

# **UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Memoria de Título**

**PROPAGACIÓN DE PATRONES DE PALTO MEDIANTE ACODO AÉREO Y  
ESQUEJE.**

**Marcela José Aguilera Palma**

**Santiago, Chile  
2007**

# **UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Memoria de Título**

**PROPAGACIÓN DE PATRONES DE PALTO MEDIANTE ACODO AÉREO Y  
ESQUEJE**

**AVOCADO ROOTSTOCKS PROPAGATION BY AERIAL LAYERING AND  
SOFWOOD CUTTINGS OF ETIOLATED SHOOTS**

**Marcela José Aguilera Palma**

**Santiago, Chile  
2007**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**Título**

**PROPAGACIÓN DE PATRONES DE PALTO MEDIANTE ACODO AÉREO Y ESQUEJE**

Memoria para optar al título profesional de:  
Ingeniero Agrónomo  
Mención: Fruticultura

**Marcela José Aguilera Palma**

	Calificaciones
Profesores Guías	
Sra. María Loreto Prat D. Ingeniero Agrónomo, M.Sc.	6,0
Sr. Bruno Razeto M. Ingeniero Agrónomo, M.S.	5,5
Profesores Consejeros	
Sr. Miguel D' Angelo C. Ingeniero Agrónomo	5,4
Sr.Gabino Reginato M. Ingeniero Agrónomo, Mg. Sc.	4,5

Santiago, Chile  
2007

## ÍNDICE

RESUMEN.....	1
Palabras clave.....	1
ABSTRACT.....	2
Key words.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
Hipótesis.....	4
Objetivos.....	4
MATERIALES Y MÉTODOS.....	5
Ensayo 1: Acodo aéreo.....	5
Variables evaluadas.....	7
Diseño experimental y análisis estadístico.....	7
Ensayo 2: Propagación por esquejes.....	8
Variables evaluadas.....	9
Diseño experimental y análisis estadístico.....	9
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	10
Ensayo 1: Acodo aéreo.....	10
Obtención de Brotes.....	10
Enraizamiento.....	13
Ensayo 2: Propagación por esqueje.....	13
CONCLUSIONES.....	15
BIBLIOGRAFÍA.....	16

## RESUMEN

En la actualidad, la técnica de propagación clonal de portainjertos de palto más usada comercialmente es la de “etiología y acodo aéreo”, la cual involucra una labor compleja, de largo periodo y elevados costos, motivo por el cual resulta interesante buscar opciones para acelerarla y simplificarla.

Los objetivos de esta investigación fueron: 1) determinar el efecto del tamaño de semilla de la planta nodriza sobre dicho método de propagación y 2) el efecto de distintos fitorreguladores sobre la propagación de esquejes etiolados de palto.

Se realizaron dos ensayos: en el primero se utilizó el método de acodo aéreo, donde se germinaron semillas de palto, los que luego de su brotación y crecimiento fueron injertadas con los patrones Duke 7 y selección U-3. Una vez brotados los injertos, éstos fueron despuntados y las plantas trasladadas a una cámara de etiología para la obtención de brotes etiolados. En invernadero, los brotes fueron inducidos a enraizar con ayuda de ácido indolbutírico y un anillado en su base, con el objetivo de obtener patrones clonales de palto.

En este ensayo se evaluó la velocidad que demoró cada grupo de semillas en cada etapa del proceso. Las semillas grandes no sólo imprimen mayor rapidez al proceso, sino que, además, emiten brotes aptos para la etiología. Semillas de tamaño pequeño no emiten brotes.

En un segundo ensayo, se evaluó la propagación de esquejes. Plantas provenientes de semilla, se injertaron con “Duke 7” y con “U-3” y se llevaron a cámara de etiología, una vez obtenidos los brotes etiolados se removieron de la planta nodriza y se enraizaron en cama caliente con aplicación de distintos reguladores de crecimiento  $7 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de IBA,  $5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de IBA,  $5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de ANA,  $3 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  de IBA +  $0,2 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  BAP y agua como tratamiento testigo.

