérez *et al.*, (2003) refieren el uso de turba + agrolita en proporciones de 2:1 con buenos resultados en la brotación y desarrollo de las raíces con un 95 %.

Algunos autores han estudiado otras vías de propagación de especies de plantas que no emiten semillas, una de ellas es el cultivo de tejidos, siendo este una herramienta que contribuye tanto a la conservación de la biodiversidad genética, como a la innovación de procedimientos tecnológicos. La producción de plantas por esta vía es una alternativa para el rescate y preservación de los recursos fitogenético y de esta forma se puede mantener la dinámica y el equilibrio del ecosistema y el medio ambiente (Daquinta *et al.*, 2001)

Algunas especies ornamentales han sido propagadas por estos métodos entre los que se encuentran la **Gerbera jamessoni** para establecer una metodología de propagación comercial "*in vitro*" (Machado *et al.*, 2002)

Escandón *et al.*, (2003) desarrollaron un protocolo para la multiplicación bajo condiciones controladas en una cámara climatizada con un fotoperíodo de 18 horas luz y seis horas de oscuridad y un rango de temperatura diurna de 25 ± 2 °C y nocturno de 23 ± 2 °C **Bougainvillea sp.** que combina las técnicas "*in vitro*" y "*ex vitro*". Para ello tomaron explantes de segmentos nodales, los que fueron esterilizados en una solución de lavandina comercial (5 %) y Twenex 80 (0,1 %), por 20 minutos. Obteniéndose los mejores resultados al explantar los segmentos nodales en un medio que contenía las sales propuestas por Murashige - Skoog (1962) suplementados con 5 mg.l⁻¹ de 6-Bencilaminopurina (6BAP), 0.01 mg de ácido giberélico (A63), 2 % de sacarosa mezclados con antibióticos.

A pesar del trabajo citado anteriormente, la información disponible sobre la multiplicación "*in vitro*" de **Bougainvillea sp** es limitada. Debido a ello es altamente deseable disponer de un método para la multiplicación bajo condiciones controladas, a

gran escala. Esto permitirá la obtención de plántulas que podrán ser utilizadas en futuros experimentos de poliploidia “*in vitro*” (Zadoo *et al.*, 1975).

2.5.- Reguladores del Crecimiento Vegetal.

Determinados niveles de los diferentes constituyentes hormonales y químicos de los tejidos de las plantas son más favorables que otros para la iniciación de las raíces adventicias en las estacas.

Una hormona vegetal se define como una sustancia orgánica, producida naturalmente en una planta superior que controlan el crecimiento u otras funciones fisiológicas siendo producidas en una parte del organismo son transferidas a otras y que es activa en cantidades pequeñas, estas pueden interactuar a nivel celular donde cada grupo de hormonas influencia muchos procesos y generalmente uno de ellos es influenciado por un número de hormonas. Por ejemplo, la elongación del tallo es influenciada por los cinco grupos de hormonas, de una u otra manera.

La especificidad de la respuesta de los órganos a las hormonas puede ser debida grandemente a propiedades del órgano en sí mismo y no de la hormona, la cual puede simplemente proveer una señal para que el órgano siga uno de los varios posibles cursos definidos claramente en el desarrollo.

No siempre la misma hormona es la que produce la señal. Por ejemplo, en coleóptilos de trigo en crecimiento, los estadios primarios de elongación han sido dominados por la giberelina; los estadios intermedios son dominados por la citoquinina y los estadios finales dominados por la auxina, aunque los tres grupos de hormonas están siempre presentes en mayor o menor grado. Esta es la correspondencia de las células a las señales hormonales que cambian en el curso del desarrollo de la planta.

Es ampliamente aceptado que un número de factores, incluyendo el balance hormonal y la competencia de células y órganos, pueden ser ajustados ante un cambio en el desarrollo.

Ejemplos de interacción hormonal:

a) Elongación del tallo.

Responde a una interacción entre auxinas y giberelinas en este control.

b) Dominancia apical.

El mantenimiento de la dominancia apical es consecuencia del gradiente de concentración natural de citoquinina desde la base del tallo al ápice, que complementa el gradiente de auxinas en la dirección opuesta.

c) Iniciación de la raíz.

Altas relaciones citoquinina/auxina favorece el desarrollo de la ramificación del tallo a partir de yemas axilares. El reverso de la relación, provoca el desarrollo de la ramificación radical.

Si un balance apropiado es mantenido entre citoquininas y auxinas, se pueden formar tanto tallos y raíces a partir de callos.

d) Senescencia y abscisión.

Las citoquininas, las auxinas y en algunos casos las giberelinas retardan o inhiben la senescencia y la abscisión de hojas, flores y frutos, mientras el ácido abscísico los promueve.

e) Dormancia.

El ABA promueve la dormancia en yemas y semillas, mientras las giberelinas y el etileno rompen la dormancia.

Existe cierto número de compuestos sintéticos que cuando son introducidos en la planta con frecuencia producen resultados similares a aquellos causados por las hormonas que ocurren naturalmente. Estos compuestos han sido denominados “Reguladores del Crecimiento Vegetal” o Fitorreguladores y no pueden ser llamados hormonas (Barcelló, 1992).

El objetivo de utilizar estas sustancias es aumentar el porcentaje de estacas que forma raíces, acelerar la iniciación de las raíces y aumentar el número de raíces por estaca.

Los reguladores de crecimiento juegan un papel principal en el control del crecimiento no solo en la planta como un todo, sino también a nivel de órgano, tejido y célula, ya que la mayor parte de la actividad fisiológica de las plantas esta mediada por fitorreguladores de crecimiento, entre ellos se encuentran las auxinas, citoquininas, ácido giberélico y el ácido abscísico. Según López (1990) las auxinas promueven la elongación celular y estas van a tener diferentes niveles de fortaleza como se describe a continuación: ácido 2,4 diclorofenoxiacético (2,4-D), ácido naftalenacético (ANA), ácido indolbutírico (IBA) y ácido indolacético (AIA).

Estas sustancias mensajeras son activas en muy bajas concentraciones (en su mayoría), siendo los lugares de síntesis y de acción distintos y algunos casos activos en el mismo lugar de formación (Rojas, 1993).

La auxina que ocurre naturalmente es sintetizada fundamentalmente en las yemas apicales y en las hojas jóvenes, se mueve a través de la planta del ápice a la base.

La acumulación de conocimiento sobre la fisiología de las auxinas ha producido un número de aplicaciones prácticas, una de las cuales es la de promover la iniciación de las raíces en las estacas.

La aprobación del ácido indolacético sintético como promotor del enraizamiento ocurre en 1935, el cual fue demostrado por varios investigadores, en este mismo año también fue demostrado que el ácido naftalenacético, el ácido indolbutírico y otros ácidos también eran activos para la formación de raíces adventicias.

A las auxinas se les atribuyen varios efectos fisiológicos (Zona verde, 2004)

- Estimula la elongación celular.
- Estimula la división celular en el cámbium y en combinación con las citoquininas, en los cultivos de tejidos.
- Estimula la diferenciación del floema y del xilema.
- Estimula el enraizamiento en esquejes de tallo y el desarrollo de raíces laterales en el cultivo de tejidos.
- Media en las respuestas fototrópicas y geotrópicas de las plantas.
- Inhibe el desarrollo de las yemas laterales. Dominancia apical.
- Retrasa la senescencia de las hojas.
- Puede inhibir o promover (vía estimulación del etileno) la abscisión de hojas y frutos.
- Puede inducir la formación de frutos y su crecimiento en algunas plantas.
- Retrasa la maduración de los frutos.
- Promueve la floración en Bromelias.
- Estimula el crecimiento de algunas partes florales.
- Promueve (vía producción de etileno) la feminidad en las flores dioicas.
- Estimula la producción de etileno a altas concentraciones.

El transporte polar ocurre por la diferencia de potencial eléctrico del tallo, el cual es positivo en la base y negativo en el ápice; como el AIA es un ácido resulta ser electronegativo y es repelido por las células apicales y atraído por las basales (Valdés, 2001).

El ácido indolacético es una sustancia que induce alargamiento y por ser la primera que fue descubierta en la planta con estas características tradicionales se le llama auxina. Su descubrimiento definitivo en la planta fue en 1928 por las observaciones y experimentos realizados por varios investigadores, entre los que se encontraba Charles Darwin, quien se interesó por el fototropismo (Vázquez y Torres, 1982).

El transporte de las auxinas se realiza de forma polar, quiere decir que en el tallo se dará en dirección basípeta y en la raíz en dirección acrópeta. El transporte polar ocurre por la diferencia de potencial eléctrico del tallo, el cual es positivo en la base y negativo en el ápice; como el AIA es un ácido resulta ser electronegativo y es repelido por las células apicales y atraído por las basales (Valdés, 2001). El movimiento ocurre normalmente en los tejidos como un todo a través de las células, más bien que usando los conductos del xilema y del floema. Presumiblemente el proceso de transporte implique una interacción entre el AIA y la membrana plasmática de las células de la planta. La aplicación de auxinas a las plantas causa una variedad de efectos, que difieren según la edad de esta, la especie y más particularmente el tejido donde actúa. Al igual que ocurre con otros compuestos químicos fisiológicamente activos, la auxina es tóxica a altas concentraciones. El herbicida 2,4 – D es una auxina sintética, una de las varias que han sido sintetizadas artificialmente para una amplia gama de aplicaciones.

Los efectos estimulantes de las auxinas sobre el crecimiento de los tallos y raíces es la consecuencia del alargamiento celular. Bajo este efecto, la plasticidad de la pared celular aumenta y la célula se ensancha en respuesta a la turgencia que provoca la entrada de agua en la vacuola.

