

Plantas madre y esquejes

Influencia del acondicionamiento de las plantas madre sobre el enraizado de esquejes foliados de plantas ornamentales. Irradiación de cultivo, concentración de CO₂ y estado hídrico

El autor de este artículo, F. Xavier Martínez, colaborador habitual de Horticultura desde el primer año, ya escribió el artículo «El enraizado de esquejes de plantas ornamentales» en el número 50 de esta publicación. Esta es una línea de trabajo que empezó antes de 1982 y que está en plena actualidad, con nuevas aplicaciones de la investigación actual.

En los últimos años la bibliografía especializada ha dedicado especial atención al estudio de los efectos de las condiciones de cultivo de las plantas madre sobre la capacidad de enraizado de los esquejes con hojas.

El tema es complicado puesto que se observa una gran variación en los resultados atendiendo al genotipo, las condiciones ambientales de cultivo de la planta madre y las que se establecen posteriormente durante el proceso de enraíce de los esquejes. La interacción de los distintos factores ambientales y de éstos con el genotipo es tan compleja que es difícil establecer pautas claras de respuesta. Sin embargo, y dado el interés actual y futuro del tema, se ha estimado pertinente presentar algunas consideraciones al respecto. De entre los distintos factores ligados a la planta madre que inciden en el enraizado se tratarán la irradiancia del cultivo, el

El antes y el después en el invernadero. En las fotografías inferiores, preparación de las instalaciones para la plantación y enraizado de los esquejes.



En la fotografía superior, una vez concluida la fase de enraizado se procede a la aclimatación de las especies para su posterior comercialización. Fotografías extraídas del libro «El cultivo industrial de plantas en maceta», de los autores Rafael Jiménez Mejías y Manuel Caballero Ruano, editado por Ediciones de Horticultura, S.L.

Cuadro 1:
Especies que exhiben mejora
en la capacidad de enraizado
de los esquejes al someter la planta madre
a tratamientos de oscuridad

Tratamiento	Especie
Blanqueo	<i>Acer platanoides</i>
	<i>Pinus elliotti</i>
	<i>Platanus occidentalis</i>
	<i>Rhododendron cvs.</i>
	<i>Rubus idaeus</i>
	<i>Tilia cordata</i>
	<i>Tilia euripaea</i>
Etiolación	<i>Artocarpus heterophyllus</i>
	<i>Bryophyllum tubiflorum</i>
	<i>Camphora officinarum</i>
	<i>Clematis spp.</i>
	<i>Corylus maxima</i>
	<i>Cotinus coggygria</i>
	<i>Polygonum baldschuanicum</i>
	<i>Syringa vulgaris</i>
	<i>Malus sylvestris</i>
	<i>Mangifera indica</i>
	<i>Persea americana</i>
	<i>Prunus domestica</i>
	<i>Rubus idacus</i>
	<i>Tilia tomentosa</i>
Etiolación + encintado	<i>Acer spp.</i>
	<i>Betula papyrifera</i>
	<i>Carpinus betulus</i>
	<i>Castanea mollissima</i>
	<i>Corylus americana</i>
	<i>Hibiscus rosa sinensis</i>
	<i>Malus sylvestris</i>
	<i>Persea americana</i>
	<i>Pinus spp.</i>
	<i>Pinus strobus</i>
	<i>Pistaccia vera</i>
	<i>Quercus spp.</i>
	<i>Syringa vulgaris</i>
	<i>Tilia cordata</i>
	<i>Tilia europaea</i>
Sombreado	<i>Crassula argentea</i>
	<i>Euonymus japonicus</i>
	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>
	<i>Picca sitchensis</i>
	<i>Rhododendron spp.</i>
	<i>Rosa spp.</i>
	<i>Schefflera arboricola</i>

estado hídrico y la concentración de CO₂.

Irradiancia de cultivo **Irradiancia óptima**

En la mayor parte de las plantas ornamentales, la capacidad de enraizado de los esquejes varía con la irradiancia a la que se cultivan las plantas madre. Existe un mínimo de irradiancia por debajo del cual no se produce el enraíce. A partir de este valor la capacidad de enraizado aumenta progresivamente con la irradiancia hasta alcanzar un valor máximo. A partir de aquí el aumento de radiación perjudica el enraizado. La irradiancia óptima depende del genotipo y en cada caso concreto debe inferirse mediante ensayos de sombreado y/o aplicación de luz suplementaria según latitud, época del año y condiciones locales.

