

Capítulo IV

Patrones para lima ácida Tahití

Diana Mayerly Mateus Cagua, Mauricio Fernando Martínez
y Javier Orlando Orduz-Rodríguez

La injertación es una práctica hortícola indispensable en la citricultura, ya que factores como la capacidad de respuesta de la planta a las condiciones ambientales (favorables o adversas), el tipo de explotación o incluso el mercado al cual está dirigida la producción dependen en gran medida de una adecuada interacción entre la copa y el patrón. En este sentido, la selección del patrón o portainjerto es considerada una de las actividades más importantes en el establecimiento de los huertos comerciales, pues determina el sistema radical en las plantas (Wutscher & Bistline, 1988).

El patrón es el responsable de la absorción y el transporte de agua y minerales; del almacenamiento, síntesis y transporte de reguladores de crecimiento, coordina actividades mediante señales químicas y hormonales, y confiere el anclaje físico al suelo (Connel & Catlin, 1994). Esto explica la influencia que ejerce en variables relacionadas con el crecimiento de la planta, la producción y la calidad de los frutos de la variedad injertada.

Diferentes estudios han mostrado la relación fisiológica existente entre la copa y el patrón. Se ha reportado la correlación entre la conductividad hidráulica de la raíz del portainjerto y la tasa de intercambio de CO₂ en la copa (Syvertsen y Graham, 1985). Los portainjertos que tienen una mejor conductividad de la raíz (una característica deseable en condiciones de déficit hídrico) favorecen las tasas de fotosíntesis neta y, por tanto, tienen influencia en el transporte de fotoasimilados.

Este reporte concuerda con los hallazgos de Morinaga e Ikeda (1990) quienes explicaron el impacto del patrón en la actividad fotosintética, que está asociada tanto a cambios morfológicos como bioquímicos en las hojas (densidad estomática y actividad de rubisco, respectivamente). También se han encontrado diferencias en el número de estomas según el patrón empleado, lo

cual modifica el intercambio gaseoso y la fijación de CO_2 (Berdeja-Arbeu, Villegas-Monter, Ruiz-Posadas, Sahagún-Castellanos, & Colinas-León, 2010).

Además, se ha señalado que la distribución de carbohidratos en los órganos de la planta también podría estar relacionadas con el portainjerto, dado que afecta el desarrollo de órganos vegetativos y reproductivos (Jover et al., 2012; Rodríguez-Gamir, Primo-Millo, Forner, & Forner-Giner, 2010).

La selección del patrón es fundamental para superar factores bióticos o abióticos que puedan limitar el rendimiento, la sanidad y la longevidad del sistema productivo. Pueden brindar tolerancia a una alta salinidad, a periodos de encharcamiento o sequía, y a enfermedades como gomosis, virus de la tristeza de los cítricos (CTV) y declinio, o por el contrario ser susceptibles a algunos de esos factores. Por tal razón, una selección equivocada del patrón podría generar consecuencias económicas desfavorables significativas en las inversiones realizadas.

En este capítulo se presenta la información acerca de los patrones utilizados en Colombia para la producción de lima ácida Tahití, y los principales resultados experimentales obtenidos a partir de investigaciones realizadas por AGROSAVIA, en lo que se refiere a rendimiento, crecimiento vegetativo, comportamiento sanitario y calidad de los frutos.

Patrones usados en Colombia

En el país hay cultivos de lima ácida Tahití establecidos en zonas que van desde el nivel del mar hasta los 1.600 m s. n. m. (Dorado, 2011; Hernández, Mateus, & Orduz-Rodríguez, 2015; López & Cardona, 2007), lo que implica una amplia variedad de condiciones edafoclimáticas y de manejo agronómico que pueden modificar la expresión del material vegetal.

Con el propósito de mejorar la eficiencia productiva, la calidad del fruto, la precocidad y la longevidad de las plantas, es importante que se seleccionen

portainjertos que respondan de forma adecuada a los principales factores limitantes en cada región en particular.