El efecto que ejerce el ácido indolacético producido en la yema apical sobre el desarrollo de las yemas laterales, hace que el balance auxina-citoquinina sea favorable a las primeras, manteniéndose el periodo de dormancia de las yemas laterales. El

hecho de eliminar la yema terminal reduce la producción de auxinas y se estimula la brotación al favorecer el equilibrio a las citoquininas.

Las auxinas promueven el desarrollo de raíces laterales. Estas en cantidades pequeñas estimulan el crecimiento. No obstante en concentraciones mayores, inhiben el crecimiento de raíces primarias, aunque pueden provocar formación de nuevas raíces secundarias.

Elas estimulan el desarrollo de raíces adventicias, por estas razones se emplea comercialmente para estimular la formación de raíces en esquejes, especialmente en el cultivo de plantas leñosas.

El tratamiento de estacas con auxinas provoca inicialmente la división en forma desorganizadas de las células para dar lugar a una masa de tejidos que se asemeja a un tumor que recibe el nombre de callo. Posteriormente se forman primordios radicales organizados del callo. (Barcelló, 1992).

Las auxinas y el etileno están implicadas en la regulación de la formación de raíces adventicias. Aparentemente los efectos de las auxinas están mediados por la acción del etileno, aunque la acumulación de auxinas estimula la biosíntesis del etileno y este último bloquea el transporte polar de las auxinas (Valdés, 2001).

En las plantas leñosas, la auxina promueve el crecimiento del cámbium. Cuando en la primavera comienza a crecer las regiones meristemáticas del vástago, la auxina que desciende desde los ápices vegetativos hace que las células cambiales se dividan, formando floema secundario y xilema secundario. También en este caso, estos efectos son modulados por otras sustancias controladoras del crecimiento en el cuerpo de la planta.

Desde la década del 30 los reguladores de crecimiento han sido utilizados para el enraizamiento de estacas, las soluciones han sido disueltas en agua para muchos propósitos e incluso más que en otros componentes.

De igual forma se han utilizado métodos para la aplicación en estacas para su enraizamiento como son inmersión, inmersión total, inmersión rápida y Spray Drip Down, Steve *et al.*, (1991). Este mismo autor refiere que las auxinas disueltas en agua son más efectivas que las disueltas en alcohol.

El método de inmersión en talco donde las hormonas se mezclan en este, el cual es suave y carece de propiedades abrasivas que pudieran dañar la estaca.

Con relación al tipo de auxina a emplear en algunos cultivos la mayoría de los autores recomiendan el AIB, (Mac Millan, 2000).

Otros recomiendan el AIA con excelentes resultados, (Vásquez y Torres, 1982 y Acostas, 2000). Mac Millan, (2000) plantea que el AIA y el ANA pudieran sustituir el AIB con buenos resultados. Con relación a las concentraciones de las sustancias enraizadoras en polvo y líquido es difícil de relacionar pues las mismas dependen del método de aplicación, retención y tejido de la planta que se utilice.

Existen diferentes criterios con relación al tiempo y método de inmersión a utilizar. Mac Millan, (2000), recomienda la inmersión líquida por un período de 24 horas. Acosta, (2000) empleó la inmersión de estacas de 5 a 6 cm de longitud en una solución por 24 horas.

La inmersión de estacas difíciles de enraizar mediante la introducción de su parte basal en una solución por 4 a 12 horas, con la inmediata plantación después del tratamiento, fue reportada por (Rojas, 1993).

El método de inmersión total de las estacas produce muy buena raíces, para esto se sumerge la estaca completa en una solución por unos minutos. Posteriormente son plantadas. Las estacas pueden ser sumergidas por dos minutos en una solución de 1000 ppm a base de AIB disuelto en agua. Este método incrementa el peso fresco de las raíces con respecto a la inmersión en seco.

El uso de otros métodos se puede poner en práctica. Entre ellos el Spray Drip Down que consiste en la aspersion de una solución sobre las hojas y tallos de las estacas.

Otro método poco común es la utilización de bacterias (**Agrobacterium Rhizones**) donde la respuesta hace que la planta produzca AIA con los resultados se forman raíces (Nahla *et al.*, 1991).

A pesar de existir pocos reportes sobre el empleo de reguladores de crecimiento en el tratamiento de estacas de **Bougainvillea sp.** estos son recomendados para estimular su enraizamiento, fundamentalmente auxinas y citoquininas. (Westwood, 1973; Weaver, 1980; Sing y Motial, 1982)

Acosta *et al.*, (2000), en el enraizamiento de estacas de **Bougainvillea glabra choisy** de color morado emplearon diferentes reguladores de crecimiento (AIA, AIB, ANA, BAP Y 2.4 D), obteniendo los mejores resultados en los porcentajes de enraizamiento, calidad de raíz y número de brotes con el AIA en concentraciones de 100 mg.l⁻¹.

Existen reportes de empleo de reguladores de crecimiento en otras plantas ornamentales exitosamente. Una de estas plantas son los rosales reportándose por Hanan y Kevin (1984) un método de propagación por miniplantas estimulándose la formación de raíces empleando IBA en concentraciones de 0.1 mg.l⁻¹.

Los reguladores de crecimiento fueron empleados en la adaptación de vitroplantas y estacas de **Ixora coccinea** cv Guillermina, obteniéndose en el crecimiento y desarrollo de las vitroplantas el mejor resultado con la aplicación foliar de 31 mg.planta de ácido giberélico, en el caso de las estacas este ácido a 93 mg.planta estimuló los mayores porcentajes de enraizamiento (Rodríguez, 1997).

Jiménez, (2002) utilizó el Biobras en bajas concentraciones 0.01 mg.l⁻¹ en el cultivo del plátano estimulándose la formación de raíces y hojas en ausencia de auxinas exógenas.

En general todas estas sustancias reguladoras del crecimiento trabajan en concentraciones muy bajas y dentro de unos límites muy críticos, un producto que estimula la fructificación en una concentración determinada y facilita el arraigo de un esqueje en otra distinta puede utilizarse como herbicida en una tercera concentración. Según Mac Millan, (2000) es necesario tener en cuenta que estas sustancias no constituyen una panacea, no podrán inducir desarrollo de raíces, si esta capacidad no esta presente en el tallo de manera inherente, por lo que su acción consiste en incrementar la capacidad innata del tallo, para que produzca raíces en mayor cantidad y más rápido.

El uso de estas hormonas en el enraizamiento según el autor antes citado no tiene mucho sentido cuando el esqueje procede de una planta saludable y se multiplica en la estación adecuada, considerando que se justifica su utilización en aquellos casos de difícil enraizamiento y que tengan posibilidades de obtener resultados efectivos.

Las hormonas para el enraizamiento suelen venderse en forma de polvos mezclados con una base de polvo de talco. También en forma líquida donde la sustancia está

disuelta en agua o en algún disolvente orgánico, como el alcohol y se aplican a esquejes de hojas o raíz (Mac Millan, 2000).

Las sustancias reguladoras del crecimiento y sus aplicaciones en los viveros de plantas ornamentales fue descrita por Ballester, (2000) donde refiere los siguientes productos que reducen la dominancia apical entorpeciendo el crecimiento del principal. Ejemplo Dikeguloc Sodio conocido comercialmente como Atrinal formulado 200 g.l, o Atrimec (18.5 %). Etefón. El ácido cloroetiforónico es un fitorregulador que induce la formación de etileno. Sus nombres comerciales más conocidos son Ethrel (48 %), Fruitel (4.8 %), Florel (3.9 %). Este último, con riqueza de 120 g/l, puede producir efectos muy diversos, como inducción floral (bromeliaceas), enraizamiento (hortensia), puede producir la formación de tallos en el rosal a dosis de 0.1 % Hidracida Maleica, formulación comercial Dormex (49 %). Productos capaces de retirar la dominancia apical sin perturbar el crecimiento del eje vertical. Benciladenina (BA) conocido comercialmente como Accel. En **Bougainvillea** a 50 ppm provoca una mayor inducción floral. El ácido indolacético: es utilizado para prevenir la caída de los pétalos: 3 aplicaciones a 200 ppm con flores bien desarrolladas en **Bougainvillea sp.**

El uso de reguladores de crecimiento en el enraizamiento de estacas de **Bougainvillea glabra choisy**, ha sido efectivo, en particular las auxinas (Weaver, 1980; Singh y Motial, 1982).

Existen reportes sobre el empleo de reguladores de crecimiento combinado con los métodos tradicionales con el objetivo de aumentar el volumen de multiplicación de esta especie. Acosta *et al.*, (2000) utilizó estacas de 5 a 7 cm de longitud cortadas en horas temprana de la mañana, las que trató con diferentes concentraciones y reguladores de crecimiento, logrando elevados índices de estacas enraizadas, bajo condiciones controladas en una cámara climatizada con un fotoperíodo de 18 horas luz y 6 horas de oscuridad y un rango de temperatura diurna de 25 +/- 2 oC y nocturna de 23 +/- 2 oC, en estudios realizados en el centro de bioplasmas de Ciego de Avila Cuba.

2.6.- Condiciones Climáticas para el desarrollo de Bougainvillea sp.

En Cuba los estudios referentes a las condiciones climáticas para el desarrollo de este cultivo son limitados, aunque se observa una amplia distribución de esta especie por toda la isla, lo que indica su adaptación a las condiciones climáticas del país.

2.6.1.- Luz.

Para su desarrollo **Bougainvillea glabra choisy** necesita de fotoperíodos de 12 a 18 horas de luz y entre 6 y 8 horas de oscuridad (Acosta *et al.*, 2000).

En la decoración de interiores necesita mucha luz, de no ser así pierde las hojas y no llega a florecer. En los jardines, siempre se sembrará al sol donde reciba toda la luz posible.

2.6.2.- Temperatura.

