Petroglifos. Revista Crítica Transdisciplinar 5(2): 35-51 julio-diciembre 2022.
DOI: 10.5281/zenodo.7394575
ISSN 2610-8186
www.petroglifosrevistacritica.org.ve

Artículo Científico: Revisión

Portainjertos para limero 'Persa' ante la presencia de Huanglongbing (HLB) en Venezuela

Rootstocks for 'Persa' lime trees in the presence of Huanglongbing (HLB) in Venezuela

Edmundo E. Monteverde Soto[1*] y Ezequiel A. Rangel Aranguren[2]

[1]Profesional de Investigación, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Avenida Universidad, vía El Limón, Recinto Universitario. Maracay, Venezuela.

[2]Profesional de Investigación, Unidad de Protección Vegetal, Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Avenida Universidad, vía El Limón, Gerencia General. Maracay, Venezuela.

*Correo electrónico: eemonteverdesoto@gmail.com

Recibido: 28-11-2021. Aceptado: 22-08-2022

Resumen

El Huanglongbing (HLB) fue detectado en Venezuela en el año 2017. Es causada por la bacteria *Candidatus* Liberibacter asiaticus y transmitida por el psilido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri* Kuwayama), hallado en el país en 1999. La enfermedad ha causado la muerte de millones de árboles de cítricos en Asia y América, y hasta ahora no existen portainjertos ni cultivares comerciales tolerantes a la enfermedad, excepto el mandarino 'Sugar Belle'®. Los portainjertos Volkameriano (*Citrus volkameriana* Pasq.), Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. ex Tan.) y Citrumelo Swingle (*Citrus paradisi Macf. x Poncirus trifoliata* Raf.) fueron los más usados en Venezuela antes de la llegada del HLB. Existen pocos ensayos donde se haya evaluado el limero 'Persa' por largo tiempo sobre los nuevos portainjertos, la mayoría de los ensayos son con naranjos dulces (*Citrus sinensis* Osb.). Se han creado miles de nuevos portainjertos para cítricos y entre estos se destacan US-942 (mandarino 'Sunki' *Citrus sunki* Hayata x Flying Dragon *P. trifoliata*), US-812 ('Sunki' x Benecke *P. trifoliata*) y US-897 (Cleopatra x Flying Dragon) los cuales, son moderadamente tolerantes al HLB. Flying Dragon, considerado el único portainjerto enanizante para cítricos y sembrado a altas densidades con 'Persa', induce mayor producción en t.ha^{-1}; pero su tolerancia a HLB requiere ser evaluada. En esta publicación se hace una revisión bibliográfica de como los portainjertos que se han usado en Venezuela y algunos de los nuevos portainjertos influencian a 'Persa' en cuanto a vigor de los árboles, productividad, calidad del fruto; y toleran factores bióticos y abióticos, así como HLB.

Palabras clave: *Diaphorina citri, Candidatus* Liberibacter asiaticus*, Citrus latifolia* Tanaka, lima, tolerancia.

Abstract

Huanglongbing (HLB) was detected in Venezuela in

Reconocimiento-No Comercial-Compartir igual 4.0 Internacional
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

2017. It is caused by the bacterium *Candidatus* Liberibacter asiaticus and transmitted by the Asian citrus psyllid (*Diaphorina citri* Kuwayama), found in the country in 1999. The disease has caused the death of millions of citrus trees in Asia and America and so far there are no commercial rootstocks or cultivars tolerant to the disease, except for the 'Sugar Belle'® mandarin. Volkameriano (*Citrus volkameriana* Pasq.), Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. Ex Tan.) and Citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* Raf.) rootstocks were the most widely used in Venezuela before the arrival of HLB. There are few trials where the 'Persian' lime tree has been evaluated for a long time on the new rootstocks, most of the trials are with sweet orange trees (*Citrus sinensis* Osb.). Thousands of new citrus rootstocks have been developed and among these are US-942 ('Sunki' *Citrus sunki* Hayata x Flying Dragon *P. trifoliata*), US-812 ('Sunki' x Benecke *P. trifoliata*) and US-897 (Cleopatra x Flying Dragon) which are moderately tolerant to HLB. Flying Dragon, considered the only dwarfing rootstock for citrus and planted at high densities with 'Persa', induces higher production in $t.ha^{-1}$; but its tolerance to HLB needs to be evaluated. This publication provides a literature review of how rootstocks that have been used in Venezuela and some of the new rootstocks influence 'Persa' in terms of tree vigor, productivity, fruit quality, and tolerance to biotic and abiotic factors, as well as HLB.

Keywords: *Diaphorina citri, Candidatus* Liberibacter asiaticus*, Citrus latifolia* Tanaka, lime, tolerance.

Introducción

El limero 'Persa' (*Citrus latifolia* Tan.), 'Tahití' o Bearss lime, es originario probablemente de las zonas tropicales del archipiélago Malayo (Agusti, 2000). En vista de que Venezuela cuenta con extensas áreas para su cultivo, en el año 1995 fue el segundo suplidor de este rubro para la Unión Europea, representando el 10,12% de sus importaciones (Tourism and Industrial Development of Trinidad and Tobago, 1997), por lo que el limero 'Persa' podría representar para el país una importante fuente de ingresos por la exportación de su fruta; sin embargo la presencia de Huanglongbing **(HLB)** ha limitado su cultivo.

En 1999 se señaló la presencia en Venezuela *Diaphorina citri* Kuwayama, principal vector de la bacteria *Candidatus* Liberibacter asiaticus (Cermeli *et al.,* 1999), que causa la enfermedad conocida como Huanglongbing o enfermedad de los retoños amarillos (ex-greening: HLB), que ha ocasionado grandes pérdidas de plantaciones citrícolas en el continente americano. Luego, en el año 2017 se comprobó mediante técnicas moleculares la presencia de este patógeno en el país y su distribución en los estados Aragua, Carabobo, Yaracuy y Portuguesa (Marys *et al*., 2020; Marys *et al.*, 2021).

