

EL EMPLEO DE SUSTANCIAS DE ACCION HORMONAL EN EL ENRAIZAMIENTO DEL CASTAÑO POR ACODO BAJO

por

ERNESTO VIEITEZ

La multiplicación del castaño por acodo bajo ha sido estudiada por diversos autores (1, 2, 3, 4), vista la imposibilidad material de inducir la formación de raíces en las estaquillas, aplicando los más diversos procedimientos. Los resultados obtenidos por aquellos autores en el acodo bajo son variables, y casi siempre recurriendo al anillado o practicando incisiones anulares en la corteza de los acodos, para determinar una acumulación de reservas nutritivas en la zona tratada que favoreciese la formación de raíces. En ningún caso se hace mención del empleo de sustancias de acción hormonal como eficaces para provocar el enraizamiento.

Los resultados que obtuvimos en el enraizamiento de acodo alto (5) demostraron que era posible estimular e inducir la formación de raíces en los mismos mediante la aplicación de ciertas sustancias de acción hormonal empleadas solas o en mezclas, en determinada época del año. Las condiciones de crecimiento de las raíces adventicias así formadas no siempre eran las más idóneas y, sin embargo, se comprobó cómo cuando eran inducidas por la aplicación correcta de las sustancias hormonales crecían normalmente, dando lugar a un abundante sistema radical. Lógicamente, cabía esperar que una vez comprobada la susceptibilidad del castaño a las sustancias rizogénicas hormonales, el enrai-

zamiento sería mucho más fácil de provocar en el acodo bajo. Entre otras causas, porque las condiciones para el posterior crecimiento de las raíces son las normales, además de ser mucho más cómoda la aplicación de los tratamientos, sumamente sencilla y económica.

En consecuencia, decidimos realizar estudios sobre la posibilidad de enraizamiento de ramas de castaño tratadas en acodo bajo, pero exclusivamente desde el punto de vista hormonal. Estos estudios incluyen diversas mezclas hormonales, pero no tantas como en el acodo alto (5). Pues aquellas experiencias nos permitieron conocer cuáles eran las combinaciones más activas y cuál era la época de mayor reactividad del castaño al estímulo rizógeno de las hormonas sintéticas. La acción de estas sustancias depende mucho de su naturaleza química: naturaleza del anillo, longitud y posición de la cadena, grupo terminal ácido, etcétera, de su comportamiento en las mezclas, pudiendo dar lugar a fenómenos de antagonismo o sinergismo y, sobre todo, de la época en que se realice el tratamiento.

En estas experiencias que realizamos en acodo bajo se estudió, además de la acción hormonal de diversas sustancias empleadas solas o en mezclas, la respuesta de distintos tipos de renuevos de castaño: ramas jóvenes de crecimiento moderado, ramas muy vigorosas originadas por tala total de la planta madre durante el invierno e influencia de la curvatura del acodo en la formación de las raíces.

Para realizar las experiencias sobre acodo bajo, se han empleado castaños de diversas edades y distinto vigor. Con arreglo a éste se hicieron tres series: A), castaños de crecimiento moderado con ramas recurvadas al acodarse; B), castaños de crecimiento muy vigoroso, y C), castaños de crecimiento moderado con las ramas a acodar verticales.

Las sustancias de acción hormonal se aplicaron bajo la forma de pasta de lanolina preparada según la técnica que hemos usado en trabajos anteriores (5). Para su aplicación se toma una pequeña cantidad de pasta con ayuda de una espátula y se aplicó sólo 3-4 centímetros de la rama a acodar; después se les puso un poco de musgo, protegiéndolo, y se recubrió con tierra. Se regaron pocas

veces y no se tuvieron otros cuidados especiales a partir del momento de aplicación.

Los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

A) CASTAÑOS DE CRECIMIENTO MODERADO (RAMAS NO CURVADAS)

1. Experiencia del 12 de mayo.

- Tratamiento núm. 1: 10 mg/g. AIB.
 » núm. 2: 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. AIA + 1 mg/g. 2,4-D.
 » núm. 3: 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. AIA + 2 mg/g. 2,4-D.
 » núm. 4: 5 mg/g. ANA + 5 mg/g. AIA + 1 mg/g. 2,4-D.
 » núm. 5: 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. ANA + 1 mg/g. 2,4-D-DMA.

2. Experiencia del 8 de junio.

- Tratamiento núm. 1: 10 mg/g. AIB
 » núm. 2: 15 mg/g. AIB.
 » núm. 3: 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. ANA + 1 mg/g. 2,4-D.
 » núm. 4: 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. AIA + 1 mg/g. 2,4-D.
 » núm. 5: 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. AIA + 2 mg/g. 2,4-D.
 » núm. 6: 4 mg/g. AIA + 4 mg/g. 2,4-D.

3. Experiencia del 23 de julio.

Tratamiento único: 12 mg/g. AIB + 3 mg/g. 2,4-D-n-B.

B) CASTAÑOS DE CRECIMIENTO MODERADO (RAMAS CURVADAS)

Experiencia realizada el 25 de mayo.

- Tratamiento núm. 1: 3 mg/g. 2,4-D-n-B.
 » núm. 2: 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D.

- Tratamiento núm. 3: 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D-TFA.
 » núm. 4: 12 mg/g. AIB.
 » núm. 5: 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D-DMA.

c) CASTAÑOS PREVIAMENTE TALADOS EN INVIERNO. (RENUEVOS MUY VIGOROSOS NO CURVADOS)

Experiencia realizada el 25 de mayo.

- Tratamiento núm. 1: 3 mg/g. 2,4-D-n-B.
 » núm. 2: 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D.
 » núm. 3: 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D-TFA.
 » núm. 4: 12 mg/g. AIB.
 » núm. 5: 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D-DMA.

Para simplificar las fórmulas de las diversas sustancias hormonales ensayadas se usan las siguientes abreviaturas:

AIB = ácido 3-indolbutírico.

ANA = ácido α -naftalenacético.

AIA = ácido β -indolacético.

2,4-D = ácido 2,4 diclorofenoxiacético.

2,4-D-NH₄ = 2,4 diclorofenoxiacetato amónico.

2,4-D-DMA = dimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacético.

2,4-D-n-B = ácido 2,4 diclorofenoxi-n-butírico.

2,4-D-TAM = trimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacético.

2,4-D-DMA = dimetilamina del ácido 2,4 diclorofenoxiacético.

RESULTADOS

A) CASTAÑOS DE CRECIMIENTO MODERADO; RAMAS NO CURVADAS

Experiencia del 12 de mayo

Resultados a los 70 días

Tratamientos N.º	Castaños tratados	Ramas tratadas	Ramas con raíces %	Ramas con monstruosidad %	Ramas con necrosis %	Apices necrosados %	Ramas muertas %	Tipo de raíces formadas	Control
1	1	9	100	0	0	75	0	Fibrosas, muy buenas	No formó raíces
2	1	7	0	100	100	100	100 (*)	—	id.
3	1	10	100	100	100	100	100	Escasas y quebradizas	id.
4	10	10	0	100	100	100	0	—	id.
5	1	9	100	0	0	85	0	Fibrosas, muy buenas	id.

(*) Las ramas que recibieron este tratamiento eran muy jóvenes.

Resultados a los 230 días

Tratamientos N.º	Castaños tratados	Ramas tratadas	Ramas con raíces %	Ramas con monstruosidad %	Ramas con necrosis %	Apices necrosados %	Ramas muertas %	Tipo de raíces formadas	Control
1	1	9	100	0	0	0	0	Muy buenas	No formó raíces
2	1	7	0	100	100	100	100	—	id.
3	1	10	100	100	100	100	100	—	id.
4	1	10	0	100	100	100	0	—	id.
5	1	9	100	0	0	0	0	Muy buenas	id.

Experiencia del 25 de mayo

Resultados a los 58 días

Tratamientos N.º	Castaños tratados	Ramas tratadas	Ramas con raíces %	Ramas con monstrosidad %	Ramas con necrosis %	Apices necrosados %	Ramas muertas %	Tipo de raíces formadas	Control
1	1	12	100	0	10	90	0	Fibrosas muy buenas	No enraizó
2	1	9	0	0	80	100	30	—	id.
3	1	13	0	30	100	100	80	—	id.
4	1	10	30	0	0	85	0	Buenas	id.

Experiencia del 8 de junio

Resultados a los 40 días

Tratamientos N.º	Castaños tratados	Ramas tratadas	Ramas con raíces %	Ramas con monstrosidad %	Ramas con necrosis %	Apices necrosados %	Ramas muertas %	Tipo de raíces formadas	Control
1	2	17	100	0	0	100	0	Fibrosas muy buenas	No enraizó
2	1	10	90	0	10	100	0	id.	id.
3	2	11	0	80	100	100	100	—	id.
4	1	7	80	20	45	100	20	Regulares	id.
5	3	13	30	70	60	100	50	id.	id.
6	3	17	0	25	100	100	75	—	id.

Experiencia del 8 de junio

Resultados a los 180 días

Tratamientos N.º	Castaños tratados	Ramas tratadas	Ramas con raíces %	Ramas con monstrosidad %	Ramas con necrosis %	Apices necrosados %	Ramas muertas %	Tipo de raíces	Control
1	2	17	100	0	0	0	0	Muy buenas	No enraizó
2	1	10	90	0	0	0	0	Fibras muy buenas	id.
3	2	11	0	0	100	0	100	—	id.
4	1	7	80	20	10	70	20	Regulares	id.
5	3	18	30	70	36	100	50	Regulares	id.
6	3	17	0	20	77	100	75	—	id.