El cultivo bajo irradiancias sub-óptimas parece limitar el posterior enraizado debido al bajo nivel de suministro de carbohidratos y de auxina del esqueje. Los efectos negativos de las irradiancias supra-óptimas podrían derivar del exceso de carbohidratos, fotodestrucción de las auxinas, déficit hídrico de los esquejes y formación de inhibidores de la rizogénesis. Con irradiancias excesivas se han detectado asimismo modificaciones anatómicas, especialmente el potente desarrollo del esclerénquima entre el cortex y el floema, que podría actuar de barrera para la translocación de los promotores de raíz hacia las células internas que originarán los primordios radiculares.

En cualquier caso, debe tenerse en cuenta que para el posterior enraizado de los esquejes existe asimismo una curva de respuesta a la irradiancia, cuyos óptimos son siempre inferiores a los obtenidos para el cultivo de la planta madre y es conveniente conocer.

Desde un punto de vista práctico, es recomendable que en los viveros dedicados a la obtención de esquejes, se programen ensayos de variación del régimen de irradiancia sobre las plantas madres. Así podrán establecerse los óptimos de cultivo, que serán variables según especie y muchas veces cultivar. Dada la variación estacional de la irradiancia natural, en cada época los óptimos se conseguirán con distintos artilugios

de sombreado, o en su caso de luz suplementaria. Por nuestra experiencia, en los viveros destinados a la multiplicación de ornamentales de sobra o de interior es usual detectar irradiancias de cultivo inferiores a las óptimas. Contrariamente, en las instalaciones dedicadas a multiplicación de arbustos y árboles de sol fácilmente se superan los máximos. En ambos casos se está limitando, a veces de forma drástica, el potencial productivo, tanto en relación al número de esquejes por planta como a la viabilidad y eficacia de su enraizado posterior.

Tratamientos de oscuridad

No obstante lo dicho anteriormente, para algunas especies y cultivares se conoce, desde hace tiempo, que la privación total o local de luz a la planta madre mejora el enraizado posterior de los esquejes (cuadro 1). Este efecto se consigue con los tratamientos de oscuridad: etiolación o ahilamiento, sombreado, encintado o blanqueo.

a) Etiolación y sombreado

Aunque la etiolación en sentido estricto implica el crecimiento de las plantas en condiciones de oscuridad, en nuestro contexto de multiplicación vegetativa se refiere a promover el crecimiento del tallo bajo sombreado intenso. Atendiendo al grado de extinción lumínica aplicado se habla de etiolación (extinción intensa) o de sombreado (extinción media). Esta técnica consiste en la colocación de una cubierta de lámina de polietileno negro o mallas de sombreado de alta extinción sobre la superficie de cultivo de las plantas madre. La transmisión de la cubierta es variable, oscilando entre el 1% y el 50% según localidades y genotipos, siendo muy comunes las extinciones entre el 90 y el 75%.

El tratamiento de privación de luz dura generalmente entre 2 y 4 semanas. Seguidamente puede procederse a la cosecha de los esquejes (tratamiento de etiolación o sombreado simple), o bien al encintado local de los etiolados y a un posterior tratamiento de luz (varias semanas) para promover el reverdecimiento del brote. En este caso se trata del tratamiento combinado etiolación-

Cuadro 2:
Efectos del abonado carbónico de las plantas madre sobre la producción de esquejes y su posterior enraizado

Especie	Nº de ramas laterales	Enraizado
<i>Aphelandra squarrosa</i>	**	-
<i>Begonia x tuberhybrida</i>	**	0
<i>Campanula isophylla</i>	**	*
<i>Chrysanthemum x morifolium</i>	**	-
<i>Cissus rhombifolia</i>	*	-
<i>Dianthus spp.</i>	-	*
<i>Dieffenbachia maculata</i>	**	-
<i>Fuchsia x hybrida</i>	**	*
<i>Euphorbia pulcherrima</i>	***	-
<i>Hedera helix</i>	-	*
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	*	-
<i>Impatiens repens</i>	****	-
<i>Kalanchoe blossfeldiana</i>	**	-
<i>Pelargonium hortorum</i>	-	*

Aumento del nº de ramas: * = 10-20%; ** = 20-30%; *** = 30-50%.
Enraizado: 0 = sin efecto; - no se cita el efecto; * efecto positivo



En la mayor parte de las plantas ornamentales, la capacidad de enraizado de los esquejes varía con la irradiancia a la que se cultivan las plantas madre. Existe un mínimo de irradiancia por debajo del cual no se produce el enraice.



