

Acción de las fitohormonas sobre esquejes de *Euonymus Japonicus* L.

por

Arturo Caballero López

El *Euonymus japonicus* L. es un arbusto de 2 a 5 metros de altura, perteneciente a la familia *Celastraceae*.

Fácilmente se le distingue de las otras especies europeas (*E. europaeus* L. y *E. latifolius* Mill.), por sus hojas persistentes, algo coriáceas, ovales, brillantes y finamente dentadas.

Recibe los nombres vulgares de *evónimo* y *bonetero del Japón*.

Su cultivo se extiende en jardinería por todo el sur de Europa, sobre todo con el fin de obtener setos vivos, siempre verdes.

Multiplicación.

Se puede multiplicar por esqueje, acodo e injerto, este último, no sólo sobre patrones de la misma especie, sino incluso sobre *E. europaeus*.

La forma más importante es la de esquejes, siendo necesario, para obtener buenos resultados, ponerlos en arena húmeda durante los meses de Agosto y Septiembre, debajo de campana, hasta que estén en condiciones de trasplante. Debido principalmente a lo lento de su enraizado, si no se adopta esta última disposición, el número de marras es muy crecido.

En la práctica, el procedimiento tiene muchos inconvenientes, que se acentúan, sobre todo, cuando se necesitan simultáneamente muchas plantas.

Este problema se nos presentó en los jardines del Instituto N. de Enseñanza Media de Burgos, donde era necesario completar y formar de nuevo muchos setos de este evónimo.

Buscando una solución más cómoda, emprendimos el tratamiento hormonal de los esquejes.

Gracias a la amabilidad de D. Florencio Bustinza, Catedrático de Fisiología Vegetal en la Universidad Central, disponíamos de las tres

hormonas más corrientes para estos trabajos: los ácidos β -indolacético, β -indolbutírico y α -naftalenacético. Nos complacemos en mostrarle nuestro agradecimiento no sólo por ello, sino por la ayuda y orientaciones de todo género que nos ha prestado en estos trabajos.

Todos los estudios reseñados a continuación se han realizado con estas tres hormonas. Actualmente se completan con el ácido β -naftoxiacético y derivados sustituidos del ácido fenoxiacético, sintetizado por nosotros en los laboratorios de Biología del Instituto.

Características de los esquejes.

Los esquejes se obtuvieron de brotes de desarrollo simultáneo, provocados por poda.

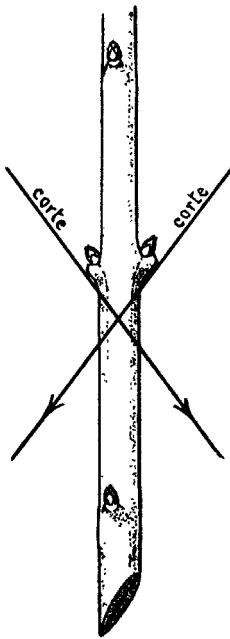
De esta forma se consiguió una gran uniformidad entre todos los otes preparados para los tratamientos. Además, para mayor exactitud, dentro de cada lote se clasificaron atendiendo al número de nudos, a que procedieran de brotes superiores o laterales y a que todo el esqueje fuera reciente o tuviera parte vieja. (Bibl. 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 y 13). En la presente reseña se prescindirá de indicar esta subdivisión, dado que en las respuestas no se encontraron diferencias que se pudieran atribuir a estas variantes.

Sólo se conserva la división que se hizo en los esquejes para demostrar la influencia de las hojas. Atendiendo a esto, dentro de cada lote se clasificaron en:

- a) Esquejes deshojados. (Se les privó de todas sus hojas, respetándose las yemas).
- b) Esquejes foliados. (Sólo se les quitaron las hojas de su tercio inferior).

Se cortaron a finales de Septiembre, y después de tratados se pusieron en tierra suelta, distribuidos en terreno al aire libre y en invernadero. Algunos se plantaron en tientos, con el fin de poderlos trasladar, según conviniera, por el tiempo, manipulaciones, etcétera.

