

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO*

ESCUELA DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO HORTICULTURA



Efecto del anillado y la aplicación de
ácido indolbutírico en el enraizamiento de brotes
etiolados de palto (*Persea americana* Mill.) cv.
Mexicola"

Luz María Gandulfo Soto

QUILLOTA - CHILE

1983

ÍNDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
 - 2.1. Efecto de la etiolación sobre la iniciación y crecimiento de raíces adventicias
 - 2.2. Reguladores de crecimiento exógenos y factores endógenos de enraizamiento
 - 2.3. Efecto del anillado en iniciación y crecimiento de raíces adventicias
 - 2.4. Otros factores relacionados con el enraizamiento
 - 2.4.1. Influencia de la relación carbono/nitrógeno
 - 2.4.2. Época
 - 2.4.3. Edad de la planta
 - 2.4.4. Cultivar
3. MATERIALES Y MÉTODO
4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - Experimento 1. Efecto del anillado y de la aplicación de ácido indolbutírico, en Febrero-Marzo sobre el enraizamiento de brotes etiolados de palto cv. Mexícola
 - 4.1. Influencia sobre el porcentaje de enraizamiento
 - 4.2. Efecto sobre la calidad de enraizamiento

Experimento 2. Efecto del anillado y de la aplicación de ácido indolbutírico, en Abril-Mayo, sobre el enraizamiento de brotes etiolados de palto cv. Mexícola

4.3. Influencia sobre el porcentaje de enraizamiento

4.4. Efecto sobre la calidad de enraizamiento

5. CONCLUSIONES

6. RESUMEN

7. LITERATURA CITADA

1. INTRODUCCIÓN.

El sistema tradicional de propagación de portainjertos de palto (Persea americana Mill.) en Chile, implica el uso de plántulas heterogéneas, donde cada una es genéticamente diferente, aún cuando sus semillas se hayan seleccionado por tamaño y peso desde un árbol con características relevantes.

Estas diferencias genéticas de los portainjertos pueden originar la variabilidad observada en el crecimiento y fructificación de muchos huertos, además que conllevan diferentes grados de susceptibilidad de los

- portainjertos a bioantagonistas presentes en nuestro país,

que reducen fuertemente la producción de los huertos tales como: pudrición de raicillas, causada por el hongo Phytophthora cinnamoni, toxicidad por altas concentraciones de sales y daños por helada.

La mejor alternativa para las nuevas plantaciones, a fin de solucionar estos problemas de producción, es a través de la propagación de portainjertos previamente seleccionados por su tolerancia o resistencia a estos problemas.

En la búsqueda del mejor método de obtención de portainjertos clonales de palto, un amplio rango de tratamientos que han ayudado en el enraizamiento de numerosas especies frutales, han fallado en inducir el enraizamiento de cultivares de palto que normalmente no lo hacen o, en mejorar el enraizamiento en aquellos que lo hacen pobremente (Krezdorn y Karte, 1976); sin embargo, diversos investigadores (Young, 1961; Kadman y Ben Yaacov, 1965; Frolich 1951, 1961, 1971; Brokaw, 1975) han llegado a establecer que la etiolación es uno de los métodos más promisorios en el enraizamiento de estacas de palto y en sus estudios han correlacionado la mayor capacidad de enraizamiento con altos contenidos endógenos de auxinas y almidón de la región etiolada.

El Vivero Brokaw, California, fue uno de los primeros en producir portainjertos clonales comercialmente, usando el método seleccionado por Frolich (1971-72), que consiste en etiolar el brote de un injerto (futuro patrón clonal), sobre una planta nodriza, para después cortarlo y llevarlo a cama caliente y neblina artificial para su enraizamiento. Más tarde, en este vivero, se modificó este método llegando a establecer una técnica única y patentada para la producción de portainjertos clonales. Esta consiste en enraizar el brote etiolado del fu

turo portainjerto clonal antes de separarlo de la planta nodriza, colocando el medio de enraizamiento alrededor de él e injertándolo posteriormente con una púa frutal (Brokaw, 1975). A pesar de ser un proceso arduo y de una eficiencia limitada (en 8 meses se ha obtenido un 40% de éxito, en promedio), sigue siendo el método más manejable y que da los mejores resultados (Prokaw, 1978).

Por otra parte, es conocido que existen otros factores externos que ayudan al enraizamiento, como la aplicación de algunos reguladores de crecimiento, tratamientos mecánicos a la estaca, además del tipo y temperatura del sustrato, la época y la intensidad de luz en el enraizamiento (Kadman y Ben Yaacov, 1965).

Gustafson y Kadman (1970), estudiaron el efecto de algunos reguladores de crecimiento en el enraizamiento de estacas de palto y obtuvieron una mayor y mejor distribución de raíces en ellas.

Del mismo modo, se ha logrado un efecto sinérgico, al aplicar ácido Indolbutírico a la base etiolada de estacas de palto, puesto que, los porcentajes de enraizamiento logrados fueron marcadamente mayores (Ernest y Holtzhausen, 1978).

Frolich (1971), también logró el enraizamiento de brotes etiolados de palto, al remover un anillo de corteza cerca de la base de éste y cubriéndolo con medio de enraizamiento.

Igualmente, en trabajos realizados en manzanos, se comprobó que el anillado mejoró la formación de raíces en estacas etioladas, lográndose un 98% de enraizamiento en las estacas de ambos tratamientos (Delargy y Wright, 1978).

Kadman y Ben Yaacov (1965), al estudiar diversos factores que influyen el enraizamiento de estacas de palto, señalan que con la combinación de tratamientos se logran los mejores resultados.

Siendo la vía más común de obtención de portainjertos de palto en el país la utilización de semillas de hijos del cultivar Mexícola, por su uniformidad, vigor y más fácil disponibilidad y partiendo de la base que la combinación del anillado y/o aplicación de ácido indolbutírico con el método Brokaw podría mejorar los resultados de éste, se desarrolló esta investigación con el objeto de:

1.- Determinar el efecto del anillado y/o la aplicación del ácido indolbutírico en la capacidad de formar raíces adventicias de brotes etiolados de palto cv. Mexícola.

2.- Determinar el efecto de ambos tratamientos en la calidad de enraizamiento.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Efecto de la etiolación sobre la iniciación y crecimiento de raíces adventicias;

Es bien conocido que la etiolación tiene un efecto muy beneficioso sobre el proceso de producción de raíces.

Ya en 1864, Sachs, notó que las raíces adventicias se formaban en gran abundancia en la obscuridad, sobre tallos de una gran variedad de especies de plantas, y que esta reacción no ocurría con el material expuesto a la luz.

El efecto inhibitorio de la luz ha sido demostrado por muchos autores. Vochting (1878), reportó que la luz retardaba el enraizamiento de *Salix*, cuestión que fue ratificada por Shapiro (1958); mientras que Smith (1924), encontró que la etiolación mejoraba el enraizamiento del género *Clematis*, mediante el sistema de envolver con cinta negra el tallo. Garner (1937), usando un sistema similar, enraizó exitosamente estacas de manzanos del cultivar *Mc Intosh*.

En palto, la etiolación ha probado ser exitosa en el enraizamiento de sus estacas; es así como Prolich (1951 y 1961) y Frolich y Platt (1972), establecen que es posible enraizar, en su fase adulta de crecimiento, cultivares que difícilmente lo hacen por otros métodos; lo que está corroborado también por Young (1961), Brokaw (1975), Ernest y Holtzhausen (1978) y Cornejo (1979).

La etiolación se ha encontrado útil también en muchas especies frutales como manzano (Garner , 1937; Prohorova, 1971; Revyakina, 1971; Polikardova, 1971; Doud y Carlson, 1977; Delargy, 1978; Howard e_t aJL 1978 , 1979, 1980), olivo (Fiorno, 1967; Polikardova, 1971), fei-
•joa (Gorgoshide, 1971), ciruelo (Mittemperger, 1963; Cam-
bra, 1970), guindo (Polikardova, 1971), mango (Mukherjee, 1967), jackfruit (Mukherjee, 1979) y cashew (Nagabhusha-
nam, 1980).

Por otra parte, Kawase (1965), al estudiar el lugar de fotosensibilidad en estacas de Phaseolus aureus, señala que la mejor estimulación de raíces se logra cuando se etiola la estaca completa, que también la etiolación es efectiva cuando se realiza en la base de la estaca y que es evidente que la etiolación de hojas no

promueve el enraizamiento. Esto corrobora lo indicado por Garner (1937), en el sentido que la etiolación debe realizarse en las primeras etapas de diferenciación de los tejidos del ápice.

Del mismo modo, el rol que juega la ausencia de la luz en la diferenciación del primordio de raíz en los tejidos del tallo, ha sido estudiada por muchos investigadores. Al respecto, Garner (1937), postula que posiblemente la acumulación de sustancias promotoras en la región etiolada, se debe a una anomalía anatómica.

Hansen y Eriksen (1974), Hansen (1976), y Vierskov (1978), postulan que el efecto de la etiolación sobre el enraizamiento, se explica mejor por la variación de los contenidos de carbohidratos de la región etiolada, lo que es corroborado por Doud (1977), quién mediante el uso de microscopio, observó que las raíces emergen de puntos cercanos a concentraciones de almidón, encontrando una correlación positiva entre el contenido de almidón y el enraizamiento en estacas etioladas.

También Doud (1977), concluye que, sin duda, los cambios bioquímicos van unidos a la etiolación

y que ellos podrían ser hormonales: producción de cofactores del enraizamiento o no producción de inhibidores del enraizamiento.