Es importante destacar, que se han usado varios métodos para el control del vector, entre ellos el control biológico y los pesticidas; así como algunas prácticas para prolongar la vida útil de los arboles afectados por HLB como la aplicación de fertilizantes foliares y al suelo; no obstante la solución definitiva es conseguir portainjertos tolerantes o resistentes a la enfermedad (Bowman y McCollum, 2015).

Ahora bien, los portainjertos usados en el país para limero 'Persa' antes de la llegada de la bacteria fueron limonero Volkameriano (*Citrus Volkamerina* Pasq.), mandarino Cleopatra (*Citrus reshni* Hort. Ex Tan.) y Citrumelo Swingle (*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* Raf.), los cuales son susceptibles a esta (Castle *et al.*, 2020).

Otro portainjerto introducido al país para limero 'Persa' y naranjos con características enanizantes, fue el Flying Dragon [*Poncirus trifoliata* (I. Ito) Swing. var. Monstrosa], pero tuvo poca difusión debido a la lentitud para crecer y entrar en producción.

La aparición de la bacteria en zonas con una citricultura altamente desarrollada como en Florida y California, Estados Unidos, ha motivado a la creación de nuevos portainjertos buscando tolerancia o resistencia a la enfermedad. Solo la Universidad de Florida hasta el año 2020 había producido más de 13000 híbridos diploides y tetraploides, los cuales se están evaluando por su tolerancia a HLB. Esto sin considerar que el departamento de agricultura de Florida y California, así como la Universidad de California también han producido miles de híbridos buscando la tolerancia a la enfermedad y a otros factores bióticos y abióticos (Grosser *et al.*, 2020).

Por tanto, el objetivo de esta publicación es realizar una revisión bibliográfica crítica de como los portainjertos que se han usado en Venezuela para limero 'Persa' y algunos de los nuevos portainjertos influencian el vigor, la productividad y la calidad del fruto; así como su tolerancia a factores bióticos, abióticos y en especial al HLB.

Portainjertos para limero 'Persa' usados antes de la llegada del HLB

Limonero Volkameriano

Con la llegada del virus de la tristeza de los cítricos **(CTV)** a Venezuela en los años ochenta, se estima que se destruyeron más de 5.000.000 de árboles injertados sobre naranjo Agrio (*Citrus aurantium* L.). La alternativa para injertar limero 'Persa' y naranjos fue el limonero Volkameriano (figura 1). Este portainjerto tiene la capacidad de inducir una producción alta y precoz; pero su vida útil es corta (8-10 años) cuando se le compara con árboles sobre Cleopatra. Esto muy probablemente está relacionado con el manejo agronómico que se le aplique, ya que Volkameriano induce árboles muy vigorosos, por tanto, es exigente en un suministro adecuado de agua y fertilizantes (Monte-

Figura 1

Fruto de Limonero Volkameriano.



verde *et al.,* 2005).

El limonero Volkameriano tiende a inducir árboles con mayor altura, diámetro y volumen de la copa, además de que es de los más vigorosos cuando se le compara con Cleopatra. Asimismo, la productividad que induce en 'Persa' es alta (Milla *et al.,* 2009; Quijada *et al*., 2002; Figueiredo *et al*., 2002; Valbuena, 1996). El fruto de Volkameriano tuvo un peso promedio de 188 g, 22 semillas.fruto^{-1}, 11996 semillas.Kg^{-1} y pesa 0,087 g.semilla^{-1} (Monteverde *et al.,* 2007).

Volkameriano es tolerante CTV, susceptible a Blight o Declinio, enfermedad de origen desconocido (Beretta *et al.,* 1988). No obstante, Salibe y Cereda (1984) sostienen que la tolerancia de Volkameriano a CTV depende de la selección. Tal es el caso de Acireale que es más tolerante que Catania-1, Catania-2 y Palermo. Por otro lado, la susceptibilidad a *Phytophthora* sp. depende de la especie del hongo, así que Volkameriano es tolerante a *Phytophthora parasítica;* pero susceptible a *P. citrophthora* (Carpenter *et al.,* 1981). Además, Volkameriano es susceptible al nematodo *Radophulus citrophilus* Huetted y al nematodo de los cítricos *Tylenchulus semipenetrans* Cobb (Kaplan y Timmer, 1987). También se caracteriza por su tolerancia a suelos calcáreos (Castle *et al.*, 2020).

Mandarino Cleopatra

El mandarino Cleopatra (figura 2) fue el otro portainjerto que sustituyó al naranjo Agrio después de la aparición de CTV. Cleopatra es un buen portainjerto para los naranjos 'Valencia' y 'California' ('Washington Na-

Figura 2

Sección transversal de un fruto de Mandarino Cleopatra.



Nota. Adaptado de "Sección transversal de la fruta" [Fotografía], por North Carolina State University Vascular Plant Herbarium (NCSC) (https://idtools.org/id/citrus/citrusid/factsheet.php?name=Cleopatra). Obra de dominio público.

vel') a pesar de la lentitud para alcanzar una producción alta (Castle, 2010; Monteverde *et al.*, 1996). Pero hay dudas de que sea adecuado para 'Persa', aunque Quijada *et al.* (2002), lo recomiendan para un bosque seco tropical, suelo con pH alto, arenoso en la superficie, pero arcilloso a profundidad variable. Castle *et al.* (2004) y Campbell (1979) no lo recomiendan para suelos calcáreos. Según Monteverde *et al.* (2007), el fruto de Cleopatra tuvo un peso promedio de 71 g, 16 semillas.fruto^{-1}, 8229 semillas.Kg^{-1} y la semilla pesó 0,123 g.

'Persa' en Cleopatra, en condiciones climáticas subtropicales (temperatura y precipitación media de 23,4ºC y 1525 mm) y sin riego, tuvo menor producción, ocupando el octavo lugar de un total de once portainjertos; sin embargo no hubo diferencias significativas en los factores de calidad externa como peso y diámetro ecuatorial del fruto (Figueiredo *et al.*, 2002).