La propagación mediante esquejes de brotes etiolados apareció como una alternativa promisoriosa, al menos para el patrón Duke 7, sin una respuesta al tratamiento basal con los fitorreguladores empleados.

### Palabras clave

*Persea americana* Mill, propagación clonal, etiología, anillado, fitorreguladores, injertación.

## ABSTRACT

At present, the most commercially used technique of clonal propagation of avocado rootstock is etiolation and aerial layering, which involves a complex and long work, as well as high costs. For this reason, it is interesting to look for alternatives to accelerate and simplify it.

The objectives of this research were to determine: (1) the effect of the seed size of the primary plant on such propagation method and (2) the effect of different plant growth regulators on the etiolated avocado cuttings.

Two trials were carried out. In the first one, where the aerial layering method was used, avocado seeds were germinated, and after sprouting and growing they were budded on Duke 7 and U-3 rootstocks. After the grafts burst, they were tipped and the plants taken to an etiolation room to obtain etiolated shoots. Under greenhouse, the shoots were induced to take root with indolbutiric acid and girdling in their base, so as to obtain avocado clonal rootstocks.

In this trial, the velocity that each seed group required for each process was evaluated. Large seeds not only accelerated the process but also emitted shoots suitable for etiolation. Small seeds did not emit suitable shoots at least for U-3.

In the second trial, propagation by softwood cuttings was evaluated. Plants obtained from seeds were budded on Duke 7 and U-3 and taken to the etiolation room. Once the etiolated shoots were obtained, they were removed from the primary plant and were rooted in a hot bed with application of the growth regulators 7 g L<sup>-1</sup> of IBA, 5 g L<sup>-1</sup> of IBA, 5 g L<sup>-1</sup> of ANA, 3 g L<sup>-1</sup> of ANA+ 0.2 g L<sup>-1</sup> of BAP and water as control treatment.

Propagation by means of etiolated shoot cutting appeared as a promising alternative, at least for the Duke 7 rootstocks, with no statistical differences among treatments.

### Key words

*Persea americana* Mill, clonal propagation, etiolation, girdling, plant regulators, grafting.

## INTRODUCCIÓN

El palto es una de las especies frutales que más interés ha despertado entre los viveristas en los últimos años en Chile, con un gran incremento de superficie, gracias al éxito de sus exportaciones, a pesar de su producción discreta, heterogeneidad de los huertos y sensibilidad a la salinidad, entre otros.

Bajo las condiciones edafoclimáticas presentes en Chile se requieren portainjertos de palto con adaptación a suelos salinos, factor que ha ido en aumento, debido al mal manejo de la fertilización y riego (Castro, 2002). Razeto y Fichet (1998) señalan que una alta proporción de los huertos de palto están afectados por este problema, especialmente en las regiones V y RM, por el empleo exclusivo de portainjertos de semilla de la raza mexicana, susceptibles a la salinidad. Además, dado que esta especie es susceptible a *Phytophthora cinnamomi* Rands, se han seleccionado patrones tolerantes a esta enfermedad de la raíz, entre los cuales destaca Duke 7.

Con respecto a la salinidad, Razeto y Fichet (1998), buscando diferencias en sensibilidad al exceso de cloruro en paltos, encontraron una planta, procedente de semilla de la variedad Bacon, como posible portainjerto tolerante a niveles altos de cloruro en el suelo y agua de riego (selección U-3).

El palto es una especie refractaria al enraizamiento por estaca o por acodo normal, por lo que ya la micropropagación ha presentado un éxito limitado, debido a que el palto es una especie recalcitrante (Pliego *et al.* 1990).