Experiencia del 23 de julio

Resultados a los 40 días

Tratamientos N.º	Castaños tratados	Ramas tratadas	Ramas con raíces %	Ramas con monstrosidad %	Ramas con necrosis %	Apices necrosados %	Ramas muertas %	Tipo de raíces	Controles
1	7	48	14	85	60	100	0	Pobres	No enraizaron

Resultados a los 140 días

Tratamientos N.º	Castaños tratados	Ramas tratadas	Ramas con raíces %	Ramas con monstrosidad %	Ramas con necrosis %	Apices necrosados %	Ramas muertas %	Tipo de raíces	Controles
1	7	48	14	93	56	100	10	Pobres	No enraizaron

B) CASTAÑOS DE CRECIMIENTO MODERADO; RAMAS CURVADAS

Experiencia del 25 de mayo

Resultados a los 60 días

Treat- mientos N.º	Castañ- os tra- tados	Ramas tra- tadas	Ramas con raíces % _n	Ramas con mon- struosidad % _o	Ramas con necro- sis % _o	Apices necro- sados % _o	Ramas muer- tas % _o	Tipo de raíces	Control
1	4	19	20	17	0	90	0	Pobres	No enrazaon
2	3	10	0	28	3	100	0	—	id.
3	4	12	23	40	20	100	0	Pobres	id.
4	5	18	0	10	0	38	0	—	id.
5	3	14	0	100	40	100	0	—	id.

Cada tratamiento llevó un control por castaño tratado.

Resultados a los 200 días

Treat- mientos N.º	Castañ- os tra- tados	Ramas tra- tadas	Ramas con raíces % _o	Ramas con mon- struosidad % _o	Ramas con necro- sis % _o	Apices necro- sados % _o	Ramas muer- tas % _o	Tipo de raíces	Control
1	4	19	20	17	0	90	0	Pobres	No enrazaó
2	3	14	0	28	3	100	0	—	id.
3	4	12	25	40	10	94	0	—	id.
4	5	18	0	10	0	0	0	—	id.
5	3	14	0	100	10	88	0	—	id.

C) RENEVOS DE CRECIMIENTO MUY VIGOROSO NO CURVADOS

Experiencia del 25 de mayo

Resultados a los 140 días

Tratamientos N.º	Castaños tratados	Ramas tratadas	Ramas con raíces %	Ramas con monstruosidad %	Ramas con necrosis %	Apices necrosados %	Ramas muertas %	Tipo de raíces	Controles
1	7	65	85 (*)	0	0	0	0	Fibrosas muy buenas	No enraizó
2	3	21	100	0	0	0	0	id.	id.
3	4	37	100	3	0	0	0	id.	id.
4	10	87	94 (*)	0	0	0	0	id.	id. (**)
5	4	31	100	0	0	0	0	id.	id. (***)

ESTUDIO CRÍTICO Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A) CASTAÑOS DE CRECIMIENTO MODERADO

Experiencia realizada el 12 de mayo

Respuesta producida a los setenta y doscientos treinta días.

El tratamiento núm.-1, integrado por 10 mg/g. de AIB, dió lugar a una respuesta francamente buena, produciendo raíces fibrosas muy buenas en el 100 por 100 de las ramas tratadas. Los efectos tóxicos producidos por este tratamiento quedaron reducidos

(*) Estos porcentajes se deben a que falló el tratamiento en todas las ramas de un castaño. En los otros dos castaños la respuesta fué del 100 % de enraizamiento.

(**) De los 10 controles uno formó una pequeña raíz.

(***) De los 4 controles, uno presentaba dos pequeñas raicillas.

NOTA. Dado el extraordinario porcentaje de enraizamientos y la magnífica calidad de las raíces formadas, se dió por conclusa esta serie, procediéndose al repique de los nuevos castaños originados asexualmente.

a la necrosis apical del 75 por 100 de las ramas. Como es sabido, este efecto se debe al transporte hormonal, y si no se presenta acompañado de monstruosidades o necrosis en la zona de aplicación del tratamiento, su importancia es completamente secundaria, ya que después se produce la regeneración o ápice. El tiempo necesario para que esto se reproduzca depende del efecto inhibitor que puedan ejercer las hormonas empleados.

El tratamiento número 2, de 5 mg/g. AIB + 5 mg/AIA + 1 mg/g. 2,4-D, resultó ser muy tóxico, y a los daños iniciales de necrosis apical, necrosis cortical y monstruosidades en la zona de su aplicación que se registraron en todas las ramas, siguió la muerte del 100 por 100 de las ramas objeto de tratamiento. Esta acción tan tóxica es atribuible al estado de desarrollo de las ramas, en fase juvenil. En estas condiciones la acción tóxica del 2,4-D se manifestó con toda su intensidad, la cual fué agravada por la gran facilidad de transporte que presenta el AIA. Ambas sustancias suman sus efectos en la zona meristemática apical, determinando la necrosis del ápice. En la zona de crecimiento la enérgica acción del 2,4-D es responsable de la excesiva proliferación del cambium, primero, y después de células del parénquima cortical, dando lugar a la formación de tumores monstruosos que condujeron a la muerte de las ramas.

En el tratamiento número 3, de 5 mg/g. AIB + 5 mg/AIA + 2 mg/g. 2,4-D, a pesar de que la concentración de la última sustancia hormonal es doble que en el tratamiento anterior, su acción no fué tan tóxica debido al mayor vigor de las ramas objeto de tratamiento; no obstante, aparecen registradas monstruosidades hipertróficas en el 100 por 100 de las ramas, acompañadas de necrosis apical y necrosis cortical localizada en la zona de tratamiento. La diferencia fundamental con la respuesta obtenida en el tratamiento anterior estriba en que no llegó a producir la muerte de las ramas y que originaron raíces, pese a las necrosis y monstruosidades producidas, lo que indica que en el efecto tóxico inicial, referido por las características indicadas, siguió una reacción de la planta que logró detener la marcha progresiva del mismo, originándose histógenos radicales en la zona de máxima

proliferación. Sin embargo, como cabía esperar, las raíces formadas fueron pocas y quebradizas, no siendo, por tanto, de buena calidad para un posterior desenvolvimiento normal. Además, la toxicidad dejó como secuela la inhibición de los centros de crecimiento de la rama, lo que es un contratiempo serio para la multiplicación. Por todas estas razones la concentración de 2 mg/g. de 2,4-D hay que considerarla tóxica.

El tratamiento número 4, de 5 mg/g. ANA + 5 mg/g. AIA + 1 mg/g. 2,4-D, dió respuesta tóxica, sin llegar a producir muerte. En todas las ramas objeto de tratamiento con esta fórmula se produjeron monstruosidades y necrosis corticales en la zona de su aplicación, originándose también, como cabía esperar, la necrosis apical de todas las ramas. No tuvo lugar la formación de raíces.

En el tratamiento número 5, en el que se combina la acción de los ácidos 3-indolbultírico y α -naftalenacético en la concentración de 5 mg/g. de cada uno, con 1 mg/g. de la dimetilamina del 2,4-D, la respuesta fué buena. Se formaron raíces en la totalidad de las ramas tratadas y los efectos tóxicos se redujeron a la necrosis apical del 85 por 100 de las ramas, ya que se regeneraron nuevos ápices; es decir, de importancia secundaria. La sustitución del ácido libre 2,4-D, de toxicidad bien conocida, por su dimetilamina redujo la toxicidad, conservando su acción inductora de histógenos rizogénicos, lo que, unido a la elevada capacidad formadora de raíces de las otras dos sustancias hormonales —AIA y ANA—, fué la causa de haber obtenido tan buena respuesta. Las raíces formadas lo fueron de una buena calidad: fibrosas de gran desarrollo, lo que es muy interesante desde el punto de vista práctico.

Experiencia del 25 de mayo

Respuesta a los cincuenta y ocho y doscientos días.

El tratamiento número 1, de 10 mg/g. AIB, produjo raíces fibrosas muy buenas en el 100 por 100 de las ramas tratadas, que fueron acompañadas por algunos fenómenos tóxicos, tales como necrosis cortical en el 10 por 100, y ápices necrosados en el 90 por

100 de las ramas. Pero en ambos casos los daños fueron de poca importancia, reaccionando contra los mismos, siendo el crecimiento posterior de las ramas enraizadas completamente normal.

Con el tratamiento número 2, integrado por 15 mg/g. de ácido 3-indolbutírico, se originaron fenómenos tóxicos bastante intensos, causando necrosis apical en el 100 por 100 de las ramas: necrosis en la zona tratada del 80 por 100, y muerte del 30 por 100 de las ramas. No hubo modificación favorable de la respuesta en épocas posteriores. La acción tóxica de este tratamiento fué debida a su concentración elevada. El ácido 3-indolacético es de los más moderados; no obstante, se ve que 15 mg/g. resulta tóxico, produciendo además fuerte inhibición de las yemas.

La acción del tratamiento número 3, integrado por 4 mg/g. de AIA + 4 mg/g. 2,4-D, fué muy enérgica, como cabía esperar de concentraciones tan elevadas del ácido 2,4-diclorofenoxiacético. No obstante, la mortandad no llegó al 100 por 100, sino que afectó al 80 por 100, siendo esto probablemente debido a la presencia de 4 mg/g. de ácido β -indolacético, que actuó de antagónico, neutralizando, en parte, la intensa acción tóxica de la otra sustancia. De otra forma no se puede explicar que no hubiese causado la muerte de todas las ramas que lo recibieron, pues en casos anteriores hemos visto cómo dosis de 2 mg/g. de la misma sustancia resultaban muy tóxicas. Los efectos de toxicidad secundaria fueron máximos, provocando la necrosis apical y de la zona tratada en mayor o menor intensidad de la totalidad de las ramas tratadas. En el 30 por 100 de los casos se produjeron monstruosidades, debidas a la intensa y desordenada proliferación provocada por el 2,4-D.