La longitud fué de 30 cm., y el corte basal se hizo en cuña momentos antes del tratamiento y precisamente debajo de un nudo, como se indica en el esquema A.



ESQUEMA A

Procedimiento seguido para realizar el corte basal.

Tratamientos y resultados.

Como ya se ha indicado anteriormente, las hormonas empleadas fueron:

- Acido β -indolacético (Merk).
- » β -indolbutírico (id.).
- » α -naftalenacético (id.).

Los esquejes se sometieron en lotes a la acción independiente de cada una de estas sustancias, así como a la de una mezcla de ellas, ya que con frecuencia se ha visto que ello produce mejores resultados. (Bibl. 4, 5, 6 y 8). Utilizamos la siguiente combinación que se donominó «Mezcla hormonal E»: Acido indolacético, 1 p.; ácido indolbutírico, 4 p.; ácido naftalenacético, 1 p.

Tres fueron los procedimientos seguidos para tratar los esquejes:

- 1.º Tratamiento acuoso.
- 2.º » alcohólico.
- 3.º » con pasta lanolínica.

Para mayor claridad, se estudian por separado, indicando en cada uno los resultados obtenidos. Al final se comparan los tres procedimientos y se deducen algunas conclusiones.

Actualmente se verifican tratamientos en seco (dispersando la hormona en talco o caolín), y con vapor (empleando ésteres metílicos y etílicos de los compuestos fenoxiacéticos y naftoxiacéticos).

1.º *Tratamiento acuoso.*—En una disolución de la hormona en agua se sumerge la porción basal del esqueje o todo él. (Bibl. 1, 2, 4, 5, 6 y 8).

La variedad de modalidades en el tratamiento empleadas para cada hormona, se indica en el cuadro esquemático B.

Dado que en ocasiones para obtener buenos resultados es necesaria la adición de determinadas sustancias complementarias de las hormonas, la tercera parte de los esquejes se sometió a la acción de disoluciones hormonales añadidas de aquellas sustancias auxiliares tenidas hoy como principales (compuestos nitrogenados inorgánicos no amoniacales, aminoácidos y otras sustancias orgánicas nitrogenadas, vitaminas, azúcares, oligoelementos, etc.). (Bibl. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, 15 y 16). A este fin, la hormona se disolvió en el líquido nutritivo de Boysen-Jensen, diluido en su volumen de agua, después de añadirle un 1 por 100 de extracto reciente y filtrado de levadura (representa 0,1 gr. de levadura seca por litro) y 0,1 por 100 de sacarosa.

El líquido nutritivo de Boysen-Jensen se prepara disolviendo en 1 litro de agua, y en el orden que se indica, las siguientes sustancias:

- 1.º 1,5 gr. de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$.
- 2.º 0,25 gr. de K Cl.
- 3.º 0,25 gr. de $\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$.
- 4.º 0,05 gr. de KH_2PO_4 .
- 5.º 5 cm^3 de disolución de citrato de hierro al 0,8 por 100.
- 6.º 1,5 cm^3 de disolución de oligoelementos, que se prepara, a su vez, disolviendo en un litro de agua 0,6 gr. de ácido bórico; 0,4 de $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$; 0,05 gr. de $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ y 0,05 gr. de $\text{ZnSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$.

La duración del tratamiento suele variar entre 6 y 24 horas, por lo que se eligieron tres tipos: 6, 12 y 24 horas.

La temperatura durante el mismo osciló entre 16 y 22º (la ambiente, que se determinó con termógrafo), salvo para 144 esquejes que se trataron durante 12 horas en termostato a 25º, siguiendo los resultados de Amlong (Bibl. 17). Según este autor, los óptimos de temperatura y duración, para *Vitis* y *Pisum*, son 25º y 12 horas.

Las concentraciones hormonales fueron:

5 : 10.000, 1 : 10.000, 5 : 100.000, 1 : 100.000 y 5 : 1.000.000.