Beltrán (2012) y Quiroga-Cardona, Hernández- Parrado, Silva-Herrera y Orduz-Rodríguez (2010) reportan que en Colombia el patrón más utilizado para la producción de esta especie es el limón Volkameriana, debido a su precocidad y alto volumen de producción. Sin embargo, también se mencionan algunas limitaciones que afectan la calidad de fruto, relacionadas con el color y el tamaño, el desarrollo de las plantas y la susceptibilidad a la gomosis.

De acuerdo con Jaramillo (1984), las primeras introducciones de patrones para cítricos en el país se realizaron entre 1932 y 1941. Los reportes más recientes han sido entregados por AGROSAVIA y el Centro Nacional de Investigaciones del Café (Cenicafé), entre 2007 y 2014, como resultado de trabajos de investigación orientados a identificar patrones adaptados a condiciones específicas en zonas productoras.

Además, en 2009 se inició un trabajo experimental con lima ácida Tahití en las principales regiones productoras de Colombia, en el que se evaluaron seis portainjertos. Sus resultados se encuentran en la etapa de análisis de la información obtenida, aunque se presentarán datos preliminares en este documento.

Dentro de los principales portainjertos que han sido evaluados con lima ácida Tahití en el país, en diferentes periodos de tiempo, están: limón rugoso, limón Volkameriana, mandarina Cleopatra, lima Rangpur, Citrange Carrizo, Citrumelo CPB 4475 (Swingle), Kryder 15-3, Pomeroy, Rubidoux, Sunki × Jacobson (S×J), Sunki × English (S×E) y Citremón 1449 (C-1449).

Las variables de interés hortícola han sido determinantes para la selección de patrones. Por ejemplo, ensayos desarrollados en Pereira, Risaralda, por López y Cardona (2007) descartaron el portainjerto C-1449, a causa de su bajo porte y producción, que pueden estar relacionados con su susceptibilidad al CTV, reportada por Bitters (1972) y Monteverde, Laborem, Ruiz, Espinoza y Guerra (1996) en California y Carabobo (Venezuela), respectivamente. Por su lado, el

limón Volkameriana, el limón rugoso y la lima Rangpur fueron los que indujeron un mayor volumen de copa y una producción por planta mayor, aunque presentaron una eficiencia productiva intermedia.

En este sentido, el vigor de las plantas es fundamental para seleccionar un portainjerto, puesto que las que presentan un excesivo crecimiento dificultan las labores de campo como la cosecha, la aplicación de tratamientos sanitarios y la poda de formación y de mantenimiento y podrían favorecer la presencia de problemas fitosanitarios. Entre seis portainjertos evaluados, Chaparro-Zambrano, Velásquez y Orduz-Rodríguez (2013) encontraron que S×E mostró el mejor comportamiento productivo y la mayor longevidad, en condiciones del piedemonte del Meta.

De igual forma, la calidad de los frutos se ha convertido en otra prioridad en la producción de lima ácida Tahití, debido a las nuevas oportunidades en el mercado internacional y a la necesidad de cosechar frutos con mejores características para poder competir en ese mercado. El color verde intenso, con escasas áreas afectadas por golpes de sombra (ocasionadas por el sombreado de hojas u otros frutos), es una de las principales exigencias para la exportación, al igual que el calibre, y en menor medida las características del jugo.

La producción para exportación de lima ácida Tahití con destino al mercado europeo es liderada por los municipios de Girón y Lebrija (Santander), donde las condiciones climáticas, la incorporación de tecnología para el manejo del cultivo y la experiencia de los productores han permitido exportaciones de altos volúmenes de fruta.

Mientras tanto, en el mercado interno se privilegian el contenido de jugo y la facilidad para extraerlo de forma manual. Este mercado es dominado por la región productora del Tolima, en la cual se utiliza el patrón Volkameriana.

También se ha hecho énfasis en identificar patrones que puedan superar o atenuar problemas fitosanitarios limitantes para la producción en el país, como los causados por *Phytophthora* sp. y el CTV (Beltrán, 2012; Mateus, Pulido, Gutiérrez, & Orduz-Rodríguez, 2010).

Resultados de evaluación en Colombia

A continuación, se presentan los principales resultados que se han obtenido con patrones comerciales evaluados en Colombia, sus características y recomendaciones (tabla 2).