La respuesta de este género a las bajas temperaturas constituyen el factor más sensible para el desarrollo foliar. **Bougainvillea spectabilis** soporta hasta -3 °C y **B. glabra** hasta 7 °C, por debajo de 5 °C ya pierde las hojas. No obstante es normal que en invierno pierda las hojas para luego rebrotar (Corral *et al.*, 2000).

El mismo autor recomienda de acuerdo al comportamiento de **Bougainvillea** ante las temperaturas, que en climas con heladas frecuentes no debe mantenerse a la intemperie y lo que se recomienda es, tenerlas en macetas y guardarla en interior durante el otoño - invierno. Una vez que llega la primavera se vuelve a sacar fuera. Otra de las prácticas empleadas en este tipo de clima es protegerla con un plástico por encima. También si esta junto a una pared protegerla orientarla al sur. En climas cálidos sin heladas se mantienen a la intemperie.

2.6.3.- Humedad.

Las precipitaciones favorecen el desarrollo foliar, estas plantas no toleran el encharcamiento, la falta de humedad induce la floración.

2.7.- Atenciones Culturales.

2.7.1.- Riego.

El riego depende del lugar donde estén sembradas las plantas y la época del año. Cuando estas se plantan en macetas, se riega dos o tres veces por semana manteniendo la humedad del sustrato.

En plantaciones realizadas en jardines se riega una vez por semana o incluso menos.

No soporta el encharcamiento, para florecer en abundancia requiere de estrés de agua, en los viveros las plantas ubicadas en bolsas de polietileno suelen regarse tres veces por semana. (infojardín, 2004)

2.7.2.- Poda.

Con la poda se busca limitar el tamaño y estimular un desarrollo de brotes más frondosos y compactos para la floración (figura 3). Esta labor se realiza en invierno en climas cálidos y a principios de la primavera en climas más fríos. La poda en **Bougainvillea** se realiza cortando los brotes laterales que han crecido durante el año, dejando unos 5 cm sobre el tallo principal. (infojardín, 2004)



Figura 3: Estimulación de brotes frondosos y compactos para la floración en plantas podadas de Bougainvillea .

2.7.3.- Fertilización.

Esta labor cultural depende del lugar donde se encuentre la planta. Si está en una maceta, se le añade el fertilizante líquido Bayfolan Forte en forma de quelato, cada 15 días. En plantaciones de jardín se abona poco. Existen productores que no fertilizan nunca y obtienen una excelente floración. En ocasiones aparecen síntomas de carencia, los que se manifiestan por el amarillamiento de las hojas, lo cual pudiera solucionarse con la aplicación de hierro en forma de quelatos. (Infojardin, 2004). En Cuba las plantas sembradas en jardín se fertilizan con materia orgánica.

3.- MATERIALES Y MÉTODOS.

El trabajo se realizó en la Finca de Flores y Plantas Ornamentales perteneciente a Empresa de Cultivos Varios Cienfuegos, en el período comprendido entre Julio 2003 y Junio 2004; con el objetivo de contribuir a la metodología de propagación de **Bougainvillea glabra choisy** para incrementar los porcentajes de enraizamiento. Durante el estudio se evaluaron cuatro experimentos para determinar el efecto de diferentes factores en la inducción radical de esta especie.

Experimento I.

- Selección de estacas de diferentes secciones de ramas utilizadas como material de propagación para la brotación y el enraizamiento de **Bougainvillea glabra choisy**.

Experimento II.

- Evaluación de diferentes frecuencias de riego para determinar la de mejor resultado en la emisión radical.

Experimento III.

- Evaluación de diferentes concentraciones y combinaciones auxínicas en la brotación y h enraizamiento de estacas de **Bougainvillea glabra choisy**.

Experimento IV.

- Evaluar el efecto de la reducción del follaje en la disminución del estrés hídrico en la fase de transplante a envases.

El material de propagación utilizado para este trabajo correspondió a estacas de **Bougainvillea glabra choisy** de color morado, proveniente de plantas cultivadas y seleccionadas en áreas aledañas del centro donde se realizó el estudio.

Los experimentos fueron realizados bajo condiciones controladas de iluminación, con una malla zarán de 50 %, humedad relativa de 90 % durante el día y 95 % durante la noche, las temperaturas se mantuvieron en rangos de 27 ± 2 °C durante el día y 23 ± 2 °C durante la noche.

El lecho de enraizamiento contenía Zeolita con una gravimetría de 0.5 mm y materia orgánica en proporción 1:1. El riego se realizó con un sistema semiautomatizado de balanza empleando microaspersores Microyet.

Se empleó en el montaje de todos los experimentos un diseño experimental completamente aleatorizado de diez réplicas por tratamiento e igual número de muestras por réplica.

3.1.- Evaluación de estacas de diferentes secciones de las ramas en la brotación y enraizamiento de las mismas.

En todos los casos se utilizaron estacas con longitud de 20 cm y diámetros que oscilaban entre 1-1.5 cm, cortadas en horas tempranas. Los cortes basales se realizaron por debajo del último nudo de forma inclinada.

La figura 4 muestra de izquierda a derecha las características fenotípicas de las estacas utilizadas.

I: Estacas Apicales.

II: Estacas Subapicales.

III: Estacas Centrales (control).

IV: Estacas Básales.



Figura 4: Diferentes secciones de rama utilizadas como estacas.

Para evaluar el efecto de diferentes secciones de ramas utilizadas como estacas en el enraizamiento se utilizaron estacas con iguales características a las descritas en el epígrafe 3.1.

3.2.- Evaluación de la frecuencia de riego de mejor resultado en la emisión radical en estacas de Bougainvillea glabra choisy.

Para evaluar el efecto del riego en el enraizamiento se tomaron estacas de mejor resultado en el experimento anterior, variando las frecuencias de riegos, como se describe a continuación:

I: 2 Riegos diarios de 10 minutos (control).

II: 4 Riegos diarios de 10 minutos.

III: 6 Riegos diarios de 10 minutos.

3.3.- Efecto de diferentes concentraciones y combinaciones auxínicas en el enraizamiento de estacas de Bougainvillea glabra choisy.

Para evaluar el efecto de las auxinas y sus combinaciones en la emisión radical se utilizaron las estacas de mejor resultados en el experimento I, cuya superficie basal se puso en contacto con las hormonas diluidas en alcohol por un periodo de tiempo de 24 horas y posteriormente fueron plantadas y sometidas a la frecuencia de riego de mejor resultado en el experimento II.

Como reguladores de crecimiento se emplearon las combinaciones y concentraciones de auxinas que a continuación se relacionan:

Variante	Hormonas	Concentración (mg.l ⁻¹)
I	Ácido Indolacético (AIA)	130
II	(AIA)	500
III	(AIA)	1000
IV	Ácido Naftalenacético (ANA)	100
V	(ANA)	500
VI	(ANA)	1000
VII	Ácido Indolbutírico (AIB)	130
VIII	(AIB)	500
IX	(AIB)	1000
X	(AIA + AIB)	1000 + 1000
XI	(AIA + AIB)	500 + 500
XII	(AIA + AIB)	500 + 1000
XIII	(AIA + AIB)	1000 + 500
XIV (Control)	Agua Corriente	

En los tres primeros experimentos fueron evaluadas las siguientes variables:

- Porcentaje de estacas brotadas (%). A los 25 días.
- Número de brotes por estacas (x). A los 25 días de plantadas.
- Porcentaje de estacas enraizadas (%). A los 25, 40 y 60 días.
- Número de raíces por estacas (x). A los 25, 40 y 60 días.
- Longitud promedio de las raíces (x cm). A los 60 días (momento del transplante a envases).

3.4.- Evaluación del efecto de la reducción del follaje en la disminución del estrés hídrico en la fase de transplante a envases.

Las estacas enraizadas fueron transplantadas a bolsas de polietileno que contenían un sustrato compuesto 50 % de suelo y 50 % materia orgánica respectivamente. Durante 21 días se mantuvieron en las mismas condiciones que para la inducción radical, posteriormente fueron llevadas a condiciones de vivero donde se le realizó un riego diario de 10 minutos.

Con el objetivo de atenuar el efecto estresante del transplante a bolsas se utilizaron dos manejos en el tratamiento al follaje.

- I. Seccionar los brotes mayores de 15 cm en un 50 %.
- II. Mantener el tamaño del brote (control).

Para evaluar el efecto del manejo del follaje se analizaron los siguientes parámetros:

1.- Transpiración : Se empleo el método de pesada de plantas completas, utilizando 10 plantas en bolsas de polietileno cuya superficie fue sellada, fueron pesadas inicialmente cada 24 horas antes del riego durante 16 días, atribuyéndole la diferencia de peso a la cantidad de agua perdida por transpiración.

2.- Porcentaje de sobrevivencia: Se realizaron observaciones para determinar la clorosis, marchites y senescencia de las hojas.

Los resultados fueron procesados en todos los experimentos mediante el paquete estadístico StatGraphic plus 4.1. Las medias fueron comparadas por el test de rangos múltiples de Duncan para $p \leq 0.05$. Los porcentajes fueron transformados mediante la ecuación $X = 2 \arcsin \sqrt{P}$ (Lerch, 1977).

Se realizaron cálculos para determinar la factibilidad económica de los aportes a la metodología de propagación de **Bougainvillea glabra choisy**.

3.5.- Análisis de la factibilidad económica de los aportes a la metodología de propagación de *Bougainvillea glabra* choisy.

Para esta valoración se tuvo en cuenta el incremento en el porcentaje de enraizamiento por la evaluación de las estacas de mejor resultado según su ubicación en el tallo, la mejor frecuencia de riego y el empleo de sustancias estimuladoras del enraizamiento (auxinas), así como la duración del ciclo de enraizamiento y el incremento del número de plantas comercializadas.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1.- Evaluación de estacas de diferente secciones de las ramas en la brotación y enraizamiento de las mismas.