El tratamiento número 4, de 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. ANA + + 1 mg/g. 2,4-D, dió resultados bastante buenos. A los cincuenta y ocho días de su aplicación había producido el enraizamiento del 30 por 100 de las ramas siendo las raíces formadas buenas. Los fenómenos tóxicos causados por este tratamiento fueron escasos, quedando reducidos a la necrosis de los ápices del 85 por 100 de las ramas, fenómeno que es, como sabemos, de categoría secundaria y que se produce casi siempre que se aplican sustancias de ac-

ción hormonal, incluso con las tenidas por menos enérgicas. Esta respuesta no se modificó en los meses siguientes.

En los distintos tratamientos que acabamos de indicar los respectivos controles nunca respondieron formando raíces o con fenómenos a los descritos en las distintas respuestas obtenidas. Por esto, hay que atribuir totalmente a la acción hormonal de las sustancias ensayadas las respuestas, quedando descartada toda posibilidad de que los enraizamientos se produjesen espontáneamente.

Experiencia del 8 de junio

Respuesta a los cuarenta y cinco días.

El tratamiento número 1, compuesto de 10 mg/g. AIB, a los cuarenta días había producido enraizamientos en el 100 por 100 de las ramas tratadas; los fenómenos tóxicos quedaron reducidos a necrosis apical que afectó a todas las ramas. No obstante, la reacción posterior fué suficiente para neutralizar este efecto a los cuarenta y cinco días de reacción, se habían regenerado nuevos ápices en todas las ramas. Las raíces formadas eran fibrosas, de desarrollo muy vigoroso.

El tratamiento número 2, con mayor concentración hormonal que el anterior, 15 mg/g. de AIB, produjo la formación de buenas raíces fibrosas en el 90 por 100 de las ramas tratadas. Los fenómenos tóxicos son de poca importancia, apareciendo reflejados por la necrosis superficial de la zona de aplicación en mayor o menor extensión del 10 por 100 de las ramas y por la necrosis de todos los ápices. Pero posteriormente, a los cuarenta y cinco días, se redujo el daño, desapareciendo las necrosis corticales y los ápices se recuperaron igualmente. El número de ramas con raíces permaneció constante. Las raíces formadas fueron de muy buena calidad.

El tratamiento número 3, 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. ANA + 1 mg/g. 2,4-D, resultó ser muy tóxico, causando la muerte de la totalidad de las ramas tratadas, después de haber dado lugar a los más variados fenómenos tóxicos. Resulta altamente significativo comprobar, una vez más, cómo la introducción de 1 mg/g. de 2,4-D en las mezclas hormonales estudiadas les confiere una elevada to-

xicidad, haciéndolas inservibles, lo que demuestra su extraordinaria actividad.

El tratamiento número 4, con 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. AIA + 1 mg/g. 2,4-D, es decir, similar al anterior, pero en el que se reemplazó el ácido α -naftalenacético por igual concentración de ácido β -indolacético. Esta sustitución se tradujo en una respuesta diferente, reduciéndose la toxicidad. Así, a los cuarenta días las ramas muertas eran el 20 por 100, contra el 100 por 100 en el caso anterior, produciendo además raíces de calidad regular en el 80 por 100 de las ramas objeto de tratamiento, lo que indica que su actividad rizogénica se exaltó. Necrosis corticales se causaron en el 45 por 100 de las ramas; monstruosidades, en el 20 por 100, y los ápices fueron dañados en el 100 por 100. No obstante, en fechas posteriores se produjo reacción favorable de las ramas tratadas, reduciéndose a los ciento ochenta días el porcentaje de necrosis corticales a 10 por 100, y los ápices dañados a 70 por 100. El diferente comportamiento de este tratamiento en relación con el anterior, cuya composición es parecida, probablemente se debe a la acción más moderada del ácido β -indolacético que reemplazó el ácido α -naftalenacético, de acción siempre más enérgica y con el margen de tolerancia más reducido. Su actividad, unida a la del 2,4-D, rebasó el dintel de tolerancia de las ramas tratadas, dando lugar a fenómenos tóxicos que originaron la muerte del 100 por 100 de las ramas en el tratamiento anterior.

El tratamiento número 5, 5 mg/g. AIB + 5 mg/g. AIA + 2 mg/g. 2,4-D, difiere del anterior en que se duplicó la concentración del último de los componentes de la mezcla. Como cabía esperar, esta sustitución introdujo una mayor reactividad al tratamiento, que se tradujo en un efecto desfavorable por aumento de la toxicidad. Así, a los cuarenta días, el número de ramas muertas se elevó a 50 por 100; las monstruosidades hipertróficas, por proliferación desordenada, motivada por el 2,4-D, se presentaron en el 70 por 100 de las ramas, y las necrosis corticales se produjeron en el 60 por 100. A esta mayor intensidad de la toxicidad hay que agregar una reducción del porcentaje de enraizamientos hasta el 30 por 100. A los ciento ochenta días había producido algo de recuperación contra los daños provocados por una excesiva activi-

dad del tratamiento; no obstante, las ramas que aún acusaban necrosis corticales se elevaban al 30 por 100, y en ningún caso hubo recuperación apical. Las raíces formadas fueron, en el caso precedente, de calidad regular.

El tratamiento número 6, 4 mg/g. AIB + 4 mg/g. 2,4-D, resultó tóxico. A los cuarenta días había ocasionado la muerte del 75 por 100 de las ramas, y el 25 por 100 restante presentaba monstruosidades hipertróficas. Las necrosis corticales se presentaron en la zona de aplicación de los tratamientos de todas las ramas ensayadas. A los ciento ochenta días apenas si se habían producido modificaciones en la respuesta; solamente se redujo el porcentaje de ramas con necrosis cortical al 77 por 100.

En todos los controles que constituyen la serie que acabamos de estudiar no se produjo respuesta alguna similar a la provocada por los tratamientos hormonales ensayados y, por supuesto, en ningún caso hubo enraizamiento espontáneo.

Experiencia realizada el 23 de julio

Tratamiento único: 12 mg/g. AIB + 3 mg/g. (2,4-D)-n-B. La respuesta producida a los cuarenta días fué de formación de raíces pobres en el 14 por 100 de las ramas. Monstruosidades, en el 85 por 100, y necrosis cortical en la zona de aplicación, en el 60 por 100 de las ramas tratadas. Los fenómenos de transporte hormonal se registraron en el 100 por 100 de los ápices. A los ciento cuarenta días la toxicidad se había acentuado, elevándose a 93 por 100 las ramas con monstruosidades, a 76 las que presentaban necrosis cortical, habiendo además 10 por 100 de ramas muertas.

Los controles no enraizaron.

B) CASTAÑOS DE CRECIMIENTO MODERADO (RAMAS CURVADAS AL SER ACODADAS)

Experiencia del 25 de mayo

Respuesta producida a los sesenta y doscientos días.

El tratamiento número 1, integrado por 3 mg/g. 2,4-D-n-B, acusó poca toxicidad, quedando reducido a la formación de mons-

monstruosidades hipertróficas en el 17 por 100 de las ramas, y a la necrosis apical del 90 por 100. Este último síntoma es de importancia secundaria. La formación de raíces se produjo en el 20 por 100 de las ramas, siendo pobres. Esta fué la respuesta observada a los cuarenta días de reacción y que no se modificó en meses posteriores.

El 2,4-D, sumamente energético, como hemos comprobado repetidamente en anteriores ensayos, se ve muy reducido al reemplazarle el ácido acético de la cadena lateral por ácido butírico, siendo realmente notable este hecho, teniendo en cuenta que, por otro lado, el ácido butírico unido al anillo indólico le confiere una gran actividad y presenta un amplio margen de actividad, sin llegar a ser tóxico. La combinación con el 2,4-D da lugar a un compuesto en el que la toxicidad de éste es atenuada grandemente, quedando reducida a la formación de monstruosidades hipertróficas en el 17 por 100 de las ramas que lo recibieron.

El tratamiento número 2, integrado por 12 mg/g. AIB + 0,01 mg/g. 2,4-D, fué más tóxico que el anterior, a pesar de la pequeña cantidad que del ácido 2,4-diclorofenoxiacético se introdujo en esta mezcla. A los cuarenta días había ocasionado la aparición de monstruosidades en el 28 por 100 de las ramas, y en 3 por 100 necrosis superficial de la zona tratada. La toxicidad secundaria se reflejó en la necrosis de los ápices de todas las ramas tratadas. Tampoco con este tratamiento se registraron alteraciones en meses posteriores.

En el tratamiento número 3, 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D-DEA, se reemplazó el ácido libre 2,4-D por su trietanolamina. Esta sustitución mejoró la respuesta, por cuanto a los cuarenta días se habían formado raíces, aunque de pobre calidad, en el 25 por 100 de las ramas tratadas. No obstante la toxicidad, aprecióse en la aparición de necrosis corticales en el 20 por 100 de las ramas, y de monstruosidades en el 40 por 100; hecho éste que no es muy favorable para el ulterior desarrollo de los nuevos castaños. Las hipertrofías suelen ir acompañadas de inhibición y, en el mejor de los casos, retrasan el normal crecimiento y desarrollo de aquéllos. A los doscientos días se apreció alguna recuperación contra los daños causados por el efecto tóxico de este tratamiento,

reduciéndose al 10 por 100 de las ramas que tenían la zona de su aplicación más o menos necrosada. El porcentaje, así como la calidad de los enraizamientos, permaneció constante.