Kawase (1965)_f por su parte, postula que la luz afecta el enraizamiento a través de la modificación del metabolismo auxínico, ya que confirmó que el hipocotilo etiolado tiene un nivel más alto de auxina comparado con el que crece a la luz, y que las estacas etioladas retienen un nivel más alto de ácido indolacético en el sitio etiolado durante el período de iniciación radicular, lo que da mejores resultados en el enraizamiento.

Dentro de este rubro, Christiansen et al (1980), concluyen que de los factores que afectan el enraizamiento, el sistema hormonal es el más importante, y postula que, el aumento de auxinas en estacas de plantas madres creciendo en la obscuridad es más efectivo, debido a un aumento del nivel de cofactores, lo que estaría ratificando lo establecido por Hermann y Hess (1963), quienes trabajando con estacas de poroto Red Kidney e Hibiscus etiolados, obtuvieron un mejor enraizamiento que las sin etiolar y que las partes etioladas tenían mayor cantidad de auxinas y cofactores que el control.

Por último, Christiansen et al (1980), sugieren al siguiente secuencia: estacas de plantas madres que crecen a bajas irradiaciones, tienen una cantidad más grande de cofactores, de este modo, la auxina agregada es más efectiva en estas estacas.

2.2. Reguladores de crecimiento exógenos y factores endógenos de enraizamiento:

Existen varios grupos de sustancias de crecimiento naturales que están involucradas en la iniciación radicular, como son las auxinas, citokininas y giberelinas (Hartmann y Kester, 1968).

El efecto estimulador de las auxinas sobre la formación raíces adventicias se conoce hace mucho tiempo (Thimann y Went, 1935).

Skoog et al (1948), trabajando en tabaco encontraron que cuando el contenido de auxina es alto, la formación de raíces adventicias se ve estimulada, pero se inhibe la formación de yemas; en cambio, cuando adenina o kinetina se encuentran en concentraciones relativamente más altas, se forman yemas, pero no raíces y, cuando están en una proporción equivalente , se tiene pr

liferación de callo, sin formación de órgano.

También, en estacas de Acar rubrums, Bachelard y Stowe (1963), encontraron que la aplicación de auxina sintética estimulaba el enraizamiento, mientras que giberelinas o adeninas aplicadas a la base de la estaca, lo inhibían. Domanski (1967), confirma estos resultados, y postula que durante el desarrollo de la planta, el contenido total de auxinas, giberelinas y citoquininas varían en la planta.

Gorter (1962), estableció que dentro del proceso de formación de raíces - el que incluye cuatro pasos: diferenciación, ordenación de células en un meristema organizado, determinación del primordio y crecimiento - la auxina participaría en la diferenciación, y que las raíces no se producen donde exista auxina ligada, sino que el principio activo es la auxina libre.

Bastin (1966), encontró que durante el enraizamiento, el ácido indolacético puede aumentar la biosíntesis de compuestos fenólicos, los cuales son inhibidores competitivos de la enzima indolacético oxidasa.

Hartmann (1974), sugiere un patrón de

interrelaciones en el que estarían involucradas varias sustancias de crecimiento, para el proceso de iniciación radicular. En él cofactores y auxinas, en presencia de enzima polifenol-oxidasa, forman un complejo cofactor-auxina, el que con intervención del ácido ribonucleico, estimulan la iniciación radicular.

Fletcher (1964), encontró una marcada influencia de la luz en el metabolismo auxínico y especula que la luz roja estimula la oxidación de este ácido, lo que corrobora lo establecido por Galston (1948, 1949, 1951, 1953) en sus trabajos sobre fisiología de la acción de la luz.

Por otra parte, es conocido que aplicaciones de auxina exógena a tejidos etiolados tienen un efecto sinérgico, ya Galston y Baker (1953), establecían que tallos de chícharo producidos en la luz, tenían menos capacidad de absorción de ácido indolacético desde una solución, que los producidos en la obscuridad, y, que en las estacas que crecían en la luz el ácido indolacético era menos eficiente en iniciar raíces que en la obscuridad (Galston, 1949).

En palto, se ha estudiado el efecto de

sustancias hormonales en la capacidad de enraizamiento de estacas, con una gran variabilidad de respuesta, atribuible a sus condiciones fisiológicas, como la relación de promotores, inhibidores o reservas de material alimenticio en la estaca (Gustafson y Kadman, 1970).

Sin embargo, Ernest y Holtzhausen (1978), mejoraron el enraizamiento al aplicar ácido indolbutírico a la base de estacas etioladas del cultivar Fuerte, basándose en los trabajos de Hermann y Hess (1963).

Resultados similares se han obtenido al aplicar auxinas a brotes etiolados producidos por forzamiento y anillados, en especies de difícil enraizamiento como cashew (Nagabhushanam, 1980), jackfruit (Mukherjee, 1979), mango (Murkherjee, 1967) y guava (Bhandary, 1968).

Tustin (1974), sugiere que la aplicación de auxina sintética, como ácido indolbutírico, no actúa como la auxina misma, sino como protector del ácido indolacético endógeno, evitando su destrucción y dirigiéndolo a formar compuestos que pueden ser usados en la inducción de raíces.

2.3. Efecto del anillado en iniciación y crecimiento de raíces adventicias:

La inherente capacidad de una estaca a formar raíces puede, en muchas instancias, ser alterada por tratamientos químicos, lesionado a anillado.

El anillado no solamente aumenta el enraizamiento de estacas de numerosas especies frutales Co-locadas en un medio de enraizamiento, como se ha reportado en manzanos (Garner, 1944; Kato e Ito, 1962), perales (Higdson y Westwood, 1963), lima dulce (Jauhari, 1958, 1959) y mango (Ihakurta, 1941), sino que es empleado en la estimulación de la iniciación radicular "in situ" en varios tipos de acodados (Higdson y Westwood, 1963), y constituye el primer paso del acodo aéreo, usado en la propagación comercial de algunos árboles tropicales y subtropicales en Florida (Hartmann y Kester, 1968).

Debido a que el enraizamiento es consistentemente aumentado por el anillado, se puede asumir que este tratamiento promueve la acumulación de algún factor o lo induce a formarse, según se deduce de lo planteado por diversos investigadores que han trabajado en este aspecto.

Stolz y Hess (1965), al estudiar el efecto del anillado sobre la iniciación radicular en Hibiscus concluyeron que el anillado mejora con claridad la habilidad de la estaca para formar raíces y que los carbohidratos representan el mayor componente que aumenta en los tejidos sobre el anillo; estiman que la mayor capacidad de enraizamiento puede deberse a una acumulación de sustancias promotoras de enraizamiento o sus precursores y, a una proliferación de células parenquimatosas sobre el anillo, capaces de formar iniciales de raíz o de aumentar el número de raíces por estaca.

Por otra parte, Higdon, y Westwood (1963), establecieron que la influencia promotora del enraizamiento del anillado sobre brotes de peral, no sólo se debía a inducción a formación de auxina, ya que al, probar auxina sola, el enraizamiento fue menor que con el anillado.

Posteriormente, Stolz y Hess (1966), demostraron que el anillado ocasiona un aumento de nivel de auxina natural por sobre el corte del anillo y una disminución por debajo de éste y en un clon de Hibisco de fácil enraizamiento ocasionó un incremento sustancial de cofactores de enraizamiento.

Se ha demostrado también, que al combinar el anillado con otros tratamientos promotores del enraizamiento se logran mejores resultados. Es así como, Delargy y Wright (1978), estudiaron en manzanos el efecto del anillado en la base de un brote en crecimiento. Sobre la formación de raíces en estacas de cultivares de difícil enraizamiento y concluyó que la etiolación junto con el anillado indujo la formación de raíces en el 98% de las estacas.

Del mismo modo, se ha logrado mejorar la capacidad de enraizamiento en jackfruit (Mukherjee, 1979); mango (Mukherjee, 1968); guava (Bhandary, 1968) y cashew (Kagabhushanam y Menon, 1981), al anillar brotes •juveniles etiolados, producidos por forzamiento y acodo.

En palto, Young (1961), probó anillado y aplicación de ácido indolbutírico sobre pequeños brotes de cultivares maduros, y obtuvo tejido calloso a partir de la tercera semana y raíces desde los cinco a once meses; además estableció que las raíces emergen sobre el anillo, aunque este se encuentre sobre el medio de enraizamiento; es decir, la formación de callo y raíces son dos fenómenos separados.

Así mismo, Frolich (1951, 1961, 1971), logró el enraizamiento de cultivares de palto que no lo hacían mediante estacas y cama caliente, haciendo un anillo cerca de la base de ellos.

Finalmente, si bien Brokaw (1975), al dar a conocer su método de obtención de portainjertos no incluye el anillado, su colaboradora Gómez (1978), indica como un paso el uso de un cellar de caucho justo por sobre la unión del injerto al que llama "anillo del destete" y que tiene por objeto separar el portainjerto propagado clonalmente de la planta nodriza temporal.

2.4. Otros factores relacionados con el enraizamiento;

2.4.1. Influencia de la relación carbono-nitrógeno.

Hay evidencias considerables que la nutrición de la planta madre, ejerce una influencia sobre el desarrollo radicular de estacas tomadas de ellas (Press-ton, 1953; Samish, 1957). Desde que Krauss y Kraybill (1918), demostraron que una alta relación carbono-nitrógeno promovía el enraizamiento, se ha estudiado la relación entre el contenido de carbohidratos y el enraizamiento.

No está claro porqué un alto nivel de nitrógeno no origina buen enraizamiento, pero, es probable, que los tejidos con alto contenido de nitrógeno, tengan un desarrollo succulento con poco abastecimiento de carbohidratos, y que también, puedan ser pobres en otros componentes necesarios para el enraizamiento (Hartmann y Kester, 1968).