En un bosque seco tropical con temperatura media de 28ºC, precipitación media anual de 500-600 mm, y con riego, la producción total acumulada de 'Persa' sobre Cleopatra durante seis años fue mayor (509 kg.árbol^{-1}); pero estadísticamente similar que Volkameriano (439 kg.árbol^{-1}). No hubo diferencias en los factores de calidad interna (SST, AT), y están dentro de los parámetros establecidos según las Normas Mexicanas, excepto el porcentaje de jugo (31,71-40,77%) que fue bajo para todos los portainjertos estudiados (Quijada *et al.,* 2002; NMX-077-1996, 1990). Es muy probable que este bajo porcentaje de jugo se debió a que el ensayo estaba establecido en un clima semiárido.

Sin embargo, la calidad del fruto de 'Persa' sobre Cleopatra con relación al contenido de solidos solubles totales (SST) y acidez titulable (AT), fue igual o superior a otros 15 portainjertos cuando se evaluaron en climas subtropical y tropical seco (Stenzel y Neves, 2004; Quijada *et al.*, 2002).

'Persa' sobre Cleopatra es susceptiblele a "stem pitting", una variante o raza del virus de la tristeza, por lo que la pre-inmunización de las plantas a nivel de vivero con razas débiles o suaves ("mild") para protegerlas contra razas severas del virus, es una solución (Matos *et al*., 2013; Lee *et al.,* 1994). Es así como Stenzel (1998) citado por Figueiredo *et al.* (2002), encontró mayor compatibilidad y producción del limero 'Persa' sobre Cleopatra cuando estos fueron pre-inmunizados.

La experiencia de campo es que alrededor del sexto año después de sembrado 'Persa' sobre Cleopatra, se forma un sobre-crecimiento o "rodete" a nivel de la línea de injerto, lo que reduce la productividad y la vida útil del árbol. Es muy probable que ese "rodete" se forme por la presencia de "stem-pitting" al cual los árboles de 'Persa' son susceptibles, aunque Cleopatra es tolerante (Matos *et al*., 2013).

Asimismo, el mandarino Cleopatra es moderadamente tolerante a *Phytophthora nicotianae* var. *parasítica* (Dastur) y susceptible al nematodo de los cítricos *Tylenchulus semipenetrans* Cobb. (Rondón *et al.,* 1993; Crozzoli y González, 1989; Ferguson y Timmer, 1987).

Citrumelo Swingle

El otro portainjerto utilizado en el país para limero 'Persa' antes de la aparición del HLB fue el citrumelo Swingle (figura 3). El fruto de Swingle tiene un peso promedio de 134 g, 18 semillas.fruto^{-1}, 5784 semillas.kg^{-1} y pesó 0,150 g.semilla^{-1} (Monteverde *et al.,* 2007). Además, tiene la ventaja de inducir arboles con copa más compacta y de menor tamaño en naranjo 'Valencia', cuando se comparó con árboles en limonero Volkameriano (Monteverde *et al*., 1996). También se pueden sembrar a mayor densidad por hectárea, por lo que la producción por superficie es mayor.

La producción total acumulada de los árboles de 'Persa' sobre Swingle fue mayor durante siete años cuando se compararon con los árboles en Volkamariano, Cleopatra y Carrizo, aunque los árboles en limonero Volkameriano superaron a Swingle en los primeros cuatro años. Asimismo, los árboles en Swingle sobrevivieron en un 95%, mientras que en Voklameriano y Cleopatra en un 40% (muertos y enfermos) (Piña-Dumolin *et al.,* 2005).

Swingle es tolerante a CTV, *Phythophthora parasítica,* Blight y es resistente a *Tylenchulus semipenetrans*, (Castle *et al*., 2020). La desventaja de Swingle es que no tolera suelos calcáreos y arcillosos en algunos de los horizontes o bajos en materia orgánica (Castle, 2010).

Flying Dragon

Flying Dragon es considerado el único portainjerto enanizante (Bitters *et al.,* 1979, citado por Mademba-Sy *et al*., 2012).

En la isla de Martinica, en el Caribe, con clima tropical húmedo (temperatura y precipitación media de 25,4ºC y 2352 mm) y suelo arcilloso, se estableció un ensayo

Figura 3

Sección transversal de un fruto de Citrumelo Swingle.



Nota. Adaptado de "Sección transversal de la fruta" [Fotografía], por North Carolina State University Vascular Plant Herbarium (NCSC) (https://idtools.org/id/citrus/citrusid/factsheet.php?name=CPB-4475). Obra de dominio público.

de siete cultivares de cítricos, entre ellos 'Persa', y dos portainjertos, naranjo Pomeroy (*P. trifoliata*) y Flying Dragon, a una densidad de 1000 árboles.ha^{-1}. Al tercer año, 'Persa' sobre Flying Dragon tuvo una reducción del volumen de la copa de 54% cuando se comparó 'Persa' sobre Pomeroy, y 70% cuando se comparó' 'Persa' sobre *Citrus macrophylla*, éste último sembrado a una densidad de 200 árboles.ha^{-1}. La productividad de 'Persa' sobre Flying Dragon en t.ha^{-1} en los tres primeros años fue 2,7 más alto que en *Macrophylla.* Los costos de establecimiento y producción hasta el tercer año se cubrieron en un 75% (Mademba-Sy *et al*., 1993).

En la isla de Nueva Caledonia bajo condiciones de clima subtropical, 'Persa' sobre 'Flying Dragon' obtuvo mayor producción total acumulada (569 t.ha^{-1}) durante 13 años a una densidad de 1000 árboles.ha^{-1}, cuando se le comparo injertado sobre Volkameriano (200 t.ha^{-1}) a una densidad de 208 árboles.ha^{-1}. Los árboles de 'Persa' en Flying Dragon tuvieron una reducción del crecimiento de 66% en comparación con Volkameriano, aunque con una mayor proporción de frutos pequeños con menor contenido de jugo. Asimismo, los costos de establecimiento y mantenimiento fueron 1,5 veces más altos; no obstante, el retorno esperado fue 2,8 más alto que en una plantación convencional (Mademba-Sy, 2012).

Lo que se pudiera concluir de estos dos ensayos es que, aunque la producción por superficie es más alta en un huerto de 'Persa' de alta densidad con Flying Dragon, los costos de producción versus el retorno de la inversión justifican la siembra en un área en particular.

