

## PROPAGACIÓN, PORTAINJERTOS Y REINJERTACIÓN DE PALTO

Mónica Castro \*

### 1. PROPAGACIÓN DE PALTO

La propagación tradicional de palto comprende las siguientes etapas:

1. Obtención de Semillas
2. Siembra
3. Crecimiento Portainjertos
4. Injertación
5. Crecimiento Injerto
6. Planta Terminada

#### 1. 1 Obtención de semillas:

Las semillas deben obtenerse de árboles sanos y vigorosos; de frutos que no hayan caído al suelo donde podrían infectarse con hongos como *Phytophthora cinnamomi*, y que hayan alcanzado su madurez fisiológica. Además, se deben descartar las semillas muy pequeñas para la variedad, ya que dan plantas de poco vigor.

Lo más común en Chile es usar semillas de hijos de Mexícola, porque dan cierto vigor y uniformidad en vivero. La obtención de frutos de esta variedad se realiza entre los meses de abril y mayo.

Una vez removidas las semillas de los frutos, éstas pueden almacenarse en un lugar fresco y seco por dos a tres semanas.

---

(\*) Ingeniero Agrónomo. Prof. Propagación de Plantas y Cultivo de Tejidos. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Casilla 4-D, Quillota. Chile.

## 1.2 Siembra:

Previo a la siembra se debe realizar un preacondicionamiento a las semillas, ya que éstas contienen inhibidores bioquímicos en la testa y barreras mecánicas dado por el tamaño de los cotiledones, factores que dificultan la germinación.

En la actualidad, en los viveros comerciales se practica un pretratamiento a la siembra que involucra la remoción de la testa y cortes basal de 1 a 2 cm y apical de 0, 5 cm.

Posterior a este preacondicionamiento las semillas se desinfectan con algún fungicida, para prevenir la caída de plántulas.

La siembra puede ser directa en contenedores o bien con semilla pregerminada.

En la siembra directa la semilla se ubica sobre la superficie del sustrato apoyando su base y enterrándola de modo que la parte superior quede a ras del suelo. Las bolsas deben regarse antes y después de la siembra, para darle humedad al sustrato y evitar bolsones de aire que dificulten la germinación.

Una vez sembrado, las canchas se tapan con un plástico con el objeto de aumentar la temperatura y favorecer la germinación. Temperaturas de 24°C a 27°C son óptimas para la germinación. Este plástico se retira una vez que las plántulas emergen, lo que ocurre a los 30 a 45 días de realizada la siembra, y se dejan crecer las plantas en forma libre hasta la época de injertación.

Si se utiliza la pregerminación de semillas, se colocan cuatro a cinco capas de semillas en una cama con una mezcla liviana, que puede ser turba-arena (1:1) o turba-perlita (1:1).

Una vez que la radícula alcanza 2 cm de longitud son retiradas y seleccionadas para eliminar las que no germinaron, para luego ser ubicadas en los contenedores.

Se debe tener la precaución de no deshidratar ni romper la radícula. Para ésto, la semilla se sobrepone en la bolsa y se rellena con el sustrato, de modo de evitar pérdida de plantas y posterior eliminación de bolsas.

Los contenedores utilizados son de polietileno negro de 7 a 10 litros de capacidad, y un sustrato compuesto por 1/3 de suelo franco-arcilloso, 1/3 de arena y 1/3 de tierra de hoja, previamente esterilizado.

Un factor importante de considerar es la salinidad del sustrato, por lo que se deben utilizar suelos con una C. E. menor a 2 mmhos/cm y un agua de riego con una C.E. menor a 0,75 mmhos/cm.

Otro factor importante es el pH, con un pH ligeramente ácido (aproximadamente 6,0) se obtiene en menos tiempo plantas con diámetro y altura adecuada para la injertación.

### 1.3 Crecimiento portainjertos:

La fertilización de los portainjertos generalmente no se realiza, pero puede hacerse en base a Urea o Salitre.

Pueden ocurrir deficiencias de fierro, por lo que se aplica Quelato de Fierro, incorporado al suelo disuelto en agua.

El riego se puede realizar con un sistema presurizado con spaguetti o bien con manguera.

En general, hay un 10% de pérdida de portainjertos por causa de albinismo, enanismo y arrosamiento (se supone virosis) y pudriciones.

### 1.4 Injertación:

Una vez que los portainjertos alcanzan 0,6 cm de diámetro a 20 cm de altura del suelo, están aptos para ser injertados, pudiendo realizarse esta práctica en nuestro país en dos épocas del año.

