

EFFECTO DE LA ZONA DE LOCALIZACION DEL ESQUEJE EN LA PLANTA MADRE, SOBRE EL ENRAIZAMIENTO DE *Gypsophila paniculata* L.¹

ADRIANA DIAZ ARTEAGA² y MARTHA OROZCO DE AMEZQUITA³

Resumen. Debido a la importancia que ha adquirido el cultivo de flores para exportación en la Sabana de Bogotá, se realizó el presente trabajo con el fin de establecer el efecto que tiene la localización de los esquejes en la planta madre sobre los procesos de enraizamiento en *Gypsophila paniculata* L. Se tomaron como tratamientos: esquejes del tercio superior, del tercio medio y del tercio inferior de la planta y se evaluó bajo un diseño completamente al azar el enraizamiento a los 21, 29, 37 y 45 días a partir de la siembra, registrando la capacidad de acumulación de materia seca en la raíz y evaluando por el método de Dunhan modificando la cantidad de raíces que presentaban actividad metabólica. A lo largo de los cuatro muestreos se observó mayor formación de raíces en los esquejes provenientes del tercio inferior, seguidos por los esquejes del tercio medio de la planta que presentaron buena respuesta; los esquejes del tercio superior enraizaron más lentamente. Los datos obtenidos por los dos sistemas de medición se correlacionaron estadísticamente. Se observó que utilizando esquejes de los estratos medio e inferior es posible disminuir en ocho días el tiempo de enraizamiento que se emplea comercialmen-

te para esquejes de *G. paniculata* y se señala que una posible causa de asincronía en los procesos de crecimiento y desarrollo en el cultivo puede ser consecuencia de los procesos de selección de esquejes para propagar.

EFFECT OF CUTTING POSITION ON THE STOCK PLANT ON ROOTING OF *Gypsophila paniculata* L.

Summary. In order to the importance that the flower cultivation has acquired to the exportation from the Sabana of Bogotá, this investigation was done to establish the effect that the cutting localization in the mother plant has on the rooting process in the *Gypsophila paniculata* L. As treatments were used: Cuttings from the upper third, from the medium third and from the lower third and the rooting was evaluated using a completely random design at 21, 29, 37, and 45 days beginning from the sowing day, recording dry material accumulation capacity and evaluating using the modified Dunhan method the amount of roots having metabolic activity.

The most root formation was seen in the cutting obtained from the lower third, followed by the cuttings from the medium third that showed good response; the cuttings from the upper third took root more slowly. The data obtained from both methods were correlated statistically. It was observed that using cuttings from the medium and low third it was possible to make eight days smaller the rooting time than the commercially used for *G. paniculata* cuttings and it was seen that the processes of selecting cuttings may be a cause of the asynchronous growing and developing process in the cultivation.

¹ El presente trabajo se derivó del trabajo de grado presentado por la primera autora para optar el título de Bióloga. Hace parte del proyecto de investigación "Contribución al estudio de factores fisiológicos y patológicos que afectan la producción de clavel y crisantemo en la Sabana de Bogotá".

² Anteriormente, estudiante de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.E.

³ Profesora Asociada, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, D.E.

INTRODUCCION

El cultivo comercial de flores para exportación se inició en Colombia a mediados de la década del 60, como la experiencia exitosa de unos cuantos agricultores que encontraron en la Sabana de Bogotá, el entorno adecuado para tal labor. Una década después, se convirtió en uno de los principales renglones de exportación, y hoy es la segunda fuente de divisas en exportaciones no tradicionales. La calidad y belleza de las flores colombianas, les ha permitido competir a nivel mundial con productos tan tradicionales como los provenientes de Holanda y Norteamérica.

La demanda de flores en los mercados Norteamericano y Europeo, y la solicitud de nuevas y diferentes formas florales, señalan que éste es un mercado en constante expansión y con posibilidades de diversificación.

Gypsophila paniculata —junto con *Alstroemeria*, *Statice*, *Fresia*, *Gerbera* y *Lirio*— ocupa un lugar importante dentro del grupo de productos florales que están siendo introducidos al mercado internacional y cuya aceptación está siendo cada día mayor.

G. paniculata, es una planta subtropical de la familia de las Caryophyllaceae, originaria de Europa y Asia, en donde comúnmente se denominaba "Aliento de bebé" o "Planta nube". El género consta de más de 75 especies, pero sólo pocas pueden ser cultivadas (Potter, 1965). Muchas de ellas se siembran como flores de jardín, pero únicamente *G. paniculata* ha sido utilizada comercialmente como flor de corte.