Tabla 1. Comportamiento de la lima ácida Tahití injertada en diferentes patrones, de acuerdo con resultados reportados en Colombia y otros países

Volkameriana	Cleopatra	Carrizo	CPB-4475	Kryder	Rubidoux	SxJ	SxE	Volkameriana
Variables hortícolas								
Vigor	*****	****	**	****	***	***	**	***
Producción	****	**	**	***	**	***	***	***
Eficacia productiva	***	**	**	***	**	***	****	***
Estrés abiótico								
Déficit hídrico		***		***		*****		
Encharcamiento	***	*	**	****	***			
Salinidad	***	*****	*	****			****	****
Enfermedades								
CTV	T	-	T	T	T _{1/2}	T _{1/2}	R	R
Phytophthora	**	***	****	*****	****			

Símbolos: Bueno/alto (*****) a bajo/pobre (*); Resistente (R); Tolerante (T); Tolerancia media (T_{1/2}).

Fuente: Elaboración propia

Crecimiento vegetativo y producción

Limón Volkameriana

Este patrón (*Citrus volkameriana* Ten. & Pasq.) ha sido reportado como precoz, que presenta el inicio de su producción en el segundo año después del trasplante. Induce un alto vigor y productividad en diversos cultivares de cítricos, como en el caso de la naranja Valencia, en la que alcanzó el mayor registro de altura en el año 11, entre 12 portainjertos evaluados en Florida (Castle, Baldwin, Muraro, & Littell, 2010).

En condiciones del piedemonte del Meta, durante los primeros 9 de 12 años, también ocupó el primer lugar en volumen de copa con naranja Valencia (Chaparro-Zambrano, Velásquez & Orduz-Rodríguez, 2015); y lo mismo sucedió con pomelo Marsh y Ruby Red en Irán (Ramin & Alirezanezhad, 2005). Además del crecimiento vegetativo, estos mismos estudios encontraron promedios sobresalientes de rendimiento por árbol. Este patrón es tolerante al CTV, la exocortis y la xiloporosis, pero susceptible al declinio de los cítricos y a la gomosis.

En lima ácida Tahití se reporta un comportamiento similar. Este patrón fue evaluado en condiciones de Pereira, Risaralda (1.310 m s. n. m., temperatura media de 21,6 °C), con otros siete portainjertos, y ocupó el primer lugar en crecimiento vegetativo, con 4,88 m de altura y 140,49 m³ de volumen de copa; aunque la eficiencia productiva fue intermedia, debido al gran tamaño de la copa, y la producción media fue 178,9 kg/árbol.

Estos resultados coinciden con lo reportado en Brasil, donde, entre 9 portainjertos, la selección Catania 2 de Volkameriana indujo el mayor vigor en copas de esta especie (De Figueiredo, Stuchi, Donadio, Sobrinho, Laranjeira, Pio, & Sempionato, 2002).

En Colombia, la lima ácida Tahití injertada sobre este patrón produce frutos de color verde claro, con poco grosor de cáscara (relacionado con la alta acumulación de unidades de calor anual en la zona productora), y un contenido

de jugo de medio a alto, fácil de extraer manualmente, lo que lo ha posicionado como los de mejor calidad para el mercado nacional.

En un proyecto ejecutado por AGROSAVIA en cinco localidades productoras de Colombia, se reportó que, en el octavo año después de su establecimiento, Volkameriana fue uno de los cuatro patrones con mayor rendimiento acumulado en cinco cosechas en todas las localidades, con una producción por planta igual a la de Carrizo, Citrumelo CPB 4475 y Kryder 15-3. En los cuatro portainjertos, la producción osciló entre 330 y 360 kg/planta (tabla 2) (información inédita, AGROSAVIA).

Cleopatra

Se ha reportado que este patrón (*Citrus reshni* Hort. ex Tanaka) tiene tendencia a la clorosis (en condiciones de Florida, EE. UU.), y un inicio de producción tardío, que se estabiliza después del décimo año (Castle, 1987; Castle et al., 2004). En comparación con Volkameriana, la lima ácida Tahití injertada sobre este patrón ha mostrado una menor productividad (Valbuena, 1996), y se ha informado acerca de una incompatibilidad entre Cleopatra y Tahití (Moraes, Moreira, & Pereira, 2011). Sin embargo, Milla, Arizaleta y Díaz (2009) lo clasifican como el segundo de cuatro patrones con mejor respuesta en las condiciones del estado de Lara en Venezuela.