La influencia de diferentes secciones de ramas utilizadas como estacas en la brotación se reflejan en la figura 5, donde los mejores resultados se obtienen con el empleo de estacas centrales (60 %), que es significativamente superior al resto de los tipos de estacas según su ubicación en las ramas, observándose que en algunas de ellas ocurre la brotación sin producirse la inducción radical (Figura 6), aspecto que pudiera estar dado por un desequilibrio hormonal entre auxinas y citoquininas de forma natural, o el efecto de otros factores como las altas temperaturas y el estado nutricional de la estaca, Acosta *et al.*, (2000) refiere un comportamiento similar en este aspecto.

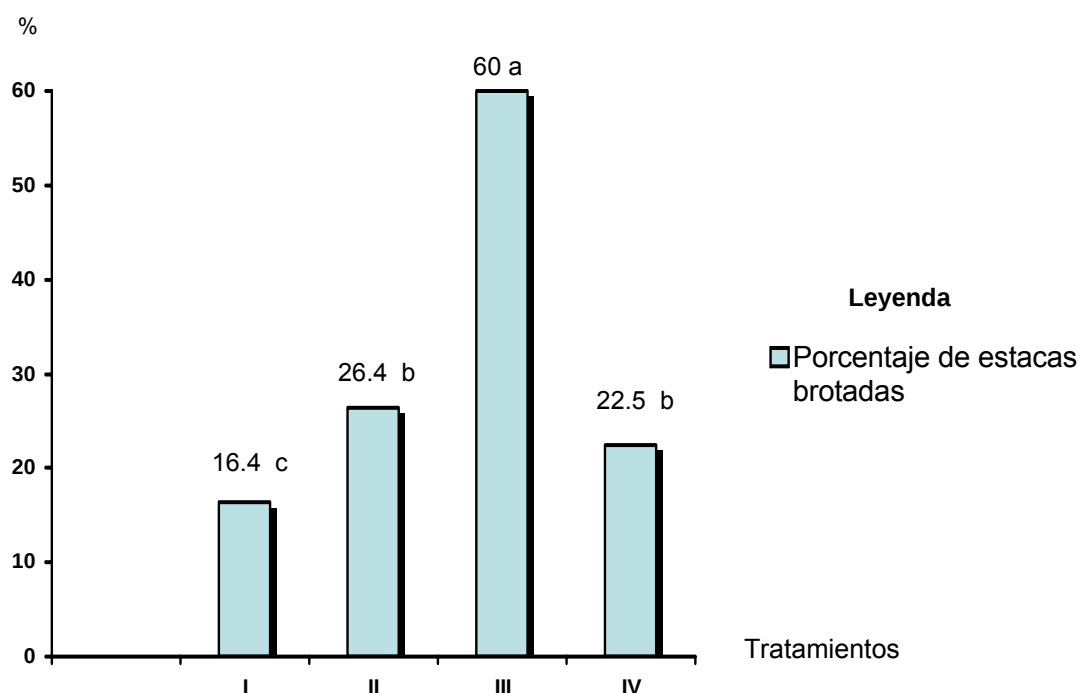


Figura 5: Influencia de diferentes secciones de ramas utilizadas como estacas en la brotación de *Bougainvillea glabra* choisy.

% de Estacas brotadas ES $\pm$ 0.0007 CV = 6.17 %

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$, en la misma variable.

La influencia de diferentes secciones de ramas utilizadas como estacas para su enraizamiento se reflejan en la figura 6, obteniéndose los mejores resultados con el empleo de estacas centrales (50 % de enraizamiento), siendo significativamente superiores al resto de las estacas, aspecto que pudiera estar dado por la acumulación de sustancias de reserva, el número de yemas presentes en esta, así como una menor cantidad de hojas que favorezca una alta transpiración como ocurre en las estacas apicales y subapicales. Estos resultados coinciden con los postulados por Hartmann y Kester (1981), quienes refieren los bajos porcentajes de enraizamiento que se alcanzan en esta especie, recomendando el uso de estacas con hojas bajo niebla, después de ser tratadas con una sustancia que estimule el enraizamiento. Otros autores como Bhattacharje y Balakrishna (1983), indican porcentajes inferiores a un 70 % de estacas enraizadas de forma natural en **Bougainvillea glabra choisy**. Los resultados obtenidos en estos experimentos ofrecen porcentajes de enraizamientos variables hasta un 50 %, que se logra con estacas centrales. A pesar de constituir los valores más elevados, no ofrecen la eficiencia deseada, coincidiendo con los anteriormente citados, por lo que se presume implementar una metodología de multiplicación más efectiva.

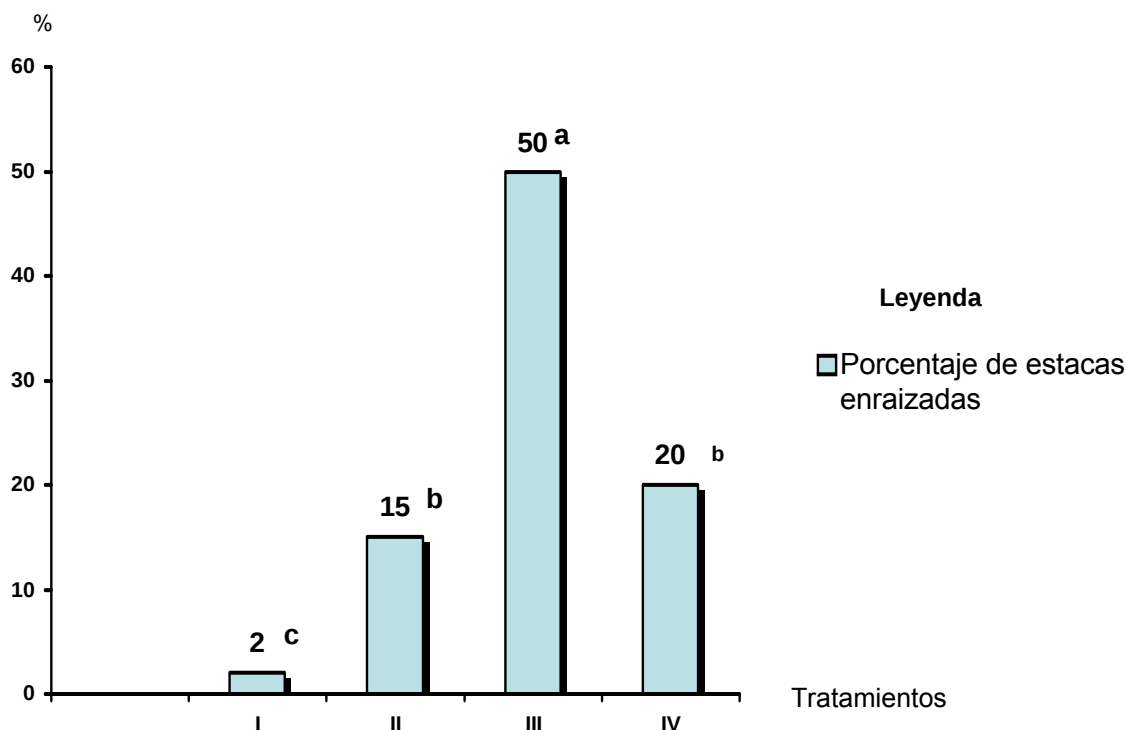


Figura 6: Influencia de diferentes secciones de ramas utilizadas como estacas para su enraizamiento en *Bougainvillea glabra choisy*.

% de Estacas enraizadas $ES \pm 0.19$ CV= 17.4 %

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$, en la misma variable.

La emisión radical según el tipo de estaca utilizada como material de propagación en ***Bougainvillea glabra choisy*** (Tabla 1) reflejan bajos porcentajes de estacas con iniciación radical a los 25 y 40 días de plantado. Los máximos porcentaje de enraizamiento se alcanzaron a los 60 días (Variante III 50 %), siendo los mismos insatisfactorios, aun empleando estacas de la parte central que mostraron mejores resultados entre todas.

En general los bajos porcentajes de enraizamiento, al parecer están dados por la escasa producción de auxinas endógenas en esta especie capaces de provocar la iniciación y diferenciación celular de las raíces, por lo que se hace necesaria la evaluación de otros elementos que incidan en el enraizamiento.

Tabla 1.- Comportamiento de la emisión radical según el tipo de estaca utilizada como material de propagación de *Bougainvillea glabra choisy*.

Variante	Porcentaje de estacas con iniciación radical		
	25 días	40 días	60 días
Apical	1.29 c	11c	11 c
Subapical	2 b	15 b	15 b
Centrales (control)	3.5 a	46 a	50 a
Basales	2.5 b	16 b	20 b
ES $\pm$	± 0.11	± 0.46	± 0.002
CV %	14.6	3.83	4.63

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$ en la misma variable.

La influencia del tipo de estaca utilizada como material de propagación de ***Bougainvillea glabra choisy*** en el número de brotes, raíces y longitud de estas (tabla 2), reflejan que en la variables III, se obtienen resultados significativamente superiores a las variable I, II, y IV.

Los resultados al parecer están dados por el hecho de que las estacas centrales poseen mayor cantidad de yemas que las estacas basales, las cuales incrementan las posibilidades de brotación. Además las sustancias de reserva (almidones) presentes en estas, unido a los nuevos brotes y hojas que se van formando elevan la actividad fotosintética, así como la producción de auxinas endógenas que estimulan la formación de callos y su diferenciación radical. Lo cual hace suponer que las estacas basales que son las más próximas al tallo principal en esta especie tienen la característica de tener la mayor lignificación, menor número de hojas y yemas, que limitan obtener mejores resultados. Mientras que las estacas apicales y subapicales en las que existe el mayor número de hojas, la presencia de estas pudieran generar una acción estimulante a la iniciación de raíces y brotes debido a la cantidad de carbohidratos y auxinas traslocados desde ellas Hartmann y Kester, (1990). Sin embargo los bajos porcentajes de brotación y enraizamientos con este tipo de estaca se deben a otros efectos más directos como la transpiración.