Las plantas prosperan en suelos calcáreos, lo que explica el nombre del género, que hace referencia a la condición peculiar de la especie como amiga o afín del yeso. Si bien cada flor individualmente es más bien insignificante, en conjunto parecen como una bella nube blanca (Potter, 1965). En Europa, Asia y Norteamérica, la floración natural ocurre al final de la primavera y continúa hasta el otoño; durante esta época, pueden darse dos o tres ciclos de floración (Schillo y Halevy, 1982).

En el cultivo comercial la especie requiere condiciones de alto pH y tierra bien aireada, puesto que su sistema radical es profundo y condensado. La planta desarrolla rosetas de follaje vegetativo, y los tallos florales se incrementan con la acumulación de materiales y cuando se extiende el día (Rahan Interna-

tional Limited, 1987).

Los sistemas de inducción de floración de *G. paniculata* en el trópico y a nivel comercial comprenden:

Congelación de plantas bianuales enraizadas, iluminación artificial, unción con ácido giberélico y creación de períodos alternos de "estres" hídrico.

Es posible usar cada procedimiento por separado, o también emplear la combinación de unos cuantos. La mecánica del sistema se basa en el estímulo de síntesis de ácido giberélico, en la eliminación de sus factores retardantes o en la adición artificial del mismo. Tales sistemas son comúnmente utilizados, ya que la giberelina ha sido identificada como la causa de la elongación de los tejidos de los internudos y del estímulo de la conversación de meristemos de crecimiento en meristemos de floración. Se acepta que la luz promueve la síntesis de ácido giberélico endógeno y que el frío y la deshidratación suspenden los factores inhibidores de la síntesis de ácido giberélico y una vez que son reanudadas las condiciones aptas para el crecimiento: temperatura, agua y nutrición, la planta inicia la síntesis de ácido giberélico y se sobrepone a los factores retardantes (Rahan International Limited, 1987).

El interés de los cultivadores por mejorar y aumentar la calidad de la producción ha resultado en un importante conocimiento empírico, que a nivel comercial satisface los requerimientos para la obtención de material para exportación. Aún así, diversos problemas relacionados con la biología y patología de la especie no se han hecho esperar. Dificultades que al agregarlas a las características propias de *G. paniculata* (especie altamente sensible a las condiciones ambientales y de cultivo), han resultado en diferencias evidentes de crecimiento y producción, que hacen necesario el esclarecimiento de tales hechos a nivel científico.

Es así como en los últimos años se ha hecho necesaria y urgente una investigación interdisciplinaria, que ahonde en el reconocimiento y manejo de la problemática biológica y cultural de *Gypsophila*. Sin embargo, hasta el momento en el país no se ha comenzado la indagación a este respecto (cosa que igualmente ocurre con muchas otras especies ornamentales comerciales). La profundización en el conocimiento de la biología de las especies permite, sin lugar a dudas, brindar

recomendaciones y técnicas de cultivo que optimizarían la producción y manejo práctico, referidas específicamente a las condiciones económicas, sociales y ecológicas colombianas.

Una problemática que sobre el tema se ha planteado se basa en la selección de los esquejes para obtener material de propagación; teniendo en cuenta que según Kussey y Weiler (1977) existen diferencias en la capacidad de enraizamiento de los esquejes de *G. paniculata* que dependen de la edad de las plantas madres y del manejo de los esquejes, adicionalmente, para el presente trabajo se postula y se desea comprobar la incidencia que sobre el proceso de enraizamiento tiene la localización espacial del esqueje en la planta madre.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la finca Ucrania, ubicada a 8 km de la población de Madrid en el Departamento de Cundinamarca; las condiciones climáticas del sitio de siembra son muy parecidas a las de la ciudad de Bogotá, puesto que se encuentra a una altura de 2.600 msnm. El ensayo se efectuó en invernaderos de tipo comercial, que garantizan condiciones medianamente controlables de temperatura y humedad.

En este experimento se evaluó el enraizamiento, teniendo en cuenta la localización del esqueje en la planta madre. Los esquejes se clasificaron en superiores, medios e inferiores, estableciendo que los superiores eran aquellos que se encontraban más cerca del ápice de la planta, o en el tercio superior de la misma.

