

PRESENTE Y FUTURO DE LOS PORTAINJERTOS Y VARIEDADES DE AGUACATE EN EL MUNDO Y MÉXICO

Barrientos-Priego, Alejandro F.

Posgrado en Horticultura, Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5
carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C.P. 56230. México. Correo-e:
abarrien@correo.chapingo.mx

Resumen

En los huertos comerciales de aguacate la unidad productiva la forma el árbol, que lo constituye un portainjerto que aporta la raíz y parte del tronco; y el injerto que se compone por tronco y lo que llamamos copa. La elección de la variedad o cultivar a injertar es de gran importancia pues asegura una buena adaptación y producción. Existen más de 500 variedades de aguacate, que en su mayoría no derivaron de un programa de mejoramiento genético. En la actualidad la variedad líder es 'Hass', la cual emergió incipientemente al inicio hasta convertirse después de varias décadas, como la variedad cultivada número uno en el mundo. Los programas de mejoramiento genético se enfocan a la búsqueda de alternativas a 'Hass'. Actualmente 'Hass' es la variedad preferida a nivel mundial. Empujando viene 'Hass Carmen'[®] que llena un espacio con la misma calidad de fruto, 'GEM'[®] presenta cualidades interesantes en algunas partes del mundo, al igual que 'Maluma' de la que en la cual se tienen grandes expectativas. En el caso de portainjertos es de gran relevancia la correcta elección del mismo, con el fin de contar con una adecuada adaptación al ambiente y por lo tanto se espera un buen rendimiento del árbol injertado sobre él. Países como Estados Unidos de Norteamérica, Israel, Sudáfrica y Australia, han adoptado el uso de portainjertos clonales, trayendo beneficios tangibles, mientras que en América Latina queda pendiente adoptar estos, para potenciar la productividad de los huertos. De los portainjertos con popularidad, en la actualidad los más utilizados son los que cuentan con resistencia a *Phytophthora cinnamomi* (Pc) como 'Dusa' que se está posicionando ya como el más relevante, seguido de 'Bounty' que resiste condiciones de suelos pobres y además medianamente resistente a Pc. 'Duke 7' sigue en la lista por su mediana resistencia a Pc y 'Velvick' de Australia sigue siendo de los preferidos en ese país. Los nuevos portainjertos de la UC Riverside 'Uzi', 'Zentmyer' y 'Steddor', deberán ser probados en diferentes climas para determinar su verdadero potencial.

Palabras clave adicionales: *Persea americana* Mill., clonales, adaptación al suelo, cultivares.

PRESENT AND FUTURE OF AVOCADO ROOTSTOCKS AND VARIETIES IN THE WORLD AND MEXICO

Abstract

In the commercial avocado orchards, the productive unit is formed by the tree, which constitutes a rootstock that contributes the root and part of the trunk, and the graft that is composed by the trunk and what we call the canopy. The choice of the variety or cultivar to be grafted is of great relevance to ensure a good adaptation and production. There are more than 500 avocado varieties, most of which were not a result of a breeding program. At present the leading variety is 'Hass', which emerged incipiently at first to become after several decades the number one cultivated variety in the world. Genetic improvement programs are focused on the search for 'Hass' alternatives. Currently 'Hass' continues as a preferred variety worldwide, pushing comes 'Hass Carmen'[®] that fills a space with the same quality of fruit, 'GEM'[®] presents interesting qualities in some parts of the world, as well as 'Maluma' that has great expectation. In the case of rootstocks, it is of great relevance to have a correct choice of it, to have a suitable adaptation

to the environment and therefore also an expected superior performance of the grafted tree. Countries such as the United States of America, Israel, South Africa and Australia have adopted the use of clonal rootstocks, bringing tangible benefits, whereas in Latin America it is still pending to adopt them, to enhance the productivity of orchards. Currently the most popular rootstocks are those that have some resistance to *Phytophthora cinnamomi* (Pc) as 'Dusa' that is already positioning itself as the most relevant, followed by 'Bounty' that resists poor soil conditions and presents medium resistance to Pc, 'Duke 7' is still on the list due to its medium resistance to Pc and 'Velvick' from Australia which is the favorite in that country. The new UC Riverside 'Uzi', 'Zentmyer' and 'Steddom' rootstocks should be tested in different climates to see their true potential.

Additional keywords: *Persea americana* Mill., clonal, soil adaptation, cultivars.

Introducción

En los huertos comerciales de aguacate la unidad productiva la forma el árbol, que lo constituye un portainjerto que aporta la raíz y parte del tronco; y el injerto que se compone por tronco y lo que llamamos copa. Sin embargo, también existe la posibilidad de tener un tronco intermedio que provenga de un injerto entre el portainjerto y el injerto (Barrientos-Priego et al., 2015).

