

MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD DEL PALTO. MEJORAMIENTO DE PLANTAS: SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE VARIEDADES Y PORTAINJERTOS MEJORADOS.

Mary Lu Arpaia

Dept. of Botany and Plant Sciences, University of California, Riverside
Kearney Agricultural Center, 9240 S. Riverbend Ave., Parlier, CA 93648 USA
arpaia@uckac.edu

John A. Menge

Dept. of Plant Pathology, University of California, Riverside
Riverside, CA 92521 USA
john.menge@ucr.edu

Desde la introducción comercial de los paltos en California hace aproximadamente 100 años atrás, los productores e investigadores han buscado el palto “perfecto”. En los anales de la California Avocado Society se citan muchas descripciones de nuevas selecciones de palto. Los dos cultivares de mayor éxito comercial, ‘Fuerte’ y ‘Hass’, provienen ambos de mutaciones aleatorias. La variedad ‘Fuerte’ se originó de una planta de un patio casero, ubicado en Atlixco, en el Estado de Puebla, México. El árbol original fue descubierto por Carl Schmidt, para ser luego introducido a California. Durante muchos años la variedad ‘Fuerte’ fue la variedad más popular de California, siendo reemplazada sólo por la variedad ‘Hass’ a fines de los años ‘70, después de la expansión comercial en alta escala que sufrió la industria de la palta. La variedad ‘Hass’ se originó de una mutación en La Habra Heights, California. Esta variedad fue originalmente plantada en 1926, siendo luego fue patentada en 1935 por Rudolph Hass.

La búsqueda por portainjertos mejorados se intensificó después del descubrimiento de la pudrición de la raíz del palto (*Phytophthora cinnamomi* Rands), a partir de lo cual la necesidad de portainjertos resistentes se hizo crítica. Sólo a fines de los ‘70 mediante la introducción comercial del método de producción de portainjertos clonales, fue posible reproducir vegetativamente material de portainjerto clonal y por tanto, introducir portainjertos mejorados. Esta técnica fue inicialmente descrita por Frolich y Platt en 1971 y comercializada por W. H. Brokaw en 1977, año en el que se estableció la primera plantación de Hass, Pinkerton y Bacon sobre portainjerto clonal Duke 7. En la actualidad, la mayoría de la nueva generación de árboles de palto plantados en California está sobre portainjertos clonales. El productor californiano dispone de una creciente selección de portainjertos para elegir y estamos comenzando a tener una mejor comprensión de la

adaptación ambiental y la influencia que ejerce el portainjerto sobre la productividad y hábitos de crecimiento de la variedad.

El Dr. Bob Bergh, un mejorador de plantas de la Universidad de California, describió los objetivos generales del mejoramiento de plantas para la industria de California (Tabla 1). Con estos objetivos en mente, hemos continuado la búsqueda de variedades y portainjertos mejorados, a través de nuestros programas cooperativos.

Tabla 1. Objetivos del Mejoramiento de Paltos.

Calidad del fruto	
Tamaño mediano	Forma oval gruesa
Uniformidad	Pulpa:
Piel:	- Ablandamiento adecuado
- Grosor medio	- Color atractivo
- Fácil de pelar	- Sin fibras
Resistencia a insectos y enfermedades	- Sabor agradable
Libre de imperfecciones	- Larga vida de anaquel
Color atractivo	- Oxidación lenta
Largo almacenaje del árbol	Tolerancia a heladas
Semilla:	Alto contenido de aceite
- Pequeña	Alto valor nutricional
- Fija en su cavidad.	
Cualidades de los brotes	
Hábito de crecimiento erecto a levemente expandido	Tolerante a clorosis
Fácil de propagar	Tolerante a otros factores de estrés
Crecimiento vigoroso	Corto período de maduración de la fruta
Tolerante a pestes y enfermedades	Precoz
Tolerante al viento	Producción regular de fruta
Tolerante al frío	Amplia adaptabilidad
Tolerante al calor	Gran productor
Tolerante a salinidad	
Cualidades de los portainjertos	
Que produzcan fruta de alta calidad	Fácilmente injertables
Que desarrollen árboles sanos y productivos	Tolerante a <i>Phytophthora</i> a otros organismos
Libre del sun-blotch	Tolerante a salinidad
Enanizante o semi-enanizante	Tolerante a clorosis
Genéticamente uniforme	Tolerante a sequía
Resistente y vigoroso, fácilmente propagable	Tolerante a otras condiciones adversas de suelo