La caída de las hojas en las estacas apicales y subapicales observada durante el experimento, hacen suponer que las mismas influyen en los bajos niveles de las variables evaluadas. Weaver, (1980), señala que las pérdidas de las hojas en las estacas sin almacenamiento de reserva reduce considerablemente la posibilidad de enraizamiento. Esto puede ser causado por la excesiva transpiración en estos dos tipos de estacas, produciéndose la total defoliación

Con relación a la longitud promedio de las raíces no se observaron diferencias significativas en los cuatro tipos de estacas utilizadas como material de propagación, al parecer por el hecho de que las estacas enraizadas contaban en el momento del transplante con un desarrollo foliar muy similar, donde es de suponer que las auxinas endógenas en ellas fueron traslocadas a la base, incidiendo en la diferenciación y elongación de las células que forman las raíces.

Tabla 2.- La influencia del tipo de estaca utilizada como material de propagación de *Bougainvillea glabra* choisy en el número de brotes, raíces y longitud de estas.

Variante	No. Brotes / estacas. (x)	No. De raíces / estacas (x)	Longitud promedio de raíces (cm.)
Apical	1.46 c	1.23 b	1.93
Subapical	1.92 b	1.31 b	1.97
Centrales (control)	2.69 a	1.89 a	2.4
Basales	1.54 c	1.39 b	2.04
ES x ±	1.9 ± 0.08	± 0.00016	±0.057
CV %	15.23	1.89	9.79

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$ en la misma variable.

4.2.- Evaluación de la frecuencia de riego de mejor resultado en la brotación y emisión radical en estacas de *Bougainvillea glabra choisy*.

El efecto del régimen de riego diario en el enraizamiento de estacas de *Bougainvillea glabra choisy* (Figura 7) procedentes de la parte central, que ofrecieron los mejores resultados en el experimento anterior muestran valores significativamente superiores al realizarse 4 riegos diarios de 10 minutos cada uno. En cuanto al porcentaje de estacas brotadas y enraizadas, se corrobora también en este experimento que existen estacas que desarrollan brotes, sin embargo no enraízan, al parecer porque los niveles de auxinas en ellas no son capaces de inducir la formación de raíces.

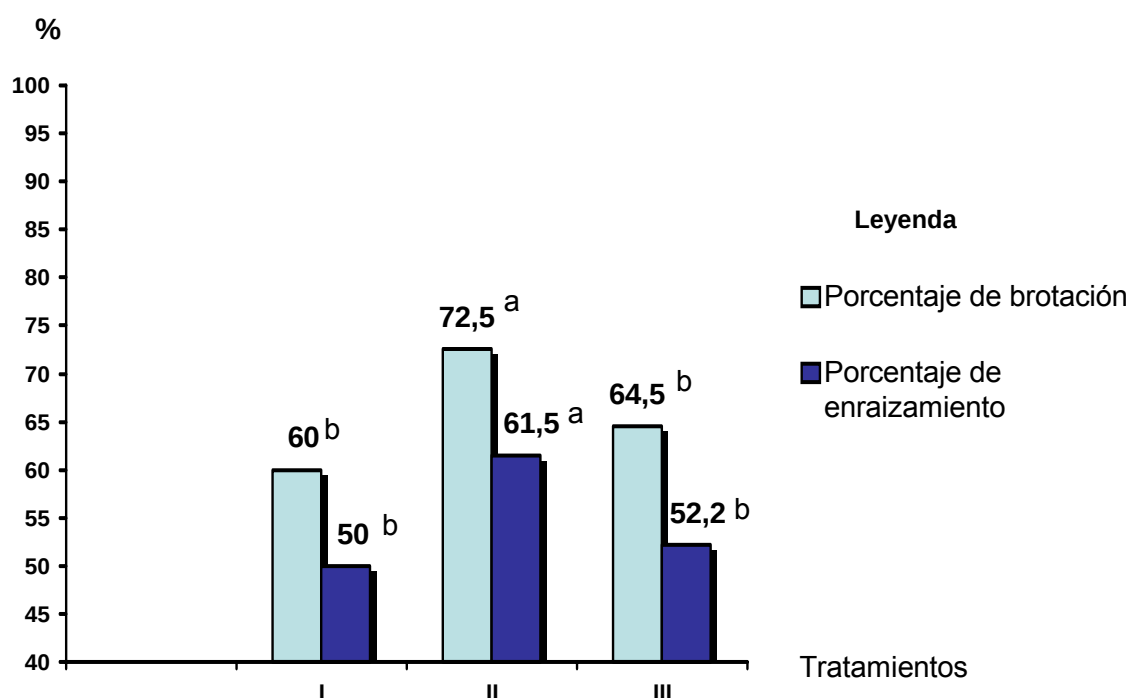


Figura 7: Efecto de la frecuencia de riego en la brotación y emisión radical en estacas de *Bougainvillea glabra choisy*.

% de estacas brotadas $ESx \pm 0.002$ **CV = 14.18 %**

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$ en la misma variable.

El aumento de los porcentajes en las dos variables evaluadas al incrementarse a cuatro riegos diarios (72.5 y 61.5 %) con respecto al control (60 y 50 %) muestra que independiente del tipo de estaca utilizada, el número de riegos constituye un factor imprescindible para mantener la turgencia de las células, así como la humedad relativa. Esto permite mantener las yemas y área foliar en condiciones favorables para producir sustancias de reserva, así como auxinas encargadas de la formación de raíces.

En general los bajos valores en las variables evaluadas cuando se aplican dos riegos diarios está dado por los bajos aporte de agua para regular la temperatura ambiente y humedad relativa lo que incrementa la transpiración, que es la causa del cierre estomático al producir la deshidratación de los estomas, los cuales cierran por la pérdida de turgencia, que en esta especie es marcada por poseer cutículas delgadas. Al ser insuficiente el contenido acuoso se produce un estado de marchitez, incrementándose la actividad respiratoria por la transformación de almidones en azúcar, sustratos directos del proceso respiratorio. (Vázquez y Torres, 1982).

El estrés hídrico producido por la frecuencia de dos riegos diarios hace suponer que se produzca una acumulación de ácido abscísico y posterior movimiento a las yemas, provocando la senescencia y dormancia de las mismas. Además al producirse este fenómeno se reduce la producción de sustancias de reservas y auxinas que en ellas se produce, que en su movimiento basípeto son acumuladas en el extremo basal de la estaca. A este comportamiento se le atribuyen los bajos porcentajes de enraizamiento y brotación en la figura 7, el efecto de incrementar el número de riegos diarios hasta 6, el cual reporta valores bajos del 64.5 y 52.2 en los porcentajes de brotación y enraizamiento respectivamente muy similares a los obtenidos en la variable I (control). En este caso este comportamiento pudiera atribuirse en gran medida al incremento del contenido de agua por encima de un valor crítico tanto en el sustrato como en el ambiente, lo cual aumenta la intensidad respiratoria. Estas condiciones de anaerobiosis provocan un estado de marchitez en las hojas con la consiguiente transformación de almidones en azúcar sustrato directo del proceso respiratorio. Al igual que el déficit de agua, el exceso, incrementa la concentración de ácido abscísico, produciendo la senescencia, dormancia de hojas y yemas respectivamente. En estas condiciones se limitan las producciones de sustancias de reservas, auxinas en las hojas y yemas, que

podrían ser utilizadas en la formación de raíces y brotes, observándose pudriciones en las hojas y estacas al parecer causadas por la alta humedad relativa y el exceso de agua en el sustrato que puede provocar la falta de oxígeno afectando o inhibiendo el transporte polarizado de las auxinas (AIA) detener la respiración aerobia y la acumulación de sales en las células de la raíz.

Acosta (2000), al inducir el enraizamiento de estacas con hojas de **Bougainvillea glabra choisy** encontró en estas condiciones la proliferación de microorganismos que contribuyeron a la letalidad de las plantas.

Al analizar el comportamiento de la emisión radical según el régimen de riego (Tabla. 3) se puede observar los bajos porcentajes de estacas enraizadas a los 25, 40 y 60 días de plantadas, en las tres variantes estudiadas. En este periodo los resultados son significativamente superiores al aplicar 4 riegos diarios (Variante II) durante 10 minutos. Al parecer la respuesta fisiológica de este comportamiento se corresponde con las valoraciones realizadas para las variables anteriormente analizadas, el hecho de no existir diferencias en la iniciación radical a los 40 días es atribuido a las precipitaciones ocurridas en este periodo, provocando condiciones homogéneas de humedad.

Tabla 3.- Comportamiento de la emisión radical según la frecuencia de riego.

Variante	Porcentaje de estacas con iniciación radical		
	25 días	40 días	60 días
I (Control) 2 riegos	3.5 b	40	50 b
II 4 riegos	4.0 a	40	61.5 a
III 6 riegos	3.5 b	39	52.2 b
ES x ±	± 0.002	± 0.0009	± 0.0004
CV %	14.70	3.69	2.46

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$ en la misma variable.

En la tabla 4 se observa un comportamiento similar al de la figura 7, en cuanto al número de brotes y raíces, según la frecuencia de riego evaluada.

Tabla 4.- Efecto de la frecuencia de riego diario en el número de brotes, raíces y longitud promedio de estas en estacas de Bougainvillea glabra choisy.

Variante	No. de brotes / estacas (x)	No. de raíces / estacas (x)	Longitud promedio de raíces (cm)
I (Control)	2.5 b	2.1 b	1.93 b
II	2.82 a	2.18 a	2.5 a
III	2.5 b	1.92 b	2.01 b
ES x ±	±0.04	±0.045	±0.036
CV %	9.44	9.33	8.64

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$ en la misma variable.