En Colombia, Quiroga-Cardona et al. (2010) señalan que, en condiciones del piedemonte del Meta (trópico bajo húmedo), se presenta una baja adaptación a la lima ácida Tahití, relacionada con la susceptibilidad a las razas locales del CTV. También se han observado ataques severos de *Phytophthora* sp. en la altillanura colombiana (cerca a Puerto Gaitán), lo que ocasionó mortalidad de las plantas seis años después del trasplante.

Cleopatra tiene una alta tolerancia a suelos salinos; moderada al frío, temporadas secas, suelos calcáreos, CTV, exocortis y declinio, y resistencia media a la gomosis. En los experimentos que se realizaron con este patrón en Palmira, El Espinal, Lebrija, Villavicencio y la zona bananera, el rendimiento acumulado fue intermedio, al igual que la producción por planta (información inédita, AGROSAVIA).

Debido a estos resultados, no se recomienda esta interacción copa-patrón en cultivos comerciales en los Llanos Orientales. Esta información coincide con informes de López y Cardona (2007) en Risaralda, en los que se menciona una incompatibilidad de este portainjerto con la lima ácida Tahití; allí las plantas presentaron poco vigor, hubo hojas cloróticas y la producción fue la menor entre ocho patrones evaluados.

Citrango Carrizo

Se trata de un híbrido intergenérico (*Citrus sinensis* × *Poncirus trifoliata* [L.]), tolerante al CTV y la xiloporosis; medianamente resistente a la gomosis (Feichtenberger, Rossetti, Pompeu, Teófilo-Sobrinho, & de Figueiredo, 1992); poco tolerante a suelos salinos y calcáreos; sensible a la exocortis, y muy susceptible a deficiencias de zinc y molibdeno, síntomas observados frecuentemente en las plantaciones (Castle & Gmitter, 1999; Stannard, 1973).

Así mismo, se ha reportado que Carrizo podría tener una baja eficiencia en la absorción de potasio o una alta tasa de translocación de este elemento de la hoja al fruto (Pérez-Zamora, 2005), y una baja sobrevivencia en condiciones de heladas y anegamiento.

Si bien se ha registrado un buen comportamiento con otras copas, como Clementina común en suelos ácidos, o eficiencias intermedias con Hamlin (Bowman & McCollum, 2006; Hussain, Curk, Anjum, Pailly, & Tison, 2013), en los experimentos en cinco localidades productoras de Colombia, en los cuales se evaluó la producción de las cosechas de 5 años (8 años de evaluación), este patrón presentó los mayores promedios de rendimientos acumulados en todas las localidades, al mismo nivel que Volkameriana, Citrumelo CPB 4475 y Kryder 15-3 (información inédita, AGROSAVIA).

Citrumelo CPB 4475 o Citrumelo Swingle

Se ha reportado que este trifoliado (*Citrus paradisi* Macfad. cv. Duncan × *Poncirus trifoliata* [L.] Raf.) es tolerante al CTV, la xiloporosis, la exocortis y el

declinio; resistente a la gomosis; moderadamente resistente a sequías, heladas y salinidad, pero con un pobre comportamiento en suelos mal drenados y calizos, que provocan síntomas de clorosis férrica que afecta hojas y frutos.

Se ha encontrado que, en comparación con patrones Citrange, induce un mejor comportamiento productivo en Clementina y Clemenules (Joublan & Cordero, 2002; Pozo, 2005); presenta alto vigor en pomelos y menor en naranja Valencia, aunque tiene una mayor eficiencia productiva que Volkameriana (Monteverde et al., 1996).

En el ensayo realizado en Risaralda con copa de lima ácida Tahití, se ubicó en sexto lugar entre ocho patrones, tanto en altura como en volumen de copa, con un bajo porte de árbol; ocupó el mismo puesto en la variable productiva, con un promedio de 39 kg/árbol, mientras que la eficiencia productiva fue de media a baja.