La primera época, que es la más utilizada en Chile, corresponde a fines de noviembre y todo el mes de diciembre, una vez terminada la brotación fuerte de primavera.

La segunda época, corresponde al mes de febrero y marzo, situación por la cual las yemas quedan generalmente "dormidas" brotando a la primavera siguiente.

El tipo de injerto mayoritariamente utilizado es el de empalme lateral o de costado, con púa terminal, pudiendo también usarse el de yema en T.

El material para injertar debiera obtenerse de árboles madres identificados y sanos para evitar la transmisión de enfermedades. El mejor material es aquel que presente sus yemas hinchadas, que no sea muy tierno ni demasiado lignificado.

Lo ideal es ocupar las púas inmediatamente después de obtenidas, y para evitar su deshidratación se deben mantener en un lugar fresco, siendo fundamental cortar las láminas de las hojas dejando el pecíolo.

Al momento de injertar se eliminan todas las hojas bajo los 20 cm para facilitar el manejo de injertación. La púa a injertar es de £ a 3 yemas, siendo muy importante, como en todo injerto, que el corte sea parejo para que se produzca un buen contacto cambial.

A los 7 a 10 días de realizada la injertación, los patrones en que ha prendido el injerto son decapitados a 15 cm sobre éste, dejando un trozo al cual se amarra posteriormente el injerto para que crezca con un ángulo no muy abierto, Además, se desbrota, dejando la última yema que luego se va pellizcando, de modo de forzar la brotación de la púa injertada.

#### 1.5 Crecimiento Injerto:

Una vez que el injerto ha brotado y alcanza los 15 a 20 cm de altura, comienzan las fertilizaciones periódicas al suelo en base a urea.

A medida que el injerto va creciendo, se deben ir eliminando los brotes que salgan del portainjerto, para evitar la competencia.

#### 1.6 Planta terminada:

Una planta se considera terminada cuando el brote del injerto alcanza una altura entre 30 a 60 cm dependiendo de la variedad.

La duración de todo proceso de propagación fluctúa entre 18 y 23 meses si se utilizó la primera época de injertación (noviembre-diciembre). Y hasta 20 a 23 meses si se utilizó la segunda época de injertación.

## 2. PORTAINJERTOS

En la actualidad, existen una serie de selecciones de portainjertos clonales que presentan ciertas ventajas, como precocidad, control del vigor vegetativo, tolerancia a sales, y resistencia a enfermedades.

### 2.1 Portainjertos resistentes a Phytophthora cinnamomi:

Los problemas causados por Phytophthora en los huertos de palto en muchos países, ha llevado a investigar y desarrollar portainjertos resistentes para combatir este problema.

A partir de investigaciones realizadas por el Dr. Zentmyer desde 1950 se han seleccionado un número importante de portainjertos tolerantes a este hongo; estos incluyen a "Duke 7", "B 1(333)", "G 6", "Martín Grande", "Toro Canyon", "Barr Duke" y "Thomas". Estos portainjertos han sido obtenidos de las razas mejicanas y guatemaltecas.

El mecanismo de tolerancia a Phytophthora puede ser de dos tipos; el primero por la capacidad que muestran algunos portainjertos para regenerar raíces que han sido atacadas por este patógeno, como es el caso de "Duke 7", o por una resistencia fisiológica, retardando el desarrollo de lesiones en las raíces como ocurre en "Martín Grande".

Sin embargo, la alta resistencia encontrada en alguno de los portainjertos mencionados, ha sido testada a nivel de invernadero, y cuando han sido injertados con cultivares comerciales, han sido plantados en suelos "limpios", libres de Phytophthora.

A continuación se describen las principales características de estas selecciones clonales:

### 2.1.1 Duke 7:

Fue seleccionado de plantas de semilla obtenidas en California. Tiene una tolerancia media a Phytophthora y no resistente como ha sido descrito. Es sensible a excesos de agua y generalmente fracasa al ser utilizado como árbol de replante en zonas húmedas del huerto. La experiencia sudafricana muestra que es sensible a Phytophthora Trunk Canker. Sin embargo, debido a su rápida capacidad de regeneración de raíces, los árboles plantados sobre este portainjerto o responden muy bien a las inyecciones de fosfonatos para el control de Phytophthora.