Ben-Ya'acov y Michelson (2002) desarrollaron el método de estacas herbáceas de palto, bajo aspersión mist, en Israel, pero este método nunca se volvió comercial. La propagación clonal se ha realizado mediante acodo en brotes “ahilados”. El procedimiento consiste en injertar una planta nodriza (portainjerto temporal) con el patrón a propagar y su posterior crecimiento en cámara de ahilamiento (Frolich y Platt, 1971).

Brokaw (1975) introdujo una variación a la técnica, al colocar un anillo de metal por sobre la unión del injerto (anillo de destete), que tiene por objeto separar el portainjerto clonal de la planta nodriza temporal. Paralelamente se utilizó auxinas para obtener una planta con un buen desarrollo de raíces. Modificaciones posteriores con aplicación comercial de la técnica, han sido descritas por Ernst y Holtzhausen (1978); Moll y Wood (1980) y Reuveni y Goren (1982).

En las últimas décadas, en México, se han realizado algunas investigaciones exitosas en la propagación clonal de portainjertos de palto. Salazar y Borys (1983) señalan el método de “acodo aéreo”, en el cual se elimina el empleo de la etiolación. Sin embargo,

Whitsell *et al.* (1989) señalan que ha sido un método exitoso en el enraizamiento de sólo algunos cultivares, pero no como un procedimiento comercial. Por otro lado, Barrientos *et al.* (1986), trabajando con estacas, determinaron indispensable el uso del ahilamiento para lograr el enraizamiento.

Actualmente la técnica más empleada comercialmente en los viveros de palto de California, Estados Unidos es por brote etiolado y acodo aéreo (Brokaw, 1987).

Ernst (1999) desarrolló una nueva técnica (satisfactoriamente comercial), derivada del método de Frolich, sin el uso del anillo empleado por Brokaw (1975). Esta técnica es más rápida, produce un alto número de plantas enraizadas y hace decrecer los costos de esta propagación, obteniendo más de una planta por planta nodriza y asegurando la separación del portainjerto clonal del portainjerto usado como nodriza. Sin embargo, el proceso aún es lento y laborioso, motivo por el cual resulta interesante buscar opciones para acelerarlo y simplificarlo. Entre estas opciones, está el empleo de semillas de mayor tamaño en la planta nodriza y el enraizamiento directo de brotes previamente etiolados.

### **Hipótesis**

- El tamaño de la semilla de la planta nodriza influye en la propagación clonal del palto mediante ahilamiento y acodo aéreo.
- Es posible enraizar brotes ahilados de palto, mediante el empleo de fitoreguladores

### **Objetivos**

1. Determinar el efecto del tamaño de la semilla de la planta nodriza sobre el proceso de propagación de dos patrones clonales de palto mediante acodo aéreo de brotes ahilados.
2. Propagar dos patrones clonales de palto mediante esqueje de brotes ahilados, tratados con fitoreguladores.



## MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se realizó en la empresa Viverosur, ubicada en la Comuna de Teno, VII Región, entre la primavera 2004 y el otoño 2006. La investigación se dividió en dos ensayos; acodo aéreo y propagación de esquejes ahilados (etiolados).

### Ensayo 1: acodo aéreo

El método utilizado se basó en el método de Ernst (1999). Éste se inició con la etapa de germinación a mediados de Septiembre del 2004. Semillas de la variedad Mexícola, sin testa y rebajadas 6 mm en su ápice, se clasificaron en pequeñas (entre 12 y 30 g) y grandes (entre 35 y 60 g), lo que correspondió a los tratamientos. Se inició el ensayo con 199 semillas pequeñas y 153 semillas grandes las que se identificaron con un número, luego se desinfectaron con Captan, y se sembraron en contenedores de 1 L con 70% de turba y 30% de perlita (Figura 1).



Figura 1: Semillas Mexícola grande y pequeña, acondicionadas y listas para ser sembradas.



Figura 2: Emergencia de semilla Mexícola grande.