El tratamiento número 4, integrado por 12 mg/g. de ácido β -indolbutírico, es decir, sin ningún derivado del 2,4-D, produjo respuesta pobre. A los cuarenta días se apreció hipertrofias monstruosas en algunas ramas, 10 por 100, y los ápices dañados de 30 por 100, no formándose raíces. Posteriormente esta pequeña toxicidad se redujo, al regenerarse los ápices de todas las ramas; si bien, como es lógico, no desaparecieron las hipertrofias. En otros ensayos realizados, concentraciones del orden de 10 mg/g. de esta misma sustancia dieron buenas respuestas, muchas veces con enraizamientos.

El tratamiento número 5, en él a la base de 12 mg/g. AIB se le agregó 0,1 mg/g. de la dimctalamina del 2,4-D, no dió lugar a respuesta positiva del enraizamiento. Los efectos tóxicos se manifestaron con notoria intensidad en la totalidad de los castaños tratados, bajo la forma de monstruosidades hipertróficas localizadas en el lugar de aplicación de la mezcla hormonal y de necrosis apicales. Sin embargo, no llegó a producirse la muerte de ninguna rama.

C) CASTAÑOS PREVIAMENTE TALADOS EN INVIERNO (RENUEVOS MUY VIGOROSOS NO CURVADOS)

Experiencia realizada el 25 de mayo

En general, la respuesta obtenida con todos los tratamientos aplicados a este tipo de ramas de castaño, fué francamente buena. Se consiguieron los mejores tipos de sistemas radicales, fibrosos muy desarrollados, y los porcentajes de enraizamientos fueron francamente halagüeños, ya que, con la excepción del 1.º y 4.º, los restantes fueron del orden del 100 por 100, y en los dos antes indicados lo fueron del 85 y 94 por 100; es decir, más bajos, pero por causas no fácilmente explicables y sí atribuibles a algún posible error.

Si consideramos el primer tratamiento, integrado por 3 mg/g. 2,4-D-n-B, vemos cómo su acción fué, en contra de la producida

en otros tipos de ramas, bueno. La ausencia de fenómenos tóxicos fué total. El porcentaje de ramas enraizadas fué del 85 por 100, no habiendo sido 100 por 100, debido a que todas las ramas de uno de los siete castaños objeto de tratamiento fallaron; es decir, no enraizaron. Hecho que consideramos como anormal, probablemente debido a algún error.

El tratamiento número 2, 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D, produjo también una respuesta muy buena, ya que el 100 por 100 de los renuevos tratados había enraizado, presentando un sistema radical muy vigoroso. Por otro lado, la ausencia de todo fenómeno tóxico que pudiera perjudicar el ulterior desarrollo de nuevo castaño, fué completa.

Con el tratamiento número 3, 12 mg/g. AIB + 1 mg/g. 2,4-D-TEA, se obtuvieron enraizamientos en el 100 por 100 de los renuevos tratados. El sistema radical formado fué muy vigoroso. Los únicos síntomas de toxicidad registrados en esta fecha quedaron reducidos a monstruosidades hipertróficas aparecidas tan sólo en el 3 por 100 de las ramas tratadas. El aspecto de los nuevos castaños era francamente bueno.

El tratamiento número 4, integrado por 12 mg/g. de ácido β -indolbutírico, respondió muy bien, produciendo abundantes y vigorosos sistemas radicales en el 94 por 100 de las ramas tratadas, no registrándose fenómenos tóxicos de importancia.

Y, finalmente, la respuesta obtenida con el tratamiento número 5, 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D-DMA, fué igualmente magnífica. Se produjo enraizamiento de la totalidad de las ramas tratadas, siendo las raíces formadas fibrosas muy buenas. Los fenómenos tóxicos externamente aparentes no se registraron.

Hay que destacar la magnífica respuesta obtenida con este ensayo, en el que prácticamente todos los tratamientos produjeron raíces en el 100 por 100 de las ramas. La excepción indicada para los tratamientos número 1, que enraizó el 85 por 100, y el número 4, por el 94 por 100, es, a nuestro juicio, atribuible a algo ajeno al tratamiento hormonal. El tratamiento número 1 se aplicó a 65 renuevos distribuidos en siete cepas de castaños diferentes, y con excepción de los de una cepa enraizaron todos. El tratamiento número 4, aplicado a 87 renuevos de 10 castaños, produjo raíz

ces en todos los casos, a excepción de un castaño, cuyos renuevos fallaron en absoluto. ¿Es esto atribuible a una especial característica de dichos castaños? La respuesta al enraizamiento varía de unas plantas a otras, aun dentro de la misma especie, como también varía para un mismo individuo con la estación; pero en este caso concreto más bien nos inclinamos a admitir que esta falta de respuesta se debe a un error experimental por parte nuestra, que bien pudiera haber sido el no recubrir suficientemente la zona de aplicación de la pasta hormonal lo que causó una excesiva desecación del suelo y, con ello, se impidió la reacción hormonal de la rama tratada. Apoya nuestra hipótesis el hecho de que en todos estos casos el examen de la zona de tratamiento no acusaba síntoma alguno de respuesta hormonal, y no es fácil de admitir un cambio tan brusco de la manera de responder de estos dos castaños, si se comparan con los 15 restantes, que dieron una respuesta magnífica. De haber habido actividad hormonal, por lo menos se habría producido hinchamiento, formaciones de primordios o aclaramiento, y no se apreció ninguno de estos síntomas.

En todos los tratamientos se pusieron tantos controles como cepas de castaño se emplearon, y la respuesta de éstos fué unánimemente negativa, por lo que hay que atribuir los enraizamientos a la actividad hormonal de las mezclas ensayadas. Hubo una excepción, en los tratamientos 4.º y 5.º, en el que los diez y cuatro controles respectivos, uno en cada tratamiento, presentaba dos pequeñas raicillas. Pero esto lo atribuimos a una inducción de formación de raíces a distancia provocada por la proximidad de las ramas tratadas con la mezcla hormonal. Como hemos indicado anteriormente, la mayoría de las sustancias de actividad hormonal poseen la propiedad de desplazarse con facilidad por el floema, originando los más variados fenómenos, entre los que están la formación de raíces.

CONCLUSIONES

- 1.º El castaño responde perfectamente al enraizamiento con determinados tratamientos hormonales aplicados en acodo bajo.
- 2.º Un mismo tratamiento hormonal puede originar 100 por 100

de enraizamientos al ser aplicado a renuevos vigorosos verticales, y responden negativamente si se recurvan las ramas al acodarlas.

3.^a La época de mayor reactividad del castaño a la aplicación de tratamientos hormonales en acodo bajo es desde finales de mayo a principios de junio.

4.^a Los tratamientos a base de 3 mg/g. 2,4-D-n-B, 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D, 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D-TFA, 12 mg/g. AIB + 0,1 mg/g. 2,4-D-DMA, demostraron ser los más eficaces, produciendo casi todos ellos 100 por 100 de enraizamientos muy buenos, al ser aplicados en renuevos verticales.

5.^a No es recomendable emplear dosis superiores a 0,3 mg/g. de 2,4-D en las mezclas hormonales, siendo aconsejable el empleo de sus aminas, especialmente la dimetilamina y trietanolamina en las mismas dosis, por ser menos tóxicas.

6.^a La multiplicación asexual del castaño por acodo bajo mediante el empleo de mezclas hormonales permite obtener nuevas plantas de gran vigor en corto tiempo, a veces en uno-dos meses, con un costo mínimo.

Misión Biológica de Galicia. Pontevedra.

Sección de Fisiología Vegetal

RESUMEN

Se hace un estudio de la influencia de las sustancias hormonales en el enraizamiento del acodo bajo del castaño, comprobándose cómo responde perfectamente bien ante determinados tratamientos. El porcentaje de enraizamientos llegó al 100 por 100 en muy poco tiempo —a veces en uno a dos meses—, siendo las raíces formadas de aspecto fibroso, dando lugar a nuevos castaños de crecimiento muy vigoroso. Los tratamientos más eficaces, y por tanto recomendados, son: 3 mg/g. de ácido 2,4-diclorofenoxi-n-butírico, 12 mg/g. de ácido 3-indolbutírico con 0,1 mg/g. de la trietanolamina o dimetilamina del 2,4-D o simplemente 12 mg/g. de ácido 2-indolbutírico.

Los tratamientos se aplicaron en forma de pasta de lanolina en 2-3 cm. de la rama, cubriéndolos con una ligera capa de musgo y tierra. Posteriormente, no se le prodigó cuidado especial alguno.

La época de aplicación de los tratamientos fué a fines de mayo y principios de junio.

Los renuevos vigorosos fueron los que mejores resultados dieron, no siendo recomendable recurrir las ramas para practicar el acodo.

SUMMARY

The use of some growth promoting substances on chestnut marcotting has been studied. Some of them showed to be beneficial; favourable effects appearing within less than one or two months after hormones have been applied and a 100 % rooting may be induced.

Roots formed were of a fibrous type quite favourable for a vigorous growth of the new chestnuts obtained.

3 mg/g. 2,4-dichlorophenoxy-n-butiric acid, 1 mg/g. 3-indolylbutiric acid plus 0,3 mg/g. 2,4-dichlorophenoxy triethanolamine or dimethylamine of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid or 12 mg/g. 3-indolylbutiric acid showed to be the most effective treatments when applied on young growing shoots during late May or early June.

For the treatments, applications were made under a lanoline paste. A small amount of it was smeared around the shoot, to a depth of 3-4 cms. and it was then covered with Sphagnum mosse. A soil layer was put on. But no further special care was taken.