Los resultados obtenidos en los experimentos anteriores no reflejan incrementos en el enraizamiento superior a 61 % por lo que es necesario acudir a sustancias que estimulen el enraizamiento (auxinas).

4.3.- Efecto de diferentes concentraciones y combinaciones auxínicas en la brotación y enraizamiento de estacas de Bougainvillea glabra choisy.

En cuanto al efecto de los reguladores de crecimiento en el porcentaje de brotación, los mejores resultados se logran con (1000 mg.l⁻¹ AIA 95 %) y (combinación de 500 mg.l⁻¹ de AIA y 500 mg.l⁻¹ de AIB 90 %). El hecho de utilizar estacas centrales, y no poseer estas yemas terminales (principal fuente productora de ácido indolacético), hace que se reduzca la producción de auxinas endógenas. Este fenómeno, el cual se conoce como rompimiento de la dominancia apical provoca que el equilibrio auxinas - citoquinina favorezca a esta última, estimulándose la brotación, es por ello que los porcentajes de brotación (Figura 8) y número de brotes por estacas (Tabla 5) sean significativamente superior en la variante III y XI al resto de las variantes evaluadas

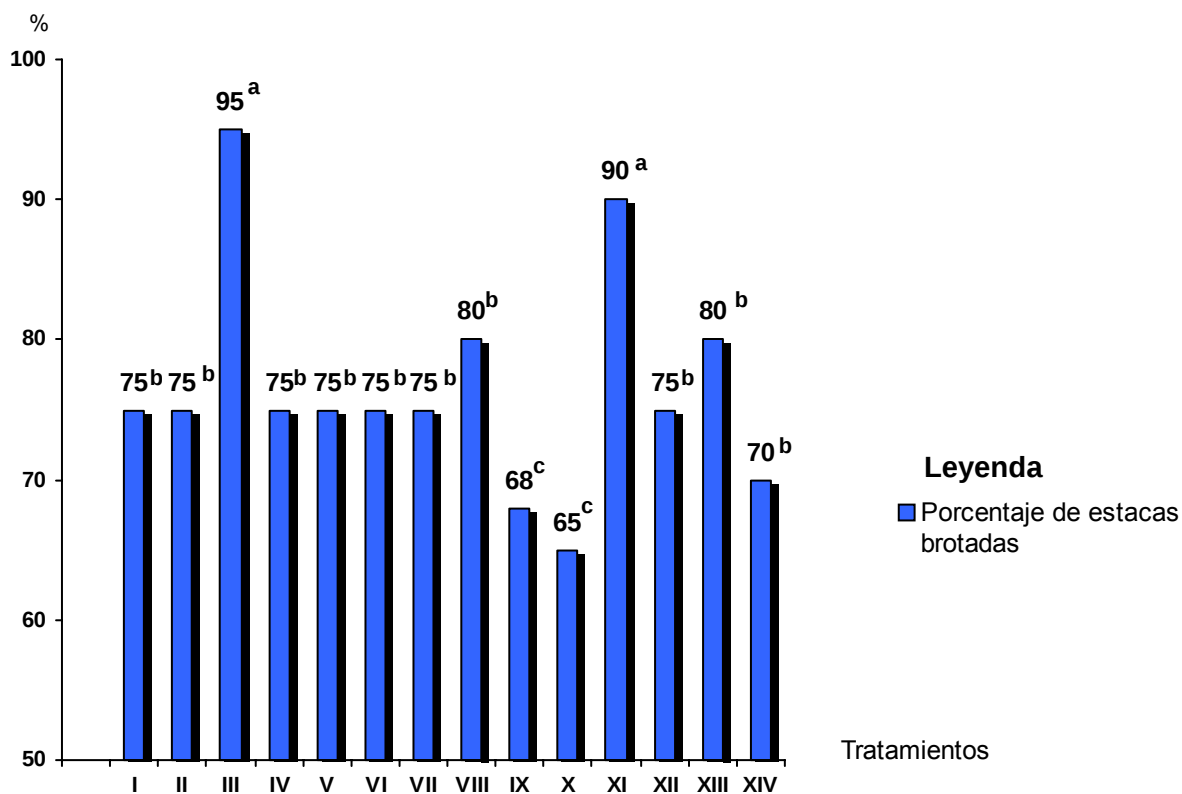


Figura 8: Efecto de los reguladores de crecimiento en la brotación de las estacas de *Bougainvillea glabra choisy*.

% Brotación ES x ±	0.038	CV = 7.36%
% Enraizamiento ES x ±	0.0008	CV = 6.74 %

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$ en la misma variable.

El efecto de los reguladores de crecimiento en el porcentaje de enraizamiento, número de brotes, raíces por estacas y longitud de las raíces se muestra en la tabla 5. El mejor resultado del tratamiento con las auxinas exógenas en el enraizamiento se logra con la aplicación de (1000 mg.l^{-1} de AIA), obteniéndose un 95 % de estacas enraizadas, así como su efecto es superior en el resto de las variables evaluadas en los demás tratamientos, el hecho de existir varios tratamientos sin diferir en estas variables hace

suponer que las diferencias en los tratamientos no son solo producidas por el efecto de las auxinas exógenas. Esta hipótesis se sustenta en que las yemas laterales tienen muy poco desarrolladas las conexiones vasculares de los elementos del xilema, esto provoca que reciba poco flujo circulatorio de sustancias orgánicas y de reguladores de crecimiento suministradas de forma exógenas en la base de las estacas. Todo esto hace suponer, que el rompimiento de la dominancia apical al producirse el corte, hace que el balance auxina-citoquinina en las yemas favorezca a esta última, aumentando el número de yemas brotadas.

Con relación a las estacas de **Bougainvillea glabra choisy** que según Awad *et al.*, (1988) poseen baja capacidad de enraizamiento, la inmersión de estas en una solución acuosa, de AIA durante 24 horas y la combinación con AIB, ofrecen resultados satisfactorios en el número y longitud de las raíces. Vázquez y Torres (1982), plantean que la formación de esbozo radical, están influenciados por la proporción auxinas – citoquinina, la cual debe estar a favor de la primera. La aplicación de ácido indolacético y combinado con ácido indolbutírico, en cortes realizados a estacas leñosas en las proporciones con mejores resultados, al parecer son favorables para promover el crecimiento de cámbium, la interacción de las auxinas exógenas con los demás reguladores del crecimiento endógeno, presentes en las estacas hacen que las células cambiales, se dividan y formen floema secundario y xilema secundario.

Se observó en estos tratamientos la formación de raíces secundarias y adventicias (Figura 9).



Figura 9: Formación de raíces secundarias y adventicias en estacas tratadas con 1000 mg.l⁻¹ de AIA.

El hecho de obtener resultados similares en la variante XI donde se combinan 500 mg.l⁻¹ de AIA y 500 mg.l⁻¹ de AIB, pudiera estar dado por el empleo de pequeñas cantidades, además estas dos auxinas son de menor acción sobre las células y su efecto estimulador del enraizamiento, ha sido reportado en gran número de especies vegetales.(Tabla 5)

Tabla 5.- Efecto de los reguladores de crecimiento en los porcentajes de enraizamiento, número de brotes, raíces por estaca y longitud de las raíces.

Variante	No. de brotes / estacas (x)	Porcentaje de estacas enraizadas	No. de raíces / estaca (x)	Longitud de las raíces (cm)
I	2.9b	75 b	5.21a	3.49a
II	2.91b	75 b	5.12a	3.45a
III	3.45a	95 a	5.39a	3.49a
IV	3.03a	75 b	4.47b	2.87bc
V	3.22a	75 b	4.27b	3.1b
VI	3.02b	75 b	4.79b	3.24b
VII	3.01bc	75 b	4.23b	3.1b
VIII	2.76c	80 b	3.52cd	3.18b
IX	2.94bc	68 c	4.88b	3.03b
X	1.96b	65 c	5b	3b
XI	2.5b	90 a	5.4a	3.8a
XII	2.14b	75 b	5b	3.08b
XIII	2.01b	80 b	5b	3.09b
XIV (control)	1.96b	62.5 c	2.8d	2.01d
ES x ±	0.032	0.0008	0.012	0.024
CV %	6.63	6.74	5.78	7.75

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$ en la misma variable.

El efecto de los reguladores de crecimiento en la emisión radical (Tabla 6), muestra resultados significativamente superiores en las variantes III (95 %) y XI (90 %) respecto al resto de los tratamientos, Es importante destacar que todas las variantes tratadas con hormonas, independientemente del tipo de auxina, concentración y combinación, lograron a los 40 días los mayores porcentajes de estacas enraizadas. Sin embargo el control que se sumergió 24 horas en agua ofreció bajos porcentaje de estacas enraizadas a los 25 (5 %) y 40 (35 %) días, alcanzando el máximo valor a los 60 días (62.5 %) lo que hace suponer que esta especie requiere de suministro externo de auxinas para elevar su capacidad de enraizamiento.

Figura 10: Estaca sin tratamiento hormonal (izquierda) y estaca con tratamiento hormonal (derecha).



Tabla 6.- Efecto de los reguladores de crecimiento en la emisión de raíces en estacas de Bougainvillea glabra choisy.

Variantes	Porcentaje de estacas con iniciación radical		
	25 días	40 días	60 días
I	50b	75b	75b
II	55b	75b	75b
III	70a	95a	95a
IV	30c	65c	65c
V	30c	75b	75b
VI	30c	75b	75b
VII	50b	75b	75b
VIII	55b	75b	75b
IX	45b	68c	68c
X	35c	65c	65c
XI	70a	90a	90a
XII	50b	75b	75b
XIII	55b	80b	80b
XIV (control)	5d	35d	62.5c
ES x $\pm$	± 0.034	± 0.011	± 0.007
CV %	4.04	5.10	3.43

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$ en la misma variable.