La elección de la variedad o cultivar a injertar es de gran relevancia para asegurar una buena adaptación y producción. En el último reporte de variedades existentes Lahav y Gazit (1994) indicaron 500 variedades de aguacate en el ámbito mundial. La mayoría de estas, fueron seleccionadas de árboles creciendo de forma natural, traspatio o simplemente sembrando semillas fortuitamente. En la actualidad existen algunos programas de mejoramiento genético de aguacate y se están liberando nuevas variedades, donde se busca principalmente su semejanza con 'Hass'. Estos programas se encuentran en California (USA), México, Israel y Sudáfrica.

'Hass' es la variedad líder a nivel mundial, la cual tardó décadas para desplazar a 'Fuerte', por lo que una nueva variedad que entre al ámbito de producción tendrá obligadamente que competir con 'Hass' por sus propios atributos y entrará al escrutinio de los productores, empaques, comercializadores y del consumidor. Por otra parte, las variedades de aguacate no solo son para la obtención de frutos para consumo en fresco; existen variedades polinizadoras, para uso en barreras rompevientos y otras con potencial en la industria del aceite, entre otras posibles opciones. Lo anterior ha sido poco explorado y no se han dedicado esfuerzos al respecto.

Respecto a los portainjertos, los productores esperan que tengan una buena adaptación principalmente al suelo y que finalmente tengan una unidad productiva que les de buen rendimiento. La elección de un portainjerto es de gran importancia ya que puede resultar en el

éxito o fracaso de una plantación (Barrientos-Priego et al., 2015). Sin embargo, en muchas ocasiones el productor no cuenta con la certeza del origen de los portainjertos que se utilizan en los viveros, en el caso de Michoacán, México, varios viveristas se abastecen de semilla de árboles de la población de Tingambato, que es famosa por sus árboles “criollos” de una edad considerable y que según los conocedores son los que dan los mejores portainjertos con muy buena adaptación a los alrededores de Uruapan, Michoacán. Hace algunos años se realizó un esfuerzo conjunto entre varias instituciones y la Asociación de Viveristas de Uruapan, Michoacán, con el fin de coleccionar donadores de semilla con características deseables, dando como el resultado 12 genotipos (López et al., 2010). En el ámbito de la utilización de portainjertos clonales, este no estuvo disponible hasta que el viverista Hank Brokaw del sur de California, EE. UU., adaptó la técnica de etiolación a nivel comercial (Brokaw, 1977) y en la actualidad con el método desarrollado en Sudáfrica por André Ernst (Ernst, 1999), lo ha llevado a otro nivel de eficiencia. Ahora que los portainjertos clonales están disponibles se han comenzado a resolver problemas como la tristeza del aguacate, salinidad, suelos calcáreos y falta de aireación, además de otros atributos como el control del tamaño de la copa, resistencia a la antracnosis en fruto, mayor eficiencia en la absorción de nutrimentos, entre otros. En países como Estados Unidos de Norteamérica, Israel, Sudáfrica y Australia, el uso de portainjertos clonales se está incrementando cada día más, mientras que en América Latina queda pendiente adoptar estos, para potenciar la productividad de los huertos. En México, recientemente, se están estableciendo huertos en condiciones de suelos marginales, lo que trae nuevos retos tanto de manejo como en la búsqueda de portainjertos que se adapten a tales condiciones.

En el caso específico de México, no se cuenta con viveros que produzcan planta calificada (certificada), la inscripción de viveros y el seguimiento a los procesos que por ley le toca vigilar al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-SAGARPA), le darán en el futuro certeza a los productores de la inversión que estarán realizando al comprar planta, que contará con calidad, sanidad e identidad.

Variedades

En aguacate existen tres razas y una propuesta de una cuarta: raza mexicana, raza guatemalteca, raza antillana y la propuesta raza costaricensis (Barrientos-Priego et al, 2015), tales razas se adaptan a diferentes ambientes que van de clima templado hasta el tropical. La mayoría de las variedades de aguacate en la actualidad son derivadas de posibles combinaciones entre estas mismas, donde la combinación raza guatemalteca – raza mexicana

lo constituyen variedades con buena adaptación a clima templado a subtropical, mientras que la combinación raza antillana – raza guatemalteca da variedades con adaptación principalmente tropical.

Las características generales que se busca en una variedad de aguacate son:

- Calidad
- Buen comportamiento en postcosecha
- Entrada temprana a etapa productiva
- Rendimiento y su eficiencia productiva
- Tamaño del árbol y vigor
- Forma del árbol
- Época de producción
- Sin alternancia en la producción
- Concentración de la producción
- Tolerancia a temperaturas frías/cálidas
- Resistencia a plagas y enfermedades

En esta sección se abordarán las variedades actuales y las que cuentan con perspectivas, con adaptación a clima subtropical a templado, las cuales son las más cultivadas en el mundo y con amplia perspectiva comercial. Ya que han debutado variedades nuevas que han quedado atrás, por no pasar por el escrutinio de productor, empacador, comercializador y consumidor, el cual tiene un tamiz muy exigente. Algunas que han quedado en el camino en los últimos 25 años, salvo ventanas y mercados muy locales, están: 'Fuerte', 'Colín V-33', 'Pinkerton', 'Whitsell', 'Esther', 'Gwen', 'Iriet', 'Adi', 'Gil', 'Lamb Hass' y 'Sir Prize', que en su mayoría fueron derivadas de programas de mejoramiento genético.