Por otro lado, Flying Dragon no se desarrolla bien en suelos alcalinos, ni arenosos, es tolerante a CTV, *Phytophthora nicotianeae*, resistente al nematodo de los cítricos *Tylenchulus semipenetrans* y, actualmente se evalúa su susceptibilidad al HLB (Castle *et al*., 2020; Donadio *et al*., 2019).

Nuevos portainjertos para cítricos

Los portainjertos comúnmente usados para cítricos en Venezuela, como en los países con una importante industria citrícola, no son tolerantes al HLB, por lo que la aparición de esta enfermedad ha motivado que se evalúen nuevos portainjertos, la mayoría de ellos híbridos de *Poncirus trifoliata* Raf., y generados especialmente en Florida y California, Estados Unidos. Aunque algunos de ellos tienen una buena producción en presencia de HLB, poco se conoce en su adaptabilidad a distintas condiciones edafoclimáticas, distancia de siembra y su tolerancia a plagas y enfermedades (Albrecht y Bowman, 2019).

Existen muy pocos ensayos donde se haya evaluado el limero 'Persa' sobre los nuevos portainjertos. En 1997, Castle *et al.* (2004) establecieron dos ensayos de limero 'Persa' en suelos extremadamente calcáreos del sur de Florida, Estados Unidos. En el primer ensayo, se injertó sobre 20 portainjertos y después de tres años los árboles más altos fueron US-801, US-802, US-812 y US-827, los cuales tuvieron un promedio de 2,13 m. La producción estuvo alrededor de 59 kg por árbol para US-801 y US-897, que resultaron ser los más productivos. En el segundo ensayo se evaluaron 52 portainjertos, incluyendo portainjertos obtenidos por hibridación somática y multiplicados por cultivo de tejidos. La altura promedio de los árboles fue de 1,89 m y varió entre 1,5-2,5 m. US-801, US-812, US-897 y US-942 destacaron por su buena productividad en un área infestada por HLB. Los portainjertos de híbridos somáticos indujeron árboles de menor crecimiento. La información solo se tomó durante dos cosechas debido a la aparición del cáncer de los cítricos causado por *Xanthomonas axonopodis pv citri* (Hasse), lo que obligó a eliminar estos dos ensayos.

Piña-Dumoulin *et al.* (2006), evaluaron 'Persa' sobre

11 portainjertos, en condiciones de bosque tropical sub-húmedo (temperatura y precipitación media de 25ºC y 900-1000 mm a 455 msnm) con riego. Los árboles con mayor altura en el tercer año después de sembrados fueron en FF-1-131-20 con 3,54 m, no encontrándose diferencias estadísticas significativas con HRS-801 (3,16 m), HRS-942 (3,09 m), HRS-802 (3,01 m), HRS-812 (2,73 m) y Volkameriano (2,91 m). Los árboles en Cleopatra tuvieron una menor altura (2,51 m) y en HRS-942, mayor diámetro (3,14 m) y volumen de la copa (18,16 m^3), sin mostrar diferencias estadísticas con los otros portainjertos. La producción obtenida en el año 2004, fue mayor para HRS-942 con 33,97 $kg.arbol^{-1}$ y la calidad externa del fruto en términos de diámetro ecuatorial estuvo alrededor de los 60 mm. El porcentaje de jugo de 'Persa' sobre todos los portainjertos estuvo por encima de 42%, excepto HRS-802, que estuvo ligeramente por debajo. Los árboles en los portainjertos en HRS-802, HRS-812 y HRS-942 tuvieron un porcentaje de sobrevivencia entre 80-100%. Es importante destacar, que la denominación HRS fue cambiada a US.

Con relación a la tolerancia a CTV y *Phytophthora nocotianae*, el portainjerto US-942 es tolerante a estos dos patógenos y moderadamente tolerante a HLB (Castle *et al.*, 2020; Bowman *et al.*, 2016b); ocupando el primer lugar durante tres ciclos consecutivos como el portainjerto más usado para injertar naranjos por los viveristas de Florida (Citrus Budwood Annual Report 2020-2021, 2021).

La conclusión de estos dos ensayos mencionados anteriormente, es que en un clima subtropical con suelos extremadamente calcáreos o un clima tropical en suelo con pH 7, US-942 y US-812 injertados con 'Persa' inducen arboles con mayor volumen de copa; pero al mismo tiempo mayor producción por árbol, además de que son moderadamente tolerante a HLB. En un registro de cuatro años, US-942 (figura 4) tuvo un promedio de 9,2 $semillas.fruto^{-1}$, 4200 $semillas.litro^{-1}$ y 0,130 $g.semilla^{-1}$, mientras que US-812 tuvo 12,1 $semillas.fruto^{-1}$, 3142 $semillas.litro^{-1}$ y 0,181 $g.semilla^{-1}$ (Bowman *et al.*, 2016a).

La información que se dispone de los nuevos portain-

Figura 4

Frutos del portainjerto US-942 con un diámetro ecuatorial promedio de 5,37 cm y 7 semillas por fruto.



 DOI: 10.5281/zenodo.7394575

jertos es básicamente con ensayos en naranjo dulce. Así, Wutscher *et al.* (1999) evaluaron 'Valencia' sobre 21 portainjertos en un suelo de arena fina en la región central de Florida, Estados Unidos, donde se incluyó 13 portainjertos experimentales y los más usados en Florida (Swingle, Carrizo). HRS-812 (3,54 m) y HRS-942 (3,10 m) tuvieron árboles de menor altura cuando se les compararon con los árboles en limón Vangasay *Citrus Jambhiri* Lush (3,90 m). La producción total acumulada durante 4 años en HRS-812 fue de 305,7 Kg.árbol^{-1} y en HRS-942 de 290,9 Kg.árbol^{-1}, siendo estadísticamente similar a los árboles en limonero Vangasay (317,3 Kg), que fue el de más alta producción.