For 2,4-dichlorophenoxyacetic acid no higher concentration than 0,3 mg/g. is recommended to be used on treatment for marcotting chestnut.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) GUERREIRO, G. 1949. Estudos realizados no castanheiro no anno 1949. Bol. da Junta Nac. das Frut.
- (2) MARCEL. 1949. Essais de multiplication végétative du chataignier. C. R. Ac. Agr. Fr., núm. 8.
- (3) SCHAD, C., SOLIGNAT, G., GRETE, J. y VENOT, P. 1952. Recherches sur le chataignier a la Station de Brive. Annales de l'I. N. R. A., III.
- (4) URQUIJO, P. 1944. a) Memorias de la estación de Fitopatología Agrícola de La Coruña. b) Aspectos de la obtención de híbridos resistentes a la enfermedad del castaño. Boletín de Patología Vegetal y Entomología Agrícola, vol. XIII; 447-462.
- (5) VIBITEZ, E. 1953. Estudios sobre la reproducción vegetativa del castaño. Anal. Edaf., XII, núm. 4.

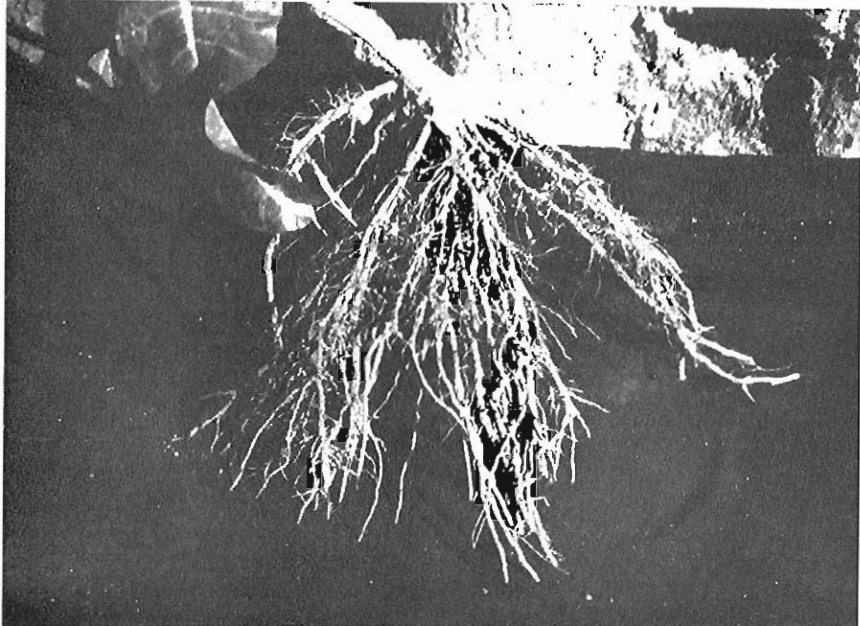


FIG. 1.

Vasto sistema radical inducido con 10 mg/g AIB aplicado el 3 de junio. Fotografía hecha el 29 de julio.

Fotos E. Vicitez.

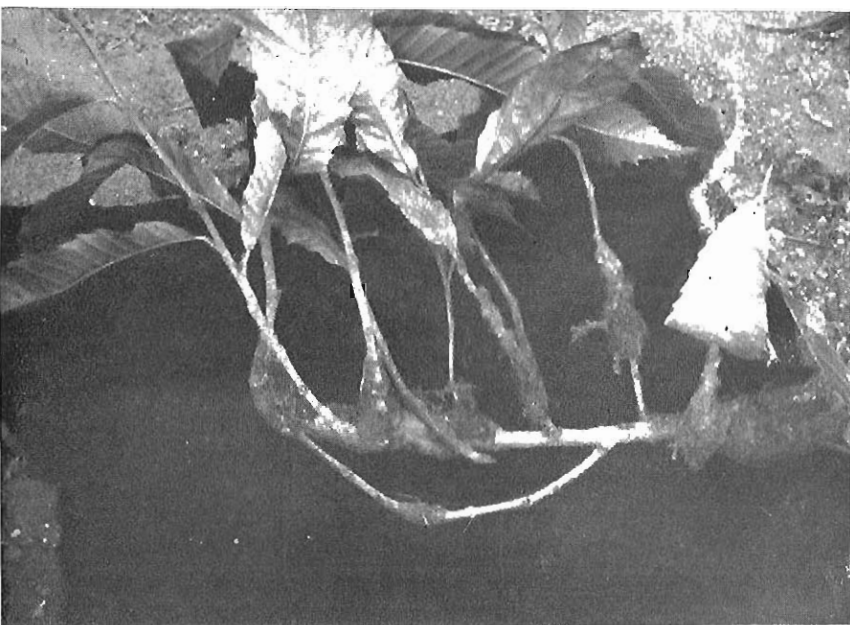


FIG. 2.

Reacción hipertrófica con grandes monstruosidades formadas en los puntos en donde fué aplicado un tratamiento a base de 5 mg/g AIB + 5 mg/g ANA + 1 mg/g 2,4-D. La toxicidad se debe principalmente al último componente de la mezcla. Tratamiento aplicado el 8 de junio. Fotografía hecha el 22 de julio.



FIG. 3.

Renuevos enraizados con 10 mg/g AIB en ácido bajo. Fotografía hecha a los cuarenta días de haber sido tratados.



FIG. 4.

Rama con 10 mg/g AIB. En algunos renuevos se produjo reacción hipertrófica tóxica debido a su poco desarrollo.



FIG. 5.

Castaña tratado con 12 mg/g AIB el 4 de marzo sobre ramas de un año. Fotografía hecha el 24 de noviembre.

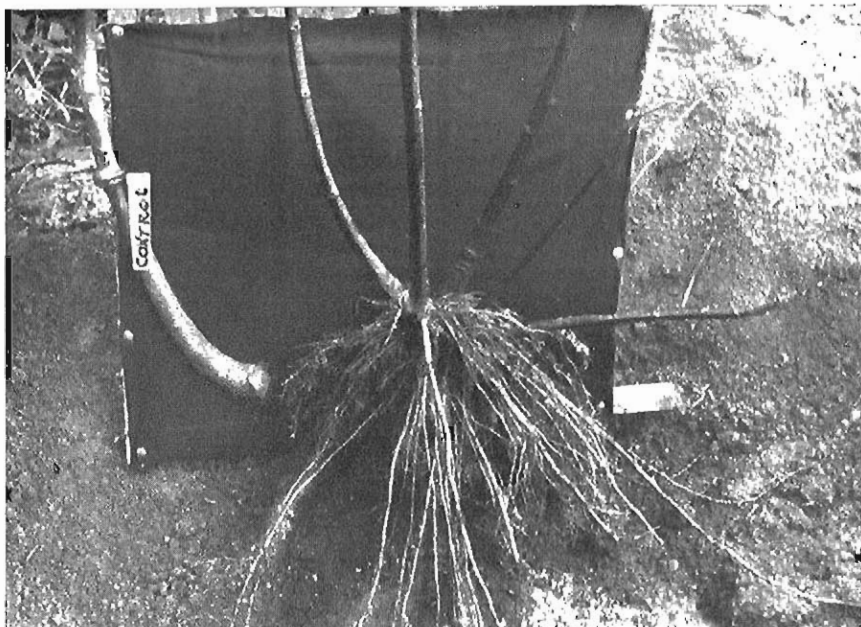


FIG. 6.

Renuevos tratados con 12 mg/g AIB en mayo, fotografiados al finalizar el año. Obsérvese el renuevo que actuó como control sin haber formado raíces.



FIG. 7.

Reacción hipertrófica por toxicidad del tratamiento de 5 mg/g AIB + 5 mg/g ANA + 1 mg/g 2,4-D. Se pueden observar algunas raíces defectuosas que crecen sobre las monstruosidades causadas por la intensidad del tratamiento.

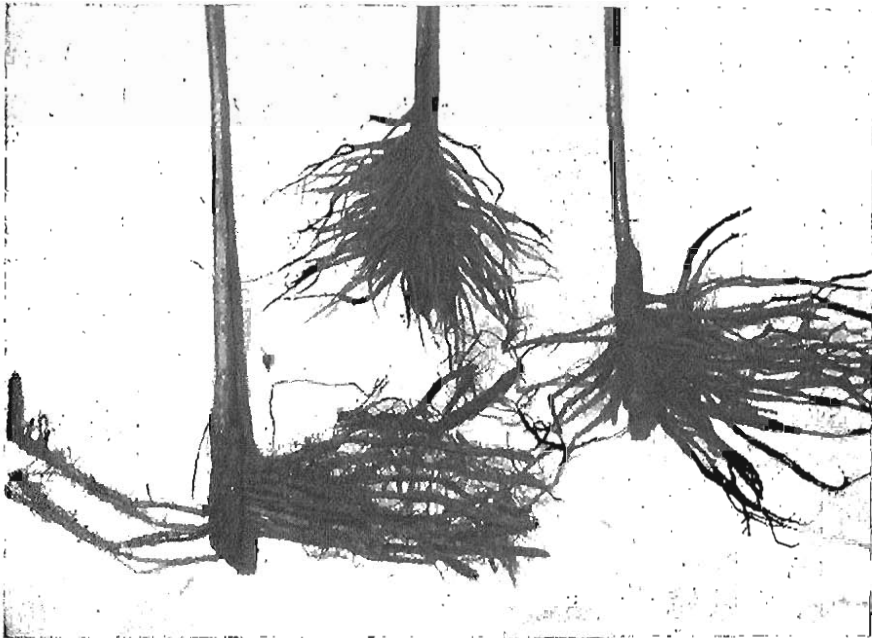


FIG. 8.

Tres tipos de enraizamientos inducidos con 10 mg/g AIB. La rama central acusó franca toxicidad; la de la izquierda, ligeros síntomas, y la de la derecha soportó perfectamente la concentración aplicada.