De los portainjertos clonales disponibles por la industria "Duke 7" sigue siendo uno de los prioritarios para ser considerado en los huertos. Es confiable y si se maneja correctamente, dará árboles uniformes y buenos productores. La propagación clonal de "Duke 7" se realiza por la "técnica de etiolación" que se detallará más adelante.

### 2.1.2 Martín Grande:

Este portainjerto fue originalmente designado como G 755 A, B y C, y fue seleccionado a partir de semillas en Guatemala en 1975. Corresponde a un híbrido entre *Persea schiedeana* y *Persea americana* var. *guatemalensis*.

Ha sido demostrada su compatibilidad con variedades comerciales como Hass, Gwen, Pinkerton y Fuerte.

Además, existe evidencia preliminar que toleraría suelos con alta salinidad, y presenta facilidad en su propagación.

Después de varios años de evaluación en la Universidad de California en Riverside se ha encontrado superior en su resistencia a Phytophthora que Duke 7 y G 6.

### 2.1.3 G 6:

Este portainjerto se seleccionó de semillas y púas de un árbol de tipo mexicano en Guatemala. Una característica importante de este portainjerto, es que incluso plantas obtenidas de semillas han conservado resistencia a Phytophthora.

#### 2.1.4 Thomas:

Portainjerto obtenido en 1979, sobreviviente de un huerto de Fuerte en un área infectada con Phytophthora. Pertenece a la raza mejicana y después de dos años de evaluación en California sería comparable a "Martín Grande" en cuanto a la resistencia a esta enfermedad.

#### 2.1.5 Toro Canyon:

Es un clon de la raza mejicana, también obtenido de un árbol sobreviviente en un área infectada con Phytophthora. Se encuentra aún en evaluación.

#### 2.1.6 G 1033:

Fue seleccionado en Hawaii, a partir de una semilla proveniente de la variedad guatemalteca Hayer. Es resistente a Phytophthora. sin embargo los resultados preliminares en California no son muy promisorios.

#### 2.1.7 Barr Duke:

Proviene de una semilla de tercera generación de Duke 6. Muy resistente en condiciones severas de infección de Phytophthora. Tiene características enanizantes cuando está injertado con Hass.

Las selecciones de esta élite de portainjertos se ha enfocado a la resistencia a enfermedades, ignorándose la productividad y las características hortícolas de las variedades injertadas sobre ellos.

A continuación se muestran algunos resultados obtenidos en California y en Sud Africa con estas selecciones clónales; estos datos fueron obtenidos de un trabajo escrito por A.W. Whiley, J.S. Köhne, M.L. Arpaia, y G.S. Bender y que será publicado próximamente en el South African Avocado Growers' Yearbook de 1990.

CUADRO 1. Cosecha de árboles de Hass injertados en 10 portainjertos clonales cultivados en South Coast Field Station, California. Los árboles fueron plantados en abril de 1986, con la excepción de "Thomas" y "G 1033" que fueron plantados en mayo de 1987.

Portainjerto	Cosecha (Kg/árbol)			
	2º Año	3º Año	4º Año	Acumulativo
G 755 A *	0,32 b	1,50 c	2,60 d	4,60 cd
G 755 B *	0,00 b	1,69 c	0,90 d	2,60 cd
G 755 C *	0,00 b	0,81 c	0,60 d	1,50 d
Duke 7	0,64 b	6,72 ab	29,70 a	37,10 a
Borchard **	0,44 b	3,82 bc	20,80 d	25,10 b
D 9	1,05 b	1,28 c	10,30 cd	12,90 c
Toro Canyon	3,84 a	2,90 c	17,10 bc	23,80 b
Topa Topa	0,23 b	7,48 a	17,70 bc	25,40 b
Thomas	0,25 b	2,98 c	-	-
G 1033	0,20 b	4,08 bc	-	-

\* Nombre comercial actual Martín Grande

\*\* Borchard es un portainjerto apto para suelos alcalinos. No tiene resistencia a Phytophthora.

Medias con letras diferentes en las columnas son significativamente diferentes al  $P > 0,01$ , usando el Test de Rango Múltiple de Duncan.

FUENTE: WHILEY, A. W., KOHNE, J.S., ARPAIA, M.L., y BENDER, G.S. 1990. Future prospects with new avocado cultivars and elite rootstocks. South African Avocado Growers' Yearbook.