No obstante, en las cinco localidades evaluadas con lima ácida Tahití, este patrón presentó los mayores rendimientos acumulados, al mismo nivel de Volkameriana, Carrizo y Kryder 15-3, y mostró un comportamiento sobresaliente en el CI Nataima (El Espinal, Tolima).

Asimismo, la calidad externa de la fruta producida por este patrón es mejor que la de Volkameriana en lo que respecta al mercado de exportación, en especial para Europa (información inédita, AGROSAVIA). Dado su buen comportamiento, este patrón está siendo utilizado en el estado de Veracruz (México) para la producción de lima ácida Tahití con fines de exportación.

Kryder 15-3

Es una selección de su especie (*Poncirus trifoliata* [L.] Raf.) que induce un bajo porte y se reporta como tolerante al CTV, la xiloporosis y la gomosis; es resistente al frío, pero sensible a suelos salinos, y su sobrevivencia es de media a baja en condiciones de heladas y anegamiento (Yelenosky, Brown, & Hearn, 1973). En Córcega (Francia), se han registrado promedios productivos intermedios con Clementina común (Hussain et al., 2013).

En Palmira, entre un total de 8 portainjertos, con este patrón se reportan volumen de copa y altura de planta de mandarina y naranja intermedios (Vásquez, 2014). En el piedemonte del Meta, entre 6 portainjertos, indujo un porte intermedio en el volumen de la copa y la altura de lima ácida Tahití (Chaparro-Zambrano et al., 2013), mientras que fue el segundo patrón con menor producción acumulada. Por lo tanto, su eficiencia productiva fue de media a baja, pero superior a la de Carrizo, lo que lo convierte en una opción para el establecimiento en mayores densidades de plantación.

El género *Poncirus* tiene dos grupos genéticos (Yahmed et al., 2016). En el primero se encuentran materiales conocidos como Kryder, Pomeroy y Rich 12-2, que son más sensibles al déficit hídrico que aquellos del segundo, entre los cuales están Rubidoux, Jacobson, Flying Dragon y Rich 22-2. De acuerdo con Yahmed et al. (2015), estos materiales podrían ser usados en programas de mejoramiento, para la selección de genotipos con mejor tolerancia a ese factor limitante.

El portainjerto Kryder 15-3 presentó un rendimiento acumulado similar al de Volkameriana y Citrumelo CPB 4475 durante cinco cosechas, en igual número de localidades productoras de lima ácida Tahití en Colombia (Valle del Cauca, Tolima, Santander, piedemonte del Meta y zona bananera en el Magdalena).

Su comportamiento fue sobresaliente en el CI Nataima, pues alcanzó una producción acumulada de 643 kg/planta, mientras que en las localidades restantes la producción acumulada promedio estuvo en el rango de 330 a 355 kg/planta (información inédita, AGROSAVIA).

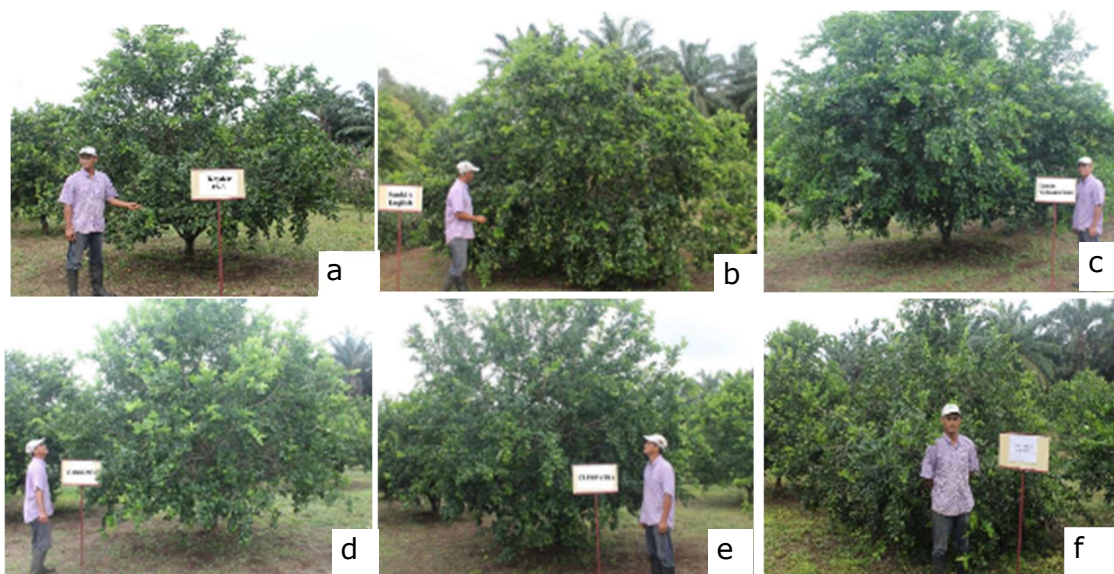
La principal ventaja que se ha encontrado en los experimentos con este patrón es que presenta una copa abierta, que le permite una mejor distribución y entrada de radiación a lo largo del dosel, por lo que los frutos alcanzan un color verde intenso, con el menor porcentaje de golpe de sombra registrado, y gastos de poda reducidos en comparación con los otros patrones evaluados.