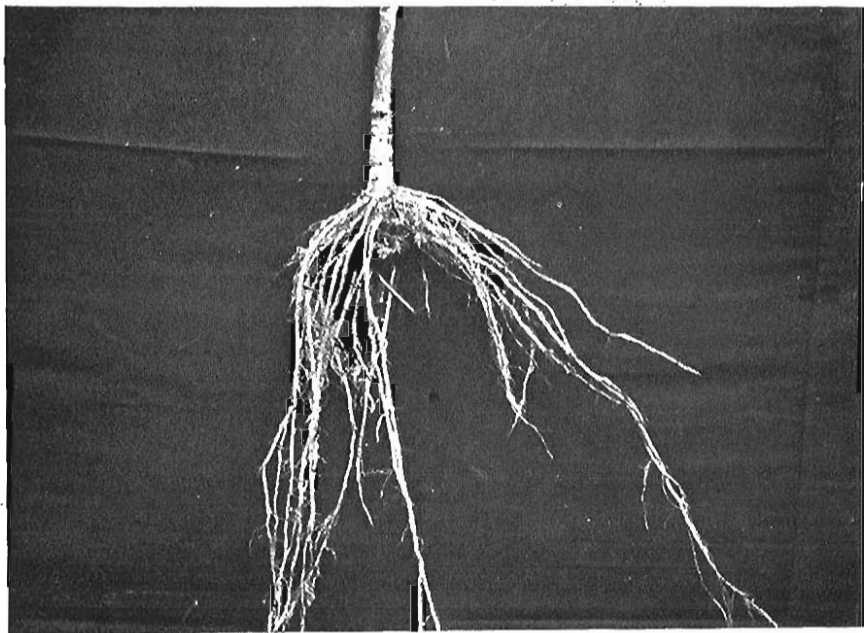


FIG. 9.

Detalle de raíces formadas con 12 mg/g aplicado a un remuevo. No hubo toxicidad.

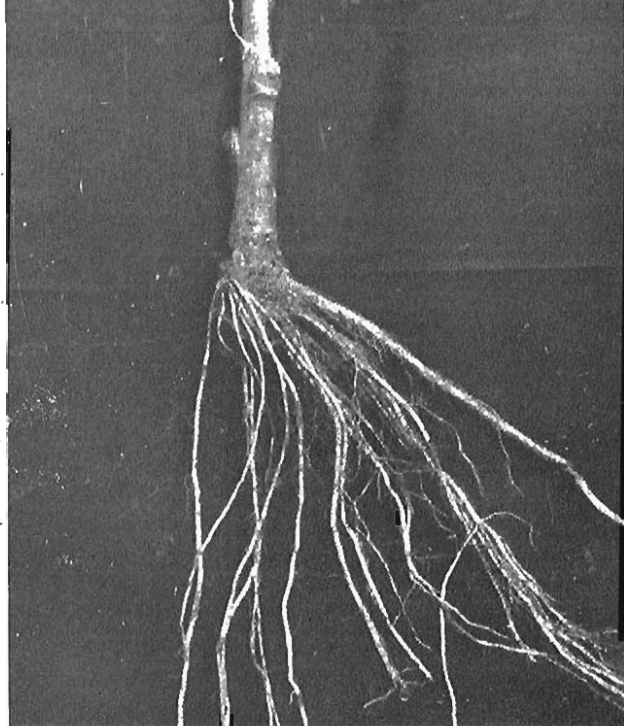


FIG. 10.

Raíces inducidas con mezcla integrada por 12 mg/g AIB + 0.1 mg/g 2,4-D-DEA, siendo perfectamente tolerada.



FIG. 11.

Renuevos tratados con 12 mg/g en mayo. Al finalizar la estación de crecimiento.

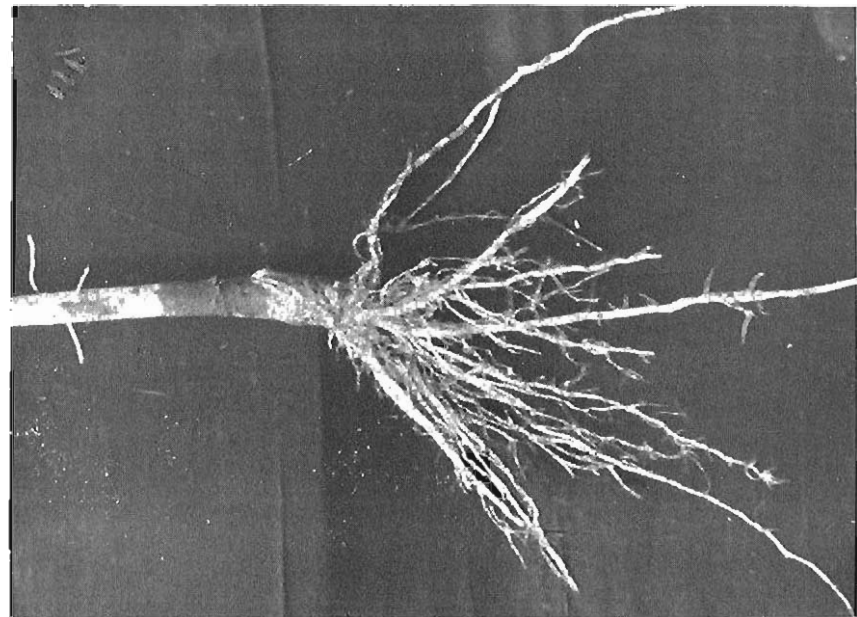


Fig. 13.

Raíces inducidas con 12 mg/g AIB en un renuevo de un castaño tratado en mayo.

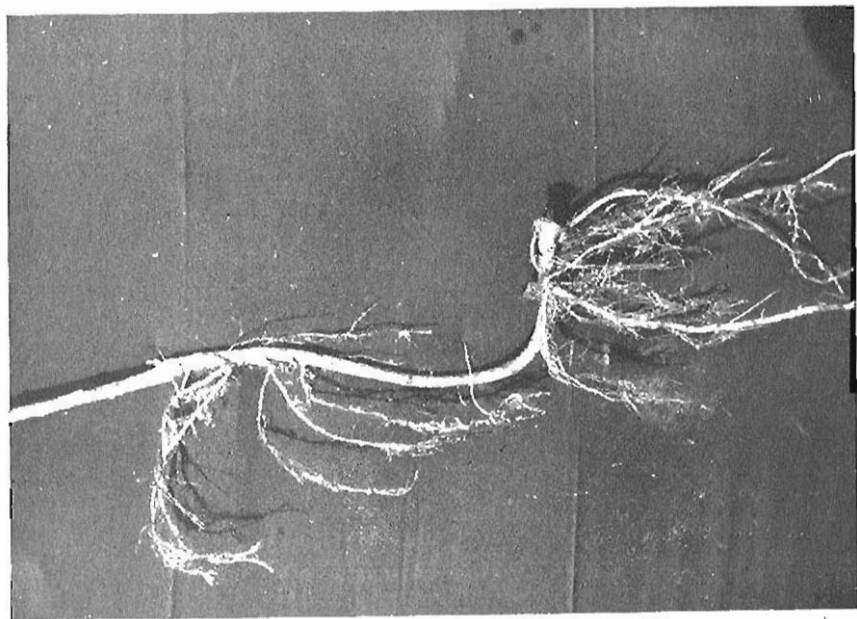


Fig. 12.

En general las ramas curvadas para su acodamiento no respondieron tan bien como las que no lo fueron a los tratamientos hormonales. Esta rama tratada con 12 mg/g AIB

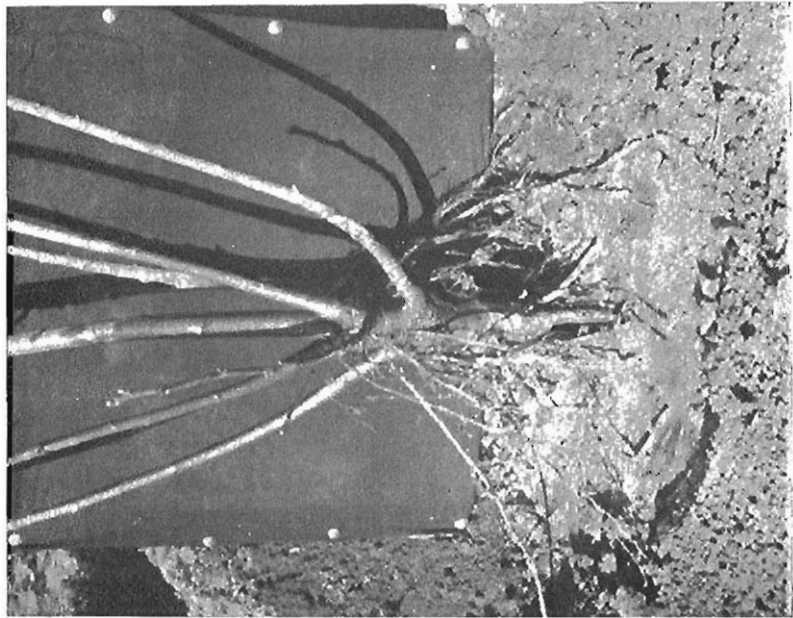


Fig. 14.

Renuevos del año tratados con 12 mg/g AIB + 0.1 mg/g 2,4-D-TEA. A la derecha, la rama dejada como control.