La desaparición del almidón desde endodermis, floema, xilema y médula, en las estacas, está relacionada con el desarrollo del primordio radicular (Molnar y Lecroix, 1972); la baja de almidón está regulada por enzimas hidrolíticas y cuando la actividad de estas enzimas es baja, el contenido de almidón es alto y su capacidad rizogénica es baja (Nanda y Amanda, 1970).

Según Vietez y Vietez (1980), el tratamiento con hormona exógena puede aumentar la actividad enzimática, lo que explicaría la alta frecuencia con que las estacas tratadas enraizan. Estos autores encontraron una acelerada disminución del almidón en las estacas tratadas en relación con las no tratadas, previo a un engrosamiento en la zona basal, lo que podría indicar un mayor consumo de energía, usada en una mayor proliferación celular.

Sin embargo, opinan que lo anterior no significa que el almidón juegue un rol en la rizogénesis sino que, más bien, contribuye a los requerimientos energéticos del proceso. También, Rathbone y Logan (1976) , al estudiar el rol de la hidrólisis del almidón en la iniciación de órgano en cultivo de callo, concluyeron que la hidrólisis no es necesaria para la formación de meristemas, sino más bien, para un estado tardío de la organogénesis.

2.4.2. Época.

La época del año en que se hagan las estacas puede, en algunos casos, ejercer una marcada influencia en el enraizamiento.

Las especies siempreverdes, tanto de hoja ancha como angosta tienen durante un año, uno o más períodos de crecimiento y se pueden obtener estacas de diferentes épocas relacionadas con la temporada de desarrollo, las que enraizan con mayor facilidad cuando se toman una vez que han completado el ciclo de crecimiento y la madera está parcialmente dura (Hartmann y Kester, 1968).

Kadman y Gustafson (1971), al trabajar con estacas de palto semiduras de seis meses que crecían desde el comienzo de la primavera, tomadas en verano, y con estacas semiduras de la estación de crecimiento en verano, tomadas en invierno, tratadas con sal potásica del ácido indolbutírico, lograron un enraizamiento muy superior en las estacas tomadas en invierno, lo que corrobora los resultados obtenidos por Kadman (1965) anteriormente.

En la propagación por acodo aéreo, durante la primavera y el verano, la existencia de temperaturas muy elevadas en las capas superiores del suelo, puede reducir el contenido de humedad y ocasionar compactación, inhibiendo la formación de raíces, ya que la formación de raíces en los acodos depende de que la zona de enraizamiento tenga humedad continua, buena aireación y temperaturas moderadas, principalmente en las etapas iniciales (Hartmann y Kester, 1968).

Gardiazabal (1981. Comunicación personal), al visitar el Vivero Brokaw, California, observó que el brote etiolado del futuro portainjerto clonal era enraizado durante otoño-invierno.

Reins y Bamping (1962), en su estudio de carbohidratos y variación del enraizamiento, establecen que los carbohidratos solubles bajan durante el verano y aumentan durante el otoño e invierno, lo que es corroborado por Robinson y Schawbe (1977).

Villalobos (1971), trabajando en el género *Vitis*, postuló que habría una migración de sustancias promotoras de enraizamiento tarde en la temporada de crecimiento, pero anterior a la abscisión de hojas, permitiendo a la variedad de fácil enraizamiento, llegar al período de receso con los cofactores difundidos desde las hojas maduras.

Por último, Kadman (1971), también agrega que una posibilidad que explica los resultados estaría en la existencia de promotores o. inhibidores endógenos del enraizamiento y que debería determinarse mediante bioensayo con material de diferentes estaciones.

2.4.3. Edad de la planta.

En las plantas que se propagan fácilmente por estacas, la edad de la planta madre presenta poca diferencia, pero en plantas difíciles de enraizar

puede ser un factor de mucha importancia (Hartmann y Kester, 1968).

En experiencias de enraizamiento de diferentes especies, se ha encontrado que mientras más joven es la planta madre de la que se toman las estacas, mayor es la capacidad de enraizamiento de ellas y esto se ha relacionado con el factor de juvenilidad (Gillespie, 1956; Halma y Prolich, 1952; Hess, 1963).

En palto, se ha encontrado que estacas de la raza Antillana (la más difícil de enraizar), tomadas desde plántulas, enraizaban rápidamente (Kadman, 1962), lo que corrobora lo reportado anteriormente por otros investigadores quienes afirmaban que en palto la capacidad de enraizamiento disminuía al aumentar la edad de la planta madre (Eggers, 1936; Gillespie, 1956, 1957).

Kadman (1976) tomó estacas de plántulas del cultivar Mexícola de 6 , 8 ,10 y 12 meses de edad, obteniendo un cien por ciento de enraizamiento con las más jóvenes (6 meses), disminuyendo gradualmente con la edad, hasta llegar a treinta por ciento en las estacas de plántulas de un año. También Krezdorn (1976), corroboró la alta capacidad de enraizamiento de estacas de

plántulas ya que obtuvo enraizamiento total en todas las variedades probadas.

Hartmann y Kester (1968), establecen que en especies difíciles de enraizar, puede ser útil inducir plantas adultas al estado juvenil.

Leal (1964), mostró que estacas obtenidas de crecimientos adventicios del tronco de un árbol maduro del cultivar Mexícola enraizaban rápidamente.

Krezdorn (1976), agrega que en palto se han hecho pocos esfuerzos con vista de utilizar los procedimientos usados en manzanos; sin embargo, Raviv y •Reuveni (1979) reportan que en Israel, se ha logrado un enraizamiento mucho mayor en la variedad Puchs-20, con estacas tomadas de plantas podadas tipo muy corto o en tipo seto, probablemente por su juvenilidad.

Gillespie (1957), relacionó la mayor capacidad de enraizamiento de las estacas juveniles con la mayor capacidad de retención de hojas y logró un mayor enraizamiento de las estacas adultas cuando se injertaron con material juvenil.

Hess (1962), demostró mediante bioensa-yo que extractos fraccionados de la fase juvenil de He-dera helix, contenían varias sustancias promotoras, las cuales tenían una baja actividad en la forma adulta y postuló que la presencia de ellos originaba la alta capacidad de enraizamiento, lo que fue corroborado más tarde por Hackett (1970).

2.4.4. Cultivar.

Existen marcadas diferencias entre especies y clones en la capacidad de enraizamiento de sus estacas. Es difícil de predecir si las estacas tomadas de un clon enraizarán o no con facilidad; aunque las características botánicas dan una indicación general, es necesario hacer pruebas con cada clon (tiartmann y Kester, 1968).

En palto, la mayoría de los cultivares son difíciles de enraizar, tanto de estacas de tallo como de raíz (Cameron, 1965; Frolich, 1965), pero ellos difieren en su capacidad rizogénica según la raza a que pertenezcan.

Reuveni y Raviv (1978), determinaron

que, en general, los clones mejicanos fueron relativamente fáciles de enraizar, los clones guatemaltecos intermedios y los antillanos muy difíciles; lo que coincide con los resultados de Gómez y Soule (1973), quienes, además, determinaron una correlación negativa entre el espesor de los haces de fibras y esclereidas, con la capacidad de enraizamiento de las razas. También Hass (1953) y Young (1961), habían reportado un buen enraizamiento para los cultivares mejicanos.

Sin embargo, la habilidad de enraizamiento de los diferentes clones dentro de una raza difiere enormemente; es así como Krezdorn (1976), usando estacas del cultivar Mexícola, con Kiba y cama caliente, no logró enraizamiento hasta los 112 días, lo que coincide con lo afirmado por Frolich (1965); en cambio Kadman y Gustafson (1971), al comparar la variedad GA 13 (tipo mejicano) con la variedad Fuchs-20 (tipo antillano), obtuvieron resultados mejores y más rápidos con la GA 13.

3. MATERIAL Y MÉTODO

El ensayo se realizó en el Vivero de la Estación Experimental "La Palma" de la Escuela de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, entre Septiembre de 1980 y Noviembre de 1981.

Se sembraron 300 semillas de palto del cv. Margarita (raza mejicana), previamente desinfectadas y tratadas según el método propuesto por Labra (1972), en bolsas de polietileno transparente de 50 cm de largo y 12 cm de diámetro utilizando como sustrato una mezcla de turba y arena (1 : 1 V/V), aprovechando en esta etapa sólo la mitad de la altura.

Cuando las plántulas alcanzaron un diámetro aproximado de 0,5 cm (principios de Diciembre), se utilizaron como plantas nodrizas, injertándolas de hendi-dura, con púas del cultivar Mexícola.

A medida que brotó el injerto y alcanzó un largo aproximado de 3 cm , las plantas se llevaron a una cámara oscura construida con una armazón de madera y cubierta con polietileno negro, para promover la etio-

lación del brote.

Cuando los brotes etiolados alcanzaron un largo de 15 cm - 1 cm y un diámetro no inferior a 0,5 cm se sometieron a los diferentes tratamientos, la bolsa se desdobló para formar la maceta de 50 cm de altura y se llenó con el mismo sustrato dejando sólo las hojuelas apicales descubiertas (Brokaw, 1975).

Debido a las diferencias en la velocidad de crecimiento de los brotes, no pudo someterse todas las plantas a tratamiento en el mismo momento por lo que se decidió agruparlas en dos épocas: aquellas que se trataron en Febrero y Marzo y las que se trataron en Abril y Mayo; en todo caso, cada vez que se aplicaron los tratamientos fue en numero suficiente como para que estuvieran representados todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

Los brotes etiolados se separaron en dos grupos: el primer grupo se les hizo un anillo basal de 0,5 cm de ancho eliminándose la corteza; el otro grupo se mantuvo sin anillar. A la mitad de las plantas etioladas tanto anilladas como sin anillar, se les aplicó 3000 ppm de A.I.B. solución hidroalcoholica; al resto

se les aplicó solución hidroalcohólica.