En términos generales, los resultados obtenidos a la fecha señalan que la mejor coloración se obtiene en las regiones con mayor radiación, como Lebrija y Palmira, y que disminuye en aquellas con mayor nubosidad, como los Llanos Orientales.

Sunki × Jacobson (S×J) y Sunki × English (S×E)

Estos patrones (*Citrus sunki* Hort. ex Tan. × *Poncirus trifoliata* [L.] Raf.) inducen un porte medio en las copas, son resistentes a la gomosis, y susceptibles a la exocortis y a los suelos salinos.

En el piedemonte del Meta, la lima ácida Tahití injertada en los materiales Sunki reporta la mayor altura de planta. S×E ocupa el primer lugar en volumen de copa, mientras que en S×J es intermedio (figura 22); así, la eficiencia productiva es mayor en S×J (la mejor entre 6 patrones) que en S×E. Chaparro-Zambrano et al. (2013) reportan que, 11 años después de establecido, S×E tuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia ante el CTV, por lo cual también se recomienda para esta región.



Fotos: Javier Orlando Orduz-Rodríguez

Figura 1. Vigor de plantas de lima ácida Tahití injertadas sobre seis portainjertos, en el sexto año de establecimiento en el piedemonte del Meta. a. Kryder 15-3; b. Sunki × English; c. Limón Volkameriana; d. Carrizo; e. Cleopatra; f. Citrumelo Swingle. Obsérvese la forma de la copa del patrón Kryder 15-3, que permite una mejor distribución de la radiación en su parte interna.

En el trabajo de investigación iniciado en 2009 y finalizado en 2017, S×E fue el patrón que presentó el rendimiento más alto en el piedemonte del Meta (aunque sin diferencia estadística con los demás), al igual que en Lebrija (Santander) y la zona bananera (Magdalena), pero contrario a lo registrado en Palmira y El Espinal, donde los rendimientos y el crecimiento fueron bajos.

La información obtenida muestra una buena adaptación de este patrón a las condiciones de suelos ácidos, como los de los Llanos y Lebrija, pero deficiente en los valles interandinos. En El Espinal, presentó poca adaptación, pues indujo que las plantas tuvieran menor tamaño y rendimiento.

Calidad del fruto

La calidad del fruto es determinada por el mercado. Fuera del país (especialmente en Europa, Japón y Corea), el criterio de selección del fruto de la lima ácida Tahití se concentra en su apariencia, y se prefiere que sea de un verde intenso y uniforme, para que refleje frescura, debido a que en Europa se destina a la coctelería, y en los países asiáticos a la decoración. Por otro lado, los consumidores en Colombia buscan frutos con un alto contenido de jugo, y les dan poca importancia a las características externas (Arévalo, Coronado, & Orduz-Rodríguez, 2017; Bassan et al., 2016).