Los lotes sometidos a tratamientos de interés, se hicieron de 24 esquejes y de 12 los de menor importancia (p. ej. concentraciones hormonales bajas, inmersiones totales, etc.).

En total el número de esquejes estudiados con este procedimiento se eleva a 2.928.

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL TRATAMIENTO ACUOSO

No se encontraron diferencias en las respuestas entre los tratados por disoluciones hormonales en agua y aquellos que se sometieron a las mismas soluciones activas adicionadas de sustancias complementarias.

Tampoco se pudieron apreciar diferencias entre los que se pusieron a tratamiento en el termostato a 25º y aquellos en los cuales no se tuvo en cuenta la temperatura. Ello pudiera ser debido a la escasa diferencia existente entre ambas modalidades, ya que cuando más fué de 9º.

La duración más conveniente del tratamiento resultó, para todos los casos, la de 12 horas.

Los enraizados obtenidos con las tres hormonas, así como con la mezcla E, fueron muy buenos, destacando los originados por el ácido indolbutírico y la mezcla E. Los peores fueron debidos al indolacético.

Las concentraciones óptimas para todas las hormonas fueron las de 1 : 10.000 (Fots. 1, 2, 3 y 4).

Respecto a la ventaja de la inmersión basal o total, dependió de si el esqueje era foliado o deshojado. Para los que conservaban las hojas,

CUADRO ESQUEMÁTICO DEL «TRATAMIENTO ACUOSO» CON CADA HORMONA

Disolución hormónica en	Tem- peratura	Inmersión	Duración	CONCENTRACIÓN HORMÓNICA DE LA DISOLUCIÓN					
				Control	5:10.000	1:10.000	5:100.000	1:100.000	1:1.000.000
Agua corriente	16° a 22° (ambiente)	basal (1/4 long.)	6 horas	1	1 _A	1 _B	1 _C	1 _D	1 _E
			12 »	2	2 _A	2 _B	2 _C	2 _D	2 _E
			24 »	3	3 _A	3 _B	3 _C	3 _D	3 _E
		total	12 »	4	4 _A	4 _B	4 _C	4 _D	4 _E
			24 »	5	5 _A	5 _B	5 _C	5 _D	5 _E
			12 »	6	6 _A	6 _B	6 _C	6 _D	6 _E
Disolución nutr. Boysen-Jensen 1/2 (modificada)	16° a 22° (ambiente)	basal (1/4 long.)	6 »	7	7 _A	7 _B	7 _C	7 _D	7 _E
			12 »	8	8 _A	8 _B	8 _C	8 _D	8 _E
			24 »	9	9 _A	9 _B	9 _C	9 _D	9 _E

Los números y letras en rojo, indican la denominación asignada a cada lote de esquejes.

° Acido β-indolacético, N.os 1 a 9. Acido β-indolbutírico, N.os 10 a 18.

° Acido α-naftalenacético, N.os 19 a 27. Mezcla hormonal E, N.os 28 a 36.

fué mejor la basal, mientras que la total se mostró algo más indicada en los privados de ellas.

Prácticamente se puede considerar que en los esquejes foliados, tratados por las concentraciones óptimas de indolbutírico y mezcla *E*, el éxito fué absoluto. Los arraigamientos fueron, incluso en los casos peores, inmejorables, como se puede apreciar por las fotografías 1 y 2. (Para obtener éstas, se colocaron, al principio de las hileras, las mejores respuestas de los esquejes sometidos a tratamiento y de los utilizados como controles, y al final las más deficientes).

Como consecuencia del mejor desarrollo radicular, el brote alcanzó proporciones mayores, destacando claramente. (Fots. 1 y 2, así como, especialmente, 3).

La permanencia de las hojas en el esqueje se mostró muy benéfica y casi imprescindible para lograr buenos resultados. Se observó que si bien en un principio tanto los foliados como los deshojados comenzaron a producir raíces, más tarde, mientras los primeros las desarrollaban rápidamente, los que carecían de hojas se estancaban, para, por lo general, terminar por morir.