Se seleccionaron 600 gajos o esquejes por cada piso de crecimiento —1800 en total—, tomándolos directamente de la planta y separándolos del tallo central por la base de la ramificación. Se procuró que las estacas tuvieran una longitud entre 6 y 10 cm, alrededor de 10 entrenudos y de 16 a 20 pares de hojas. También los esquejes fueron escogidos teniendo en cuenta que tuvieran un aspecto similar en cuanto a color y vigor y que presentaran una única yema terminal. A continuación, se hizo una cuidadosa limpieza del material, despejándolo de hojas en la base del tallo y de ramitas y hojas que mostraran mal aspecto. Se prosiguió a la aplicación de un enraizador hormonal, AIB, en una con-

centración de 8000 ppm en un medio de talco, que fue ungido directamente sobre la base de los tallos limpios.

Las estacas tratadas se sembraron en bancos elevados de enraizamiento, colocando cada individuo en un vaso COMOLSA a una profundidad de 1 a 2 cm y con una densidad de 389 esquejes por metro cuadrado, la misma empleada para cultivos comerciales. Las plantas se distribuyeron en las camas según un diseño experimental completamente al azar con 4 réplicas por cada piso o zona de procedencia, comprendiendo 600 esquejes por piso y 150 plantas por réplica.

El medio de propagación elegido fue escoria de carbón, puesto que presenta condiciones adecuadas para el enraizamiento, como son: reducido costo comercial, escaso poder abrasivo, poca densidad, retención de agua escasa, muy buen drenaje, pH neutro o ligeramente básico y porque no sufre procesos de compactación (Durán, 1974). Previamente, la escoria se esterilizó con vapor de agua a una temperatura de 180°F, por un tiempo aproximado de 2 horas, hasta que se logró que toda la cama tuviera uniformidad térmica.

A todo lo largo del ensayo, se tomaron registros de la temperatura del suelo, a las 7 de la mañana y 3 de la tarde, al mismo tiempo, un higrotermógrafo llevaba registros constantes de temperatura y humedad relativa del ambiente.

En vista de que comercialmente se ha estimado como tiempo de enraizamiento 45 días, se planearon 4 muestreos, que se iniciaron a los 21 días de siembra y se continuaron cada 8 días. Para cada muestra, se escogieron al azar 8 plantas por réplica —32 por piso de tratamiento—, a las que se les hicieron las siguientes mediciones:

a. Determinación colorimétrica de la densidad de raíces producidas por el esqueje, según el método de Dunham modificado, o METODO DEL VERDE DE METILO, desarrollado por Puertas y Rojas en 1988.

b. Determinación de biomasa, o medición de peso seco de la raíz, como estimativo de la producción de materia orgánica.

En cada muestreo se tuvo en cuenta el porcentaje de plantas enraizadas, y el número de las que malograron, así como también se detallaron las características de crecimiento de las plántulas.

Para los procesos de crecimiento, se deter-

minaron las curvas y se realizaron análisis de regresión. Igualmente, se hicieron análisis de regresión para comparar los métodos de medición de raíces, y de esta forma comprobar si existe una alta afinidad entre ellos.

Para ilustrar el comportamiento de los factores ambientales en el invernadero, se utilizó un análisis de subseries estacionales de tiempo para cada mes, las cuales muestran el valor promedio de la variable para las horas de medición, así como la dispersión de los datos correspondientes a todo el período de registro.

RESULTADOS Y DISCUSION

Durante los primeros 20 días de desarrollo, los esquejes formaron un callo del cual emergieron las raíces. Desde el momento en que empezó a formarse el callo, se apreció que las estacas que provenían del estrato superior de la planta, tenían un crecimiento más lento que aquellas provenientes de las otras dos zonas (media e inferior), y que, consecuentemente, desarrollaban raíces más lentamente.

Para la primera fecha de muestreo (21 días después de la siembra), en cualquiera de los ensayos empleados, los esquejes del piso superior presentaron porcentajes de enraizamiento del orden del 85-90%; mientras que los provenientes de los otros dos niveles al-

canzaron porcentajes de 98 y 100% de esquejes que presentaban raíces visibles.

Estas diferencias de crecimiento se ilustran en la Figura 1, en donde se presenta la acumulación de biomasa radical en el tiempo y se hace evidente que hay diferentes tasas de crecimiento, representadas como distintas capacidades para acumular materia seca. Según los valores de peso seco analizados, se puede concluir igualmente que en las estacas de las zonas media e inferior, se realizaron más rápidamente los procesos de emergencia de raíces.

En la Figura 2 se puede observar el efecto de la zona de localización del esqueje en la producción de raíces, y en los procesos de crecimiento y desarrollo inicial. En ella se evidencia que los esquejes con menor crecimiento radical y vegetativo, correspondieron a material proveniente del tercio superior de la planta, mientras que los procedentes de los estratos medio e inferior mostraron características muy similares entre sí y mayor crecimiento radical y vegetativo.