Con respecto a la calidad del jugo, el promedio de cuatro años en términos de porcentaje de jugo fue más alto para HRS-827 (Limero Rangpur *Citrus limonia* Osb x Swingle) con 54,7%; pero no se diferenció estadísticamente de HRS-812 (53,8%) y HRS-942 (54,2%). Mientras que el índice de madurez (SST/AT) fue más alto para HRS- 811 (Smooth Seville *C. aurantium* L. x Swingle) con 14,8 y estadísticamente similar a HRS-942 con 13,9.

La conclusión de este ensayo indica que, aunque el limonero 'Vangasay' puede inducir mayor producción en 'Valencia', la calidad del jugo de los frutos en HRS-942 y HRS-812 es muy superior.

Por otro lado, el portainjerto US-812 presenta resistencia a CTV, *Phytophthora nicotianae*, el nematodo de los cítricos *Tylenchulus semipenetrans*; y aparentemente es tolerante a suelos con pH alto y Blight (Bowman, 2003).

Los registros de nueve años de una producción total acumulada de un ensayo de naranjo 'Hamlin' (*Citrus sinensis* Osb.) sobre cinco nuevos portainjertos mostraron que US-1284 en un suelo con mal drenaje, tuvo una producción superior (354 Kg.arbol^{-1}) cuando se comparó con Swingle, Carrizo y Flying Dragon. Mientras que en un segundo ensayo, los árboles en US-942 en un suelo excesivamente drenado, tuvieron una producción total acumulada superior de 674 Kg.arbol^{-1} cuando se le comparó con US-1284, US-812, Carrizo, Swingle y Flying Dragon. Ambos ensayos se establecieron en un área con la presencia de HLB en el estado de Florida (Bowman y McCollum, 2015).

La conclusión de estos dos ensayos es que la condición del suelo influyó en la respuesta de los portainjertos a la presencia de HLB y que US-942 se adapta mejor a suelos bien drenados.

En el cuadro 1 se muestran diferentes grados de tolerancia a factores de estrés biótico y abiótico de 13 portainjertos, de los cuales siete fueron introducidos por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas **(INIA)** en 1999 desde Florida (Piña-Dumoulin *et al*., 2006); mas US-1284, con un grado de tolerancia a suelos mal drenados en un ambiente en presencia de HLB. Además, se incluye el portainjerto US-897 generado en Florida, que induce árboles de porte bajo, por lo que puede ser sembrado en plantaciones de alta densidad (Castle *et al.*, 2020). También se incluye Flying Dragon y los portainjertos más usados en el país antes de la llegada del HLB (Volkameriano, Swingle y Cleopatra). US-897 es moderadamente tolerante a HLB; y en cuatro años de registro tuvo una producción total acumulada de 150 Kg.arbol^{-1}, con un promedio de 13,3 semillas.fruto^{-1}, 4500 semillas.litro^{-1} y 0,123 g.semilla^{-1} (Bowman *et al.*, 2016a).

En el Cuadro 2 se muestra los padres que dieron origen a esos materiales citrícolas que se han mencionado en esta publicación con sus nombres botánicos.

El manejo de la plantación de cítricos puede aumentar la susceptibilidad a la presencia del HLB, entre ellos, la falta de capacidad para suministrar los insumos adecuados en el momento oportuno, como fertilizantes y

Cuadro 1

Características de importancia de 13 portainjertos para cítricos.

						Tolerancia			Tolerancia a Enfermedades y Plagas			
Portainjertos	**Embrionía Nucelar (%)**	**Tamaño Árbol**	**Kg. Árbol^{-1}**	**SST/ acidez**	**pH Alto**	**Suelo Arcilloso**	**Exceso Humedad**	**Déficit Hídrico**	**CTV**	***Phytophthora***	**HLB**	***Tylenchulus semipenetrans***
US-801	SI	A*	A*	A*	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
US-802	98	A	A	B-I	[MT]	[T]	[MT]	SI	T	T	B	SI
US-809	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
US-812	96	I	A	A	T	[I]	[MT]	SI	T	T	MT	T
US-934	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
US-942	96	A	A	A	T	[T]	[T]	[T]	T	T	MT**	SI
US-954	SI	PB***	B***	I***	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
US-897	98	PB	B	A	T	BN	[I]	SI	T	T	MT	SI
US-1284	95	I	A	I	SI	SI	T	SI	T	T	SI	B
Flying Dragon	80-90	PB	B-I	A	B	MT	T	B	T	T	SI	R
Volkameriano	98	A	A	B	T	MT	MT-T	T	T	T	S	S
Cleopatra	98	A	B-I	A	MT	MT	B	T	T	S	S	S
Swingle	95	I	I	I	B	B	[T]	B-T	T	T	S	R

Nota. PB = Porte Bajo (> 2,4 m), I = Intermedio (2,4-4,2 m), A= alto (4,2-6 m), B=Bajo(a), BN = Bueno(a), T = Tolerante, MT = Moderadamente tolerante, R = Resistente, S = Susceptible, SI = Sin Información, [ ] = Se Supone. *Bowman y McCollum, 2015; ** Bowman y Albrecht (2020), ***Wutscher y Bowman (1999). [Adaptado de Castle *et al.*, 2020].

DOI: 10.5281/zenodo.7394575

Cuadro 2

Parentales y nombres botánicos de 16 Portainjertos para cítricos.