Entre los meses de Mayo a Octubre, todas las plantas se mantuvieron bajo condiciones de invernadero con cubiertas de polietileno.

A los 60 , 90 , 120 , 150 , 180 días después de los tratamientos se midió el porcentaje de enraizamiento y a los 180 días se caracterizó la calidad de este enraizamiento a través del número y largo de raíces.

El diseño estadístico correspondió a un completamente al azar, con un ordenamiento factorial 2×2 , con 4 repeticiones de 5 plantas cada una.

Los resultados de las mediciones se sometieron al análisis de varianza y los promedios fueron analizados , mediante el Test de Rangos Múltiples de Duncan, cuando no hubo interacción significativa; y por comparación No independiente mediante la prueba de F cuando la interacción fue significativa.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

Experimento 1. Efecto del anillado y de la aplicación de ácido indolbutírico, en Febrero-Marzo sobre el enraizamiento de brotes etiolados de palto cv. Mexícola.

4.1. Influencia sobre el porcentaje de enraizamiento:

En el Cuadro 1 se presentan los porcentajes de enraizamiento logrados por los distintos tratamientos durante las cinco fechas de muestreo.

El análisis estadístico demostró que no existe interacción entre los factores considerados, pero si hubo efecto independiente tanto del anillado como de la aplicación de AIB, dependiendo de la fecha de muestreo.

A los 60 días, ninguno de los tratamientos sobrepasó al testigo, pero en las mediciones siguientes, correspondientes a los 90 y 120 días, se observó un aumento del enraizamiento cuando se anilló, con o sin aplicación de AIB, o cuando se aplicó el regulador

Cuadro 1. Influencia del anillado y de la aplicación del ácido indolbutírico, en Febrero y Marzo, sobre el porcentaje de enraizamiento de los brotes etiolados de palto cv. Mexícola, en cinco fechas de muestreo.

TRATAMIENTOS		Días después de tratamiento					
ANILLADO	IBA (ppm)	60	90	120	150	180	
Sin anillado	0	0	0 a ^x	0 a	0 a	0 a	
	3000	5 ⁺	15 b	20 b	20 b	20 b	
anillado	0	10	15 b	25 b	35 c	35 c	
	3000	10	15 b	30 b	45 c	60 d	
N.S.							

x : Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes, según Test de Duncan al 5%.

+ : Promedios de 4 repeticiones, de 5 plantas cada una.

en los brotes sin anillar.

A los 150 días después de aplicados los tratamientos, se observó una respuesta diferente: los tratamientos con anillado, independiente si se aplicó o no AIB, aumentaron el porcentaje de enraizamiento; los sin anillar, en cambio, se mantuvieron si mismo nivel de los muéstreos anteriores, situación que permaneció sin modificación hasta el final, del ensayo.

Posteriormente, a los 180 días, se pudo apreciar un efecto diferencial del AIB sobre el enraizamiento en brotes anillados, ya que se obtuvo un aumento de poco menos de 60% sobre el tratamiento sin aplicación del bioregulador.

En todo caso, el efecto del AIB también queda demostrado, ya que se encontró diferencias significativas con el testigo, cuando fue aplicado a brotes sin anillar. Conviene destacar que el testigo fue el único tratamiento que no enraizó durante todo el ensayo.

El hecho que el tratamiento sólo con etiolación no logre enraizamiento, puede atribuirse a que el cultivar Mexícola es difícil de enraizar, así lo

confirman trabajos anteriores de Frolich (1965), y Krezdorn y Marte (1976), quién usando KIBA y cama caliente no lograron enraizamiento en este cultivar hasta la medición final a los 120 días. Esta característica de difícil enraizamiento puede deberse a factores genéticos de la variedad, explicados en términos de niveles de promotores endógenos, cofactores o presencia de inhibidores.

También el nulo enraizamiento del testigo, puede atribuirse a que el brote originado del injerto provino de material adulto, de árboles del cultivar Mexícola. Ya Kadman (1976), comprobó que la capacidad de enraizamiento de este cultivar disminuía gradualmente con la madurez, ya que estacas de plántulas de seis meses enraizaron sin problemas a los 120 días, mientras que estacas de plántulas de un año sólo lograron un 30% en el mismo tiempo.

Por otra parte, es evidente que con la combinación de tratamientos favorables, se logran mejores resultados en enraizamiento, lo que confirma lo reportado por Kadman y Ben Y-aacov (1965).

Los resultados obtenidos en los tratamientos con anillado, medidos a los 150 como a los 180

días estarían indicando que esta técnica mejora la inducción natural de raíces adventicias lo que concuerda con los resultados obtenidos en palto por Young (1961) y Frolich (1951, 1961, 1971), quienes enraizaron brotes etiolados de palto haciendo un anillo cerca de su base. Concuerdan, además con los resultados obtenidos en otras especies frutales como manzanos (Garner, 1944; Kato e Ito, 1962), perales (Hugdson-y Westwood, 1963) y lima dulce (Jauhavi, 1958).

Además Stolz y Hess (1965, 1966), al estudiar los efectos del anillado determinaron que de los componentes de los tejidos sobre el anillo, eran los carbohidratos los que más aumentaban y demostraron que la mayor habilidad de enraizamiento se debía a aumento de auxina natural y sustancias cofactoras sobre el corte del anillo.

Por otra parte, Doud (1977), correlacionó los contenidos de almidón con el enraizamiento y determinó que las raíces adventicias emergen de puntos cercanos a concentraciones de almidón.

En el presente ensayo, se observó que la emergencia de raíces ocurrió en la región etiolada so-

bre el anillo, lo que podría atribuirse al mayor contenido de sustrato fácilmente oxidable y a un alza en el contenido de auxina endógena. En todo caso, el hecho que la aplicación de AIB favorezca el enraizamiento, podría estar indicando que en este cultivar la auxina endógena no es suficiente para gatillar el proceso.

El efecto sinérgico de la etiolación con el AIB concuerda con los resultados de Ernest y Holtzhausen (1978) en el cultivar Fuerte, y podría explicarse por lo señalado por Galston y Baker (1953), quienes establecieron que tallos etiolados de chícharo tenían mayor capacidad de absorción de ácido indolacético desde una solución que los producidos a la luz. Christiansen et al •(1980), opinan que estacas de plantas madres que crecen en condiciones de baja luminosidad tienen mayor cantidad de cofactores, por lo que la auxina agregada es más efectiva.

Respecto a como actúa la auxina, Bastin (1966), señala que durante el enraizamiento el AIB puede aumentar la biosíntesis de compuestos fenólicos, lo que fue ratificado más tarde por Tustin (1974), quién sugiere que la aplicación de auxina sintética no actúa como auxina misma sino como protector del AIA endógeno y lo dirige

a la formación de ciertos compuestos que podrían ser usados en la formación de raíces.

La superioridad marcada del tratamiento anillado con AIB, que lo hace aparecer como el mejor resultado concuerda con lo reportado para otras especies frutales de difícil enraizamiento como cashew (Nagabushanam, 1980), jackfruit (Nukherjee, 1979), mango (Mukherjee, 1967), guava (Bhandary, 1968); en los que se ha logrado enraizamiento al aplicar auxinas a brotes etiolados y anillados.

El efecto sinérgico del anillado con AIB sobre los brotes etiolados, podría atribuirse por un lado, a que el tratamiento con auxina exógena aumentaría la actividad de las enzimas hidrolíticas que actúan sobre la mayor cantidad de carbohidratos acumulados sobre el anillo (Vietez y Vietez, 1980), por otra parte, podría atribuirse a que la aplicación de AIB actuaría como protector del ácido indolacético acumulado por efecto de la etiolación y del anillado (Tustin, 1974; Stolz y Hess, 1966), por último la mayor producción de raíces podría atribuirse a una mejor absorción del AIB a través del anillo, basado en los trabajos de Nahlavi (1977), en olivo.

4.2. Efecto sobre la calidad de enraizamiento:

Los resultados indican que el efecto del AIB sobre el número y largo de raíces dependió si se hizo o no anillado en el brote etiolado: cuando se anilló y no se aplicó AIB se obtuvo un promedio un poco superior a 4 raíces por brote; sin embargo cuando no se anilló no se obtuvo raíces (Figura 1).

Cuando, se agregó 3000 ppm de AIB, los brotes anillados incrementaron su respuesta en un 70% y en los sin anillar, que sin el regulador no presentaron raíces, respondieron en promedio, produciendo poco más de 3,5 raíces por brote; pero estos resultados, en todo caso, fueron inferiores al alcanzado por los brotes anillados.

Una interacción similar se encontró para el parámetro largo de raíces: el AIB produjo una elongación de las raíces y ésta fue superior en los brotes anillados que en los sin anillar (Figura 2).

Por lo tanto, se demostró que existe una clara influencia del anillado en la calidad de enraizamiento, ya que los brotes que recibieron este tratamiento produjeron más raíces y más largas que los sin anillar.