Variedades Mejoradas de Palto

Visión General del Programa y Sinopsis

Por muchas décadas ha existido en la Universidad de California un programa formal de mejoramiento del palto. En los años '30 y '40 el Dr. Art Schroeder, de la Universidad de California en Los Angeles, fue un científico muy activo en la selección de material promisorio. En los años '50 la Universidad de California contrató a un mejorador muy dedicado, el Dr. Royce Bringham (UC, Los Angeles) para desarrollar nuevas variedades de palto. Él fue sucedido por el Dr. Bob Bergh (UC, Riverside) en los años '60, quien trabajó en el desarrollo de nuevas variedades hasta su retiro, a comienzos de los años '90. Gray Martin continuó el trabajo del Dr. Bergh después su retiro, siendo brevemente supervisado entre 1994 y 1996 por el Dr. Guy Witney. En 1997 y con la colaboración de David Stottley, la Dra. Mary Lu Arpaia asumió la total responsabilidad del programa. Desde entonces nuestras actividades se han enfocado a 6 áreas generales.

Material del Programa de mejoramiento Bergh que aún está en revisión

A comienzos de los años '90 las selecciones mencionadas en la Tabla 2 fueron elegidas (junto con las ya liberadas 'Lamb Hass' y 'SirPrize') por el Dr. Bergh y el señor Martin. En el año 2003 dos de estas selecciones, la 3-29-5 (GEM) y la N4 (-) 5 (Harvest), fueron patentadas y liberadas para su comercialización. Estas variedades son evaluadas en campo en ensayos establecidos en toda California.

Tabla 2. Variedades de palto de la UC * actualmente bajo evaluación en el Centro de Investigación y Extensión de la UC en South Coast, CA.

	Año de cruzamiento	Fecha de plantación en campo	Primera evaluación	Primera evaluación de fruta	Tipo de flor	Temporada	Descripción del fruto	Forma del árbol
BL667 (Nobel)	1983	Primavera 1985	Mayo 1991	Mayo 1993	B	Hass medianamente tardía	Como Hass	Erecta semi-compacta
BL516 (Marvel)	1983	Primavera 1985	Mayo 1991	Junio 1994	B	Hass mediana	Hass pequeño	Erecta semi-compacta
3-29-5 (GEM)	1984	Primavera 1986	Abril 1991	Mayo 1995	A	Hass medianamente tardía	Ligeramente similar a Hass	Moderadamente extendida
N4 (-) 5 (Harvest)	1984	Primavera 1986	Mayo 1993	Junio 1996	A	Hass tardía	Hass	Erecta
5-552	1984	Primavera 1986	Diciembre 1990	Agosto 1994	B	Hass tardía	Reed pequeño (verde)	-
5-186	1984	Primavera 1986	Mayo 1992	Julio 1995	A	Hass tardía	Piel verde como Hass	-

*Parentesco de todo el material: plantas de la variedad Gwen con polinización abierta (como en 'Lamb Hass').

Desarrollo de nuevas variedades

En 1998 se dio inicio a un nuevo esfuerzo para seleccionar una variedad, usando dos aproximaciones en forma simultánea. La primera aproximación, adoptada después de consultar al Dr. Bergh, fue el reestablecimiento de bloques de aislamiento. La segunda aproximación fue adoptada después de consultar con el Dr. Uri Lavi (Volcani Center, ARO, Israel), quien durante muchos años condujo el programa de mejoramiento de paltos en Israel. Debido a la diversidad entre especies, el Dr. Lavi sugirió plantar semillas de las variedades madres más promisorias. En la actualidad hemos plantado en campo aproximadamente 900 plantas, usando una combinación de estas dos aproximaciones y prevemos la plantación de 700 plantas adicionales durante los próximos 12 meses.

Mantenición de la parcela con Germoplasma CAS en el Centro de Investigación y Extensión de la UC en South Coast

Lentamente hemos revitalizado esta parcela y hemos realizado pruebas de presencia de sunblotch en este interesante material. Cuando ha sido posible, se han agregado nuevas selecciones. Se han distribuido yemas de madera de material no protegido contra pedido. La selección XX3, que fue desarrollada por el Dr. Bergh a partir de la selección 'Murietta Green', fue liberada para los agricultores en 2002.

Mantenición de la colección de especies Persea

En el Centro de Investigación y Extensión de la UC en South Coast continuamos la mantención de una pequeña colección de especies. En el invernadero y huertos del campus Riverside de la UC se mantiene material con mayor resistencia al frío.

Evaluación de portainjertos y polinizantes

En el Centro de Investigación y Extensión de la UC en South Coast mantenemos un par de ensayos con portainjertos. Estos ensayos han sido establecidos sobre material no contaminado con *Phytophthora*, para evaluar el efecto del portainjerto sobre la productividad de 'Hass'. En la Figura 1 se presentan los datos de producción de 10 años de ocho portainjertos originales. Nótese que el portainjerto ejerce una gran influencia sobre la producción acumulada. También hemos introducido portainjertos resistentes a la salinidad desde Israel y este material está siendo actualmente evaluado como parte del programa de portainjertos.