Se realizaron evaluaciones de emergencia de las semillas (Figura 2) cada dos semanas y cuando las plantas lograron un diámetro de 6 mm en su parte media, se procedió a injertar (injerto de yema en T). En el caso de las semillas grandes 2,5 meses después de la siembra (15 Diciembre), 76 plantas fueron injertadas con el patrón Duke 7 y 58 plantas fueron injertadas con la selección U-3. En las semillas pequeñas, la injertación se realizó 3,5 meses postsiembra (20 Enero), injertándose 68 plantas con el patrón Duke 7 y 54 plantas con la selección U-3 (Figura 3).

Para la obtención de brotes etiolados, pasados 5 meses desde la siembra, el 14 de Marzo 2005 se procedió a despuntar las plantas injertadas con “Duke 7” provenientes de semilla grande e introducirlas en una cámara de etiolación ó ahilamiento a 20 a 25° C, con una humedad relativa del 70%. En el caso de la Selección U-3, la introducción se realizó 1 mes después, el 12 Abril de 2005 (Figura 4).



Figura 3: Injerto de Duke 7 sobre planta nodriza proveniente de semilla Mexícola grande.



Figura 4: Cámara de etiolación con plantas "Duke 7" previo al despunte.

El 14 de Abril al patrón Duke 7, no logró un completo ahilamiento, las plantas fueron removidas de la cámara y colocadas bajo túnel, con una temperatura cercana a los 20°C. En Noviembre del 2005 se a realizó nuevamente el ahilamiento del ensayo completo, midiéndose altura y diámetro del injerto.

Después de dos meses en cámara se trasladaron a invernadero y se contabilizaron los brotes ahilados evaluando su diámetro y altura. A cada brote ahilado se le hizo una pequeña herida en la parte baja, se aplicó IBA en concentración  $7 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$  con un pincel. A cada brote se le colocó un tubete, relleno con turba y perlita en proporciones 70 y 30 respectivamente, sujetos con un alambre lo mas cerca posible a la base del brote ahilado. (Figura 5; 6; 7 y 8).



Figura 5: Planta de "Duke 7" ahilada.



Figura 6: Colocación de tubete plástico en brote ahilado.



Figura 7: Llenado de tubete  
con turba y perlita.



Figura 8: Planta de "Duke  
7" con 2 brotes preparados  
para la fase de enraizamiento.

Una vez preparados los brotes, las plantas se llevaron a invernadero, verificando el enraizamiento en forma visual luego de 1, 2 y 3 meses, la presencia o ausencia de raíces.

### **Variables evaluadas**

De la evaluación se obtuvo el número de días en lograr 50% y 100% de germinación en las semillas Mexícola, número de días para lograr diámetro de injertación en el patrón clonal, longitud y diámetro basal de la planta nodriza antes de ser injertada, longitud y diámetro basal del injerto antes del despunte, longitud y diámetro basal del brote ahilado y número de brotes ahilados. El enraizamiento se evaluó en forma visual, verificando la presencia o ausencia de raíces por planta en los brotes ahilados.

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Se realizaron dos ensayos independientes para cada portainjerto (Duke 7 y U-3). Cada ensayo se realizó bajo un diseño totalmente al azar, con dos tratamientos, correspondientes al tamaño de semilla, y 20 repeticiones de una planta ingresada a cámara. La información se analizó mediante cuadros comparativos.

## Ensayo 2: propagación por esquejes

Para la obtención de los brotes ahilados, plantas de palto, variedad Mexícola con diámetro de injertación, se injertaron con yemas de “Duke 7” y selección U-3. Se injertaron 75 plantas con cada patrón, a mediados de Septiembre del año 2005.

Una vez que los injertos pegaron y alcanzaron un diámetro de 4 mm, las plantas se despuntaron y se llevaron a cámara de etiolación (Figura 9).