Variedades relevantes de actualidad para consumo en fresco

'Hass': Es la principal variedad cultivada en el mundo actualmente y con un crecimiento de superficie establecida al alza. Seleccionado en La Habra, Heights, California, por Rudolph G. Hass, a principios de los 1920s y patentado en 1935. Se piensa que proviene del antiguo cultivar Lyon y que contaba con un 10-15% de genes de la raza mexicana y el resto de la raza guatemalteca (Bergh y Ellstrand, 1986), actualmente con la secuenciación del genoma del aguacate se sabe que 'Hass' tiene 64% de su genoma derivado de la raza mexicana y 36% de la raza guatemalteca (Luis Herrera-Estrella; comunicación personal). La "sangre" mexicana le da una mejor adaptación a climas más templados, por lo que le confiere la característica de

ubicarse en una gran gama de altitudes. En Michoacán se ubica desde 1500 hasta 2500 metros sobre el nivel del mar (Gallegos, 1983), en climas que van del cálido subhúmedo a templado húmedo (Rocha-Arroyo et al, 2011), lo cual trae diferente comportamiento en fenología (Rocha-Arroyo et al, 2011), postcosecha (Cajuste y López, 1997) y otras características. Los frutos son de 170 a 350 g, aunque en varios países tiende a ser de poco peso; pulpa cremosa de sabor excelente, sin fibra, contenido de aceite de 23.7%; cáscara algo coriácea, rugosa y frecuentemente tendiendo a lo liso, aunque eso depende del clima donde se cultiva (Salazar-García et al., 2016); color púrpura oscuro al madurar; semilla pequeña y adherida a la cavidad. Su fruta se puede mantener en el árbol por algún tiempo después de madurez fisiológica. El tipo floral es "A".

'Mendez No. 1' ('Hass Carmen'®): Variedad que actualmente está surgiendo como la segunda más cultivada en México, y que a nivel mundial cada día se incrementa su popularidad. Seleccionada por el Sr. Carlos Méndez Vega en el huerto "Cheranguerán" de la municipalidad de Uruapan, Michoacán, México, derivado de una mutación de 'Hass' que tiene la particularidad de florecer y cosecharse 2 meses antes que en esa localidad y tolera el frío más que 'Hass', -2.2 °C por varias horas e inclusive -3.3 °C por dos o tres horas (Méndez, 2000). Al tener más experiencia con esta variedad se ha detectado que pierde dominancia apical y tiene una copa más compacta, entra rápido a producción después de injertada y menos alternante que 'Hass' (Illsey-Granich, 2011). Las características de 'Méndez No. 1' son muy similares a su progenitor, con leves variantes en fruto, ya que es un poco más pequeño y de forma menos alargada. La superficie tanto en California, EE.UU. y en Sudáfrica se está incrementando, además se está evaluando en varios países como Australia, Brasil, Chile, Egipto, Israel, Marruecos, Nueva Zelanda, Perú, y España (Illsey-Granich, 2011). Patentado en EE.UU. en el año 2000 y con título de derechos de obtentor en México en el 2011.

'3-29-5' ('GEM'®): Variedad derivada del programa de mejoramiento genético de la Universidad de California en Riverside, EE.UU. (Witney y Martin, 1988), y seleccionada por el técnico Grey Edward Martin (de ahí su nombre 'GEM'), cuyo progenitor femenino es 'Gwen'. El árbol compacto y de crecimiento erguido, más tolerante a la araña roja, fruto de forma elíptica, de 245 a 320 g, cáscara más gruesa, madura en negro con lenticelas amarillas, llamativo, muy buena calidad, más productivo. La fruta se concentra en el interior de la copa y en racimos, madura dos semanas después que 'Hass' y menos alternante. En Sudáfrica se ha comportado adecuadamente y se ha formado un esquema de Club de Productores para explotar en exclusividad esta variedad (van Rooyen, 2011). Patentado en EE.UU. en el 2003 (Martin y Bergh, 2003) y en otros países.

‘Maluma’ (‘Maluma Hass’, ‘Dries Hass’). Selección realizada por el Sr. Andries Joubert en su rancho Maluma en Levubu, Limpopo, Sudáfrica en los 1990s. De progenitores desconocidos, con características predominantemente de la raza guatemalteca y mexicana. Es más precoz y productivo que ‘Hass’, tiene una forma de árbol menos vigorosa y de líder central. Su fruto madura en negro y cáscara rugosa, fruto de mayor tamaño que ‘Hass’ de alrededor de 300 g, buen sabor (Joubert, 2010) y de muy buen comportamiento en postcosecha (Ernst et al., 2015). Actualmente se está evaluando en Perú, España, Chile, Mozambique, Australia y Nueva Zelanda. Tiene título de derechos de obtentor en Sudáfrica (2014) y en México en 2016.