4.4.- Evaluación del efecto de la reducción del follaje en la disminución del estrés hídrico en la fase de transplante a envases.

EL comportamiento de la transpiración según el manejo del follaje en el momento del transplante a envase, muestra como al eliminarse el 50 % de este se produce una recuperación del estrés más rápida en la planta, con respecto al trasplante con el follaje completo (Figura 11).



Figura 11: Planta con 50 % del follaje (izquierda). Planta con 100 % del follaje (derecha), a los 8 días del transplante a bolsas.

Con este procedimiento se reduce en 8 días el período en que la planta se recupera de los efectos de las pérdidas de agua por transpiración. Además las pérdidas por este efecto entre una evaluación y otra son menores al disminuir el área foliar.

Durante el transplante de las estacas enraizadas del lecho de enraizamiento al envase ocurren algunas afectaciones que limitan las cantidades de agua que deben absorber y que influyen en la pérdida de agua en las hojas. Entre estas afectaciones, las producidas en las zonas de los pelos radicales, que constituyen la parte de la raíz donde se realiza la mayor absorción de agua. Lo anteriormente expuesto unido a cambios de sustratos, contenido de agua en el mismo y la relación agua aire, pudieran influir en el estado de marchitez producido al ser trasplantadas a envases. La situación anteriormente expuesta pudiera provocar una alteración estructural y funcional en las

plantas, lo cual constituye un estado transitorio que se producen en las mismas por la exposición a este cambio en el medio que se encontraban (Valdés, 2001).

Al parecer, el agua que las raíces toman del sustrato y ascienden a todo lo largo del tallo al ser cedida a las hojas, donde se encuentran los estomas que comunican los espacios intercelulares de la hoja con el medio exterior, al eliminarse el 50 % del área foliar, disminuye el número de estomas, lo que permite que el agua absorbida por las raíces mantenga la turgencia, además las presiones internas que se ejercen sobre las paredes de las células epidérmicas por el cierre de estomas se estiren más que las gruesas, tomando una forma cóncava y se abran los ostiolas, produciéndose un gradiente que aumenta la turgencia de la célula estomática. Este comportamiento, no permite la deshidratación y posibilita la recuperación del estrés hídrico en 8 días. Cuando el follaje es mayor, ocurre lo contrario y el tiempo de recuperación es mayor, ya que el número de estomas es superior, siendo insuficiente la cantidad de agua absorbida por las raíces para mantener turgente las células oclusivas, tornándose las mismas de forma flácida, en este caso las paredes internas se tornan mas gruesas y endosadas entre si, cerrándose el ostiolo. Esto provoca una disminución del contenido osmótico de las células oclusivas, produciéndose un déficit de presión de difusión en dirección opuesta, es así que el agua sale de las células estomáticas hacia las células próximas, causando la deshidratación temporal que dura alrededor de 15 días.

A partir de los 5 días comienza a atenuarse el efecto de la transpiración en esta especie al reducirse el 50 % del follaje, y a los 8 días ya las plantas manifiestan su total recuperación del estrés hídrico. Hales (1722) citado por Gil (1995), considera que el agua empleada en el crecimiento vegetal era menor que el 1 % del peso seco final del vegetal y postuló que los cambios en el peso fresco a tiempos cortos podían relacionarse directamente con la transpiración, con la eliminación del 50 % del follaje pudiera atenuarse el efecto de esta en 8 días posterior al transplante. (Figura 12)

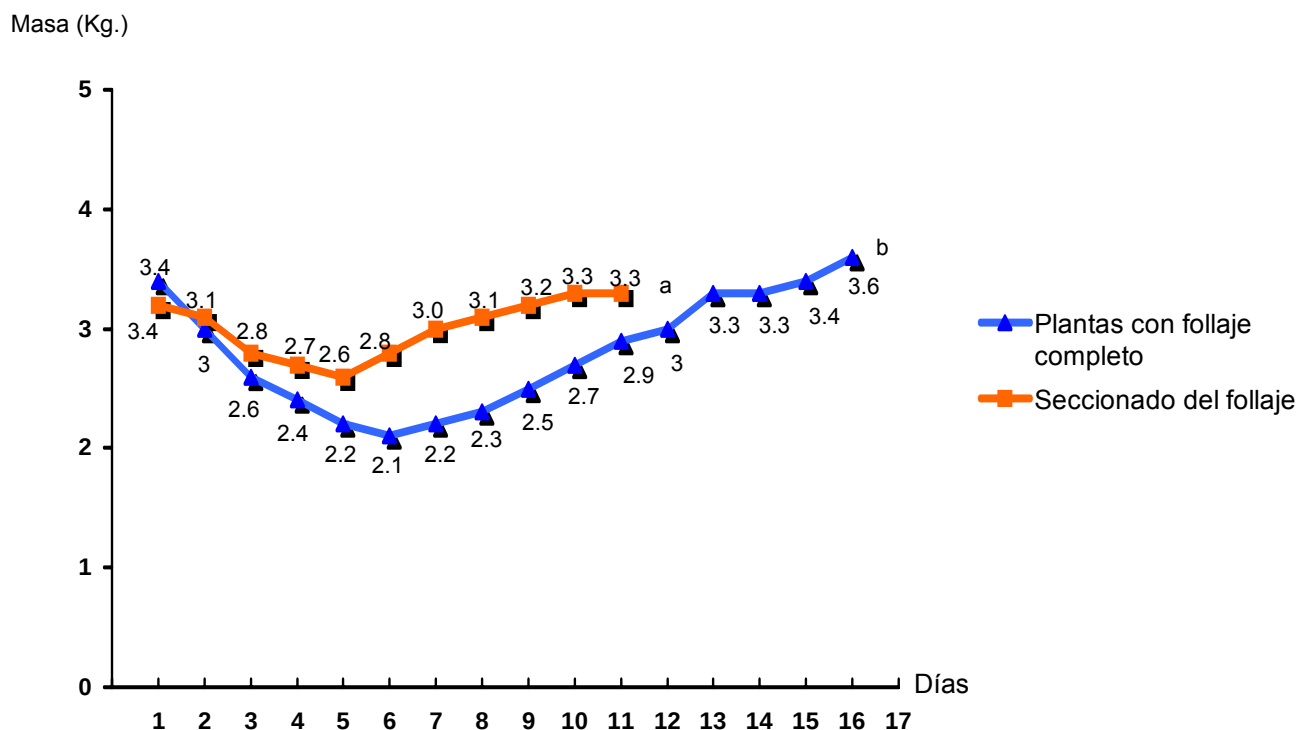


Figura 12: Comportamiento de la transpiración según el manejo del follaje cuando las estacas son transplantadas a bolsas.

* Letras iguales no manifiestan diferencias significativas para valores de $P \leq 0.05$ en la misma variable.

El porcentaje de sobrevivencia según el manejo del follaje se alcanzó en el 100 % de las plantas. Se manifestaron síntomas de clorosis y senescencias de las hojas fundamentalmente al mantenerse todo el follaje, sin que repercuta en la muerte de las plantas, las cuales se recuperan del estrés a los 16 días del transplante. (Figura 13)



Figura 13: Plantas a los 16 días del transplante.

4.5.- Análisis de la factibilidad económica de los aportes a la Metodología de Propagación para *Bougainvillea glabra choisy*.

Con la utilización de auxinas como estimulador del enraizamiento (AIA) en una solución de 1000 mg l^{-1} en estacas de *Bougainvillea glabra choisy* se logra incrementar en un 32.5 % las estacas enraizadas, tomando como referencia 1000 estacas, esto significa 325 plantas más que en el método tradicional y el ahorro de esta cantidad en material de propagación a utilizar, con un ingreso de \$ 3 250.00 más (Tabla 7).

Tabla 7: Incremento en el porcentaje de enraizamiento en estacas tratadas con auxinas (AIA)

Metodología	Estacas a Enraizar	Estacas Enraizadas	Material necesario Para enraizar 1000 estacas (U)	Precio x plantas (pesos MN)	Importe (pesos)
Método tradicional	1000	625	1375	10.00	6250.00
Tratadas con AIA 1000 mg. l ⁻¹	1000	950	1050	10.00	9500.00
Diferencia	-	325	325	-	3250.00

Con los aportes realizados a la metodología tradicional se logra una reducción del ciclo de enraizamiento en 20 días, o sea de 60 días que requiere este proceso por el método tradicional se reduce a 40 días la fecha en la que las estacas están aptas para el transplante a bolsas, con un consiguiente ahorro en las atenciones agrotécnicas y en la exposición a condiciones adversas.

El área de lecho de enraizamiento necesario para lograr 1000 plantas se reduce en 3.25 m², es decir de 13.75 m² por el método tradicional y con el método propuesto se necesita 10.50 m², esto favorece un uso más racional de los medios que intervienen en este proceso, aumentando también el número de veces que puede ser utilizado este lecho de enraizamiento durante un año de seis veces por el método tradicional a 9 veces por el método propuesto en este experimento, obteniéndose por este concepto 3000 plantas más durante un año con un importe de \$ 30 000. (Tabla 8)

Tabla 8. Valoración económica del ciclo de enraizamiento.

Metodología	Duración del ciclo de enraizamiento (días)	Área de lecho para enraizar 1000 estacas (m ²)	Ciclo de enraizamiento en un año (U)	Plantas enraizadas en un año (U)	Importe (Pesos)
Método tradicional	60	13.75	6	6000.00	60 000.00
Metodología propuesta	40	10.50	9	9000.00	90 000.00
Diferencia	20	3.25	3	3000.00	30 000.00

La diferencia en el costo de los aportes a la metodología propuesta con relación a la tradicional cuando las auxinas se adquieren en divisa, se explica con un aumento en el

número de plantas comercializadas en esta moneda, o sea con un incremento en el costo de 8.24 CUC por cada 1000 estacas enraizadas se logra un aumento de 539.50 CUC. (Tabla 9)

Tabla 9. Efecto económico en la comercialización de estacas de *Bougainvillea glabra* choisy tratadas con auxinas.