Los brotes desarrollados en oscuridad entre 10 y 20 cm, se cortaron de la planta nodriza y se les realizó distintos tratamientos con fitorreguladores, 15 brotes se trataron con IBA ( $7 \text{ gL}^{-1}$ ); 15 con IBA ( $5 \text{ gL}^{-1}$ ), 15 con NAA ( $5 \text{ gL}^{-1}$ ), 15 con IBA más BAP (3 y  $0,2 \text{ gL}^{-1}$  respectivamente), y 15 con agua en cada patrón. Los brotes fueron sumergidos por 15 segundos en la solución de fitorregulador y luego untados en talco con funguicida.



Figura 9: Plantas ahiladas en cámara de etiolación.



Figura 10: Brotes ahilados en bandejas “speedling”.

Los brotes tratados se colocaron en bandejas “speedling” de 30 x 50 cm de 60 alvéolos con sustrato turba y perlita en proporción 70 y 30. Las bandejas fueron puestas bajo carpa de polietileno de 1x1x1 m al interior de un túnel de cama caliente, para independizar el riego de estas estacas del riego de otras plantas del vivero (figura 10 y 11).



Figura 11: Carpa de polietileno con bandejas dentro de túnel principal.

La carpa estuvo completamente cerrada por 4 días, y posteriormente se ventilaba durante el día. El riego se realizó en la medida que fue necesario. Finalmente, las estacas enraizadas se transplantaron a contenedores de 0,5 L.



Figura 12: Brote de “Duke 7” proveniente de bandeja y transplantado a contenedor.

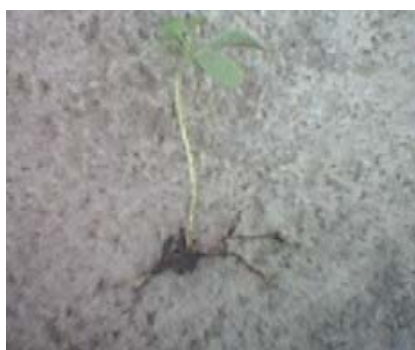


Figura 13: Brote de “Duke 7”, enraizado después de un mes en contenedor.

### **Variables evaluadas**

Se evaluó el enraizamiento de las estacas ahiladas para cada tratamiento a los 30, 60 y 90 días después de ser colocadas en la bandeja, utilizando una escala visual donde se evaluó la presencia ó ausencia de raíces.

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Para cada patrón (Duke 7 y U-3) el ensayo se realizó bajo un diseño totalmente al azar, con cinco tratamientos y 15 repeticiones de un brote en cada portainjerto. La información se analizó mediante Andeva y test de rango múltiple SNK.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Ensayo 1: acodo aéreo

#### Obtención de Brotes

El tiempo de germinación de las semillas, no presentó diferencia debido al tamaño (Cuadro 1).

Cuadro 1. Emergencia de brotes de palto por diferencia de tamaño de semilla y fecha post siembra.

Días post-siembra	Emergencia	
	Semilla pequeña	semilla grande
	%	%
15	15	10
30	50	50
60	90	95

El diámetro aproximado de 6 mm necesario para injertar las plantas nodrizas fue alcanzado cinco semanas antes en las semillas grandes que en las semillas pequeñas, 15 de diciembre en semillas grandes y 21 de enero en pequeñas. Al momento de la injertación las plantas provenientes de semilla pequeña fueron mas grandes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Tamaño de las plantas nodrizas de palto al momento de la injertación.

Origen de planta	Tiempo post siembra	Altura planta	Diámetro planta
	días	cm	mm
Semilla grande	90	38,3	5,58
Semilla pequeña	126	63,0	6,25

Una semilla de mayor tamaño ayudaría a un mayor vigor en la planta, traduciéndose en menor tiempo de propagación, hipótesis que es confirmada en el presente ensayo. En efecto, las plantas nodriza provenientes de semilla pequeña no tuvieron suficiente vigor como para lograr suficiente desarrollo de los patrones clonales injertados sobre ellas. Por lo tanto, en este periodo este ensayo se continuó solamente con las plantas de semilla grande.

Se observó una diferencia en el crecimiento de los dos patrones clonales (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tamaño del injerto, al momento de entrar a cámara de etiolación, en planta de semilla grande para distintos patrones.