CUADRO 2. Número de frutos por árbol y tamaño promedio de frutos provenientes de árboles de Hass injertados en 10 portainjertos clónales creciendo en South Coast Field Station, California. Los árboles fueron plantados en abril de 1986, con la excepción de "Thomas" y "G H333" que fueron plantados en mayo de 1987.

Portainjerto	Nº de frutos por árbol			Tamaño medio de los frutos		
	2º Año	3º Año	4º Año	2º Año	3º Año	4º Año
G 755 A *	1,30 b	5,90 c	11,90 d	254	253	218
G 755 B *	0,00 b	7,30 c	4,20 d	-	253	214
G 755 C *	0,00 b	3,30 c	2,50 d	-	249	240
Duke 7	2,30 b	24,50 ab	112,8 a	276	275	263
Borchard **	1,80 b	14,10 bc	72,20 b	250	271	288
D 9	4,00 b	4,40 c	36,60 cd	267	288	281
Toro Canyon	15,10 a	10,50 c	64,60 bc	293	276	265
Topa Topa	0,60 b	28,50 a	67,30 bc	263	262	263
Thomas	0,30 b	10,60 bc	-	250	252	-
G 1033	0,80 b	15,40 bc	-	250	290	-

\* Nombre comercial actual "Martín Grande".

\*\* Borchard es un portainjerto apto para suelos alcalinos. No tiene resistencia a Phytophthora.

Medias con letras diferentes en las columnas son significativamente diferentes al  $p > 0,01$ , usando el test de Rango Múltiple de Duncan.

FUENIE: WHILEY, A.W., KOHNE, J.S., ARPAIA, M.L. y BUNDER, G. S. 1990. Future prospecta with new avocado cultivars and elite roostocks. South African Avocado Growers' Yearbook.

CUftDRO 3: Cosecha, tamaño de fruto y perímetro del tronco en árboles de Hass injertados sobre portainjertos tolerantes a Phytophthora y creciendo en Westfalia State, Duiwelskloof, South Africa. Los árboles fueron plantados en suelos libres de Phytophthora en 1987 y su primera cosecha fue en 1989.

SITIO A:

Portainjerto	Cosecha (Kg/árbol)	Tamaño medio de frutos (g)	Perímetro tronco (cm)
Duke 7 *	2,02	291	33,90
Martín Grande **	1,04	238	37,50
G 6 ***	0,51	264	34,40

\*Promedio de 55 árboles

\*\* Promedio de 51 árboles

\*\*\* Promedio de 36 árboles

SITIO B:

Portainjerto	Cosecha (kg/árbol)	Número de árboles en medición
Duke 7	1,85	393
Martín Grande	0,50	760
G 6	0,20	885

FUENTE: WHILEY, A. W. , KOHNE, J. S. , ARPAIA, M. L. , BENDER, G.S. 1990. - Future prospects with new avocado cultivars and élite roostocks. South African Avocado Growers' Yearbook.

De los resultados presentados en estos cuadros es posible concluir que "Duke 7" es el que ha mostrado la mayor productividad entre los portainjertos clonales evaluados cuando han sido injertados con Hass. Sin embargo, en el caso de "Martín Grande", la producción de frutos en los dos sitios experimentales, al ser injertado con Hass, ha sido desalentador. Pobres cosechas sobre este portainjerto los primeros años de producción han sido reportados tanto en California como en Sudáfrica (Cuadro 1 y 3). En este momento existe una extrema precaución de hacer plantaciones comerciales con este portainjerto.

Con respecto a "Toro Canyon", las primeras producciones en forma experimental en California lo ubican en un lugar razonable (Cuadro 1); es aun poco conocido por lo que requiere ser más intensamente testado a futuro.

Los resultados obtenidos hasta la fecha no permiten concluir aún sobre el comportamiento de "Thomas" al ser injertado, sin embargo los primeros resultados de California sugieren que no tiene tan buena actuación como "Duke 7". Observaciones con "Thomas" muestran que el vigor será mucho menor que "Martín Grande", sin embargo, se requiere seguir testándolo antes de poder ser recomendado.

## 2.2 Portainjertos resistentes a salinidad

En Chile, el uso de portainjertos clonales resistentes a salinidad sólo se justificaría en aquellos lugares donde existan problemas reales, como en Mallarauco o algunas zonas del norte del país.

La concentración de cloruro en las hojas es influenciable por el portainjerto, tanto raza como variedad. Es así como, la raza guatemalteca es en general más resistente a excesos de sales que árboles de raza mejicana, y dentro de esta última la variedad Duke es más resistente que la variedad Mexícola.