Por otro lado, al analizar los valores de absorbancia, se observaron datos muy altos, superiores a la unidad, para los 45 días de enraizamiento. Comparando estos valores con las curvas de crecimiento obtenidas para los distintos estratos, se puede concluir que los esquejes seleccionados de los pisos medio e inferior estuvieron sometidos a un tiempo de propagación excesivo. Este hecho se ob-

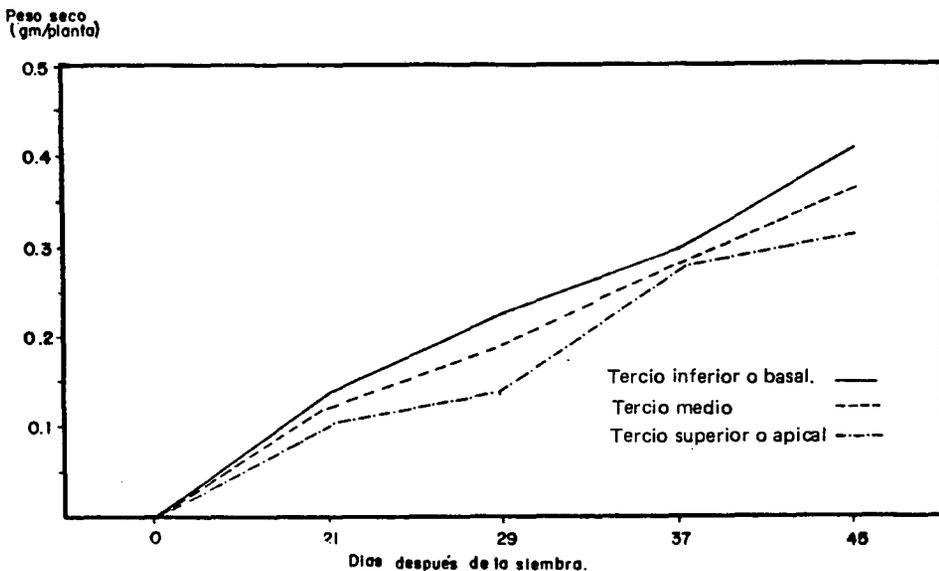
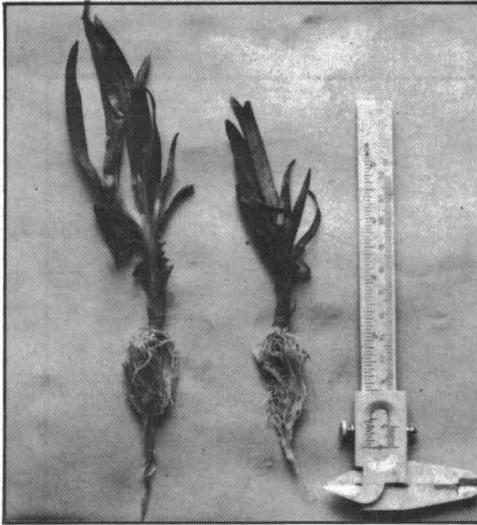
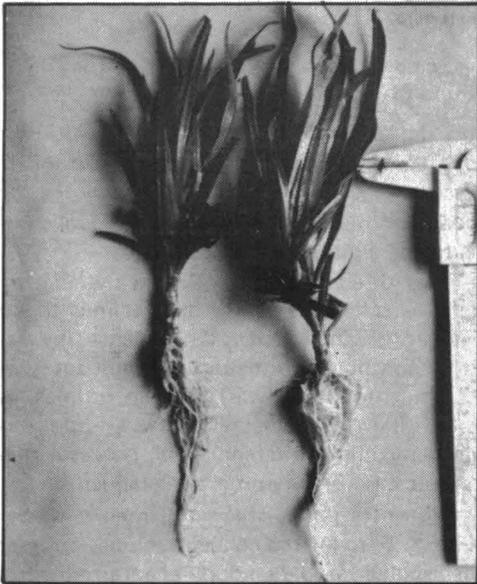


Figura 1. Acumulación de biomasa en las raíces de cada uno de los estratos ensayados.