Patrón	Tiempo post injertación	Altura planta	Diámetro planta
	Meses	cm	mm
Duke 7	3 (14 marzo)	21	5
Selección U-3	4 (12 abril)	14,5	3,94

“Duke 7” no sólo alcanzó tamaño para entrar a cámara de etiolación más rápido, tres meses desde la injertación contra cuatro en “U-3”, sino que además obtuvo mayor desarrollo, tanto en altura como en grosor de planta.

En la obtención de los brotes etiolados se acentuó la diferencia de desarrollo entre los patrones, aumentando a un mes y medio la diferencia para alcanzar el mismo estado de desarrollo. Las plantas con “Duke 7” obtuvieron suficiente tamaño en sus brotes etiolados el 14 de abril y las plantas con la selección “U-3” el 31 de mayo. Como se aprecia en el Cuadro 4, el porcentaje de plantas que originaron a brotes ahilados fue mucho mayor en “Duke 7” (32,6%) que en “U-3” (5,26%). Esto confirma el mayor vigor del patrón Duke 7 y su mejor adaptación al método de propagación clonal en estudio.

Cuadro 4. Número y tamaño de brotes ahilados para distintos portainjertos clonales de palto.

Patrón	Plantas con brotes	Altura brote	Diámetro brote	Brotes/planta
	%	cm	mm	Nº
Duke 7	32,6	25,38	2,97	1,25
Selección U-3	5,26	29,0	3,0	1,0

Con la finalidad de obtener una mayor cantidad de brotes etiolados, tanto las plantas provenientes de semilla grande, como aquellas de semilla pequeña, que no fue posible colocar en otoño debido a su desarrollo, fueron colocadas en cámara oscura, en noviembre, periodo en que la cámara alcanzó la temperatura y humedad necesaria para el proceso (25° C y 70% HR). El tamaño alcanzado por estas plantas al entrar a cámara se presenta en el cuadro 5. En ese momento, aquellas provenientes de semilla pequeña, fueron similar a las de semilla grande.

Cuadro 5. Tamaño de las plantas provenientes de semilla grande y pequeña al entrar a cámara por segunda vez.

Patrón	Plantas de semilla grande		Plantas de semilla pequeña	
	Altura de planta	Diámetro planta	Altura de planta	Diámetro planta
	cm	mm	cm	mm
Duke 7	19,36	5,24	20,76	4,86
Selección U-3	16,61	6,24	13,8	5,66

Las plantas ya ahiladas, fueron trasladadas a invernadero el día 11 de Enero 2006, nuevamente el patrón Duke 7 mostró un mayor porcentaje de brotación que “U-3”, un mayor número de brotes etiolados por planta y una mayor altura en los mismos (Cuadros 6 y 7). En este caso y a diferencia de lo observado, plantas provenientes de semilla pequeña emitieron brotes ahilados, aunque en menor porcentaje que los provenientes de semilla grande. Sin embargo, en semilla pequeña, la longitud de los brotes alcanzados por el patrón U-3 no fue suficiente para colocar el tubete de enraizamiento en esta fecha.

Cuadro 6. Número y tamaño de brotes ahilados de distintos patrones en las plantas provenientes de semilla grande.

Patrón	Plantas con brote	Altura brote	Diámetro brote	Brotes/planta
	%	cm	mm	Nº
Duke 7	100	38,88	3,24	2,24
Selección U-3	25	7,5	4,4	1,0

Cuadro 7. Número y tamaño de brotes ahilados de los patrones Duke 7 y selección U-3 en las plantas provenientes de semilla pequeña.