Variedades relevantes con perspectivas para consumo en fresco

‘Lavi’ (‘6.2.6’): Variedad desarrollada en el programa de mejoramiento genético del Volcani Center de Israel. Es derivado de ‘Hass’ de polinización abierta (Regev et al., 2005) y de mayor tamaño de fruto. Cuya producción alcanza 20 t ha⁻¹ en Israel y con menor alternancia que ‘Hass’. Esta variedad no ha sido probada extensivamente en otros países.

‘Naor’: Variedad desarrollada en el programa de mejoramiento genético del Volcani Center de Israel, es derivado de ‘Horshim’ de polinización abierta (Regev et al., 2009). Es muy parecido a ‘Hass’ pero de mayor tamaño (260–360 g) y con una época de cosecha más corta. Buen sabor, semilla pequeña, menos alternancia que ‘Hass’ y entra pronto a producir. Variedad que no se ha probado en varios países.

‘Turner Hass’: Mutación de ‘Hass’ seleccionada en Australia por un productor, con fruto más grande (17% mayor), sabor más a nogado, con cuello más largo, semilla mediana (12% del peso). El árbol es de hábito abierto y produce un poco antes que ‘Hass’ (Crane et al., 2013). No se ha evaluado en varios países.

‘Llanos Hass’: Esta variedad fue seleccionada por el Sr. Anthony Phillip Llanos en su propiedad en Kwinana, Hope Valley, Australia. Derivada de una semilla establecida de origen desconocido, aunque ahora se sabe al tener su perfil de AND que ‘Hass’ pudo ser uno de los padres. Es muy precoz en la entrada a producción y con rendimiento consistente y madura de 4 a 6 semanas antes que ‘Hass’ (Llanos, 2003). Su fruto es parecido a ‘Hass’ en dimensiones y color de cáscara, tipo floral B. No se ha probado en varios países.

Selecciones de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C. En la fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C. de México se están evaluando nuevas selecciones

derivadas de cruces dirigidas, principalmente de 'Pionero' x 'Hass' y su F2, entre estas: 38 PM, 10 ROJ, 53 VM, 226 VM, entre otros (Figura 1).

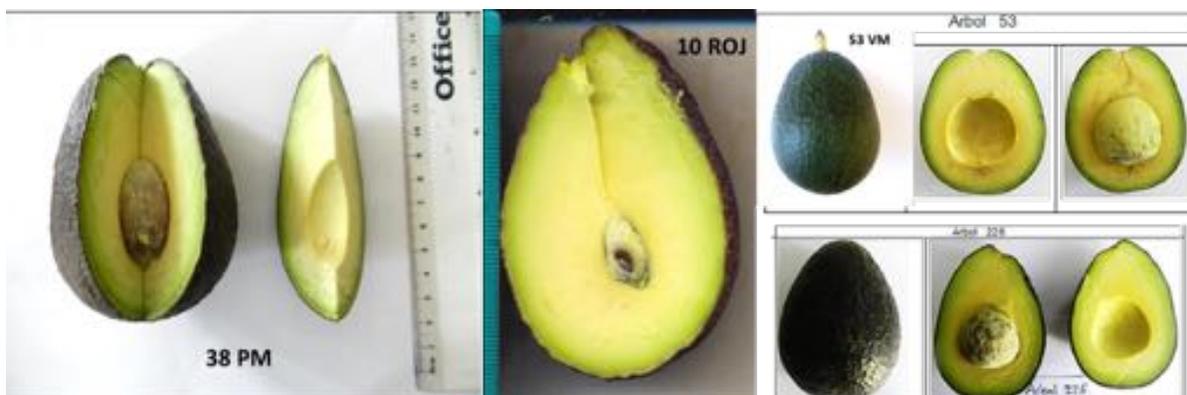


Figura 1. Muestra de variedades en evaluación generadas del programa de mejoramiento genético de aguacate de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C. de México.

Variedades con otros usos

'Bar': Seleccionado en el Volcani Center de Israel como un potente polinizador para la variedad 'Hass' (Regev, 2009).

'Encinos': Seleccionada de una progenie derivada de 'Hass' en la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C., de México, como posible variedad por su tamaño y aspecto, sin embargo, se está proponiendo como cortina rompeviento para huertos de aguacate en Sudáfrica, esto debido a su crecimiento abundante y erguido, además del poco gasto de agua que tiene, de tipo floral B (Stefan Köhne, comunicación personal). Variedad protegida con el título de derechos de obtentor en México en el 2004 y que se está tramitando su registro en Sudáfrica.

'Fundación II': Variedad seleccionada de una progenie de 'Hass' en la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C., la cual tiene porte bajo permitiendo huertos de alta densidad, muy productivo, frutos en racimos, madura en negro, fruto parecido a 'Hass', alto contenido de aceite (hasta 35%). Variedad para posible uso en la industria del aceite. Variedad protegida con el título de derechos de obtentor en México en el 2004.

La lista de nuevas variedades es muy amplia y lo que se indicó anteriormente, solo son los de actualidad y unos cuantos con perspectivas, por lo que en el futuro tendremos nuevos prospectos que tal vez lleguen a ser importantes comercialmente.