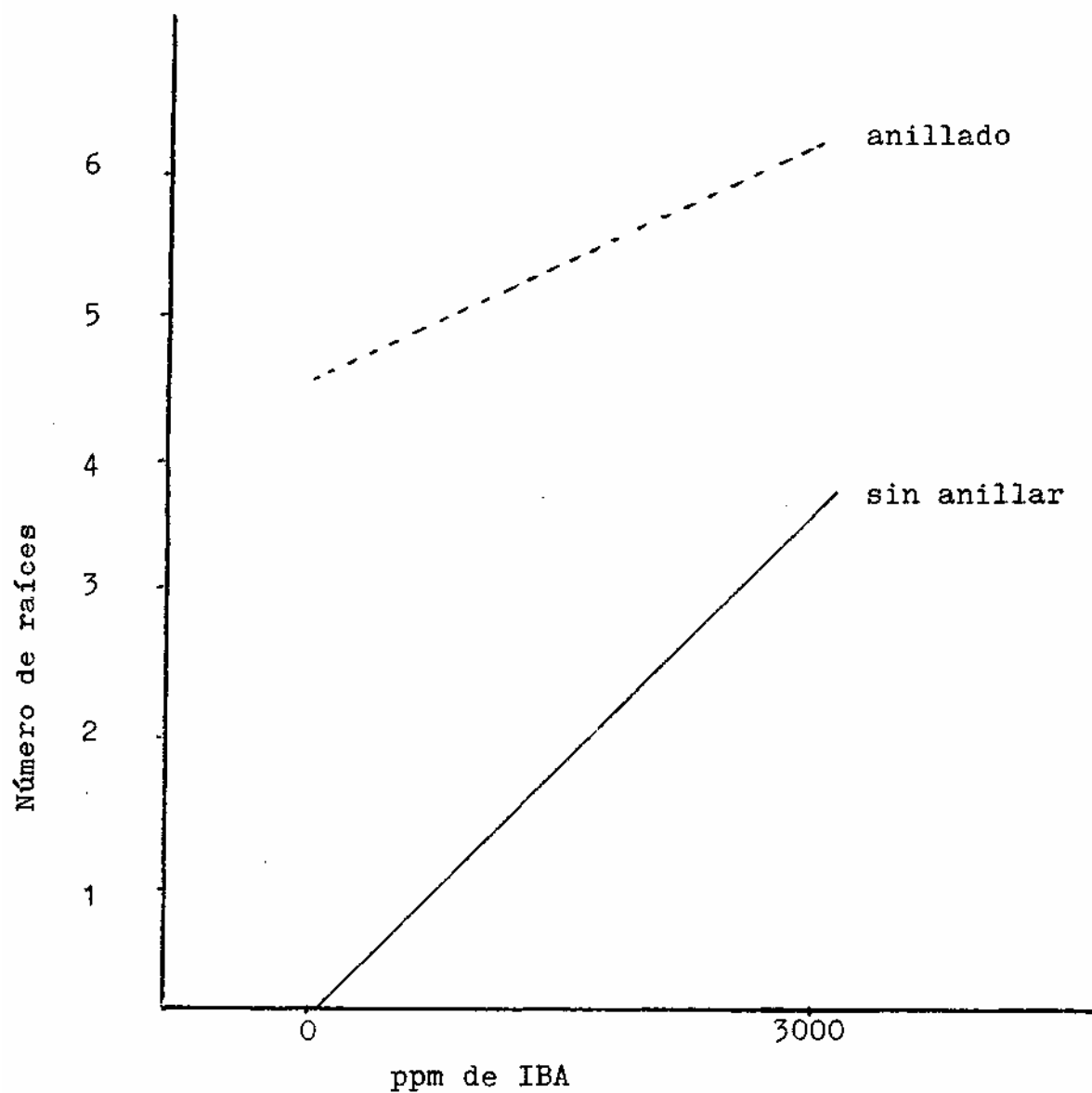


Figura 1. Efecto del AIB, en Febrero y Marzo, sobre el número de raíces promedio de brotes etiolados de palto cv.Mexícola con y sin anillado.

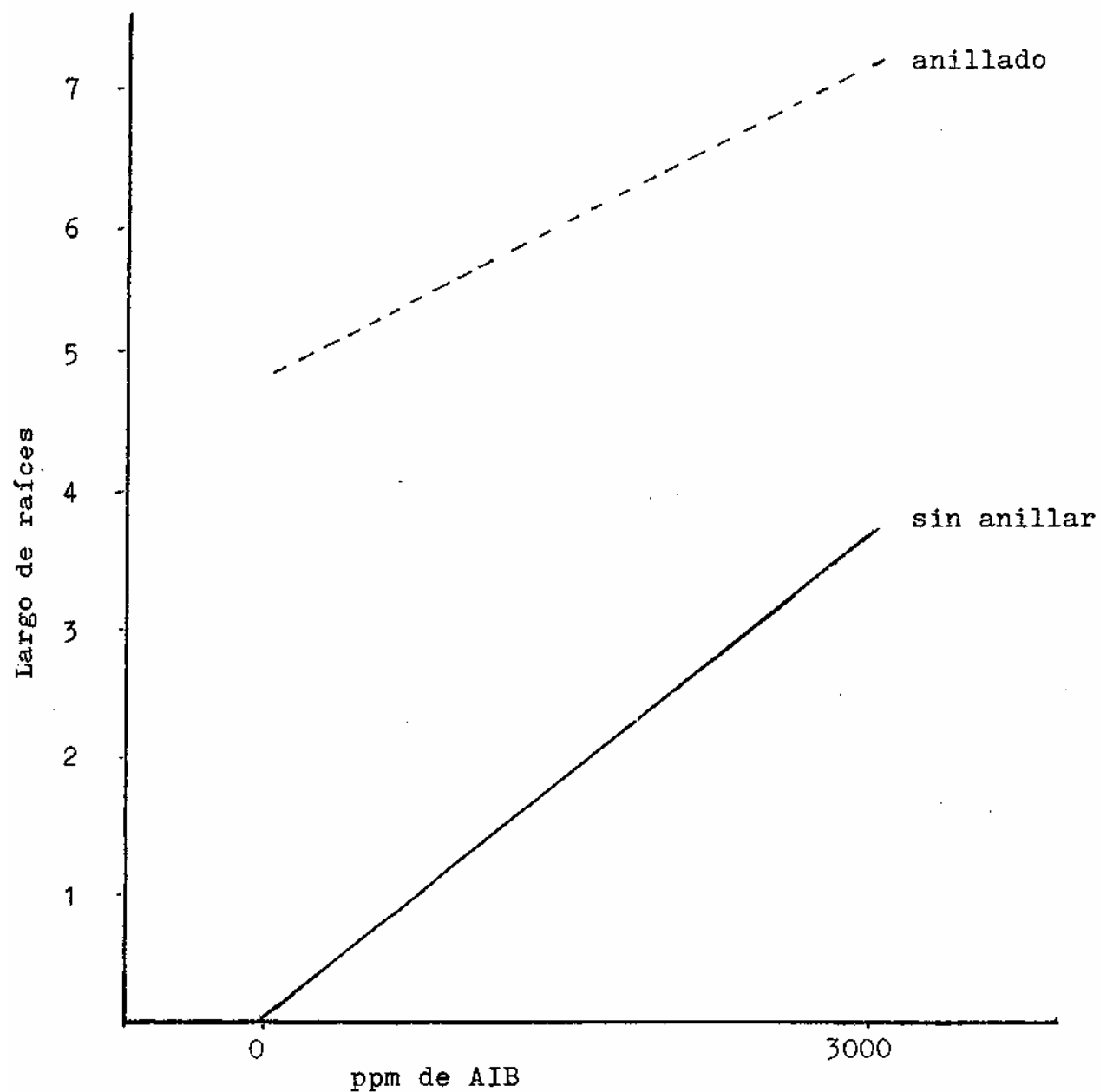


Figura 2. Efecto del AIB, en Febrero y Marzo, sobre el largo de raíces de brotes etiolados de palto cv. Mexícola, con y sin anillado.

y que el tratamiento con anillado con AIB superó ampliamente a los demás; estos resultados concuerdan con los obtenidos por Mukherjee (1979) en jackfruit, quien logró mayor número y largo de raíces con el tratamiento combinado de etiolación, anillado y ácido indolbutírico.

El efecto que tendría el anillado y el AIB en la calidad del enraizamiento, expresado en número y largo de raíces estaría relacionado con los factores discutidos anteriormente; es decir, con niveles de sustancias promotoras del enraizamiento (auxinas, cofactores, carbohidratos) o sus precursores y a una acumulación de células parenquimatosas sobre el anillo, capaces de formar iniciales de raíz o de aumentar el número de raíces (Stolz y Hess, 1965).

Experimento 2. Efecto del anillado y de la aplicación de ácido indolbutírico, en Abril-Mayo, sobre el enraizamiento de brotes etiolados de palto cv. Mexícola.

4.3. Influencia sobre el porcentaje de enraizamiento:

En el Cuadro 2 se presentan los porcentajes de enraizamiento logrados por. los diferentes tratamientos durante las cinco fechas de muestreo.

El análisis estadístico demostró que no existe interacción entre los factores estudiados, pero sí existen diferencias atribuibles a los tratamientos en forma independiente.

A los 60 días se observó que los brotes que recibieron algún tratamiento, iniciaron su enraizamiento, salvo el testigo, pero no se manifestaron diferencias entre ellos. Esta situación se mantuvo a los 90 días, con un progreso en el porcentaje de brotes que presentaron raíces.

A los 120 días después de aplicados los tratamientos, el testigo aún no había enraizado; pero se

Cuadro 2. Influencia del anillado y de la aplicación de ácido indolbutírico en Abril-Mayo, sobre el enraizamiento de brotes etiolados de palto cv. Mexícola, en diferentes fechas de muestreo, expresado en porcentaje.

TRATAMIENTOS		Días después de tratamiento				
ANILLADO	IBA (ppm)	60	90	120	150	180
Sin anillado	0	0 a ^x	0 a	0 a	10 a	20 a
	3000	15 b	20 b	25 b	25 b	25 a
anillado	0	15 b	30 b	40 c	40 b	40 a
	3000	25 ⁺ b	30 b	55 d	55 c	55 b

x : Promedios con letras iguales no son estadísticamente diferentes, según test de Duncan, al 5%.

