

Notas bibliográficas

VERLEYEN, E. J. B., «*Le Bouturage et les Substances de Croissance Synthétiques*». Amberes 1948. (198 páginas con ilustraciones, 85 registros de resultados experimentales, 37 láminas fotográficas).

Dado el interés teórico y práctico de esta obra del profesor Verleyen, de la Universidad Colonial de Amberes, los ANALES DEL JARDÍN BOTÁNICO DE MADRID creen conveniente dar a conocer las características de la misma, transcribiendo el resumen español que posee.

«LA MULTIPLICACIÓN POR ESQUEJE Y LAS SUSTANCIAS DE CRECIMIENTO SINTÉTICAS. *Estudios e investigaciones sobre el empleo de las sustancias de crecimiento sintéticas en la multiplicación por esqueje en horticultura.*

Este trabajo es una contribución al empleo, en horticultura, de ciertos productos químicos, mediante el estudio de su efecto en el arraigamiento de los esquejes.

En la *Primera Parte* damos una visión de conjunto de la complejidad del problema de la multiplicación por esqueje.

El examen de los numerosísimos trabajos sobre el origen de las raíces adventicias pone en evidencia los hechos fundamentales siguientes:

- 1.º Las raíces adventicias son casi siempre de origen endógeno.
- 2.º Se forman, por lo general, partiendo de células diferenciadas localizadas en la proximidad de los haces libero-leñosos. Estas células pierden su diferenciación y originan los meristemos radiculares.

- 3.º La formación de las raíces adventicias está en relación con la corriente de savia descendente. Esta savia se traslada por los tubos cribosos.

El éxito de la multiplicación por esqueje depende, a la vez, de la acción de factores internos muy complejos inherentes a los ca-

racteres de la planta-matriz, en general, y del fragmento amputado en particular, así como de la influencia de las condiciones externas en las que se ha cultivado el esqueje.

Entre los vegetales, existe una variabilidad muy grande en cuanto a su aptitud para la multiplicación por esqueje. Hay que conceder también una importancia primordial al estado general de la planta-matriz en el momento de cortar los esquejes.

Los caracteres propios del fragmento amputado son tan importantes como los del individuo-matriz, aunque, en último análisis, tengan que depender de las acciones recíprocas de los diversos órganos del vegetal.

Las condiciones de cultivo no solamente son particulares a cada especie, sino que varían según las fases de desarrollo a que han llegado los esquejes en el momento de la multiplicación.

La determinación de las condiciones óptimas de cultivo se hace aun más difícil por las acciones recíprocas de los diferentes factores externos que intervienen: substrato, calor, humedad y luz.

En el tratamiento previo de los esquejes, con el fin de favorecer su arraigamiento, se pueden someter a la acción de agentes físicos o sustancias químicas después del corte de los mismos.

Casi todas las investigaciones que hacen intervenir agentes físicos tuvieron por objeto modificar el crecimiento de las yemas o provocar la aparición de yemas de neoformación.

Con anterioridad a la aplicación de las «sustancias de crecimiento» en el enraizado de los esquejes, consiguieron diversos investigadores la mejora del arraigamiento de aquellos utilizando empíricamente diferentes sustancias químicas de constitución molecular relativamente sencilla.

La *Segunda Parte* contiene una ojeada histórica del problema de la acción fisiológica y del empleo de ciertas sustancias químicas en la multiplicación por esqueje.

El esbozo de los trabajos que han conducido a la utilización de la hetero-auxina para el arraigamiento, nos permite hacer dos consideraciones interesantes.

Primera, los resultados prácticos inesperados a que pueden llegar las investigaciones científicas.

Segunda, la influencia preponderante de las ideas, de las hipótesis, sobre el descubrimiento de hechos nuevos. Los investigadores han llegado a la utilización de las fitohormonas en horticultura, partiendo de las ideas de Sachs, J., sobre las sustancias formadoras.