Portainjerto	Parentales	Nombre botánico
F-1-131-20	Mandarino Changsha x English large flowered	*Citrus reticulata* Hort. x *Poncirus trifoliata*
US-801	Mandarino Changsha x English small flowered	*C. reticulata* x *Poncirus trifoliata*
US-802	Siamese pummelo x Gotha Road	*C. grandis x Poncirus trifoliata*
US-809	Mandarino Changsha x English large flowered	*C. reticulata x Poncirus trifoliata*
US-812	Mandarino Sunki x Benecke naranja trifoliada	*Citrus sunki* (Hayata) x *Poncirus trifoliata*
US-827	Limon Cravo x Swingle	*Citrus limonia* Osb. x (*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata*)
US-896	Cleopatra x Rubidoux	*Citrus reshni* x *Poncirus trifoliata*
US-897	Cleopatra x Flying Dragon	*Citrus reshni* x *Poncirus trifoliata*
US-934	Minneola x naranja trifoliada	(*C. sinensis* x *C. paradisi*) x *P. trifoliata*
US-942	Sunki x Flying Dragon	*Citrus sunki* x *Poncirus trifoliata*
US-954	Pearl tangelo x Flying Dragon	(*Citrus. sinensis* x *Citrus paradisi)* x *Poncirus trifoliata*
US-1284	Mandarino Ninkat x Gotha Road #6	*Citrus reticulata* x *Poncirus trifoliata*
Flying Dragon	Naranja trifoliada	*Poncirus trifoliata* cv *monstrosa*
Volkameriano	Volkameriano	*Citrus volkameriana* Pasq.
Cleopatra	Cleopatra	*Citrus reshni*
Swingle	Swingle	*Citrus sinensis x Citrus paradisi*

pesticidas. Asimismo, aspectos relacionados con el suelo y el riego pueden acelerar o disminuir los síntomas. Suelos excesivamente húmedos o plantaciones sometidas a estrés hídrico o un riego deficiente sensibilizan a los cítricos al efecto de la bacteria.

Casi todas las combinaciones variedad/portainjerto de los cítricos son susceptible a HLB; pero el naranjo Trifoliado (*P. trifoliata*) no lo es, aunque algunos de sus híbridos como los citranges (*C. sinensis* x *P. trifoliata*) si lo son (Zhao, 1981). No obstante, la tolerancia a la bacteria previamente observada en algunos de los portainjertos, pudiera ser parcial por la capacidad que tienen de tolerar las condiciones adversas de estrés causada por patógenos del suelo y responder a los tratamientos nutricionales en presencia de un debilitamiento del árbol (Albrecht y Bowman, 2019).

Existen dos materiales citrícolas tolerantes a HLB, 'Finger lime' o Lima de Dedos (*Microcitrus australasica* Muell.) y el mandarino 'Sugar Belle'® [**'Clementina'** *Citrus reticulata* Blanco x tangelo 'Minneola' (grapefruit 'Duncan' *Citrus paradisi* Macf. x mandarino 'Dancy' *C. reticulata*)]. *Microcitrus autralasica* (figura 5) es una especie de la familia Rutaceae nativa de la parte norte de Australia que muestra resistencia a HLB que en promedio pesa 30 g y mide 7 cm de largo, y está siendo estudiada para crear nuevos portainjertos híbridos

Figura 5

Frutos verdes de 'Finger Lime' Microcitrus australasica.



Nota. Adaptado de "*Citrus australasica* fruta verde" [Fotografía], por Zaareo, 2009 (https://upload.wikipedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Citrus_australasica_green_fruit1.JPG). CC BY-SA 3.0.

(Dutt *et al.*, 2017).

'Sugar Belle'® es un cultivar de mandarino desarrollado por la Universidad de Florida y en este momento es una marca comercial registrada (figura 6). Se caracteriza por su alta concentración de compuestos fenólicos antimicrobianos capaces de inhibir la multiplicación de la bacteria (Killiny *et al.,* 2017). Es muy parecida al tangelo 'Minneola' y aunque 'Sugar Belle'® es tolerante HLB, tiene la desventaja de que es susceptible a *Phytophthora nicotianae* B. de Haan. y cuando es propagada por semilla no reproduce las características de la planta madre, es decir, carece de embrionía nucelar (Grosser *et al.*, 2020).

Debido a su tolerancia a HLB, ambos materiales citrícolas están siendo usados para producir híbridos tolerantes (Grosser *et al*., 2020, Dutt *et al*., 2017).

Consideraciones Finales

Se necesita establecer ensayos con los portainjertos nuevos o huertos de observación del limero 'Persa' injertado sobre US-942, US-812, US-897, Flying Dragon y otros nuevos portainjertos para determinar como es su comportamiento bajo las condiciones edafoclimáticas de áreas citrícolas de Venezuela.

Sin embargo, si se logra controlar *Diaphorina citri* a través del uso de insecticidas amigables con el ambiente y/o por el control biológico con *Tamarixia radiata* Waterston o *Diaphorencyrtus aligarhensis*, es posible regresar a los portainjertos tradicionales para 'Persa' como Volkameriano y Swingle.

En el caso de Cleopatra sería necesario pre-inmunizar con razas débiles del virus de la tristeza para lograr arboles saludables y productivos. Tampoco hay que olvidar el Flying Dragon, que ha demostrado una alta producción por superficie con 'Persa' a densidades entre 800 y 1000 árboles.ha^{-1}. Todo esto bajo un adecuado manejo agronómico que permita una máxima expresión del genotipo de 'Persa'. Además, habría que mencionar que tanto el cultivar de limero 'Persa' como los portainjertos que se usen deberían estar bajo un programa de Certificación de Plantas de Cítricos con

Figura 6

Frutos de Mandarina 'Sugar Belle'®.



Nota. Adaptado de "Variedad de mandarina Sugar Belle" [Fotografía], por University of Florida-IFAS Extension (UF/IFAS), 2021. (https://nwdistrict.ifas.ufl.edu/hort/2021/11/22/sugar-belle-mandarin-a-great-choice-for-the-florida-panhandle/).

supervisión del organismo nacional de sanidad vegetal (Monteverde *et al.*, 2020).

Muchos son los portainjertos que se han producido y se están evaluando en cuanto a su comportamiento ante el HLB y a diferentes condiciones de estrés biótico y abiótico; es muy probable que en el futuro aparezcan nuevos cultivares y portainjertos tolerantes a la bacteria.

Los materiales citrícolas que se han incluido en esta revisión bibliográfica son para visualizar cual es la problemática que se presenta con la infestación por *Candidatus* Liberibacter asiaticus*,* tanto con las variedades comerciales, así como algunos de los portainjertos que se han creado buscando tolerancia al HLB. Es importante destacar, que en este momento no existe en Venezuela un Programa de Certificación para materiales citrícolas (cultivares y portainjertos) que estén en el país y para el que pudieran ser introducidos por su productividad; y están libres de enfermedades y plagas.