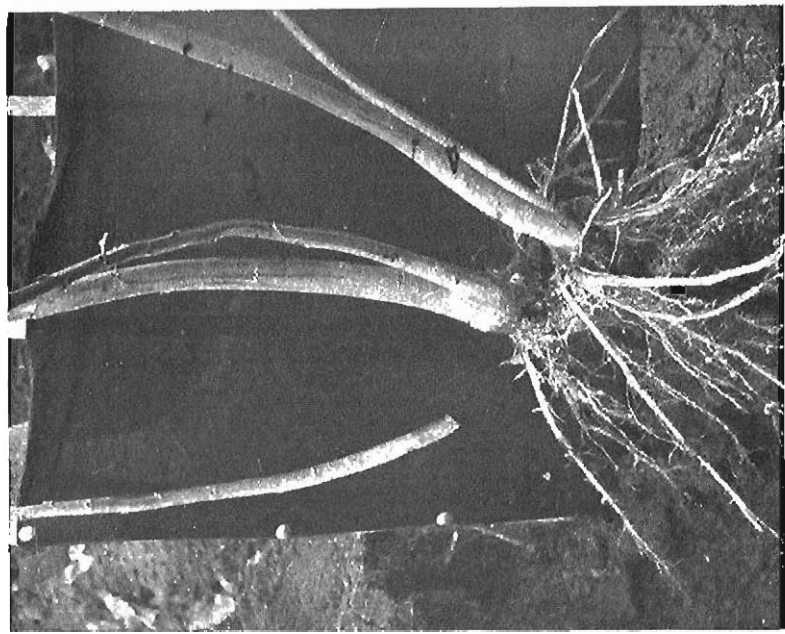


Fig. 15.

Raíces inducidas con 12 mg/g AIB aplicado en mayo sobre renuevos del año. A la izquierda el control separado de la planta madre sin haber formado raíces. Fotografía hecha al finalizar la

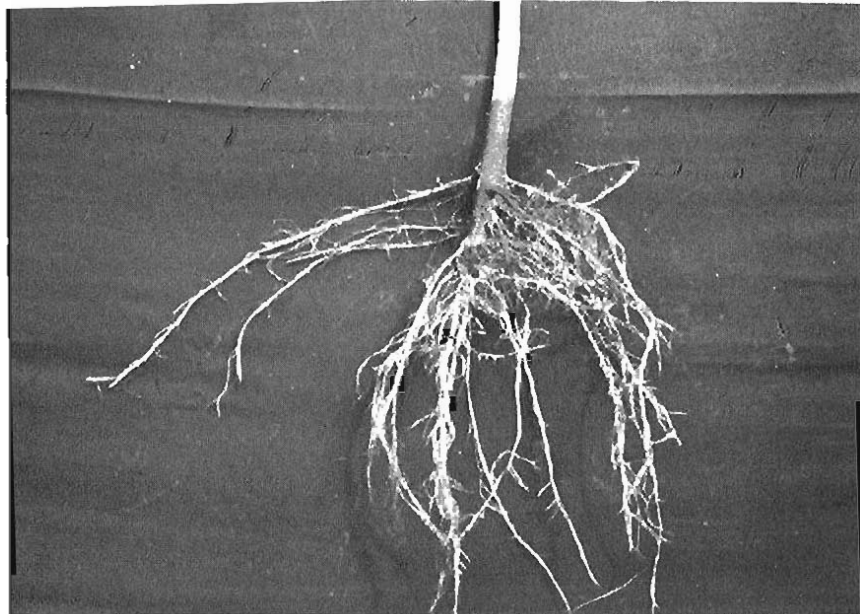


FIG. 16.

Detalle del sistema radical de un renuevo del año, inducido con 12 mg/g AIB.

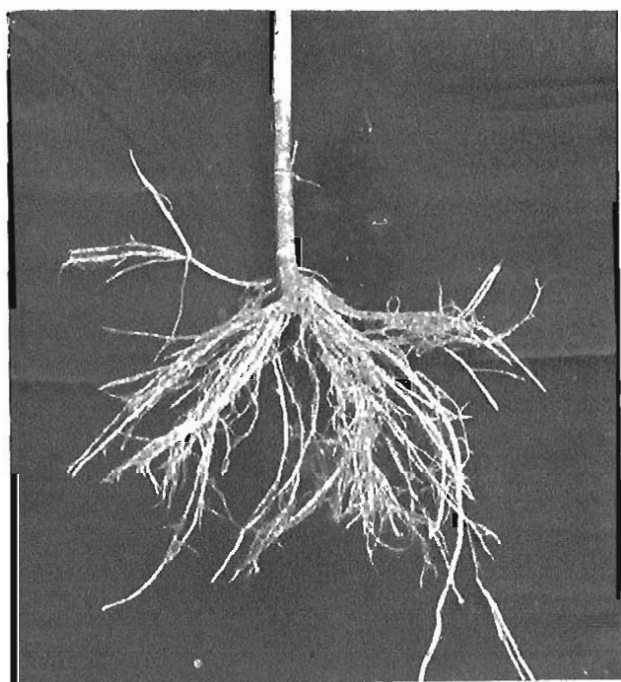


FIG. 17.

Abundantes raíces formadas con una mezcla de 12 mg/g AIB + 0,1 mg/g 2,4-D aplicado a un renuevo anual en mayo. Fotografado en diciembre.

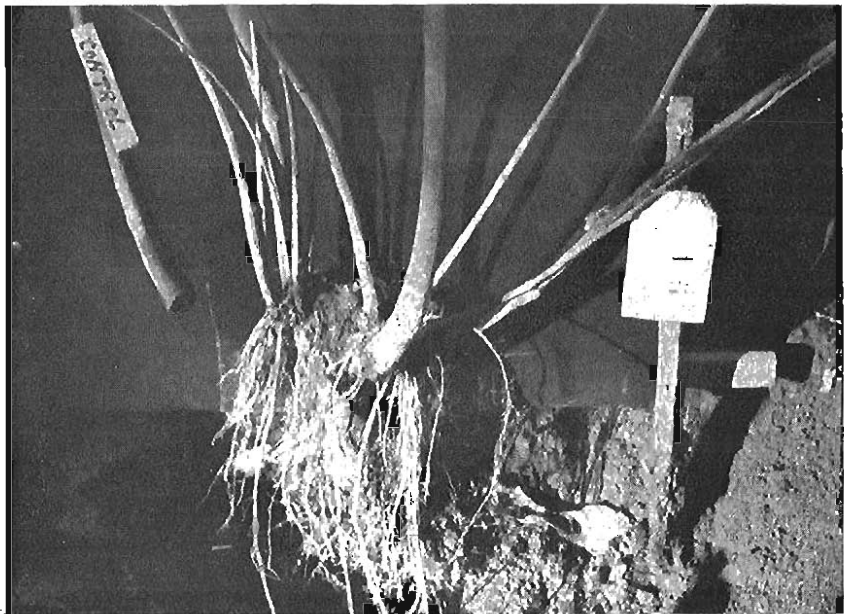


FIG. 18.

Remejos tratados con 12 mg/g AIB. A la izquierda el control sin haber formado raíces.

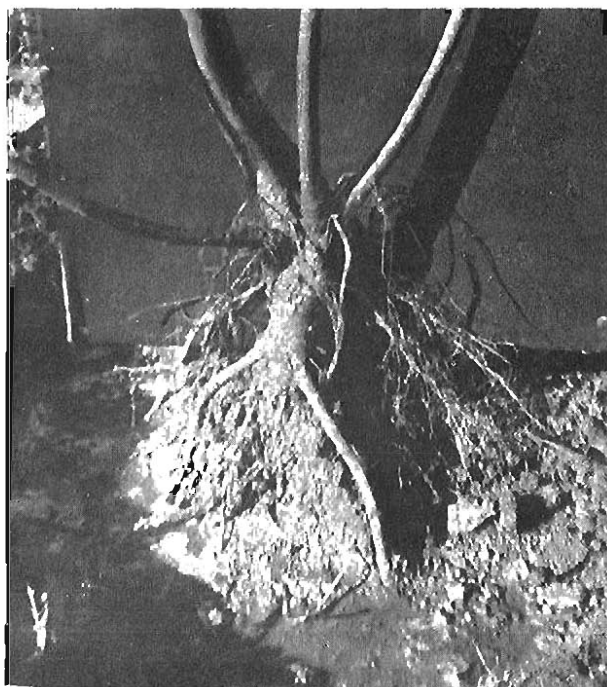


FIG. 19.

Éstas de un injerto de un castaño híbrido de *C. crenata* X *C. sativa* enraizados con 12 mg/g AIB + 0.1 mg/g 2,4-D-DMA.

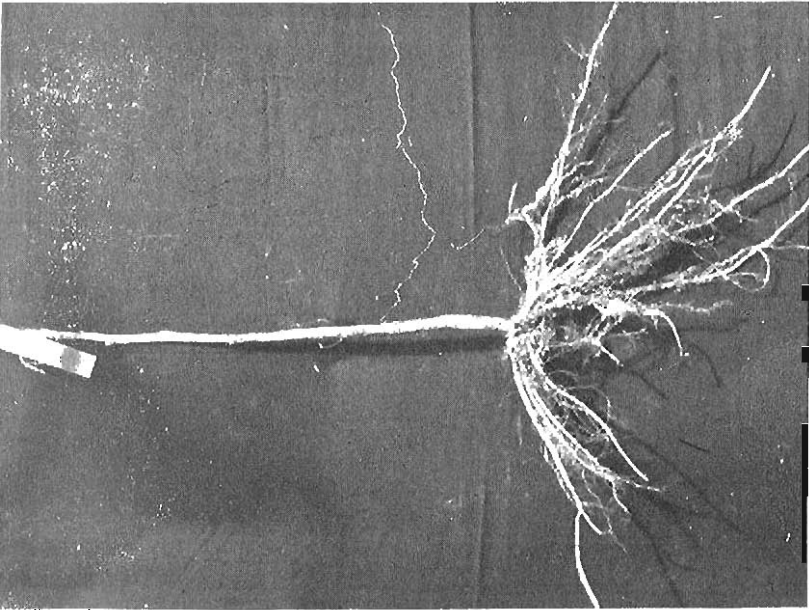


FIG. 20.
Renuevo enraizado con 12 mg/g AIB.