El examen de las publicaciones, a partir de 1935, permite resumir, como sigue, los principales resultados obtenidos en las investigaciones sobre el enraizado de los esquejes con el empleo de las sustancias de crecimiento sintéticas:

1.º Se ha estudiado un gran número de especies y de variedades de plantas.

2.º Ha sido puesta en evidencia la acción de numerosas sustancias químicas diferentes. Esta acción se manifiesta ya sea por un aumento en el porcentaje de los esquejes enraizados y (o) del número medio de raíces por esqueje arraigado, ya sea por una aparición más precoz de las raíces. Estos resultados se pueden obtener simultáneamente.

3.º La acción de estas sustancias no es uniforme. Ciertas plantas responden mejor a alguna de ellas mientras que otras son más sensibles a una sustancia diferente.

4.º Las sustancias más comúnmente empleadas y que dan, por lo general, resultados positivos son: el ácido β -indolacético, el ácido α -naftalenacético (y sus derivados) y el ácido indolbutírico.

5.º Los resultados pueden ser influidos profundamente por el estado fisiológico del material vegetal experimentado, particularmente por la fase de desarrollo de la planta-matriz (en relación con la época de la multiplicación del esqueje y las condiciones de cultivo) y por la preparación del esqueje mismo (longitud, número de hojas, etc.).

6.º Las concentraciones utilizadas repercuten grandemente en los resultados. Es imposible dar una regla general: la concentración óptima varía considerablemente de una especie a otra, y a veces incluso de una a otra variedad y se llega a deberla modificar para el mismo material vegetal, según el estado fisiológico del esqueje.

Una vez precisado así el problema de la formación de las raíces en los esquejes de tallo tratados con sustancias de crecimiento sintéticas, exponemos nuestras investigaciones personales en la

Tercera Parte.

Hemos utilizado condiciones experimentales que, sin alejarse demasiado de las usuales en la práctica hortícola, permiten, sin embargo, comparar los resultados obtenidos.

Examinamos sucesivamente la elección y la preparación de los esquejes, el tratamiento de las condiciones de cultivo y analizamos, por último, los resultados experimentales más destacados.

En nuestros experimentos hemos utilizado un total de cerca de 30.000 esquejes.

Hemos estudiado especialmente la acción de dos sustancias de crecimiento sintéticas: el ácido β -indolacético y el ácido α -naftalenacético.

Hemos empleado el método acuoso que nos parece superior a los tratamientos con pasta (lanolina) o en seco (talco, etc.).

La plantación en estufa templada de multiplicación cuya atmósfera está prácticamente saturada de vapor de agua (humedad relativa de 95 a 100 por 100), se efectúa a granel en arena fina de río (arena del Rin) a una profundidad no mayor de 3 cm., según la longitud de los esquejes.

La temperatura del aire se mantiene a una media de 20° C., mientras que el calor del fondo no pasa de 24° C.

Hemos agrupado nuestras investigaciones en tres capítulos:

En el primero de ellos estudiamos un problema particularmente importante: el modo de acción de las sustancias de crecimiento sobre el enraizamiento de los esquejes.

El problema que se plantea es el de averiguar si el tratamiento basal de los esquejes con una sustancia de crecimiento sintética (ácido β -indolacético) provoca el desplazamiento basipeto de una sustancia o de sustancias necesarias para la formación de las raíces.

En esta hipótesis, un primer tratamiento con el ácido β -indolacético debería disminuir la posibilidad de arraigamiento originado por un segundo tratamiento, practicado inmediatamente después de amputar la parte inferior del esqueje sobre la cual ha sido aplicado el tratamiento original.

La experimentación con *Prunus Laurocerasus* L., nos permite establecer las conclusiones siguientes:

1.º El porcentaje de esquejes arraigados, para los no recortados, pasa de sencillo a doble con el empleo del ácido β -indolacético; el resultado es el mismo para los esquejes recortados sumergidos, durante el segundo tratamiento, en las soluciones de ácido β -indolacético.

2.º Sin tratamiento con el ácido β -indolacético, los esquejes recortados forman menos raíces que los no recortados.