Un extenso ensayo con polinizantes fue establecido en 1998 en Oxnard, en el condado de Ventura. La Figura 2 presenta el rendimiento acumulado obtenido en este ensayo. Notará que la producción de 'Hass' está grandemente influenciada tanto por la proximidad de la variedad

polinizante, como por la variedad del polinizante en sí. Esta investigación aún está siendo llevada a cabo.

Figura 1. Producción acumulada en el período 1986-1996 de 'Hass' sobre 8 portanjeritos 'Hass' plantados en Centro de Investigación y Extensión de la UC, en Irvine, CA.

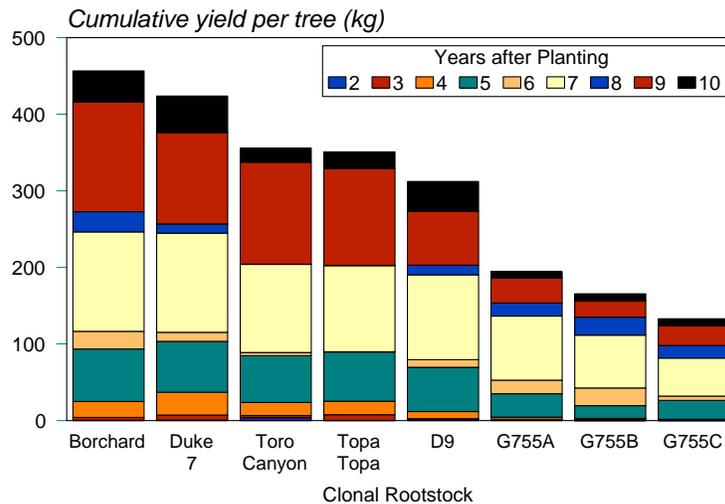
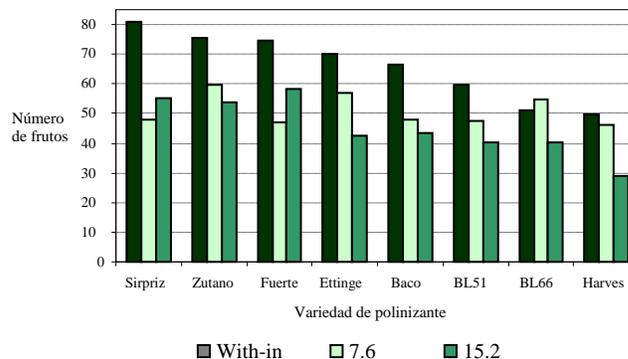


Figure 2. Influencia de la variedad y distancia del polinizante sobre el número acumulado de frutos en el período 2001 – 2004 en el ensayo de polinizantes en DeBusschere, cerca de Oxnard, CA.



Actividades generales

En nuestros bloques de mejoramiento periódicamente realizamos el indexaje de los árboles contra el viroide del sunblotch, con la ayuda del Dr. Alan Dodds en el Departamento de Patología Vegetal del la UC en Riverside. Todo el material del programa es indexado antes de ser distribuido.

Además mantenemos un sitio web que está enfocado al programa de mejoramiento varietal (www.ucavo.ucr.edu).

Portainjertos Mejorados de Palto

El objetivo general del programa de mejoramiento de portainjertos es recolectar, seleccionar, mejorar y desarrollar el germoplasma del palto que muestra resistencia a la pudrición de la raíz causada por *Phytophthora*. El programa ha venido realizándose desde hace años y fue propulsado por el Dr. George Zentmyer hasta su retiro. El Dr. Mike Coffey lideró el programa durante los años '80 y a comienzos de los '90, el Dr. John Menge, también de la UC de Riverside asumió el liderazgo del programa. Los objetivos del programa son alcanzados a través de las siguientes actividades.

Recolección y Selección del Germoplasma

Se han importado selecciones mejoradas de portainjertos desde otros países. Los portainjertos Merensky I y Merensky II de Sudáfrica, están siendo actualmente evaluados y muestran resultados interesantes. Selecciones adicionales están siendo actualmente importadas para probarlas en campo bajo las condiciones de California. El Dr. Richard Litz, de la Universidad de Florida, manipuló portainjertos de palto mediante ingeniería genética, utilizando para ello técnicas de hibridación somática. El financiamiento para este proyecto fue proporcionado por la industria de la palta de California. Este material ha sido proporcionado por la UC y está siendo actualmente evaluado.