Como consecuencia de esto, los deshojados fallaron en un porcentaje muy elevado, pero aún así se pudo apreciar la ventajosa influencia del tratamiento. (Fot. 4). La parte aérea, en este caso, no permitió señalar diferencias, ni aún después de pasados nueve meses. (Fot. 5).

2.º *Tratamiento alcohólico*.—Se aplica este método, sugerido por Hitchcock y Zimmerman (Bibl. 18), y realizado primeramente por Cooper (Bibl. 19), con plantas productoras de rotenona.

Consiste el procedimiento en disolver la hormona en alcohol etílico de 50º, sumergiendo en esta disolución, durante corto tiempo, el extremo basal del esqueje.

Las concentraciones hormonales fueron:

2 : 10.000, 1 : 10.000, 5 : 100.000, 1 : 100.000, 5 : 1.000.000 y 1 : 1.000.000.

Los tiempos de inmersión: 5, 15 y 30 minutos.

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL TRATAMIENTO ALCOHÓLICO

Los resultados obtenidos por nosotros con este procedimiento, son francamente inferiores, en todos los casos, a los logrados con el tratamiento acuoso.

Por los controles se demuestra, que incluso las inmersiones cortas son perjudiciales para la planta.

La duración más apropiada se encuentra entre 5 y 15 minutos.

Los mejores arraigamientos se lograron con el ácido indolbutírico, a la concentración de 5 : 100.000 (Fot. 6). El ácido naftalenacético (5 : 100.000) y la mezcla hormonal *E* (5 : 100.000), dieron también análogos resultados.

Cooper llega en sus trabajos a la conclusión de que la concentración más indicada es la de 2 : 100.000 de indolbutírico. Si bien en nosotros a esa concentración se obtuvieron ya buenos enraizados, los óptimos se consiguieron con la de 5 : 100.000 (Fot. 6).

Los esquejes deshojados no dieron resultado práctico alguno.

3.º *Tratamiento con pasta lanolínica.*—Las pastas se prepararon por el procedimiento de Laibach (Bibl. 20), que consiste en disolver la hormona en agua, sin calentar, y mezclar esta disolución a partes iguales con lanolina pura, hasta formar pomada.

Se utilizaron pastas de concentraciones hormonales de:

1 : 1.000, 1 : 10.000 y 1 : 100.000.

Para los controles se empleó una pasta de lanolina y agua en iguales proporciones.

Los esquejes se embadurnaron en su porción basal (la cuarta parte de su longitud total) con la pasta recién obtenida. (Bibl. 1, 2, 8 y 21). A la mitad de los esquejes deshojados se dió la pasta en el extremo apical (Bibl. 22).

Todos ellos se plantaron transcurridas 12 horas.

El número de esquejes utilizados en la prueba fué de 24 para cada modalidad, lo que hace un total de 360, incluidos los controles.

RESULTADOS OBTENIDOS CON EL TRATAMIENTO DE PASTA LANOLÍNICA

Este procedimiento se mostró desde un principio como el menos adecuado. Casi siempre, y sobre todo, la pasta 1 : 1.000, provocó neoformaciones internas de tejidos, con las consiguientes desgarraduras y deformaciones de la corteza. También puede atribuirse el mal resultado obtenido a que, en general, se produjo una excesiva inhibición en el brote, motivo por el cual no pudo utilizar la planta sus raíces, y, como consecuencia, sobrevino posteriormente la muerte, por defecto de nutrición. Esta inercia de la parte aérea llegó a apreciarse incluso en los vástagos foliados.

No se pudieron deducir conclusiones concretas por lo irregular de los resultados. Acaso las concentraciones 1 : 100.000 o inferiores, sean las más adecuadas.