3.º Con tratamiento por el ácido β -indolacético, los esquejes recortados forman el mismo número de raíces que los no recortados, si se comparan entre ellos las series de esquejes remojados en agua ordinaria al hacer el primer tratamiento.

4.º El primer tratamiento con el ácido β -indolacético manifiesta una acción preponderante con relación al segundo tratamiento, en el caso de esquejes no recortados.

5.º El aumento de las concentraciones de ácido β -indolacético de 0 a 100 γ /cc., en el primer tratamiento, no modifica notablemente el número medio de las raíces para los esquejes recortados, tratados por segunda vez con agua ordinaria o con una disolución de ácido β -indolacético a 50 γ /cc. ó 100 γ /cc.

6.º En el caso de los esquejes recortados, el primer tratamiento con el ácido β -indolacético no tiene efecto sensible sobre la acción de segundo.

7.º El ácido β -indolacético retarda la caída de la base del peciolo que queda adherida al esqueje cuando se ha arrancado la hoja.

Después del examen del modo de acción de las sustancias de crecimiento sobre el enraizado de los esquejes, el *capítulo segundo* trata de las investigaciones emprendidas con el fin de estudiar la acción del ácido β -indolacético y del ácido α -naftalenacético sobre la formación radicular de los esquejes de Coníferas.

La comparación de los resultados obtenidos en los experimentos sobre *Taxus baccata* L. y sobre *Thuja plicata* D. Don var. *atrovirens* Sudw, nos demuestra lo delicado que resulta determinar las combinaciones óptimas de tratamiento.

Los resultados son influidos fuertemente por la gran diversidad individual del material vegetal.

Sin embargo, el método de cálculo de medias, utilizando un número de esquejes bastante elevado, nos ha permitido afirmar, en una y otra experimentación, que llegamos a conclusiones muy parecidas.

Estas experimentaciones confirman igualmente las diferencias de reacción fisiológica entre *Taxus* y *Thuja*, con el empleo de las sustancias de crecimiento sintéticas (ácido β -indolacético y ácido α -naftalenacético).

En el registro de los resultados experimentales damos los obtenidos con un gran número de Coníferas ornamentales (véase páginas 116 y 117).

A estas investigaciones no nos ha sido posible darles un desarrollo tan grande como a las precedentes.

Con todo, nos ha permitido formular las conclusiones generales siguientes:

1.º La cantidad de disolución utilizada no tiene, por lo general, influencia sensible sobre los resultados.

2.º La inmersión en agua ordinaria ejerce un efecto favorable sobre la producción de raíces.

3.º El empleo del ácido β -indolacético y del ácido α -naftalenacético aumenta mucho el porcentaje de los esquejes enraizados y el número medio de raíces por esqueje arraigado.

4.º La acción del ácido α -naftalenacético es, en general, superior a la del ácido β -indolacético. A concentración igual, es casi dos veces más fuerte.

5.º El porcentaje de los esquejes arraigados y el número medio de raíces aumentan, para una misma duración de inmersión, con la concentración no tóxica empleada.

6.º Conviene utilizar fuertes concentraciones no tóxicas combinadas con una duración de inmersión reducida.

7.º La longitud media de una raíz es **menor** con las concentraciones fuertes.

8.º Con las concentraciones fuertes, las variaciones en la duración de la inmersión pueden influir profundamente sobre los resultados (toxicidad). Es importante, pues, el determinar estas duraciones de inmersión tan rigurosamente como se pueda.

9.º En el caso de que el material vegetal, empleado en la experimentación, sea relativamente homogéneo, es posible establecer una «curva de saturación» que indique una combinación óptima (concentración y duración de inmersión) que no conviene sobrepasar.

10.º La determinación del tratamiento óptimo para una especie o variedad de Conífera, en una época dada, requiere investigaciones sobre una extensa gama de combinaciones y sobre un número suficiente de esquejes, con el fin de permitir el establecimiento de las medias.