Patrón	Brotes ahilados	Altura brote	Diámetro brote	Brotes/planta
	%	cm	mm	Nº
Duke 7	36	30,78	3,39	2,0
Selección U-3	6	6,0	4,0	1,0



## Enraizamiento

Una vez realizado el acodo aéreo en “Duke 7” la emisión de callo se constató a partir de los dos meses de iniciado el proceso (Cuadro 8). En U-3 este proceso se inició a los tres meses. En ambos casos la emisión de callo se inició justo cuando las temperaturas comenzaron a bajar, lo que significó un retraso en el enraizamiento, no pudiéndose observar raíces durante el periodo de evaluación, lo que coincide con Ernst (1999) quien señala que el enraizamiento demora entre 3 a 4 meses en verano y 6 a 8 en invierno.

Cuadro 8. Tiempo de aparición de callo después de realizado el acodo aéreo en plantas provenientes de semilla grande.

Patrón	Aparición de callo
	Meses
Duke 7	2
Selección U-3	3

## Ensayo 2: propagación por esquejes

Sólo se consiguió enraizar brotes etiolados del patrón Duke 7, presentando callo a los 60 días y raíz a los 180 días en todos los tratamientos. (Cuadro 9).

Los brotes de la selección U-3 no lograron enraizar, lo que puede ser debido a su menor vigor o al hecho de ser refractario al procedimiento de propagación.

Cuadro 9. Porcentaje de brotes etiolados enraizados “Duke 7” para distintos tratamientos de reguladores de crecimiento.

Tratamientos	Brotos con raíces
	%
7 g·L <sup>-1</sup> IBA	6
5 g·L <sup>-1</sup> IBA	0
5 g·L <sup>-1</sup> ANA	20
3 g·L <sup>-1</sup> IBA+ 0,2g·L <sup>-1</sup> BAP	20
Testigo	20

En el caso de “Duke 7” el porcentaje de brotes enraizados fue relativamente bajo (no superior al 20%). Pese a ello, y considerando la dificultad que presenta el palto para la propagación por estacas, el método de enraizamiento de brotes ahilados aparece como promisorio.

No se encontró un efecto de los fitorreguladores en el enraizamiento, pues no hubo diferencia significativa con el testigo, sin tratar. De estos resultados podría inferirse que las estaquillas, al estar etioladas, tienen una carga hormonal suficiente como para enraizar, pero, a la vez, su tejido débil requiere de condiciones especiales para enraizar.

Reuveni y Raviv (1980) citados por Alves-de Oliveira *et al.* (1999), destacan la importancia de la retención de hojas para el éxito en el enraizamiento de estacas semileñosas de palto, mostrando una correlación positiva entre el número de hojas retenidas con la habilidad de enraizamiento en los diversos clones analizados, atribuyendo un efecto a la producción y acumulación de almidón en la base de las estacas durante el periodo de enraizamiento.

Por otro lado, Calabrese (1992), citado por Castro (2002), señala que las estacas de palto emiten un bajo porcentaje de raíces, lo que dificulta su propagación.

Otro de los factores que podrían influir en el proceso de enraizamiento del palto, sería su contenido de manganeso. Reuveni y Raviv (1981), citados por Hartmann *et al.* (1988), encontraron en hojas de estacas de los cultivares difíciles de enraizar altos contenidos de manganeso, mientras que las estacas de cultivares que enraizan con facilidad tenían un contenido de manganeso mucho menor. De once elementos para los cuales se hicieron análisis, sólo el manganeso mostró correlación con el enraizamiento. Se sabe que el manganeso es un activador de la enzima oxidasa del ácido indolacético, que destruye las auxinas naturales en la base de la estaca, ocasionando un mal enraizamiento.