+ : Promedio de 4 repeticiones, de 5 plantas cada una.

observó un incremento de enraizamiento sobre los muéstres anteriores para aquellos casos en que se aplicó AIB con o sin anillado o incluso anillado solo. A estas alturas del ensayo los tratamientos demostraron su máximo efecto, ya que en el resto de los muéstres no se observó enraizamiento adicional.

La respuesta de los tratamientos, en relación a la obtenida en Febrero-Marzo, concuerda con lo observado por Gardiazabal (1981. Comunicación personal), en el Vivero Brokaw, donde el brote etiolado del futuro portainjerto clonal es enraizado en Otoño-Invierno, y podría relacionarse con la existencia de promotores o ausencia de inhibidores endógenos del enraizamiento, como comenta Ka dirían (1971), al lograr enraizamiento más rápido y mayor al aplicar KIBA a estacas de palto tomadas en Invierno, en relación a estacas tomadas en Verano.

Recién a los 150 días, un 10% de los brotes no tratados, presentan raíces, porcentaje que llega a duplicarse en el control a los 180 días. Al final del ensayo, se pudo observar, que sólo la respuesta al tratamiento con anillado con 3000 ppm de AIB es diferente al resto de los tratamientos.

Estos resultados estarían indicando que anillar sin aplicar AIB o no anillar aplicando 3000 ppm de AIB produce el mismo efecto y que éste no es diferente al testigo.

El hecho de que la respuesta del testigo a los 180 días sea igual a los otros dos tratamientos, podría relacionarse por un lado, a la existencia de promotores o ausencia de inhibidores naturales y a una temperatura más favorable durante el tiempo de enraizamiento.

El efecto sinérgico del tratamiento anillado con AIB, indicaría que, la combinación de tratamientos es necesaria para lograr acumular niveles de promotores endógenos, auxinas o cofactores, capaces de asegurar un enraizamiento marcadamente superior.

4.4. Efecto sobre la calidad de enraizamiento:

El análisis de varianza de los resultados demostró una interacción significativa entre los factores.

En la Figura 3 y 4 se presentan el número y largo de raíces promedio logrados al término del pe-

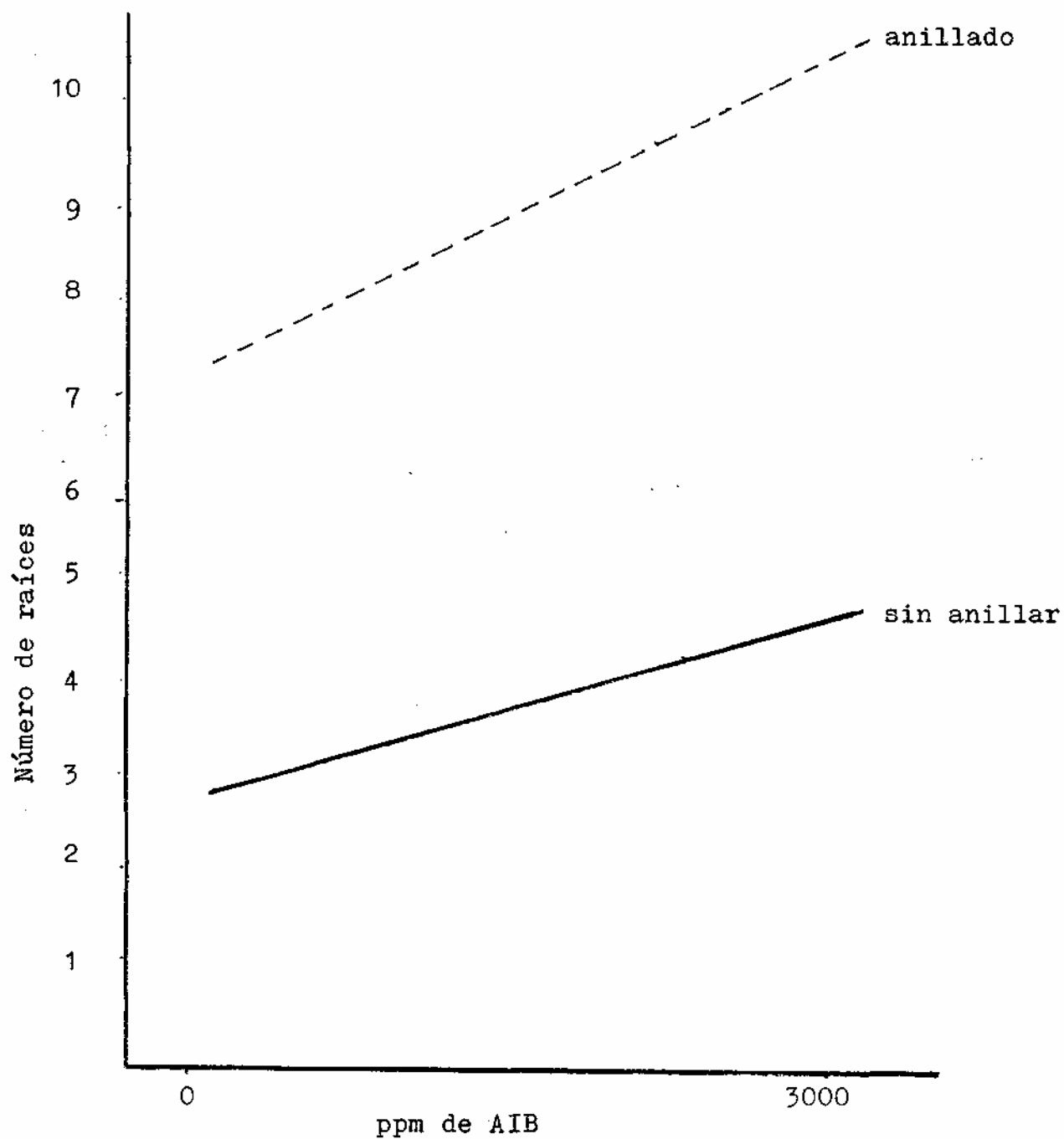


Figura 3. Efecto del AIB, en Abril y Mayo, sobre el número de raíces promedio de brotes etiolados de palto cv. Mexícola con y sin anillado.

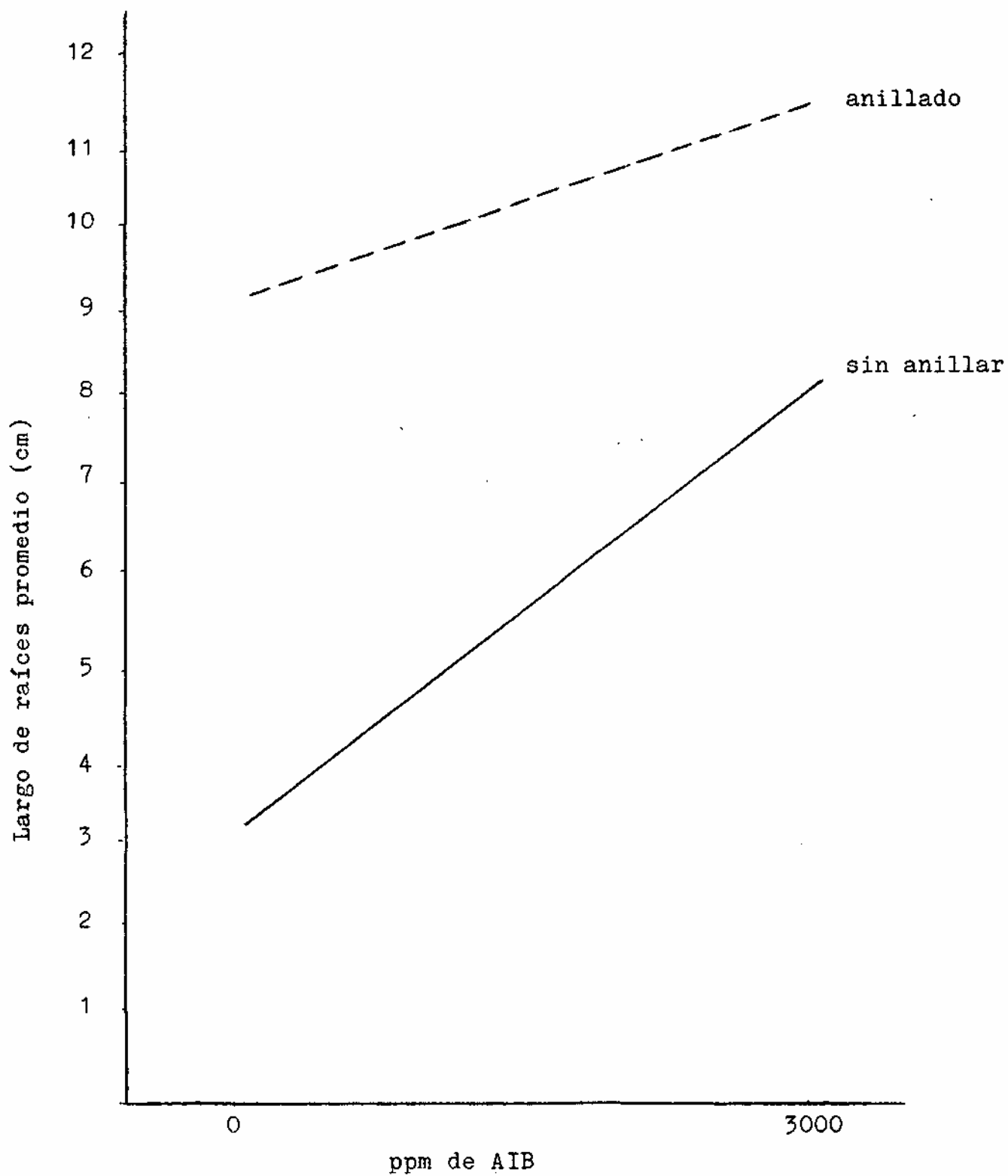


Figura 4. Efecto del AIB, en Abril y Mayo, sobre el largo de raíces promedio de brotes etiolados de palto cv. Mexícola, con y sin anillado.

ríodo de enraizamiento en los brotes etiolados con y sin anillado.