Proceso de multiplicación de esquejes de *Dieffenbachia*. En la fotografía superior izq., detalle de la planta madre; en la fotografía superior dcha., enraizado de los esquejes en contenedor bajo túnel de polietileno; y en la otra fotografía, esquejes enraizados.

BACTERMICRON

La solución bacteriana contra las Plagas y Enfermedades de sus Cultivos por Fertilización



FACTORIA SAN MIGUEL, C.B.

Avda. Diputación, s/n - 46810 ENGUERA (Valencia-España)
Tel.: (96) 222 41 77 - Fax: (96) 222 51 08



TALLERES FERNANDEZ y TRIGO, S.L.

Fabricamos todo tipo de túneles, multitúneles rectos y curvos con sistemas opcionales de ventilación, frontales y otros complementos.

Estructuras de sombreado de tipo plano o curvo.

Mesas de cultivo fijas y desplazables, con sistema incorporado para riego por inundación.

Invernaderos de cristal y centros de jardinería a su medida.

Centro de jardinería



FerTri

Pídanos más información sin compromiso.

Apat. 34 Campolongo - 15601 PONTEDEUME (La Coruña)
Tel.: (981) 43 09 78 - Fax: (981) 43 13 13

Nueva Gama de Multipots Forestales

- Macetas y contenedores de plástico
- Mantas Hor-Sol (Antihierbas)
- Cañas de Bambou
- Multipots
- Etiquetas
- etc...

NOVEDAD



hortisval, s.l.

HORTISVAL, S.L. - Cno. Viejo de Silla a Ruzafa, nº 16-B
46469 BENIPARELL (Valencia)
Tel.: (96) 1201840 - Fax: (96) 1203677



* Los plásticos tricapa están transformados por máquinas de coextrusión.

POLYANE® TRICOUCH®

CELLOFLEX® 4 S - 200 µ

Film plástico tricapa* térmico, transparente, larga duración y muy luminoso

POLYANE STH® 4

Film plástico tricapa*, super térmico de larga duración y difusor de la luz.

prosyn polyane



AGRI POLYANE

Z. J. Le Clos Marquet - B.P. 174 - 42403 ST-CHAMOND Cedex
Telf. 33 / 77 31 10 10 - Télex 380 726 - Fax 77 31 10 29

DISTRIBUIDORES EN ESPAÑA: SAIGA APLICACIONES HIDRAULICAS, S.A.: Ctra. Nacional nº 2, Km. 757,2 - 17600 FIGUERAS - (Gerona) - Tel.: (972) 67 19 99 - RIVIERA BLUMEN HISPANIA, S.A.: Ctra. de Lorca, 136 - 30090 PUERTO LLIBRERAS (Murcia) - Tels.: (968) 40 22 26 - 40 23 50 - MASSAGUER DE PLANNELL, N.I.E 40.239.460 V - Ctra. San Hilario - 17430 S.A. COLOMA DE FARNERS (Gerona) - Tel.: (972) 84 08 21 - ELADIO LOPEZ GARCIA DE LAS MESTAS: Virgen de la Antigua, 11 A - 8º B - 41011 SEVILLA - Tel.: (954) 45 05 95 - ANTONIO GONZALEZ: C/ San Antonio, 37 - 38001 SANTA CRUZ DE TENERIFE - Tel.: (922) 27 16 49.



Enraizado de esquejes. En la fotografía superior, esquejes de *Pisonia* a los que se les ha recortado la superficie foliar para evitar pérdidas por deshidratación. En la fotografía inferior, esquejes de hoja de peciolo y de segmento de hoja de *Peperomia*.