## CONCLUSIONES

- El tamaño de la semilla que da origen a la planta nodriza influye significativamente en el éxito del sistema de propagación de palto por acodo aéreo. La semilla grande imprime mayor rapidez al proceso, suficiente vigor en las plantas para emitir brotes aptos para la etiolación. La semilla de tamaño pequeño da origen a plantas débiles no apropiadas al sistema de producción de palto por acodo aéreo.
- El patrón clonal Duke 7, se adapta mejor que la selección U-3 al sistema de propagación por acodo aéreo.
- Para el éxito de este sistema de propagación se requiere de un ambiente con temperatura estable y relativamente alta.
- La propagación por esquejes ahilados aparece como una alternativa promisorio, al menos para el patrón Duke 7.
- El tratamiento basal de los brotes no es favorecido por la aplicación de los fitorreguladores empleados.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALVES-DE OLIVEIRA, A., O. CARLOS-KOLLER y A. VILLEGAS-MONTER. 1999. Propagación vegetativa de aguacate selección 153 (*Persea* sp.) por acodo en contenedor. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 221-225.
- BARRIENTOS P., A., M. BORYS W., and F. BARRIENTOS P. 1986. Rooting of avocado cuttings (*Persea americana* Mill.) cvs. Fuerte and Colín V-33. California Avocado Society Yearbook. 70: 157-163.
- BEN-JA'ACOV, A. y E. MICHELSON. 2002. Portainjertos de palto. pp.1-60. In: Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. FONDEF. Seminario Internacional : "Selección y uso de portainjertos y nuevas variedades de Palto". 3 de Diciembre de 2002. Quillota, Chile.
- BROKAW, W.H. 1975. Rootrot resistant avocado clonal rootstocks. Pl. Prop. 21(4): 7-8.
- BROKAW, W. H. 1987. Avocado clonal rootstock propagation. Proc. Inter. Plant Prop. Soc. 37: 97-103.
- CASTRO, M. 2002. Situación nacional de portainjertos de palto y su relación con factores de productividad y precocidad. pp.62-73. In: Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. FONDEF. Seminario Internacional : "Selección y uso de portainjertos y nuevas variedades de Palto". 3 de Diciembre de 2002. Quillota, Chile.
- ERNST, A.A., and L.C. HOLTZHAUSEN. 1978. New promising technique for rooting difficult to root avocado (*Persea americana* Mill.) cuttings. Citrus Sub-Trop. Fruit J. 532: 6-10.
- ERNST, A. A. 1999. Micro Cloning: A Multiple Cloning Technique for Avocados Using Micro Containers. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 217-220.
- FROLICH, E.F., and R.G. PLATT. 1971. Use of the etiolation technique in rooting avocado cuttings. California Avocado Society Yearbook. 55: 97-109.
- HARTMANN, H., D. KESTER, F. DAVIES, and R. GENEVE. 1988. Bases Anatómicas y fisiológicas de la propagación por estacas. In: Propagación de plantas: principios y prácticas. 6<sup>th</sup> ed. Prentice Hall, New Jersey. pp. 255-318.
- MOLL, J.N., and R. WOOD. 1980. An efficient method for producing rooted avocado cuttings. Subtropica 1(11): 9-12.
- PLIEGO-ALFARO, F., A. BARCELÓ-MUÑOZ, A. HERRERO y C. LÓPEZ-ENCINA. 1990. Micropropagación de especies subtropicales. Hortofruticultura 8: 47-50.

RAZETO, B. y T. FICHET. 1998. Diferencias en sensibilidad al exceso de cloruro en plantas de palto en invernadero. *Investigación Agrícola* 18(1-2): 54-58.

REUVENI, O. and M. GOREN. 1982. Production and rooting of base etiolated avocado cuttings. Abstracts XXIst Int. Horticultural Congr. N° 1348.

SALAZAR G., S., and M. W. BORYS. 1983. Clonal propagation of the avocado through "Franqueamiento". *California Avocado Society Yearbook* 67: 69-72.

WESSELS, H. 1996. In vitro clonal propagation of avocado rootstocks. *South African Avocado Growers' Assoc. Yearbook* 19: 59-60.

WHITSELL, R. ; G. MARTIN ; B. BERGH; A. LYPPS. and W. BROKAW. 1989. Propagating avocados: Principles and techniques of nursery and field grafting. University of California, División of Agriculture and Natural Resources. Publ. 21461. 30 p.