Portainjertos

La selección de portainjertos con características deseables para cierta región permitiría la posibilidad de que se exprese su potencial productivo, superior a los utilizados de semilla que presentan variabilidad genética y productiva (Barrientos-Priego et al., 2015). Los portainjertos son una parte esencial de la unidad productiva y se les ha denominado “la mitad escondida”, y esta aseveración es derivada de la poca importancia que se les da a las raíces, a pesar de ser un componente fundamental del sistema planta. En esta sección se enlistarán los portainjertos actuales en uso y los nuevos con perspectivas, no se incluyen los experimentales, que en un futuro cercano esperamos que den un nuevo impulso a la agroindustria aguacatera mundial y nacional.

Las características generales que se busca en una portainjerto para aguacate son:

- Rendimiento
- Eficiencia en el rendimiento
- Reducir alternancia
- Tamaño del árbol y vigor
- Rápida entrada a producción
- Eficiencia en absorción nutrimental
- Tolerancia a estrés abiótico
- Resistencia a estrés biótico
- Mejoras en calidad
- Mejora en postcosecha del fruto

Portainjertos relevantes de actualidad con resistencia a *Phytophthora cinnamomi*

‘Merensky 2’ (‘Dusa’[®]): Selección realizada en Merensky Technological Services en Wesfalia Estate, Sudáfrica, la cual ha demostrado buena resistencia a *Phytophthora cinnamomi* y adecuada producción comparado con otros portainjertos (Botha, 1991). Fue obtenido de un árbol escape en un huerto fuertemente infestado con el patógeno (Köhne, 2004) y aparentemente tiene características de las razas mexicana y guatemalteca. Actualmente es el portainjerto más propagado clonalmente en Sudáfrica y está adquiriendo importancia en el resto del mundo, y se ha convertido en el estándar de referencia por su resistencia al patógeno. Patentado en Estados Unidos de Norteamérica y en varios países con derechos de obtentor, incluyendo México en 2007.

‘Duke 7’: Selección realizada en los 60s en la Universidad de California Riverside por el Dr. George A. Zentmyer, a partir de la variedad Duke de la raza mexicana (Zentmyer, 1978). Fue

el portainjerto clonal estándar a nivel mundial por varios años y en la actualidad es el número dos. Tiene mediana resistencia a *Phytophthora cinnamomi* y las variedades injertadas sobre el dan buenos rendimientos, relativamente fácil de propagar por el método de etiolación. Por otra parte, tiene moderada resistencia a *P. citricola* (Tsao et al., 1992).

‘Bounty’: Seleccionado a partir de un árbol escape en el Institute for Tropical and Subtropical Crops de Sudáfrica. Tiene una resistencia a *Phytophthora cinnamomi* similar a ‘Duke 7’, donde en varios ensayos ha mostrado ser superior a este en cuanto a productividad y en algunos otros mejor o igual que ‘Dusa’ (Vidiella et al., 2015) y en particular en situaciones de replante. ‘Bounty’ es recomendado para establecer en suelos pobres o marginales, incluyendo suelos pesados y situaciones de inundación. Es el tercer portainjerto de venta en Sudáfrica (Retief, 2011) y con derechos de obtentor en ese país (2004), al igual que en Australia (2015).

‘Velvick’: Seleccionado en Australia por Dr. Antony Wiley en Australia, que tiene una resistencia mediana a alta a *Phytophthora cinnamomi*, portainjerto con características de la raza guatemalteca y también con algunos rasgos de la antillana. Se publicó que comparado con ‘Duke 6’ injertado con ‘Hass’ presenta frutos con menos daños postcosecha y menor presencia de ataque por antracnosis (Willingham et al., 2001).

Portainjertos con perspectivas con resistencia a *Phytophthora cinnamomi*

‘PP4’ (‘Zentmyer’): De la raza mexicana y derivado de ‘Thomas’, seleccionado por la Universidad de California Riverside, California, EE.UU., susceptible a salinidad (Menge et al., 2012). Patentado en EE.UU. en 2014 (Menge et al., 2014a) y con derechos de obtentor en México desde 2014.

‘PP14’ (‘Uzi’): proviene de una semilla de ‘G6’, de raza mexicana, seleccionado por la Universidad de California Riverside, California, EE.UU., muy susceptible a salinidad. Patentado en EE.UU. en 2014 (Menge et al., 2014b) y con derechos de obtentor en México desde 2014.

‘PP24’ (‘Steddom’): Proviene de una semilla de ‘Toro Canyon’ y es de la raza mexicana, seleccionado por la Universidad de California Riverside, California, EE.UU., buena tolerancia a salinidad. Patentado en EE.UU. en 2014 (Menge et al., 2014c) y con derechos de obtentor en México desde 2014.

‘J-Gallo’ (‘Julian’): De la raza antillana, obtenido en las Islas Canarias, España, por la Dr. Luisa Gallo-Llobet (Domínguez et al., 2010). Con trámite de derechos de obtentor ante la Oficina Comunitaria de Variedades de Plantas (CPVO).