Literatura Citada

Agusti, M. (2000). *Citricultura*. Ediciones Multi-Ptrensa.

Albrecht, U. y Bowman, K. D. (2019). Reciprocal influences of rootstock and scion citrus cultivars challenged with *Ca.* Liberibacter asiaticus. *Scientia Horticulturae*, 254, 133–142. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.010/

Beretta, J. M. G., Rosseti, V., Pompeu, J. J., y Teofilo Sobrinho, J. (1988). *Behavior of different citrus rootstocks to declinio in São Paulo, Brazil*. Tel Aviv, Israel. Proceeding of de Sixth International Citrus Congress 2: 1039-1046.

Bowman, K. D. (2003). *New hybrids citrus rootstocks*

developed by U. S. Department of Agriculture. Orlando, Florida. Proceedings of the International Society of Citriculture, 9th Congress, I: 51, December 3-7, 2000.

Bowman, K. D., y Albrecht, U. (2020). Rootstock influences on health and growth following *Candidatus liberibacter Asiaticus* infection on young sweet orange tress. *Agronomy*, 10 (12), 1907. https://doi.org/10.390/agronomy10121907.

Bowman, K. D., Fulkner, L. y Kesinger, M. (2016a). New citrus rootstocks release by USDA 2001-2010. Field performance and nursery characteristics. *HortScience*, 51(10), 1208-2014. https://doi.org/10.21273/HORTSCI10970-16

Bowman, K. D., McCollum, G., y Albretch, U. (2016b). Performance of Valencia orange (*Citrus sinensis* [L] Osbeck on 17 rootstocks in a trail severely affected by Huanglongbing. *Scientia Horticulturae*, 201, 355-361.

Bowman K. D. y McCollum, G. (2015). Five new citrus rootstock with improved tolerance to Huanglongbing. *HortScience*, 59 (11), 1731-1734. https://www.researchgate.net/publication/285409561

Campbell, C. W. (1979). *Tahiti lime production in Florida.* Gainesville, Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS). Cooperative Extension Service. Bulletin 187. University of Florida. 45p.

Carpenter, J. B., Burns, B. M. y Sedlacek, R. F. (1981). Phytophthora resistant rootstocks for Lisbon lemon in California. *Citrograph*, 66 (12), 287-292.

Castle, W. S. (2010). A career perspective on Citrus rootstocks, their development and commercialization. *HortScience*, 45(1), 11-15.

Castle, W. S., Bowman, K. D., Grosser, J. D., Frerrarezi, R. S., Futch, S. H., y Rodgers H. S. (2020). *Florida Citrus Rootstock selection guide* (4° ed.). University of Florida, IFAS, Extension Service. https://crec.ifas.ulf.edu/extension/citrus_rootstock/tables.html.

Castle, W. S., Grosser, J. W., Gmitter Jr., F.G., Schnell, R. J., Ayala-Silva, T., Crane, J. H., y Bowman, K. D. (2004). Evaluation of new citrus rootstocks for 'Tahiti' lime production in southern Florida. Proceeding of Florida. *State Horticultural Society*, 117, 174-181.

Cermeli, M., Morales, P. y Godoy, F. (1999). Presencia del psilido asiático de los cítricos *Diaphorina citri* Kuwayama en Venezuela. En Taller de Resultados de Investigación en Frutales: cítricos, aguacate, mango y musáceas. Maracay, Venezuela. Publicación Especial No. 5. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agronómicas (CENIAP).

Citrus Budwood Annual Report 2020-20. (2020). *Florida Department of Agriculture and Consumer Service.* Bureau of Citrus Budwood Registration. 23 p. https://www.fdcs.gov>content>-download>file

Crozzoli, R. y González. A. (1989). Reacción de once patrones de cítricos al nematodo *Tylenchulus semipenetrans*. *Agronomía Tropical*, 39(4-6), 270-279.

Dutt, M., Nielsen, E., y Grosser, J. (2017). Finger lime could be a new crop for Citrus. Citrus Industry News. *Citrus Industry Magazine* March 2, 2017.

Donadio, L. C., Lederman, I. E., Roberto, S. R., y Stuc-

chi, E. S. (2019). Dwarfing-canopy and rootstocks cultivars for fruit trees. Jaboticabal, Brazil. *Revista Brasilera de Fruticultura*, 41(3), 1-12. http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019997

Ferguson, J. J. y Timmer, L. W. (1987). Section IX-*Phytophthora diseases* of citrus. Gainesville, Florida. En J. L. Knapp (Ed.), *Florida Citrus Integrated Pest and Crop Management Handbook*. Institute of Food and Agriculture Service (IFAS). Florida Cooperative Extension Service.

Figueiredo, J. O., Stuchi, E. S., Donadio, L. C., Sobrinho, J. T., Laranjeira, F. F., Pio, R. M., y Sempionato, O. R. (2002). Porta-enxertos para a lima-ácida-'Tahiti' na região de Bebedouro, SP. Sao Paulo, Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura,* 24(1), 155-159.

Grosser, J., Gmitter, F., y Bowman, K. (2020). *New rootstocks in de Citrus breeding pipeline.* Research, Rootstock. Florida. USA. Citrus Industry Magazine, July 15, 2020. Citrusindustry.net/2020/07/15/new-rootstocks-in-the-citrus-breeding-pipeline/

Kaplan, D. T. y Timmer, L. W. (1987). Section X-Nematodes Pest of Citrus. En J. L. Knapp (Ed.), *Florida Citrus Integrated Pest and Crop Management Handbook.* Institute of Food and Agriculture Service (IFAS). Florida Cooperative Extension Service.

Killiny, N., Valim, M. F., Jones, S. E., Omar, A. A., Hijaz, F., Gmitter, F. G., y Grosser, J. W. (2017). Metabolically speaking: possible reasons behind the tolerance of 'Sugar Belle' mandarin hybrid to huanglongbing. *Plant Physiology and Biochemistry,* 116, 36-87. https://doi.org/10.1016/j.plaphy/2017.05.00/

Lee, R. F., Baker P. S., y Rocha-Peña M. A. (1994). The Citrus tristeza virus (CTV). *An introduction to current priorities, with special reference to the worsening situation to Central America and the Caribbean.* International Institute for Biological Control, CAB International, FAO.