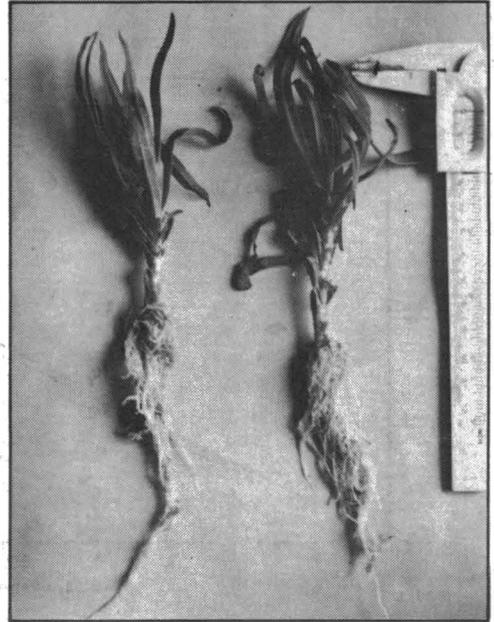
(A)



(B)

servó en el campo representado en plántulas bien enraizadas, de las zonas media e inferior, en los muestreos realizados a los 37 y 45 días después de la siembra. Ellas, comenzaron a proyectar sus raíces más allá del vaso COMOLSA y a adentrarlas en la escoria. El resultado fue que en el momento del muestreo final, mucha de su biomasa se perdió, mientras que las raíces de las plántulas de la zona superior eran mucho más fáciles de obtener.

Tanto el comportamiento anteriormente anotado, como un análisis comparado de las curvas de acumulación de biomasa y de regresión del crecimiento (Figuras 1 y 3) para



(C)

Figura 2. Diferencias en la producción de biomasa radical para los 37 días de enraizamiento. (A) Estrato superior; (B) estrato medio; (C) estrato inferior.

los distintos tipos de esquejes, permitieron concluir que a los provenientes de los pisos medio e inferior de la planta madre, se les puede reducir el tiempo de propagación. El número de días en que se puede acortar el proceso, se estimó tomando en cuenta el punto de inflexión de la curva de crecimiento, que biológicamente corresponde al momento en que la tasa de crecimiento disminuyó o se hizo constante, y que correspondió al período comprendido entre los 29 y 37 días de enraizamiento. Es decir, el tiempo de enraizamiento para estacas originarias de zonas media e inferior de la planta, puede ser reducido en 8 días.

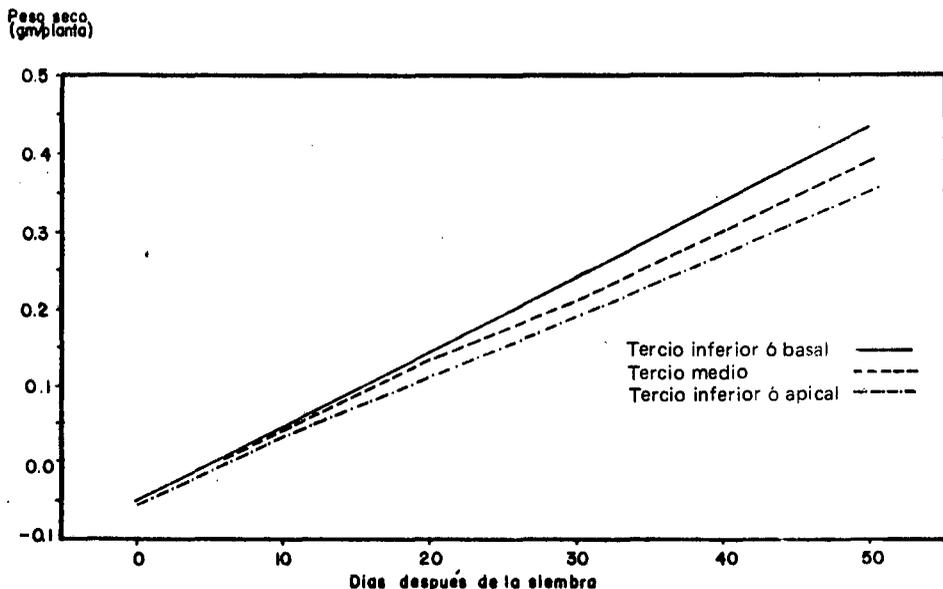


Figura 3. Curvas de regresión obtenidas para la acumulación de biomasa en las raíces de cada uno de los estratos ensayados.

Parece que este momento de la curva correspondió al punto máximo de desarrollo radical alcanzado por las plántulas dentro del medio utilizado —vasos COMOLSA—, y que el posterior elevamiento que se presentó es en realidad el crecimiento de raíces más allá del COMOLSA y dentro de la escoria. Por tanto, la biomasa sintetizada por la planta en esta segunda etapa de aumento, se perderá en el transplante, y se estará perdiendo, también, energía y reservas de la misma.