Dentro de las selecciones clonales resistentes a sales se tiene:

### 2.2.1 GA 13;

Fue originado en Israel de un grupo de semillas de la raza mejicana.

Es un árbol vigoroso, con hojas verde oscuro con olor a anís. La fruta es piriforme y de un largo medio, de color verde variando a violeta oscuro en la madurez, de sabor algo dulce. Su contenido de aceite varía de 8% a 10%.

Presenta buena resistencia a salinidad. En ensayos realizados, soportó 350 ppm de cloruro en el agua de riego.

Otro factor que lo hace apreciable es su facilidad de reproducción. Se ha obtenido un 70% - 90% de enraizamiento de estacas bajo neblina artificial, entregando plantas uniformes y tolerantes a clorosis inducida por excesos de carbonates y salinidad.

### 2.2.2 Maoz:

Fue originado en Israel de semillas de raza antillana. Presenta alta tolerancia a clorosis y salinidad (650 - 700 ppm de cloruro en el agua de riego).

Es un árbol relativamente pequeño. La fruta es piriforme y de tamaño medio; su contenido de aceite varía de 3% a 4%.

En ensayos realizados con Ettinger, Fuerte y Hass injertadas sobre este portainjerto, mostraron un cierto efecto enanizante de Maoz comparadas con árboles injertados sobre patrón mejicano.

La propagación se ha realizado por semilla obteniendo una uniformidad satisfactoria y manteniendo muchas de las plantas la característica de tolerancia a sales.

### 2.2.3 Fuchs-20:

Es un híbrido de raza guatemalteca con antillana, que fue originado en Israel.

Es un árbol vigoroso, alto, con hojas verde oscuro. La fruta

es elipsoide, de tamaño medio, con piel de color verde claro cubierta de numerosas lenticelas. Su sabor es bueno y el contenido de aceite varía de 12% a 13%.

Experimentalmente ha soportado 1300 ppm de cloruro de sodio en el agua de riego.

Las plantas de semilla presentan gran variabilidad, por lo que se debe propagar vegetativamente.

Árboles de Hass y Fuerte injertados sobre "Fuchs - 20", experimentalmente resisten 350 ppm de cloruro en el agua de riego.

En la actualidad, estas 3 selecciones se usan poco en Israel, debido a que dan bajas productividades las variedades injertadas sobre ellos.

Se está investigando con un portainjerto de raza mexicana denominado "Schmit", que ha mostrado una gran eficiencia en condiciones de salinidad (hasta 150 ppm de cloruro en el agua de riego, siempre y cuando el suelo no sea calcáreo).

También están trabajando con "Weldin" para salinidad y "Ferchild" para suelos calcáreos.

### 2.3 Propagación portainjertos clónales:

La propagación de estos portainjertos clónales se realiza a través de la "Técnica de Etiolación", desarrollada por Frolich y que consta de cuatro etapas básicas:

a) Injerto del patrón sobre brotes de semillas germinadas de cualquier variedad. Las plantas de semillas son usadas temporalmente, no formando parte del árbol definitivo.

b) Luego, se llevan las plantas de semillas injertadas a un cuarto oscuro; así se obtiene un crecimiento etiolado del brote, el que no presenta clorofila.

c) Parte del brote etilado se cubre con vermiculita, y se puede tratar con biorreguladores y anillado para favorecer el enraizamiento.

d) Cuando el portainjerto enraiza se corta el brote originado de la semilla dejando así, la planta clonal. Luego se injerta la variedad comercial.

La planta permanece alrededor de cuatro a seis meses en la cámara oscura. Demora alrededor de 2,5 años en obtener una planta final comercial.

Todo el proceso involucra mano de obra y tecnología, razón por la cual su costo es dos veces más que el de una planta obtenida sobre un patrón corriente.

### 3. REINJERTACION

Un tema que se relaciona en forma indirecta con la propagación es la reinjertación de árboles adultos.

Esta práctica se realiza cuando se desea cambiar de variedad, ante lo cual existen dos posibilidades:

- Rebajar el árbol e injertar de corona con estacas directamente sobre la rama gruesa, esto se realiza generalmente en agosto con material de la temporada anterior.

- Rebajar el árbol y esperar que emita crecimientos vigorosos a partir del cuello y sobre estos injertar de empalme de costado con púa terminal, labor que se realiza en el mes de diciembre o enero.