En el capítulo tercero se exponen y se analizan nuestras investigaciones sobre los Crisantemos y otras plantas hortícolas.

Nuestros experimentos realizados con *Chrysanthemum Indicum* L. div. var. empleando el ácido β -indolacético, nos autorizan a sentar los extremos siguientes:

1.º El número de raíces aparecidas depende de la acción de los factores internos que están inseparablemente unidos a los caracteres del individuo-matriz, como lo indica la comparación de los resultados en las diversas variedades.

2.º La cantidad de disolución utilizada no tiene influencia sobre los resultados.

3.º Las raíces aparecen más rápidamente con el empleo del ácido β -indolacético; sin embargo, en las concentraciones fuertes (200 γ /cc y 400 γ /cc), dicha sustancia manifiesta cierta acción inhibitoria sobre el crecimiento radicular.

4.º La duración del remojo en una disolución de ácido β -indolacético, a concentración determinada, y esto hasta cierto límite, aumenta el número medio de las raíces.

5.º Las distintas concentraciones empleadas de ácido β -indolacético no han manifestado efectos tóxicos.

6.º Cuando, en las series-controles, el porcentaje de los esquejes enraizados es pequeño, el ácido β -indolacético aumenta este porcentaje hasta 90 y 100 por 100, y ello aun en concentraciones débiles (25 γ /cc y 50 γ /cc). Sin embargo, el criterio del porcentaje de los esquejes arraigados no basta por sí solo para dar una idea exacta de los resultados.

7.º El aumento del número medio de las raíces es casi proporcional a la concentración de las disoluciones de ácido β -indolacético en las condiciones de nuestros experimentos.

En el registro de los resultados experimentales consignamos los obtenidos con el empleo del ácido β -indolacético y del ácido α -naftalenacético para un gran número de plantas horticolas (véase páginas 119 y 120).

La interpretación de nuestros resultados experimentales nos ha permitido hacer en la *Cuarta parte*, algunas consideraciones sobre el modo de acción de las sustancias de crecimiento sintéticas y la manera de emplearlas en la multiplicación por esqueje.

1. En el estado actual de nuestros conocimientos, sólo se pueden enunciar hipótesis sobre el modo de acción de las sustancias de crecimiento en el enraizado.

Formulamos a este respecto las siguientes conclusiones.

En lo que concierne al enraizado, las sustancias de crecimiento tendrían un doble efecto:

1.º Activar la división de las células que poseen las potencialidades necesarias para la formación de las raíces.

2.º Acelerar las tasas de «maduración» celular, es decir, permitir a determinadas células la adquisición de una «capacidad» de reaccionar y de manifestar sus propiedades rizogenéticas.

II. Con el empleo de sustancias de crecimiento sintéticas (ácido β -indolacético y ácido α -naftalenacético, hemos obtenido, en numerosas plantas horticolas, una mejora muy pronunciada del enraizado de los esquejes, y de una manera general, con un tratamiento consistente en una concentración fuerte combinada con una duración de inmersión reducida.

En el método por vía húmeda no dieron con este resultado otros investigadores que habían utilizado dosis más débiles, combinadas, con duraciones de inmersión más largas.

Sin embargo, la gran heterogeneidad individual inherente a todo material biológico oscurece frecuentemente los resultados obtenidos. Por consiguiente, las investigaciones efectuadas con un corto número de esquejes están siempre sujetas a error.

La gran diversidad en los resultados no solamente de una especie a otra, sino hasta de una variedad a otra dentro de una misma especie, manifiesta claramente la influencia preponderante de los factores internos.

El estudio de la influencia de las condiciones externas en el buen éxito del esqueje, nos ha demostrado lo determinantes que son éstas.

De una manera general, nuestras investigaciones prueban que el empleo de las sustancias de crecimiento sintéticas en la multiplicación por esqueje, exige mucha prudencia y un plan experimental bien preciso.

12 de junio de 1947.

Jardín Botánico de Amberes (Bélgica).»