Las bases científicas de los efectos positivos de los tratamientos de oscuridad sobre el enraizado son poco conocidos. El mejor enraizado se obtiene a partir de plantas madre en estado hídrico cercano a la máxima turgencia y sin padecer déficit hídrico notorio.

encintado.

b) Encintado y blanqueo

Ambas operaciones consisten en cubrir parte de los tallos apicales de las plantas madre con un material opaco que evite la incidencia de la luz. Para esta finalidad se utilizan diversos materiales: cinta adhesiva negra, papel negro u oscuro, papel de aluminio o textiles sintéticos adhesivos tipo velcro. La anchura de la banda en el tallo oscila entre 3 y 8 cm y se coloca generalmente cerca del ápice (de 3 a 15 cm) durante algunas semanas. En encintado o blanqueo en zonas basales de los tallos da malos resultados. Maynard y Basuk (1986) han descrito una variante del método consistente en aplicar velcro recubierto internamente por

un preparado de ácido indol-butírico al 0,8% en talco. Este tratamiento ha dado resultados muy satisfactorios, especialmente al combinarlo con etiolación previa, en las siguientes especies leñosas: *Acer griseum*, *Acer Saccharum*, *Betula payfera*, *Carpinus betulus*, *Castanea mollissima*, *Pinus strobus* y *Oucreus robur*.

En la aplicación de esta técnica se habla de **encintado** cuando se procede a cubrir una parte del tallo de plantas que han recibido un tratamiento previo de etiolación y que, tras el encintado, van a someterse a un período de reverdecimiento a la luz, después del cual se procederá a la extracción de los esquejes. Se trata del tratamiento combinado etiolación-encintado citado anteriormente.

El término «blanqueo o blanqueado» se utiliza cuando el material

opaco se coloca sobre los tallos verdes de plantas madre crecidas a la luz, con el objeto de promover su blanqueado. Esta simple técnica, aunque en algunas ocasiones rinde resultados comparables con la etiolación o con el combinado etiolación-encintado, es normalmente mucho menos eficiente.

Las bases científicas de los efectos positivos de los tratamientos de oscuridad sobre el enraizado son poco conocidos. Por una parte se han detectado variaciones anatómicas como aumento de la longitud de los entrenudos y de la succulencia, disminución de la resistencia mecánica de los tejidos (menor presencia de tejidos de sostén y lignificación), presencia de parénquimas indiferenciados, etc. Por otra, se observan modificaciones fisioló-

Distintas fases del desarrollo radicular de estaquillas de madera lignificada de Nerium oleander.



gicas como auxinas, alteraciones de la actividad meristemática, presencia y actividad de metabolitos secundarios como cofactores de enraíce y/o modificadores de la actividad del enzima ácido indol-acético oxidasa, etc. Con el estado actual de conocimiento no es posible establecer una teoría global que relaciones claramente las variaciones anteriores con el aumento de la capacidad rizogénica observada en los esquejes.

Estado hídrico

El estado hídrico de la planta madre parece influir en la capacidad de enraizado de los esquejes. Cuando la planta madre está sometida a estrés hídrico, el líquido xilemático se halla a elevada tensión y al extraer los esquejes se introducen fácilmente burbujas de aire en los vasos (embolismo gaseoso), que rompen la columna de agua y dificultan su movimiento ascendente. Estos esquejes pueden marchitarse y después morir o retardar y/o debilitar enormemente su enraizado. Como recomendación práctica general, la extracción de los esquejes debe realizarse al inicio de la mañana o en días nublados y/o húmedos. En estas condiciones ambientales los tejidos de la planta madre se hallan, si la disponibilidad de agua en el suelo o el sustrato es adecuada, a elevada turgencia y, por tanto, su tejido conductor a baja tensión. En plantas con época de esquejado amplio se observa, por la misma razón anterior, que los esquejes obtenidos en épocas húmedas enraízan mejor que en periodos de sequedad. En algunos casos, especialmente si las plantas madre están con déficit

hídrico notorio en el momento de la extracción, se puede mejorar el enraizado si los esquejes cosechados se colocan rápidamente en recipientes con agua y atmósfera húmeda (cobertura con plástico). De esta forma se consigue mejorar el deficiente estado de hidratación de los esquejes.