COMPARACIÓN DE TODOS LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De todos los experimentos realizados se pone de manifiesto la importancia de que se dejen las hojas en el esqueje, para lograr el arraigamiento en buenas condiciones.

La fitohormona más eficiente, resulta ser el ácido β -indolbutírico, y la menos adecuada, el ácido β -indolacético.

El tratamiento acuoso, basal y de 12 horas de duración, con ácido indolbutírico, naftalenacético o mezcla hormonal *E*, todos ellos a la concentración de 1 : 10.000, es el que mejores resultados nos ha proporcionado.

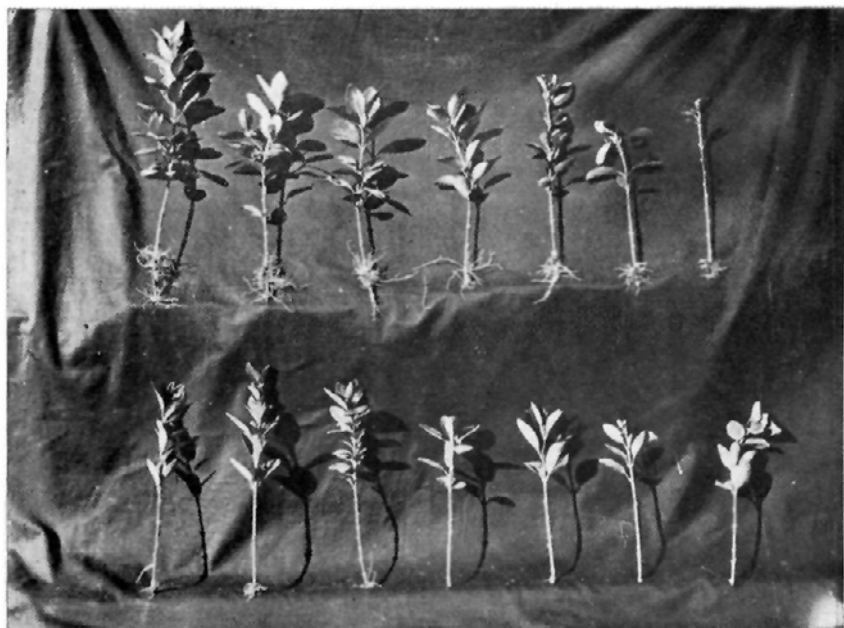
El alcohólico, si bien tiene la ventaja de su rapidez, no produce respuestas tan definitivas como el anterior.

El procedimiento más adecuado de los tres es el verificado con pasta lanolínica.

Durante el invierno se realizaron experimentos para comprobar si las heladas afectaban de manera distinta a los esquejes hormonizados y los controles, y más adelante, en Abril y Mayo, se repitieron desde el punto de vista de la sequía.

Los fríos afectaron más a los vástagos deshojados, pero por lo que respecta al tratamiento hormonal, no se pudo señalar diferencia alguna.

En cuanto a la mayor o menor resistencia a la sequía, los esquejes foliados que habían sido tratados en condiciones óptimas y mostraban un mayor desarrollo, sufrieron más que los controles, perdiendo casi todas sus hojas. (Fot. 7). Puede atribuirse esta debilidad a la menor protección contra la pérdida de agua de la parte recién formada del brote, lo que ocasionaría una excesiva transpiración, no equilibrada por las raíces.