‘Day’ (‘VC 207’): De la raza antillana con mexicana derivada del programa de Israel al frente de la Dra. Miriam Zilberstaine y el Dr. Avraham D. Ben-Ya’acov del Volcani Center, establecido en Givat-Haim (Zilberstaine et al., 1992), donde después de 10 años de evaluación mostró una superioridad a las condiciones de suelo con *Phytophthora cinnamomi* (Zilberstaine et al., 1995). Por otra parte, este portainjerto tiene una adaptación a varios factores: salinidad + suelo calcáreo, salinidad, suelo con problemas de sodio intercambiable y en condiciones de duna (Ben-Ya’acov et al., 1992).

Portainjertos para resistencia a *Phytophthora citricola*

‘Toro Canyon’: Cuenta con moderada resistencia a este patógeno (Tsao et al., 1992).

Portainjertos para resistencia a *Rosellinia necatrix*

‘Albacia’: En España ha surgido la enfermedad de raíces que se le ha denominado podredumbre blanca causada por *Rosellinia necatrix* (López-Herrera y Melero-Vara, 1992). Los Viveros Blanco en Málaga, España, ofrece el portainjerto clonal ‘Albacia’ derivado de ‘Lula’ de la raza antillana con guatemalteca, obtenido de un árbol escape a dicha enfermedad. Se ha evaluado desde el 2000 presentando buena adaptación en presencia de suelos con este patógeno, además de tolerar salinidad y suelo calcáreos (Viveros Blanco, 2017).

Portainjertos para tolerancia a riego con agua salina

‘VC 51’: De la raza antillana con rasgos de la guatemalteca también, es uno de los mejores portainjertos resistentes a agua salina, también con adaptación a suelos pesados y ligeros, y sobre todo con muy buena productividad (Ben-Ya’acov, 1992). Seleccionado en Israel por el Dr. Avraham D. Ben-Ya’acov del Volcani Center y es considerado como el portainjerto con mayor adaptación universal que se ha encontrado (Ben-Ya’acov et al. 1992; Ben-Ya’acov y Michelson, 1995).

Portainjertos para tolerancia a suelos calcáreos

‘Borchard’: En Estados Unidos de Norteamérica el viverista W. Hank Brokaw (1987) seleccionó este portainjerto de la raza mexicana por su tolerancia a suelos calcáreos en el rancho de Ed Borchard en Oxnard, Ventura County, California, EE.UU. y actualmente se utiliza comercialmente como clonal. Con patente en EE.UU. en 1986 (Borchard, 1986), la cual ya expiró.

Efecto del portainjertos sobre la reducción del tamaño del árbol

‘Nachtlat No. 2’: Tiene efecto enanizante y puede romper la dominancia apical de cultivares de hábito erecto como ‘Ettinger’ (Ben-Ya’acov y Michelson, 1995), el cual fue seleccionado por el Dr. Avraham Ben-Ya’acov en Israel.

‘Ashdot’: Seleccionado en Israel y que en Australia ha sido evaluado como portainjerto de semilla, muestra que al injertarse con ‘Hass’ reduce su tamaño significativamente, hasta la mitad del volumen de copa comparado con el portainjerto más vigoroso evaluado (‘BW5’), además de tener el índice de eficiencia de rendimiento de 8 kg m⁻³ de copa a los 5 años de producción, mientras que el más cercano fue de cerca de 6 kg m⁻³ (‘BW2’) y el más bajo 5 kg m⁻³ (‘Reed’) (Le Legared, 2011).

Portainjertos con perspectivas a futuro

En Merensky Technological Services en Wesfalia Estate, Sudáfrica, se están evaluando los portainjertos resistentes a *Phytophthora cinnamomi*: R0.01, R0.06, R0.7 y R0.8, R0.09 injertados con algunas variedades. De los cuales se tienen buenas expectativas.

De la Universidad de California Riverside, California, EE.UU., están los prospectos tolerantes a salinidad y a *Phytophthora cinnamomi*: ‘Anita’, ‘Brandon’, ‘Eddie’ y ‘Johnson’.

En México el Dr. Samuel Salazar García (comunicación personal, 2017) de Nayarit, México, está próximo a liberar los primeros portainjertos clonales mexicanos para uso comercial después de muchos años de evaluación. Entre ellos dos de la raza mexicana resistentes a *Phytophthora cinnamomi* con origen en el Estado de México con supervivencia mayor de 70% mayor que el “criollo regional” y de 30 a 40% mayor que ‘Duke 7’; además de cuatro tolerantes a sequía, dos originados en Veracruz de la raza antillana y dos de Puebla de la raza mexicana, que producen 30% más que los “criollos regionales”. Dichos portainjertos se han probado en Nayarit, Jalisco y Michoacán, México.