De lo expuesto anteriormente se deduce que el mejor enraizado se obtiene a partir de plantas madre en estado hídrico cercano a la máxima turgencia y sin padecer déficit hídrico notorio. Estas condiciones se consiguen con un manejo adecuado del riego, manteniendo la humedad del suelo o del sustrato cercano a capacidad de campo o capacidad de contenedor respectivamente.

Sin embargo cuando las plantas madre se cultivan bajo altas irradiancias, muchas veces supra - óptimas, se observa que los esquejes enraízan mejor si las plantas madre están sometidas a un cierto grado de stress hídrico. Estos resultados positivos del stress, aparentemente contradictorios, pueden atribuirse a un precondicionamiento hormonal y metabólico, que resulta favorable en estos casos: con alta irradiancia los brotes de la planta madre sufren procesos cíclicos diarios de déficit hídrico y si se cultiva con cierta sequía del suelo o del sustrato se consigue aumentar su nivel de ácido abscísico endógeno y en algunos casos poner en marcha mecanismos de osmoregulación. Estas variaciones fisiológicas conllevan un mayor endurecimiento y resistencia a la pérdida de agua de los brotes, con lo que el estado y comportamiento hídrico de los esquejes obtenidos son más favorables.

En los últimos años se ha citado que algunas plantas madres sometidas a encharcamiento o anegamiento basal del sustrato de cultivo producen esquejes con mejor aptitud rizogénica, mejorando por tanto el enraizado. Experiencias realizadas por Robert Savé en el IRTA de Cabrils corroboran este efecto en distintas plantas ornamentales de bajo requerimiento lumínico. Dado que en condiciones de asfixia radicular se observa acumulación de etileno en los brotes de las plantas anegadas, se ha sugerido al etileno como mediador de esta respuesta favorable. El etileno actuaría indirectamente al inhibir el transporte de auxina desde los brotes hacia la base y promover por tanto acúmulo de auxina en los brotes, es decir, en los futuros esquejes, que promovería una mejor rizogénesis.

Concentración de CO₂

El abonado carbónico de las plantas madre se ha mostrado como un tratamiento eficaz para aumentar la tasa de obtención de esquejes en distintas especies ornamentales.

Paralelamente al aumento en el nº de esquejes por planta, muchas veces incrementa su calidad individual en cuanto al peso seco y vigor. En algunos casos, además, se observan efectos positivos en la fase de enraizado posterior en relación al nº y longitud de las raíces por esqueje y al grado de ramificación del aparato radicular (cuadro 2).

Los efectos beneficiosos del abonado carbónico de las plantas madre derivan inicialmente de la mayor tasa de fotosíntesis (por inhiación de la fotorespiración) que conlleva mayor tasa de crecimiento relativa, con un mayor crecimiento de los brotes y promoviendo, muchas veces, un aumento notable en la ramificación lateral de tallo. Todo ello condiciona la obtención de un mayor nº de esquejes por planta. Los esquejes obtenidos en estas condiciones poseen un mayor contenido en carbohidratos y mantienen una actividad favorable del enzima fructofuranosido. Estas características fisiológicas pueden favorecer el metabolismo rizogénico al suministrar eficientemente materia y energía a la base del esqueje y ser las responsables de la mejora del enraizado que en algunos casos se ob-

serva. Un efecto indirecto del abonado carbónico, que puede favorecer el enraizado de los esquejes, vendría determinado por su influencia sobre la disminución de la apertura estomática que condiciona un mayor grado de turgencia del esqueje.

Para el forzado de plantas madres ornamentales los niveles de abonado carbónico aplicados oscilan entre 600 y 1800 vpm de CO₂, hallándose alrededor de 900 vpm los tratamientos óptimos más usuales. Las concentraciones más altas, cercanas a 1800 vpm, aunque rinden esquejes de mayor peso pueden provocar un cierto retraso en el enraizado.