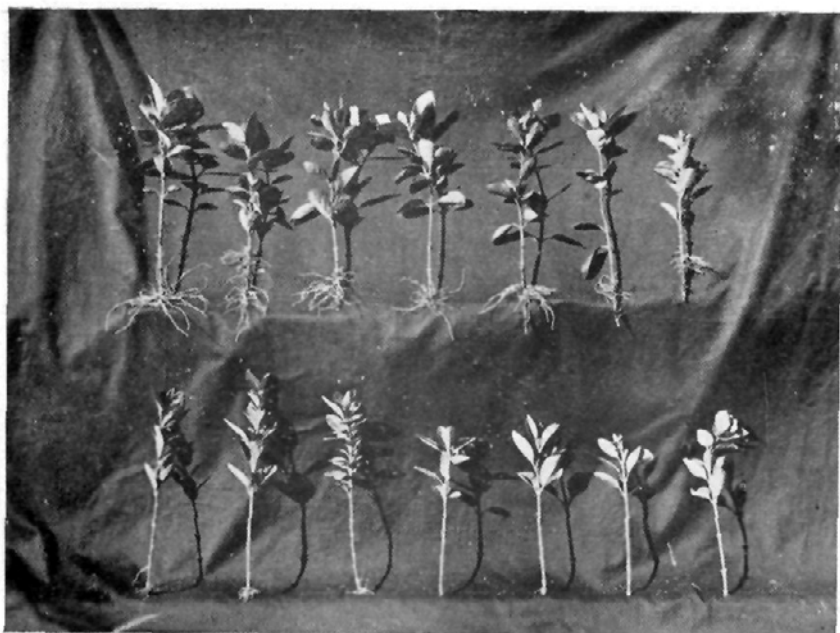


Fot. 1

Hilera superior: *Esquejes* tratados por ácido β -indolbutírico al 1 : 10.000.

Hilera inferior: *Controles*.

(Fotografía tomada a los 8 meses después del tratamiento).



Fot. 2

Hilera superior: *Esquejes* tratados con mezcla hormonal **E** a una concentración total de 1:10.000 (12 horas).

Hilera inferior: *Controles*.

(Fotografía tomada a los 8 meses después del tratamiento).

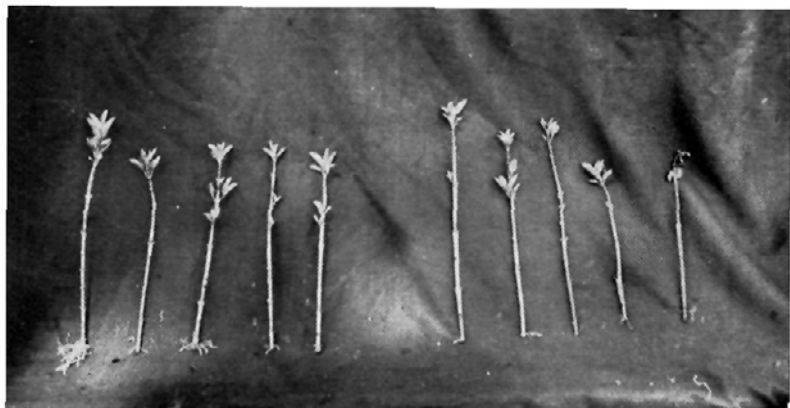


Fot. 3

Esquejes tratados basalmente durante 12 horas con ácido β -indolbutírico.

Hileras	a	5:1.000.000	Hileras	d	5:100.000
"	b	1:100.000	"	e	1:10.000
"	c	Control.	"	f	5:10.000

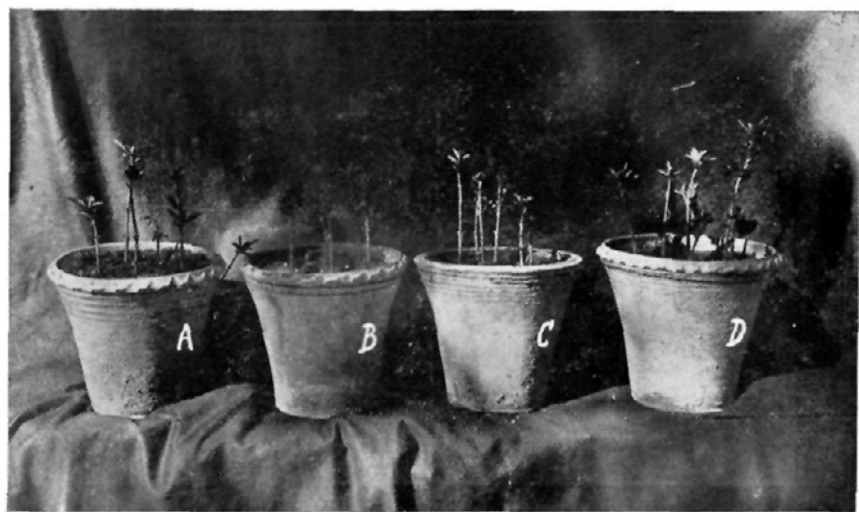
(Fotografía tomada 7 meses después del tratamiento).