Mademba-Sy, F., Cao-Van, Ph., y Pancarte, C. (1993). Use of dwarfing citrus rootstocks for the establishment of high-density orchards under tropical climatic conditions. South Africa I*n Proceedings IV Congress of the International Society Citrus Nurseryman*, p 334-345.

Mademba-Sy, F., Lamere-Deprez, Z., y Lebegin, S. (2012). Use of Flying Dragon trifolia orange as dwarfing rootstock for Citrus under tropical climate conditions. *HortScience*, 47 (1), 1-11.

Marys, E., Mejias, R., Rodriguez-Roman, E., Mejias, A., y Mago, M. (2021). Citrus Huanglongbing in Venezuela: partial distribution and relative incidence of *Candidatus* Liberibacter asiaticus in central-northern states. *Agronomía Tropical* 71: e4605364.2021 https://10.5281/zenodo.4605364

Marys, E., Rodriguez-Roman, E., y Mejias, R., Y. (2020). First report on molecular evidence of *Candidatus* Liberibacter asiaticus associated with citrus huanglongbing in Venezuela. *Journal of Plant Pathology*, 102, 1333. https://doi.org/10.1007/s4216-020-00616-0

Matos, L. A., Hilf, M. E., Cayetano, X. A., Félix, A. O., Harper, S. J. y Folimonova, S. Y. (2013). Dramatic change in Citrus tristeza virus populations in Dominican Republic. *Plant Disease*, 97 (3), 339-345. http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-05-12-0421-RE.

Milla, D., Arizaleta, y M., Díaz, L. (2009). Crecimiento del limero 'Tahiti' (*Citrus latifolia* Tan.) y desarrollo del fruto sobre cuatro portainjertos en un huerto frutal ubicado en el municipio Palavecino del estado Lara, Venezuela. Maturin, Monagas. *Revista UDO Agrícola*, 9(1), 85-95.

Monteverde Soto, E. E., Cabrera Fermin, G. J., Rey Brina, J. C., y Luque Mirabal, O. (2020). Vivero de cítricos protegidos (VCP) para La producción de plantas libres de enfermedades y plagas en Venezuela: una propuesta. *Petroglifos Revista Critica Transdisicplinar*, 3(2): 16-38. https://petroglifosrevistacritica.org.ve/revista/viveros-de-citricos-protegidos-vcp-para-la-produccion-de-plantas-certificadas-libres-de-enfermedades-y-plagas-en-venezuela-una-propuesta/

Monteverde, E. E., Laborem, G., Avilan, W., Ruiz, J. R., y Rodríguez, M. (2005). Evaluación del naranjo California ('Washington Navel') citrus sinensis, Osb. en los Valles Altos de Carabobo-Venezuela 1994-2000. *Agronomía Tropical,* 55(2), 265-288.

Monteverde, E. E., Laborem, G., Ruiz, J. R., Espinoza, M., y Guerra, C. (1996). Evaluación del naranjo Valencia sobre siete patrones en los Valles Altos Carabobo-Yaracuy, Venezuela. 1984-1991. *Agronomía Tropical*, 46(4), 371-393.

Monteverde, E. E., Marin R., C., y Ruiz J. R.. (2007). Estudio de algunas características del fruto de ocho portainjertos para cítricos. *Agronomía Tropical*, 57(3), 189-195.

NMX-FF-077-1996 (1990). *Normas alimenticias no industrializadas para el consumo humano, fruta fresca, Limón Persa (Citrus latifolia* Tan.). México Especificaciones. Dirección General de Normas.

Piña-Dumolin, G. J., Laborem E, G., Monteverde, E. E., Magaña-Lemus, S., Espinoza, M., y Rangel, L. A. (2006). Producción, Crecimiento y Calidad de los Frutos en el Limero 'Persa' sobre 11 Portainjertos. *Agronomía Tropical*, 56(3), 443-448.

Piña-Dumoulin, G., Rangel, L., y Espinoza, M. (2005). Portainjertos para la producción de lima 'Persa'. CENIAP HOY. Revista Digital CENIAP, 9: 1-7. http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n9/art/pina.g/.html.

Quijada, O., Jiménez, O., Matheus, M., y Monteverde, E. (2002). Evaluación del limero Tahití sobre 10 portainjertos en la planicie de Maracaibo. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 9, 173-184.

Rondón, A., Hung, G. y Reyes, F. (1993). Reacciones de patrones cítricos a *Phythophthora nicotoanae.* B. de Haan. var. parasítica (Dastur) Waterh, en condiciones de umbráculo. *Agronomia Tropical,* 43(3-4), 117-125.

Salibe A. A. y Cereda, E. E. (1984). *Limitations on the use of Volkamer lemon as rootstocks for Citrus.* Riverside, California. Proceedings of the 9° Conference of the International Organization Citrus Virologist (IOCV), 9, 371-374.

Stenzel, C. N. M. y Neves, C.S.V. (2004). Rootstock for 'Tahiti' Lime. Scientia Agricola, 62(2), 151-155. https://doi.org/10.1590/S0103-90162004000200005.

Tourism and industrial develoment of Trinidad and Tobago. (1997). *Quality and Professionalism: The keys of Competitive Export*. XVTH ACP-EU Meeting. Import of Horticultural Products in the

European Union 1991-1995. Trinidad and Tobago.

Valbuena, M. (1996). Evaluación del limón Volkameriano (*Citrus volkameriana* Pasq.) y mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort.) como patrones de la lima Persa (*Citrus latifolia* Tan.) en la cuenca media del rio Guasare, sierra de Perijá, estado Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia (LUZ),* 13, 130-159.

Wutscher, H. K., Bowman, K. D. (1999). Performance of 'Valencia' on 21 rootstocks in Central Florida. *HortScience*, 34, 622-624.

Zhao, X. Y. (1981). Citrus yellow shoot disease (Huanglongbing) in China- A. Review. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 1, 466-469.