FIG. 21.

Respuesta de enraizamiento abundante inducida con 10 mg/g AIB aplicado el 23 de mayo. Fotografía hecha a principios de julio.

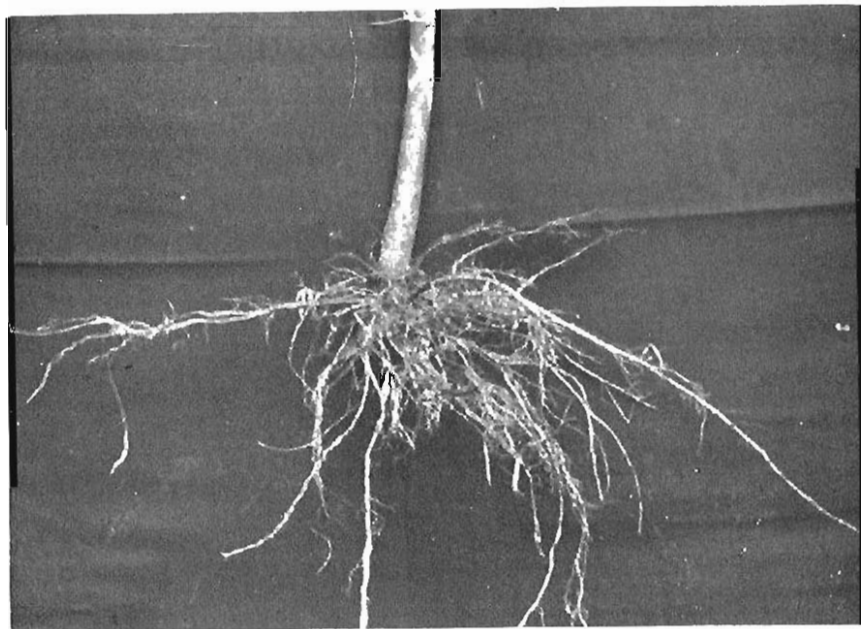


FIG. 22.

Raíces formadas con una mezcla de 12 mg/g AIB + 0,1 mg/g 2,4 D-DEA aplicado el 25 de mayo. Fotografía hecha al finalizar la estación de crecimiento.

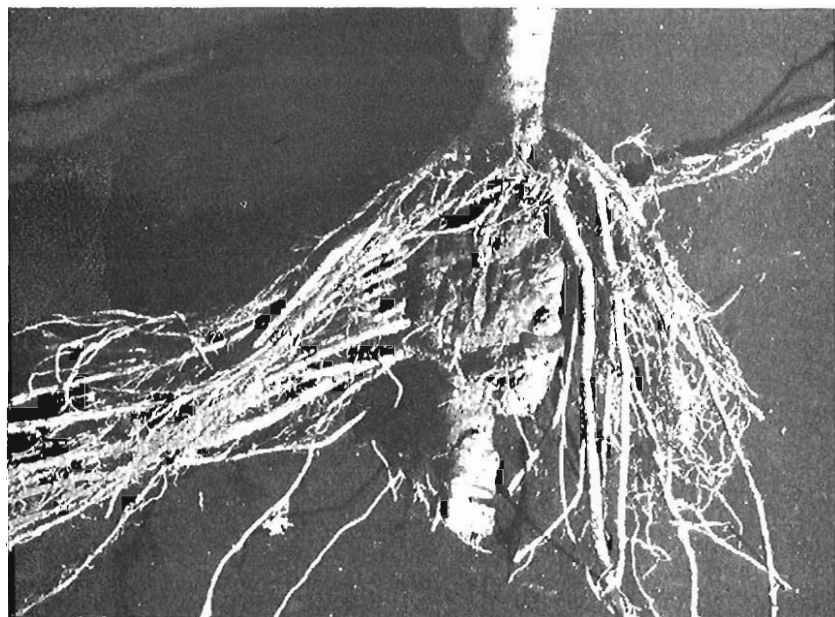


FIG. 23.

Formación de raíces sobre la monstruosidad originada por 1 mg/g 2,4-D, añadido a la mezcla básica (5 mg/g AIB + 5 mg/g ANA).

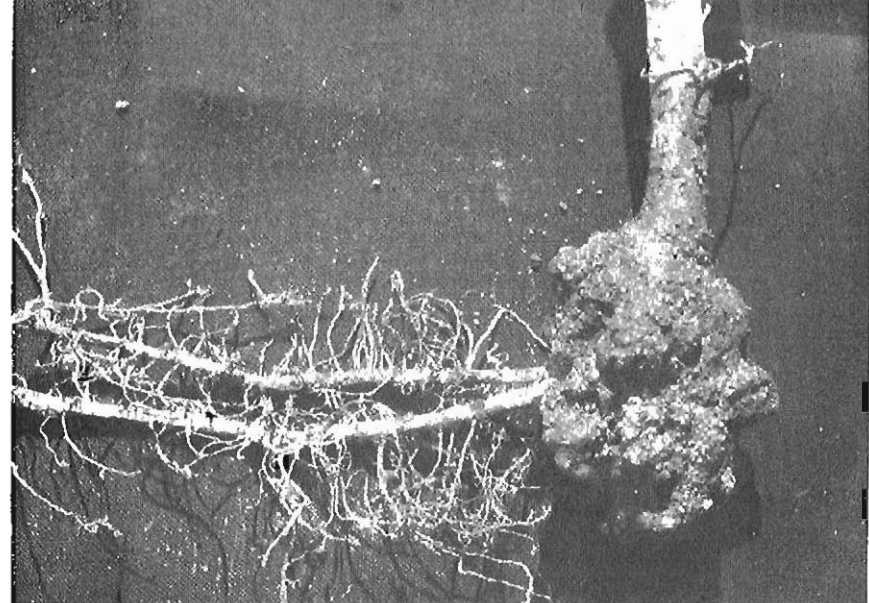


FIG. 24.

Reacción monstruosa hipertrófica causada por la presencia de 3 mg/g 2,4-D en una mezcla de 5 mg/g AIB + 5 mg/g AIA. Este tipo de respuesta es perjudicial para el ulterior desarrollo del nuevo castaño.

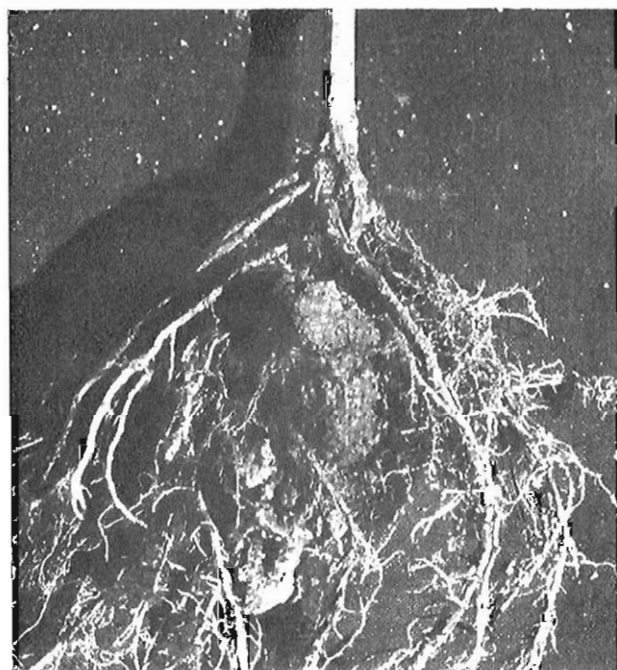


FIG. 25.

Raíces formadas con 5 mg/g AIB + 5 mg/g ANA + 2 mg/g 2,4-D. La presencia de este último compuesto dió lugar a la formación de monstruosidad que aparece en medio

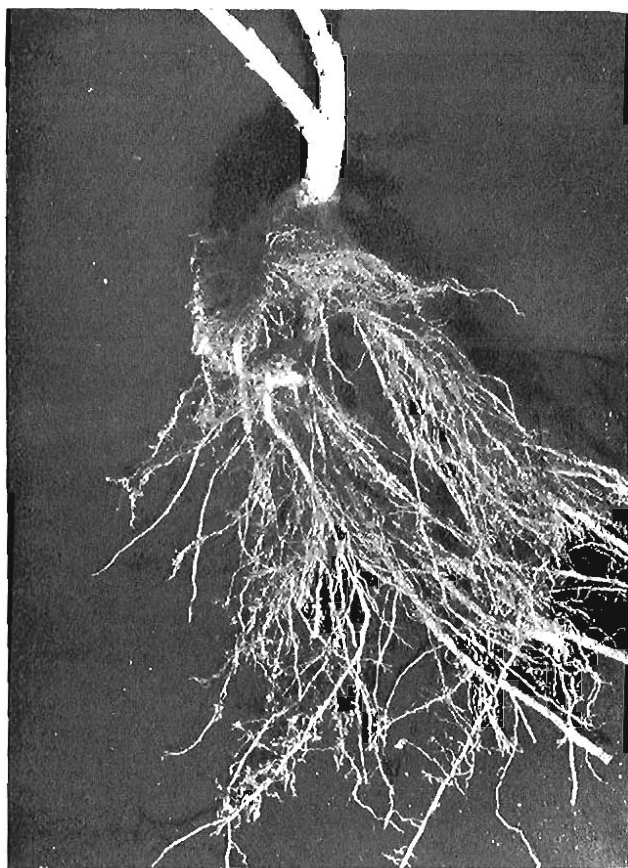


FIG. 26.

Magnífico sistema radical formado a los ochenta días de aplicar 12 mg/g AIB en acodo bajo.