Metodología	Estacas enraizadas por cada 1000 unidades (U)	Cantidad de auxina Empleada (AIA) g x 1000 estacas	Precio g / CUC	Importe (CUC)	Precio Plantas (CUC)	Importe (CUC)
Tradicional	625	-	-	-	1.66	1037.50
Tratadas con auxinas AIA 1000 mg.l ⁻¹	950	2.0	4.130	8.24	1.66	1577.00
Diferencia	325	2.0	4.130	8.24	-	539.50

5.-CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se pudo arribar a las siguientes conclusiones:

- Las estacas centrales constituyen el mejor material de propagación para esta especie, utilizando esta metodología
- La frecuencia de riego de mejor resultado fue la aplicación de 4 riegos diarios de 10 minutos de duración por el sistema de Microyet.
- Al emplear una solución acuosa de 1000 mg.l⁻¹ de Ácido Indolacético (AIA), se incrementa el porcentaje de enraizamiento en un 95 %, reduciéndose el ciclo en 20 días.
- Con la reducción del follaje en un 50 % en los brotes mayores de 15 cm, la planta se recupera del estrés hídrico en 8 días.
- Los aportes realizados a esta metodología incrementa en un 32.5 % las estacas enraizadas con un importe de \$ 3 250.00 y 539.5 CUC, por cada 1000 estacas a enraizar, según la forma de comercialización.

6,- RECOMENDACIONES.

Teniendo los resultados obtenidos con los aportes realizados a la metodología de propagación de *Bougainvillea glabra choisy* se hacen las siguientes recomendaciones:

- Emplear estacas centrales como material de propagación de esta especie.
- Aplicar 4 riegos de 10 minutos de duración por el sistema de Microyet.
- Utilizar el Ácido Indolacético (AIA) en una solución acuosa de 1000 mg.l^{-1} para estimular el enraizamiento.
- Reducir el follaje en un 50 % en los brotes mayores de 15 cm, al ser transplantado a envases.
- Realizar estudios donde se combinen distintos tipos de estacas tratadas con auxinas.

7.- BIBLIOGRAFIA.

Acosta, J, F. González, J, L 2000. Enraízamiento de estacas de **Bougainvillea glabra choisy**. Agrícola Vergel, Noviembre.

Alonso, A. 1999.Horticultura Ornamental. Ciencia y Arte. Inca 20 (2).

Awad, A, E Attya, M. A.1988. Cutting thickness and auxin affecting the rooting and consequently the growth and flowering of **Bougainvillea glabra**. International Symposium on propagation of ornamental plants 226 (2): 445-454.

Ballester, J. F. 2000. Las sustancias reguladoras de crecimiento y sus aplicaciones en los viveros de plantas ornamentales. Agrícolas Vergel / mayo. Pp - 296 - 303

Barcelló, Coll. 1992 Fisiología Vegetal.

Bhattacharjes S. K. Blalkrishna, M, B. 1993.Propagation of **Bougainvillea** from stem cutting. I Effect of growth regulator, rooting media, leaf numer, length and woodines of cuttings. Haryana. J. Hort. Sci 12 (1- 2): 7 - 12.

Bonilla - Barbosa, J. R. 1994.Plantas Acuáticas Ornamentales del Estado de Morelos, México. Chapingo 1 (1): 79 - 83.

Borris, P. 1995.Manual de Floricultura. Pp. 2 - 3.

Claraso, N. 1998.Las Enredaderas en los Jardines. Pp. 166. Ediciones G, GILLI, S. A Buenos Aires

Corral, A. De la Paz, J. 2000. Tamizaje, Tecnología, Control de la Calidad y Farmacología de Extracto Fluido de **Bougainvillea Spectabilis Willd**. Instituto de Medicina Militar. La Habana Cuba

Daquinta, M. Rama, L. Capote. Iris. 2001 Inducción de callos y regeneración de planta. Biotecnología Vegetal. Vol 2 N^{ro} 1, enero - marzo.

Escandon, A. S, Ferrari, 2003 P. Combinación de Técnicas “ *in vitro* ” y “ *ex vitro* ” para la Micropropagación de Santa Rita (HIBR). Una Arbustiva de Relevancia Ornamental. RIA - 32 (1): 111 - 122 Abril.

Figueroa, L. 1999. Propagación de Plantas Ornamentales. Editorial Pueblo y Educación.

Freyre, E. F. 1997 Los factores sociales de sustentabilidad agraria - En: Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible (Modelo 111). La Habana: CLADES - CEAS - ISCAH,. Pp. 6 - 9

Gil, F. 1995 Elementos de Fisiología Vegetal. Madrid. Ediciones Mundi - Prensa.. 1147 p.

Hanan, J. Kevin, L. 1984. Rose Rootstocks and Miniplant Propagation: Preliminary Results and Observations: University of Minnesota. E. U.

Hartmann, H. Kester, D. 1981. Propagación de plantas. Principios y prácticas. México, CELSA, 814.

Hartmann, H. Kester, D. 1990. Plant propagation. Principles and practices. Fifth Edition. Prentice Hall. 227.

Infojardin. Características y Aplicaciones de las plantas. 2004 Disponible en: <http://bougainvillea:freeyellow.com> (Consulta: 18 septiembre 2004)

Jiménez, F. 2002 Empleo del BIOBRAS – 6 en la micropropagación del cultivo de Plátano Fhia – 21. Biotecnología Vegetal vol. 2 N° 3. julio –septiembre

Lerch, G. 1977. La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Editorial Científico - Técnico La Haban: Pp. 432 - 433.

López, M. 1990 Fundamentos Teóricos - Prácticos del Cultivo de Tejidos Vegetales. FAO. Roma. Pp. 16

Mac Millan, P. 2000. La Multiplicación de las Plantas. Ediciones Folio, S.A Muntaner, 371 - 373. Barcelona España.

Machado, P. Agramante, D. 2002 Micropropagación de **Gerbera jamesonii** H. Bolus. Biotecnología Vegetal vol 2, N° 3 Julio - Septiembre.

Mc Conell, D. R. 1974. Cultural Concepts for **Bougainvillea** in Florida. Florida State Horticultural Society, Proc. 87: 563 - 564.

Mercado Verde Disponible en: <http://www.com.gov.cu/planes/mercaverdes.htm>
(Consulta: 23 septiembre 2003)

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and biossays with tabaco tissue culture. Plant physiology 15 Pp. 473 - 497.

Nahla V. Bassil. William M. Proebsting, Larri W. Moore. 1991. Propagation of Hazelnut Stem Cutting Using Agrobacterium Rhizogenez Hortscience. Vol. 26 (8): 1058 - 1060

Notsuka, K.; Tsuru. T. Y Shiraishi, M. 2000. Induced polyploid grapes via in vitro chromosome doubling J. Japan Soc. Hort. Sci: 69 (5): 543 - 551.

On line. **Bougainvillea glabra**. Guía de Plantas. 2004 Disponible en:
www.ideal.es/waste

(Consulta: 18 septiembre 2004)

Pérez, M. Guerrero A. Sustrato Alternativos para la Propagación de **Bougainvillea glabra choisy**. 2003

Disponible en: <http://www.enpat.embrapa.br/users/elesbao/isth/48isthe.htm>.

(Consulta 10 mayo 2004)

Ramcharam, C. Mc Conell, D. R. Johnson, C. R. 1974. Cultural Concepts for **Bougainvillea** in Florida. Florida State Horticultural Society, Proc. 87 564 - 570.

Rodríguez, R. 1997 Empleo de reguladores de crecimiento en la adaptación de vitroplantas y estacas de **ixora coccinea** cv. Guillermina. Agrícola Vergel / Octubre. Pp. 555 - 558.

Rojas Garcidueñas. 1993. Fisiología Vegetal Aplicada. Cuarta Edición.

Singh, S. P Motial, V. S. 1982. Propagation of **Bougainvillea** cv. Thima under intermittent mist. Horticultural Abstract. 52 (5): 31 - 34.

Steven, T. Mc Namara and Cary A. Mitchell. 1991. Roles of Auxin and Ethylene in Adventitious Root Formation by a Flood - Resistant Tomato Genotype. Hortscience. Vol. 26 (1): 57 - 58.

Valdés, R. 2001 Conferencias de Fisiología Vegetal.
 Universidad Agraria de la Habana.

Vázquez, E. Torres S. 1982. Fisiología Vegetal: Editorial Pueblo y Educación. La Habana Cuba 463 p

Veranera, **Bougainvillea**.

Disponible:

http://www.podernatural.com/plantas_%20medicinales/plantas_v/p_veranera.htm.

(Consulta: 10 junio 2004)

Warde, A. P. 1991. Efecto del tipo de madera en la rizogénesis de estacas de colnes de **Bougainvillea**. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile.

Weaver, R. J. 1980. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. México. Trillas p, 622.

Westwood, M. 1973. The role of growth regulators in rooting. Acta Horticulturae 34: 82 - 92.

Zadoo, S. N.; Proy, R. P. y Khoshoo, T. N. 1975. Cytogenetics of cultivated **Bougainvillea**. V. Induced tetraploidy and restoration of fertility in sterite cultivars. Euphytica. 24: 517 - 524.

Zona Verde. Reguladores del crecimiento y desarrollo las hormonas vegetales o fitoreguladores.

Disponible en: http://www.euita.upv.es/varios/biología/tema/tema_14.htm#laauxina.

(Consulta 6 marzo 2004)