Mejoramiento de Portainjertos Mejorados

En el año 2003 aproximadamente 2000 semillas de los bloques de mejoramiento de portainjertos han sido examinadas por su resistencia a *Phytophthora cinnamomi*. Sesenta y ocho semillas han sido mantenidas, porque presentan un alto grado de resistencia. La mayoría de estas variedades provienen de parentales madres de G6, Barr Duke, Spencer, UC 2001, Thomas, Pond o Margy. Es la primera vez que hemos evaluado una segunda generación de árboles que originalmente provenían del bloque de mejoramiento. Después de una evaluación extensiva, en la actualidad contamos con 57 plantas de los bloques de mejoramiento, que tienen una resistencia excepcionalmente alta a *Phytophthora cinnamomi*. Treinta y cinco plantas más están listas para comenzar la evaluación de campo. Tres variedades, Zentmyer, Uzi y Steddom, están siendo patentadas y serán liberadas en el corto plazo a la industria californiana.

Actualmente los bloques de mejoramiento están compuestos de una combinación de especies de *Persea* (*Persea steyermarkii*, *Persea nubigena*, Aguacate de Anís, Aguacate de Mico) y por selecciones que presentan algún grado de resistencia a la pudrición de la raíz u otras características deseables. En 2003, en el campus de la UC en Riverside, se estableció un nuevo bloque de mejoramiento con material resistente a salinidad. Las semillas provenientes de este bloque serán cosechadas y plantadas en un sitio en el condado de San Diego, CA, en el que la salinidad es el principal factor limitante, en términos de sobrevivencia del árbol y productividad. Los árboles que sobrevivan en este sitio serán posteriormente evaluados frente a resistencia a la pudrición de la raíz. En el año 2004 una nueva parcela fue establecida en el campus de Riverside de la UC, con los portainjertos enanizantes Wilg (Sudáfrica), Erin (PP 21, parental materno D9), Frolic (PP37, parental materno D9) y Witney (PP41, parental materno D9).

Análisis y Evaluación en Invernadero de los Portainjertos

Periódicamente son conducidos en invernaderos experimentos extensivos relacionados con la resistencia de las nuevas selecciones a la pudrición de la raíz. Existen varias selecciones que son más resistentes a *P. cinnamomi* que la selección Thomas (utilizada como control en todas las evaluaciones).

Evaluación de Campo

En la actualidad contamos con 29 ensayos de campo (6500 árboles aprox.) distribuidos en el sur de California, en los que se evalúan 55 portainjertos clonales tolerantes a la pudrición de la raíz. Los resultados de estos ensayos varían de un sitio a otro, pero todos apuntan al éxito del programa de selección, conducido en California y otros lugares, en la identificación de material resistente.

Resumen sobre el Mejoramiento de Portainjertos del Palto

Parece que tenemos diversos portainjertos que, consistentemente, se comportan mejor que nuestra variedad estándar de referencia, Thomas en presencia de la pudrición de la raíz. Estos portainjertos son: Uzi (PP14, parental materno G6), Merensky I (Latas, Sudáfrica) y Steddom (PP24, parental materno Toro Canyon). El portainjerto Zentmyer (PP4, parental materno Barr Duke) también crece bien, pero es sensible a la salinidad. Estamos preparando la liberación de 4 portainjertos a la industria de California. Hay también varios portainjertos que parecen promisorios. Creemos haber identificado 3 portainjertos que son enanizantes y que pueden, a futuro, ser útiles como portainjertos para plantaciones en alta densidad.

Conclusiones

Es importante recordar que hasta hace poco tiempo, la mayoría de los portainjertos y variedades importantes eran resultado de la búsqueda y evaluación de semillas de mutaciones. A pesar que en los últimos años nos hemos concentrado en el ámbito del mejoramiento y selección bajo condiciones controladas, la búsqueda de material varietal y portainjertos excepcionales es muy importante para los agricultores. Debemos record que los árboles de gran productividad parecen ser más el resultado de las interacciones entre el portainjerto y la variedad. Los árboles clonados son un componente importante del proceso de evaluación.

Referencias *(Todas las referencias están disponibles en el sitio www.avocadosource.com)*

Coit, J. Eliot. 1957. Avocado Varieties. California Avocado Society 1957 Yearbook 41: 37-42.

Hass, Rudolph G. 1935. Hass Patent. US Patent Office. Plant Patent 139. August 27, 1935.

Frolich, E. F. and R. G. Platt. 1971. Use of the etiolation technique in rooting avocado cuttings. California Avocado Society 1971-72 Yearbook 55: 97-109,

Brokaw, W. H. 1987. Field experiences with clonal rootstocks. South African Avocado Growers' Association Yearbook 1987. 10:34-36.

Bergh, B. O. 1976. Avocado breeding and selection. Proceedings of the First International Tropical Fruit Short Course: The Avocado. J.W. Sauls, R.L. Phillips and L.K. Jackson (eds.). Gainesville: Fruit Crops Dept., Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1976. Pages 24-33.