Fot. 4

Grupo izquierdo: *Esquejes* deshojados tratados por ácido 2-naftalenacético al 1:10.000.
Grupo derecho: *Controles*.

(Fotografía tomada 8 meses después del tratamiento).



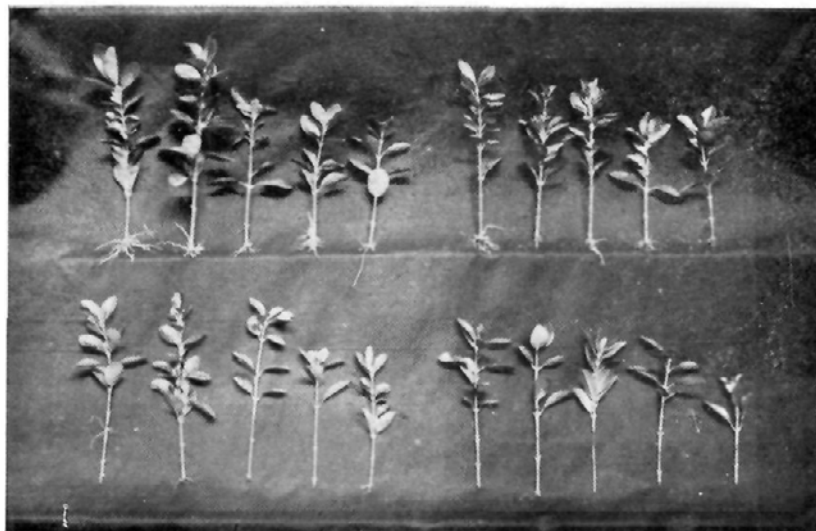
Fot. 5

Esquejes deshojados tratados durante 12 horas con ácido α -naftalenacético.

Tiesto A Controles.
» B 1:100.000

Tiesto C 5:100.000
» D 1:10.000

(Fotografía tomada 8 meses después del tratamiento).



Fot.

Tratamiento alcohólico de 15' con ácido β -indolbutírico.

Grupo superior izquierda: 5 : 100.000

Grupo inferior izquierda: 5 : 1.000.000

Grupo superior derecha: 2 : 100.000

Grupo inferior derecha: Control (alcohol 50°).

(Fotografía tomada 8 meses después del tratamiento).



Fot. 7

Influencia de la sequía

Grupo izquierdo: *Esquejes* tratados con ácido β -indolbutírico al 1:10.000

Grupo de la derecha: *Controles*.

SUMMARY:

We have studied the effect of β -indolacetic, β -indolbutiric and α -naphtalenacetic acids upon the formation of roots in cuttings of *Evonymus japonicus* L.

We have used the following methods:

N.º 1. Treatment with water solutions of the hormones. The cuttings are submerged totaly or partially during a time that oscillates from 6 to 24 hours.

N.º 2. Treatment with a solution of the hormone in ethanol of 50º.

N.º 3. Treatment with a paste of hormone in lanoline that is applied upon the base or upon the apical zone of the cuttings.

We have obtained the best results with method N.º 1. and we consider that the treatment with lanoline paste is not adequate.

We have obtained the best results with β -indolbutiric acid and the worst results with β -indolacetic acid.

In method N.º 1. the optimal concentration of the hormone has been at 1 : 10 000 and in method N.º 2. at a concentration of 5 : 100 000.

In all our experiments we have found the it is very important to keep the leaves in the cuttings for obtaining good results.