Se puede apreciar una clara influencia del anillado en la calidad de enraizamiento ya que los brotes sometidos a este tratamiento produjeron más raíces y más largas que los sin anillado.

A nivel 0 ppm de AIB, el anillado aumentó desde 2,9 a 7,3 el promedio de número de raíces y de 3,2 a 9,4 cm el promedio de largo de raíces.

Con nivel de 3000 ppm de AIB, los brotes anillados respondieron mejor que los sin anillado, logrando una superioridad marcada en número y largo de raíces promedio, ya que el anillado aumentó de 4,8 a 10,8 el promedio de número de raíces y de 8,5 a 11,7 el promedio de largo de raíces.

El mejor resultado se obtuvo para el tratamiento anillado con AIB, que fue ampliamente superior en calidad a los demás.

Estos resultados están indicando claramente el efecto promisorio que tiene la combinación de

tratamientos favorables sobre la calidad de raíces obtenidas y que podría estar relacionado con los factores discutidos anteriormente.

Si bien, los resultados de los distintos tratamientos son, en general, similares a los obtenidos en Febrero-Marzo, el promedio de número y largo de raíces para todos los tratamientos fue notablemente superior, debido a que -en este caso, la emergencia radicular fue más rápida y las raíces tuvieron un período de crecimiento radicular mayor antes de la medición final.

5. CONCLUSIONES.

Las principales conclusiones que se obtuvieron del ensayo fueron:

- 1.- La capacidad rizogénica de brotes etiolados del culti-var Mexícola es muy baja.
- 2.- Existió un efecto independiente del anillado y del ácido indolbutírico sobre el porcentaje de enraizamiento en las diferentes fechas de muestreo.
- 3.- El efecto del AIB sobre la calidad de enraizamiento es dependiente si se hizo o no anillado en el brote etiolado: los brotes anillados produjeron más raíces y en mayor número que los sin anillar.
- 4.- El tratamiento de mayor enraizamiento y mejor calidad fue anillado con 3000 ppm de AIB, por lo que se hizo evidente que con la combinación de tratamientos favorables se logran mejores resultados.
- 5.- La emergencia de raíces ocurrió en la región etiolada y por sobre el anillo en los brotes que recibieron es-

te tratamiento.

6.- Se observó una rápida respuesta más rápida en enraizamiento con los tratamientos Anillado, AIB, y Anillado con AIB, en Abril-Mayo, donde mostraron su máximo efecto a los 120 días.

7.- La respuesta en calidad de enraizamiento expresada en número y largo de raíces, fue superior en Abril-Mayo, para todos los tratamientos.

6. RESUMEN.

En el Vivero de la Estación Experimental "La Palma" de la Escuela de Agronomía, de la Universidad Católica de Valparaíso, se realizó un ensayo con el objeto de determinar el efecto del anillado y de la aplicación del ácido indolbutírico sobre la capacidad rizogénica de brotes etiolados de palto (*Persea americana* Mill.), cv. Mexícola.

Los brotes etiolados de 15 cm de largo y 0,5 cm de diámetro, provinieron de púas del cultivar Mexícola, injertadas sobre plántulas de semilla de 0,5 cm de diámetro y dos meses de edad (planta nodriza).

Las semillas de las plántulas fueron sembradas en un sustrato de turba y arena (1 : 1 / v : v) y dentro de contenedores de polietileno transparente de 50 cm de largo y 12 cm de ancho, los que se utilizaron sólo en la mitad de la altura primeramente.

Una vez obtenidos los brotes etiolados, se separaron en dos grupos: el primer grupo con un anillo basal de 0,5 cm de ancho y el otro grupo sin anillar. A

la mitad de las plantas, anilladas y sin anillar, se les aplicó 3000 ppm de AIB solución hidroalcoholica, y al resto solución hidroalcoholica.

Según el momento de aplicados los tratamientos se separaron en dos experimentos diferentes: en el experimento 1 las tratadas en Febrero y Marzo, y en el experimento 2 las tratadas en Abril y Mayo.

Después de aplicados los tratamientos, la bolsa se desdobló para formar la maceta de 50 cm que se llenó con el mismo sustrato hasta dejar sólo las hojuelas apicales al descubierto, para su enraizamiento en la planta misma.

Se realizaron controles periódicos a los 60, 90, 120, 150 y 180 días después de realizados los tratamientos.

Se determinó que la capacidad rizogénica de brotes etiolados del cultivar Mexícola es muy baja.

Se comprobó un efecto independiente del anillado y del AIB sobre el porcentaje de enraizamiento.

El efecto del AIB sobre la calidad de enraizamiento fue dependiente si se hizo o no anillado en el brote etiolado: los anillados produjeron más raíces y más largas que los sin anillar.

El mejor resultado, tanto en el porcentaje final de raíces como en calidad de enraizamiento, se obtuvo con el tratamiento Anillado con 3000 ppm de AIB.

Los brotes etiolados que recibieron los distintos tratamientos, en Abril-Mayo, mostraron una respuesta más rápida y de mejor calidad que los tratados en Abril-Mayo.

7. LITERATURA CITADA.

- BACHELARD, E. P. y STOWE, R. 1963. Rooting of cutting of Acar rubrum L. and Eucaliptus camaldulensis. Dehm Austral J, Biol. Sci. 16: 751-767.
- BASTIN, M. 1966. Root initiation, auxin level and biosynthesis of phenolic compounds. Photochem. Photobiol. 5: 423-429. Original no consultado. Citado por HOWARD, 1968.
- BHANDARY, K. R. y MUKHERJEE, S.K. 1968. Propagation of guava by stem cuttings. Proc. Int. Sym. Plant. Growth substances. Calcutta University : 251-256.
- BROKAW, H. T. 1975. Rootrot resistant avocado clonal rootstocks. Plant Prop. 21: 7-8.
- _____, 1978. Clonal rootstocks. Modern Science Nips. Rootrot in the bud. Avocado Grower. 2(4):26-29.

CAMERA, R. 1970. Seleccin de pollizos de Murcia y otros ciruelos locales espanoles. Inf. Tec. Econ. Agr. 1(1): 115-126.

CAMERON, S. 1955. Propagation of avocado rootstocks. Calif. Avoc. Y. 39: 113-117.

CHRISTENSEN, M., ERIKSEN, E. y ANDERSEN, A. 1980. Interaction of stock plant irradiance and auxin in the propagation of apple rootstocks by cuttings. Scientia Horticulturae. 12: 11-17.

CORNEJO, M. M. 1979. Efecto de la etiolacion y edad de la planta madre sobre la capacidad rizo-genica en estacas de palto (Persea ame-ricana Mill.) cultivares Mexicola, Fuer te y Hass. Tesis Ing. Agr. Escuela de Agronomia. Univ. Catolica de Valpso. 77 p.

DELARGY, J. A. y WRIGHT, C. E. 1978. Root formation in cutting of apple (cv. Branley's seedling) in relation to ring barking and etiolation. Kew Phylologist 81 (1):

117- 27.

DOMANSKY, R. T., KOZLOWSKI, T. y SASAKI, T. 1969. Interactions of applied growth regulators and temperature on root initiation in Salix cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 39-41.

DOUD, S.L. y CARLSON, R. F. 1977. Effects of etiolation, stem anatomy and starch reserves on root initiation of layered Malus clones. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 102(4):487-491

EGGERS, E. R. y HALMA, F. F. 1937. Rooting avocado cuttings. Calif. Avoc. Assoc. 121-124.

ERNEST, A. A. y HOLTZHAUSEN, L. C. 1978. New promising technique for rooting avocado cuttings. Citrus and subtropical fruit. Jour. No. 532, 6-7, 10. South Africa.

FIORNO, P. 1967. Studies on the possibility of the olive propagation by stoll marcots and the french layering. Sci. Tec. Agr. No.6 (7).

- FLETCHER, R. A. y SALIK, P. 1964. Effect of the light quality on growth and free indolacetic acid content in *Phaseolus vulgaris* L. Plant Physiology. 39: 528-531.
- FROLICH, E. F. 1951. Rooting Guatemalan avocado cuttings, Calif. Avoc. Sci. 36: 136-138.
- ' 1961. Etiolation and the rooting of cutting. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 11: 277-283.
- _____, 1965. Propagation of avocado. Giro. Calif. Agric. Exp. Sta. 531: 18-19.
- _____, y PLATT, R. G. 1971. Use of etiolation technique in rooting avocado cuttings. Calif. Avoc. Soc. 55: 109-111.
- GALSTON, A. W. y HAND, M. E. 1949. Studies on the physiology of light action. I. Auxin and the light inhibition of growth. Amer. J. Bot. 36:85-94.
- _____ y BAKER, R. S. 1951. Studies on the phy-

siology of light action. III. Light activation of flavoprotein enzyme by reversal of a naturally occurring inhibition. Amer. J. Bot. ,38:190-195.

_____ y BAKER, R. S. 1953. Studies on the physiology of light action. V. Photoinductive alteration of auxin metabolism in etiolated peas. Amer. J. Bot. 40:512-516.

GARDNER, F. E. 1937. Etiolation as a method of rooting apple varieties stem cutting. Proc. Amer. Hort. Sci. 34:323-329.

_____, 1941. Propagation under mist. Amer. Nurs. 73(9):5-7.

GILLESPIE, J. L. 1956. Preliminary investigation of "residual juvenility" in avocado seedling stem. Calif. Avoc. Soc. I. 40:132-134.