Bibliografía:

Loak, K., 1988. Water relations and adventitious rooting. En Adventitious root formation in cuttings. Ed. T. M. Davis, B. E. Haissig y N. Sankhla. Advances in Plant Sciences Series. Dioscorides Press. Vol. 2: 102 - 116

Mainard, B. K. y N. I. Basuk, 1986. Etiolation as a tool for rooting cut-

tings of difficult to root woody plants. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 36: 488 - 495

Mainard B. K. y N. I. Bassuk, 1988. Etiolation and banding effects on adventitious root formation. En Adventitious root formation in cuttings. Ed. T. M. Davis, B. E. Haissig y N. Sankla. Advances in Plant Sciences Series. Dioscorides Press. Vol. 2: 214 - 234

Moe, R., 1988. Stock plant environment and subsequent adventitious rooting. En Adventitious root formation in cuttings. Ed. T. M. Davis, B. E. Haissig y N. Sankla. Advances in Plant Sciences Series. Dioscorides Press. Vol. 2: 214 - 234

Mudge, K. W. 1988. Ethylene effect on rooting. En Adventitious root formation in cuttings. Ed. T. M. Davis, B. E. Haissig y N. Sankla. Advances in Plant Sciences Series. Dioscorides Press. Vol. 2: 150 - 161.



F. XAVIER MARTINEZ

En los últimos años se ha citado que algunas plantas madre sometidas a encharcamiento o anegamiento basal del sustrato de cultivo producen esquejes con mejor aptitud rizogénica.

El abonado carbónico de plantas madre se ha mostrado como tratamiento eficaz para aumentar la tasa de obtención de esquejes en distintas especies ornamentales.

Paralelamente al aumento en el número de esquejes por planta, muchas veces incrementa su calidad individual en cuanto al peso seco y vigor.

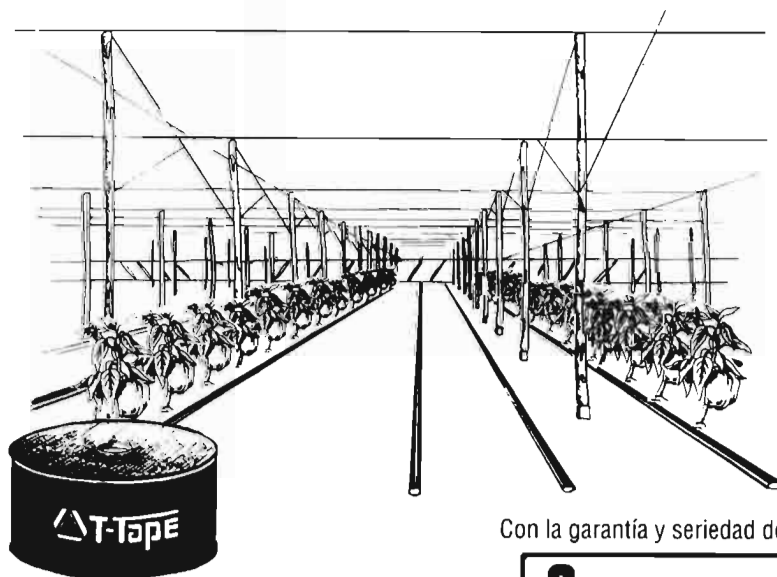
HORTALIZAS, FRUTAS Y FLORES A CHORRO CON EL RIEGO GOTA A GOTA DE LA CINTA

T-Tape®

En toda España la experiencia ha demostrado que si se pretenden buenos resultados en plantaciones de hortalizas, frutas y flores cultivadas «en línea», lo mejor es que el riego gota a gota sea con la cinta T-TAPE®.

T-TAPE® es una maravilla que riega de verdad. Pídanos información. Utilice la cinta de riego T-TAPE® y compare los resultados.

T-TAPE®, TURBO TAPE® y DURTA TAPE®, son marcas registradas. Los productos T-TAPE® están fabricados por T-SYSTEMS INTERNATIONAL y sus filiales y están protegidos por la patente nº 4247.051 (E.E.U.U.) y otras.



Con la garantía y seriedad de:

Copersa

Empresa especializada en el suministro de materiales a instaladores de riego y obras hidráulicas.

Apartado de Correos, 140

08340 - Vilassar de Mar (BARCELONA)

Tel: (93) 759 27 61 - Fax: (93) 759 50 08

Exija
T-Tape®
y obtendrá
resultados