We did not found any differences in relation to the resistance to frost between the cuttings treated with hormones and the controls.

We have also observed that the cuttings treated in the optimal conditions are more sensitive to dryness in spring than the controls.

*Laboratorio de Biología del Instituto
Nacional de Enseñanza Media de Burgos.*

BIBLIOGRAFIA

- (1) WENT, F. W. y THIMANN, K. V.—*Phytohormones*, Macmillan, N. Y., 1937.
 - (2) AMLONG, H. U. y NAUNDORF, G.—*Die Wuchshormone in der gärtnerischen Praxis*, Berlin, 1938.
 - (3) BOYSEN JENSEN, P.—*Die Elemente der Pflanzenphysiologie*, Jena, 1939.
 - (4) THIMANN, K. V.—«Growth Hormones in Plants», Smiths. Inst., Washington, 1941.
 - (5) MITCHELL, J. W. y RICE, R. R.—*Plant-Growth Regulators*, U. S. Dept. Agr. Misc. Pub., **495**, 1942.
 - (6) ZIMMERMAN, P. W.—Present status of «Plant Hormones», *Indus. Eng. Chem.*, **35** (5), 1943.
 - (7) SCHOPFER, W. H.—Plants and Vitamins, *The Chron. Bot.*, Mass., 1943.
 - (8) VAN OVERBEEK, J.—Growth-Regulating Substances in Plants, *Ann. Rev. Biochem.*, **13**, 1944.
 - (9) GARDNER, F. E.—*Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **26**, 1929.
 - (10) THIMANN, K. V.—*J. Franklin Inst.*, **220**, 1940.
 - (11) THIMANN, K. V. y DELISLE, A. L.—*J. Arnold Arboretum*, **23**, 1942.
 - (12) HITCHCOCK, A. E. y ZIMMERMAN, P. W.—*Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **40**, 1942.
 - (13) PEARSE, H. L.—*Ann. Botany*, **7**, 1943.
 - (14) DOAK, B. W.—*New Zealand J. Sci. Tech.*, **21** (6A), 1940.
 - (15) THIMANN, K. V. y POUTASSE, E. F.—*Plant Physiol.*, **16**, 1941.
 - (16) BAUSOR, S. C.—*Bot. Gaz.*, **103**, 1942.
 - (17) AMLONG, H. U.—*Ber. d. D. Bot. Ges.*, **56**, 1938.
 - (18) HITCHCOCK, A. E. y ZIMMERMAN, P. W.—*Contr. Boyce Thomson Inst.*, **11**, 1940.
 - (19) COOPER, W. C.—*Ann. Rep., Puerto Rico Expt. Sta. U. S. Dept. Agr.*, 1943.
 - (20) LAIBACH, F. y KORNMANN, P.—*Planta*, **19**, 1933.
 - (21) LAIBACH, F. y FISCHNICH, O.—*Ber. d. D. Bot. Ges.*, **53**, 1935.
 - (22) KRAUS, E. J. y MITCHELL, J. W.—*Bot. Gaz.*, **101**, 1939.
 - (23) CZAJA, A. TH.—*Ber. d. D. Bot. Ges.*, **53**, 1935.
 - (24) FISCHNICH, O.—*Ber. d. D. Bot. Ges.*, **56**, 1938.
 - (25) WENT, F. W.—*Plant Physiol.*, **13**, 1938.
 - (26) ROMBERG, L. D. y SMITH, C. L.—*Proc. Am. Soc. Hort. Sci.*, **36**, 1938.
 - (27) FISCHNICH, O.—*Ber. d. D. Bot. Ges.*, **57**, 1939.
 - (28) ZIMMERMAN, P. W. y HITCHCOCK, A. E.—*Contr. Boyce Thomson Inst.*, **11** (2), 1940.
 - (29) AMLONG, H. U. y NAUNDORF, G.—*Ber. d. D. Bot. Ges.*, **59**, 1941.
-