Comentarios Finales

Los nuevos prospectos a variedades han resaltado su posible uso potencial en varios países y su adopción por el momento será como complemento a la producción de ‘Hass’. Por otra parte, aún queda que la agroindustria aguacatera tome el reto de la búsqueda y uso de variedades exclusivas para su aprovechamiento en la industria, tanto de alimentos como en otros aspectos. Respecto a los portainjertos, que son de gran importancia por la influencia que tienen sobre el cultivar y la adaptación del árbol a las condiciones bióticas y abióticas del suelo, a nivel mundial se está tomando cada día más conciencia acerca de la utilidad que tienen y en

los próximos años veremos el auge de investigación en los aspectos relacionados con los mismos, donde definitivamente los recursos genéticos del aguacate jugarán un papel importante, ya que son la fuente de genes y que se busque combinar características deseables en uno o varios portainjertos élite.

Literatura Citada

- Barrientos-Priego, A. F., R. Muñoz-Pérez, M.W. Borys, and Ma. T. Martínez-Damián. 2006. Taxonomía, cultivares y portainjertos. pp. 30-62. In: Téliz, D, y A. Mora (Eds.). El Aguacate y su Manejo Integrado. 3ª edición. Biblioteca Básica de Agricultura, Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- Ben-Ya'acov, A. 1992. Recommended rootstocks for new planting of avocado- Ettinger cultivar. *Alon Hanotea* 46:919-926.
- Ben-Ya'acov, A., E. Michelson, M. Zilbersteine, Z. Barkan, and I. Sela. 1992. Selection of clonal avocado rootstocks in Israel for high productivity under different soil conditions. *Proceedings of Second World Avocado Congress II*: 521-526.
- Ben-Ya'acov, A., M. Zilbersteine, and I. Sela. 1992. A study of avocado germplasm resources, 1988-1990. V. The evaluation of collected avocado germplasm material for horticultural purposes. *Proceedings of Second World Avocado Congress II*: 559-562.
- Ben-Ya'acov, A.; and E. Michelson. 1995. Avocado rootstocks. *Horticultural Reviews* 17: 381-429.
- Borchard, E.C. 1986. Borchard avocado tree. U.S. Patent PP5,750. July 17, 1986. U.S. Patent and Trademark Office. Washington, DC, USA.
- Botha, T. 1991. Evaluacsie van avokado-onderstamme voorlopige verslag. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 14: 87-88.
- Brokaw, W. H. 1987. Field experiences with clonal rootstocks. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 10: 34-36.
- Crane, J. H., G. Douhan, B.A. Faber, M.L. Arpaia, G.S. Bender, C.F. Balerdi, and A.F. Barrientos-Priego. 2013. 8 Cultivars and rootstocks. pp. 200-233. In: Schaffer, B. A., A. W. Whiley, and B. N. Wolstenholme (Eds.). *The Avocado Botany, and Uses*. CAB International Publishing. Oxfordshire, UK.
- De Villiers, A.I., and A.A. Ernst. 2015. Avocado rootstock research: principal and practices. *Actas del VIII Congreso Mundial de la Palta, 13 al 18 de septiembre 2015, Lima Perú*. pp. 40-45.
- Domínguez Correa, P., A. Rodríguez Pérez, F. Siverio de la Rosa, y L. Gallo Llobet. 2010. Manejo integrado de la podredumbre de raíz de aguacate. *Agropalca* 11:19.
- Ernst, A.A. 1999. Micro cloning: a multiple cloning technique for avocados using micro containers. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5 (Núm. Especial):217-220.
- Ernst, A.A., Z.R. Ernst, and E.D. Ernst. 2015. 'Maluma': establishing a new generation avocado cultivar commercially. *Actas del VIII Congreso Mundial de la Palta, 13 al 18 de septiembre 2015, Lima Perú*. pp. 53-59.
- Illsey-Granich, C., R. Brokaw, and S. Ochoa-Ascencio. 2011. Hass Carmen®, a precocious flowering avocado tree. *Proceedings of the VII World Avocado Congress*. September 5-9, 2011. Cairns, Australia. pp. 569-574.
- Joubert, A.G. 2010. Avocado tree named 'Maluma'. U.S. Patent PP12/290,341, issued April 29, 2010. U.S. Patent and Trademark Office. Washington, DC, USA.
- Köhne, J. S. 2004. Avocado tree named 'Merensky 2'. U.S. Patent No. PP15,309. U.S. Patent and Trademark Office. Washington, DC, USA.