_____ 1957. Stem-rooting varietal clones by means of "juvenility growth phase" leafy stem nurse cutting. Calif, Avoc.

Soc. 41:94-96.

GOMEZ, R. E. y SOULS, J. 1973. Aspectos anatomicos de tejidos de palto respecto al enraizamiento. Proc. of the Tropical Reg. Am. Soc. Hort. 17:23-28.

GORGOSHIDE, G. M. 1971. Rooting of feijoa cutting in relation to the biological characteristics of the shoot. Subtropischeskie kulture. 4:116-123.

GOTNER, C. J. 1962. Further experiments on auxin synergist. Physiol. Plant. 15:88-95.

GUSTAPSON, C. P. y KADMAN, A. 1969. Effect of some plant hormones on rooting capacity of avocado cutting. Calif. Avoc. Soc. Y. 53:96-100.

_____ 1970. The use of potassium salt of indole butyric acid (KIBA) in rooting avocado cutting. Calif. Avoc. Soc. Y. 54:96-99.

HAAS, A. R. y. BRUSCA, T. N. 1953. The rooting of leavy-
twig avocado cutting. Citrus leaves.
33(4):28-29.

HAISSIG, B. E. 1974. Origins of adventitious roots. N.
Z. J. for Sci. 4(2):299-310.

HACKETT, W. P. 1970. The influence of auxin, cathecol
and metanolic tissue extracts on root
initiation in aseptically cultured shoot
apices of the juvenile and adult forms
of Hedera helix. J. Amer. Soc. Hort.
Sci. 95(4):398-402.

HALMA, F. F. y FROLICH, E. F. 1952. An approach to the
evaluation of avocado rootstock variabi-
lity. Calif. Avoc. Soc. Y. 37:154-158.

HANSEN, J. y ERIKSEN, E. W. 1974. Root formation of pea
cutting in relation to the irradiance of
stock plants. Physiol. Plant. 32: 170-
173. Citado por Christensen et al, 1980.

HARTMANN, D. E. y KESTER^ D. E. 1968. Plant propagation

Principles and practices. 2nd ed. Prentice Hall Englewood Cliffs, N. J. 598 p.

1974. New frontiers in plant propagation. Plant. Prop. Soc. 24:178-185.

HESS, C. E. 1962. Characterization of the rooting cofactors extracted from Hedera helix L. and Hibiscus rosa-sinensis L. Proc. 16th Int. Hort. Cong. 4:382-387.

HERMANN, D. E. 1963. The effect of etiolation upon the rooting of cutting. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 13:42-46.

HIGDON, R. J. y WESTWOOD, M. N. 1963. Some factors affecting the rooting of hardwood pear cuttings. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83:193-198.

HOWARD, B. H. y BASSUK, N. L. 1978. Softwood cutting of M 9. Rep. E. Mailing. Res. St. for 1978:67-68.

_____ y HARRISON, R. S. 1979. Cutting response

to wounding. Rep. E. Mailing Res. St.
for 1978. 75-74.

_____ y BARNIK, M. 1980. Rooting of winter apple cutting as influenced by position and poise of shoot on the stockplant. Rep. E. Mailing Res. St. for 1980. 71-72.

JAUHARI, O. S. y ROTTMAN, H. 1958. Effects of hormones on rooting in cutting of sweet lime (Citrus limettoides Tanaka). Sci. and Cult. 23:615-616.

KADMAN, A. 1962. Vegetative propagation of avocado cutting. Part II. Ph. D. thesis. Hebrew Univ. of Jerusalem. Israel. Original no consultado. Citado por Kadman, 1976.

_____ y BEN-YAACOV, H. 1965. A review of experiments on some factors influencing the rooting avocado cutting. Calif. Avoc. Soc. Y. 49:67-72.

_____ 1976. Effects of the age of juvenile stage

avocado seedling on the rooting capacity of their cutting. Calif. Avoc. Soc. Y. :58-60.

_____ y BEN YAAGOV. 1981. Fuchs-20 avocado rootstock. Hortscience 16(3):351.

KATO, T. e ITO, H. 1962. Physiological factors associated with the shoot growth of apple trees Tohoku. J. Agric. Res. 13:1-21.

KAV/ASE, M. 1965. Etiolation and rooting in cutting. Physiology Plant. 18:1066-1076.

KRAUSS, E. J. y KRAYBILL, H. R. 1918. Vegetation and reproduction with special reference to the tomato. Ore. Agr. Ex. Sta. Bul. 149. Original no consultado. Citado por Struve (1981).

KREZDORN, A. H. y MARTE, D. 1976. Advances in rooting avocados. Proc. Fl. Sta. Hort. Soc. 89:261-263.

LEAL, F. J. y KREZDORN, A. H. 1964. Rooting avocado cu-

tting. Proc. Fl. Sta. Hort. Soc. 77:
355-362.

MITTENPERGHER, L. 1963. Studies on the effect of etiolation on the production of adventitious root in some plum varieties. Riv. Ortoflorofrut. Ital. 47:95-107.

MOLNAR, J. M. y LACROIX, L. J. 1972. Studies on the rooting of cutting of Hydrangea macrophylla; enzyme changes. Can. J. Bot. 50:315-322.

MUKHERJEE, S. K. y CHATTERJEE, B. K. 1979. Effects of forcing etiolation and indole butyric acid on rooting of cutting of Artocarpus heterophyllus. Scientia Horticulturae. 10:295-300.

y MAZUMDAR, P. K. 1967. Standardization of rootstock of mango. (1) Studies on the propagation clonal rootstock by stooling and layering. Indian Journal Hort. 20:204-209. Original no consultado. Citado por Nagabhushnam, 1980.

- NAGABHUSHANAM, S. y MENON, M. A. 1980. Propagation of cashew (Nacardium occidentale L.) by etiolation, girdling and stooling. The Plant Propagator: 11-13.
- NAHLAVI, N., RALLO, L., GABALLERO, J., EGUREN, J. 1977. Rooting ability of olive cultivars as softwood cutting under mist. Olea, Cemedeto, Spain.
- NANDA , K. H., JAIN, M. y MALHOTRA, S. 1971. Effect of glucose and auxins in rooting etiolated stem segments of Populus nigra. Physiol. Plant. 24:387-391.
- POLIKARDOVA, F. 1971. The role of plant etiolation on propagation of soft wood cutting. Sbr. Rabot. Sadou. 16:106-112.
- PRESTON, W., SHANKS, I. y CORNELL, P. 1953. Influence of mineral nutrition on production, rooting and survival of cutting of azaleas. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 61: 499-507.

PROHOROVA, T. B. 1971. Acceleration of rooting. Sadou. 10:25-26.

RAVIV, M. y REUVENI, O. 1979. The effect of source and type of avocado cutting on their rooting rate. Alon. Hanotea . 34:23-27. Original no consultado. Citado por Kadman (1981).

_____ 1976. The role of leaves in the rooting of avocado cuttings. Special Publication. Agricultural Research Organization. Israel. 197.

RATHBONE, R. H. y LOGAN, D. M. 1976. Organ initiation in tobacco callus cultures. The role of starch hidrolisis. In Vitro. 12:333

REINS, M. y BAMPING, J. H. 1962. Carbohydrates and seasonal rooting of cuttings.. Ga for Res. Paper No. 9. Original no consultado. Citado por Stuve (1981).

REVIKINA, N. T. 1971. Increasing the propagation of clonal apple rootstock by softwood cu-

tting. Extractado de Hort. Abst. No.
7338. 1973.

ROBINSON, J. C. y SCHWABE, W.W. 1977. Studies on the regeneration of apple cultivars from root cuttings. II. Carbohydrates and auxin relations. J. Hort. Sci. 52:221-233.

SACHS, J. 1865. Ueber. die Neubildung von adventivour ze-
lim durch Dunbelheit. Abs. in bul.-Soc.
Bot. Prance 12 Part 2p. 221. Original
no consultado. Citado por Enst e_t aJ ,
1978. Citrus and subtropical fruit Jour
nal No. 532:6-10.

STRUVE, D. K. 1981. The relationship between carbohydra
tes, nitrogen and rooting of stem cu-
tting. The Plant Propagator 27(2):6-7.

THAKURTA, A. G. y DUTT, B. K. 194-1. Vegetative propaga-
tion of mango from gootes (marcotte) and
cuttings by treatment with high con
centration of auxin. Curr. Sci. 10:297.

TUSTIN, D. S. 1974. Objetives and research methods in
the rooting of apple cutting. The Int.

Plant Prop. Soc. 24:308-313.

THIMANN, K.V. y KOEPFLY, J. B. 1935. Identity of the growing-promoting and root forming substances of plantas. Nature. 135: 105-106. Citado por Hartmann y Kester, 1968.

VEIRSKOW, L. 1978. A relationship between length and adventitious root formation in pea cutting, Physiol. Plant. 42:146-150.

VIETEZ, A. M. y VIETEZ, E. 1980. Starch depletion and anatomical changes during the rooting of Gastanea sativa Mill, cutting. Scientia Hort. 13:261-266.

VILLALOBOS, P. A. 1971. Effects of boron, reciprocal graft and role of buds and leaves on the rooting of. easy and difficult to root grape cutting. Ph. D. thesis. Rutgers Univ. New Brunswick. New Jersey.

VOCHTING, H. 1878. Über organbildung im pflanzenreich. Bonn. Verlag Max Cohen. 1-28. Citado por Hartmann y Kester, 1968.

YOUNG, L. B. 1961. Vegetative propagation in avocado by means of marcottage and rooting of cutting. Calif. Avoc. Soc. Y. 63-66.