El tipo de crecimiento establecido por el modelo de regresión es lineal (Figura 3) y en el mismo puede apreciarse que los esquejes que enraizaron más rápida y efectivamente fueron los provenientes del estrato inferior. Comparando las líneas de regresión, se tiene que las diferencias resultantes entre las estacas procedentes de las zonas inferior y media no son significativas, es decir que las tasas de crecimiento no son estadísticamente diferentes, pero que sí lo son al compararlas con las de esquejes del piso superior. Las curvas de crecimiento muestran los mismos resultados, y vuelven a decir que la tasa de crecimiento de los esquejes superiores es menor que la de los otros dos tipos de estacas.

Por qué hay un tipo de esquejes que enraiza más rápido que los otros? Muy probablemente porque al momento de seleccionarlos tenían distinta actividad fisiológica den-

tro de la planta. Por una parte, los esquejes debían tener edad diferente —por su localización—, y por consiguiente tenían distinta actividad metabólica y tal vez desigual capacidad de almacenamiento.

Las diferencias en actividad metabólica, que se reflejan en tasas de crecimiento no iguales, originan dentro de la planta una distribución no uniforme de los reguladores de crecimiento (hormonas), que en últimas, se sabe están íntimamente ligados a respuestas de desarrollo y diferenciación, procesos que en este caso originaron el enraizamiento.

Por otra parte, según Hartman y Kester (1984) se requieren concentraciones óptimas de reguladores para inducir el enraizamiento. Si existe desbalance hormonal, la respuesta se retarda o no se da. Esto pudo ser lo que sucedió con los esquejes de la zona superior, que desarrollaron raíces más lentamente que los otros.

Con relación al posible efecto de la capacidad de almacenamiento, las estacas de los pisos medio e inferior debieron tener mayores reservas de alimentos. Esto por la localización, y por la misma consistencia de sus tejidos, en donde —aparentemente— hubo mayor cantidad de sólidos y menos agua, que en las estacas superiores que eran más suculentas y delgadas.

La formación de raíces fue medida utilizando dos variables, peso seco y absorbancia,

a fin de establecer la relación existente entre ellas, y de esta forma comprobar si es posible determinar un valor cualquiera de peso seco a partir de una medición colorimétrica.

Para el caso específico de *G. paniculata*, se verificó que el método del verde de metilo es un buen estimador del proceso de desarrollo radical. Para comprobarlo, se realizaron análisis de regresión entre las dos variables, que demostraron un nivel de correlación significativo, con un comportamiento lineal y un coeficiente de regresión del 71,5%. Paralelamente, se obtuvo la ecuación de regresión entre variables, con la cual se puede calcular un valor de peso seco a partir de otro experimental de absorbancia.

La sustitución del método de evaluación de biomasa por otro de estimación de la misma a partir de una determinación colorimétrica conlleva ventajas. La evaluación colorimétrica es más rápida, tanto en el campo como en el laboratorio; es igual de confiable que la determinación de peso seco; no implica tanta manipulación de los individuos como el método de biomasa; y puede in-

cluso significar que los esquejes no deban ser sacrificados en el proceso de determinación.

LITERATURA CITADA

1. Durán, D. 1974. Memorias curso de floricultura. Ministerio de Agricultura-ICA, Regional 1, Tibaitatá, Mosquera, Colombia.
2. Hartman, H.T. y D.E. Kester, 1984. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Editorial Continental, S.A. México.
3. Kusey, W.E. y T.C. Weiler. 1977. Propagación de *Gypsophila paniculata* por medio de esquejes. Reporte investigativo de Bradenton, AREC-GC.
4. Potter, C.H. 1965. Annuals for cut flowers. Publishing Co. Chicago, Illinois 60604.
5. Puertas, E.J. y N.S. Rojas. 1988. Evaluación del enraizamiento de esquejes de (*Dianthus caryophyllus* L. cv. Barbara) bajo diferentes concentraciones de auxinas (A1A, A1B y ANA). Tesis Biólogo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.E.
6. Rahan International Limited. 1987. Induction for *Gypsophila* in the tropics. Summary of convention in Ucrania farm. Bogotá, Colombia.
7. Shillo, R. y A.H. Halevy. 1982. Interaction of photoperiod and temperature in flowering control of *Gypsophila paniculata* L. Sci. Hortic. 16: 385-393.