- Lahav, E.; and S. Gazit. 1994. World listing of avocado cultivars according to flowering type. *Fruits* 49(4): 299-313.
- Le Lagadec, D. 2011. Field evaluation of superior rootstocks with 'Hass' as scion. Proceedings of the VII World Avocado Congress 2011, September 5-9, 2011. Cairns, Australia. pp. 599-607.
- Llanos, A.P. 2003. Avocado tree named 'Llanos Hass'. U.S. Patent PP14,089, issued August 26, 2003. U.S. Patent and Trademark Office. Washington, DC, USA.
- López Jiménez, A., A. Barrientos Priego, J.C. Reyes Alemán, Ma. De la C. Espíndola Barquera, F.L. Hernández Vásquez, E. Campos Rojas, J. Ayala Arreola, P. Mijares Oviedo, y J. de J. Zárate Chávez, J. de J. 2010. Donadores de semilla. Red Aguacate, Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SNICS), Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), SAGARPA y Agrupe el Colorín, SPR. De RL. Tlalnepantla, México. 14 p.
- López-Herrera, C.J., y J.M. Melero-Vara. 1992. Disease of avocado caused by soil fungi in the Southern Mediterranean Coast of Spain. Proceedings of Second World Avocado Congress I:119-121.
- Martin, G.E., and B.O. Bergh. 2003. Avocado tree named '3-29-5'. U.S. Patent PP14,239, issued October 14, 2003. U.S. Patent and Trademark Office. Washington, DC, USA.
- Méndez Vega, C. 2000. Avocado tree named 'Mendez No. 1'. U.S. Patent No. PP11,173. 4 Jan. 2000. U.S. Patent and Trademark Office. Washington, DC, USA.
- Menge, J.A., G.E. Martin, B.O. Bergh, F.B. Guillemet, and B.S. McKee. 2014a. Avocado rootstock named 'Zentmyer'. U.S. Patent PP24,258, issued February 25. U.S. Patent and Trademark Office. Washington, DC, USA.
- Menge, J.A., G.E. Martin, B.O. Bergh, F.B. Guillemet, and B.S. McKee. 2014b. Avocado variety named 'Uzi'. U.S. Patent PP24,278, issued March 4. U.S. Patent and Trademark Office. Washington, DC, USA.
- Menge, J.A., G.W. Douhan, B. McKee, E. Pond, G.S. Bender, and B. Faber. 2012. Three new avocado rootstock cultivars tolerant to *Phytophthora* root rot: 'Zentmyer', 'Uzi', and 'Steddom'. *HortScience* 47(8):1191-1194.
- Menge, John A., Gray E. Martin, Berthold O. Bergh, Fred B. Guillemet, and Brandon S. McKee. 2014c. Avocado rootstock named 'Steddom'. U.S. Patent PP24,279, issued March 4. U.S. Patent and Trademark Office. Washington, DC, USA.
- Regev, I., H. Ardity, T. Israeli, E. Lahav, U. Lavi, M. Chemo, A. Chapnik, M. Ackerman, O. Feygenberg, E. Pesis, and D. Sa'ada, D. 2005. 'Lavi'—A new avocado cultivar. *HortScience* 40(2):489-489.
- Regev, I., T. Israeli, E. Lahav, D. Saada, U. Lavi, O. Feigenberg, and E. Pesis, (2009) 'Naor': A new Hass-like avocado cultivar. *Alon Hanotea* 63:620–621.
- Regev, I., T. Israeli, E. Lahav, D. Saada, U. Lavi, O. Feigenberg, and E. Pesis. 2009. 'Bar': A new avocado cultivar. A potential pollinizer to cv. Hass. *Alon Hanotea* 63:682–683.
- Retief, W. 2011. Suid-Afrikaanse avocado boomverkope. *Avoinfo* 177:22-23.
- Rocha-Arroyo, J.L., S. Salazar-García, A.E. Bárcenas-Ortega, I.J.L. González-Durán, y L.E. Cossio-Vargas. 2011. Fenología del aguacate 'Hass' en Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(3):303-316.
- Van Rooyen, Z. 2011. New developments in horticultural research at Westfalia, South Africa. Proceeding of the VII World Avocado Congress. September 5-9, 2011. Cairns, Australia. pp. 478-484.
- Vidiella, A., P. West, and D. van der Heijden. 2015. New clonal rootstocks are showing their value. Resúmenes del VIII Congreso Mundial de la Palta, Asociación de Productores de Palta Hass del Perú (ProHass). 13 al 18 de septiembre 2015, Lima Perú. p. 23.
- Viveros Blanco. 2017. Productos / Aguacate / Patrones. Viveros Blanco, España. Consultado 10 de agosto 2017: <http://www.viverosblanco.com/es/patrones>

- Willingham, S. L., K. G. Pegg, A. W. Cooke, L. M. Coates, P. W. B. Langdon, and J. R. Dean. 2001. Rootstock influences postharvest anthracnose development in 'Hass' avocado. *Australian Journal of Agricultural Research* 52(10):1017-1022.
- Witney, G.; and M. Gray. Taking the California avocado breeding program into the next century. *Proceedings of the World Avocado Congress III*. October 22-27, 1995. Tel Aviv, Israel. pp. 114-118.
- Zentmyer, G.A. 1978. The origin of root rot resistant rootstocks. *California Avocado Society Yearbook* 62:87-89.
- Zilbersteine, M., A. Ben-Ya'acov, and I. Sela. 1992. Selection of avocado rootstocks resistant to root-rot in Israel. *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture* 36:15-19.
- Zilbersteine, M., A. Ben-Ya'acov, and I. Sela. 1995. Selection of avocado rootstocks resistant to root-rot in Israel - Update report. *Program and Book of Abstracts of the World Avocado Congress III*. October 22-27, Tel Aviv, Israel. p. 51.