Por consiguiente, el mercado de destino orientará las decisiones del productor, en lo que se refiere a la selección del material vegetal (como se señaló anteriormente, ya que la interacción copa-patrón tiene una influencia importante en las características hortícolas del cultivo); la escogencia del lugar definitivo en el que se va a establecer el sistema productivo (variables climáticas y edáficas), la nutrición de las plantas, y las prácticas de poda.

Diversos reportes han indicado que el uso de patrones de mandarina Cleopatra induce frutos pequeños en plantas de edad avanzada, mientras que la calidad de aquellos injertados en Volkameriana es media, con un color de cáscara pálido y textura rugosa, aunque de buen tamaño (López & Cardona, 2007). Valbuena (1996) reportó que los frutos de lima ácida Tahití de plantas injertadas sobre Volkameriana tienen una mayor resistencia en poscosecha que aquellos injertados en Cleopatra.

El departamento del Tolima es el principal productor de lima ácida Tahití en el país. Según la información de la base de datos Legiscomex, el mayor volumen exportado proviene de esta región, y tiene como destino Estados Unidos. Por esta razón, Arévalo et al. (2017) realizaron un análisis de calidad de frutos de esta especie Tahití sobre 6 portainjertos, provenientes de El Espinal, Tolima (CI Nataima), para identificar el cumplimiento de los estándares para exportación, en diferentes tiempos de cosecha.

De acuerdo con sus resultados, S × E, Volkameriana, Carrizo, Cleopatra y Citrumelo cumplen con la norma de exportación hasta 30 días después de ser cosechados (ddc) y almacenados en bodega sin refrigeración, en condiciones ambientales de Bogotá. Por su parte, Kryder 15-3 puede conservar sus características hasta los 45 ddc, lo que lo convierte en un patrón con potencial para el desarrollo de mercados diferenciados.

El ensayo establecido por AGROSAVIA en tres localidades productoras: Tolima, Santander y el piedemonte del Meta (información inédita, AGROSAVIA), revela la ausencia de diferencias estadísticas entre patrones en el matiz h (indicador del color) de los frutos, aunque hay una tendencia a obtener valores más altos de tonalidad en Lebrija, en comparación con El Espinal y Villavicencio.

Respecto a la intensidad del color, se reporta una tendencia al alza con Citrumelo en Lebrija, mientras que con los demás patrones El Espinal presentó promedios levemente mayores. Aunque hubo una alta variabilidad entre los datos, estos resultados concuerdan con los entregados por Stuchi, Martins, Lemo y Cantuarias (2009), quienes señalaron no haber encontrado diferencias de color significativas en frutos de lima ácida Tahití al evaluar la influencia de 12 patrones.

Lo anterior podría sugerir que el efecto de los patrones en la calidad de los frutos de esta especie no es tan marcado como en otros cítricos. Para futuros trabajos de investigación, se sugiere también ajustar la época de cosecha y la forma de muestreo, con el fin de afinar los resultados, puesto que la calidad del fruto puede cambiar según su ubicación en la planta.

Otro resultado de la observación realizada en los ensayos es que los patrones que tienen racimos con un alto número de frutos por racimo presentan sombreado en los frutos y, por consiguiente, son de menor calidad, para los estándares de exportación. Es el caso de S×E en el CI La Libertad, o Volkameriana en la mayoría de las localidades, mientras que Kryder 15-3 genera una mejor distribución de frutos y una copa más abierta, lo que resulta en frutos de buena calidad para el mercado externo. A pesar de esto, los patrones que inducen alta eficiencia (aunque presenten algún porcentaje de sombreado en el fruto) pueden ser seleccionados para el mercado nacional, en el que la característica más importante para el consumidor es el contenido de jugo.

La selección del patrón es un paso fundamental en el establecimiento de cultivos de lima ácida Tahití. Históricamente, los productores han utilizado Volkameriana, debido a su precocidad, rendimiento y calidad de los frutos, adecuados para el mercado interno y la exportación a Estados Unidos (para el mercado latino).

Como desventaja se ha indicado que es susceptible a *Phytophthora* sp. Aun así, los resultados señalan su buen comportamiento en Santander, los Llanos Orientales, el Valle del Cauca, el Tolima y la costa atlántica; además del reporte experimental, en el que indujo la mejor producción en la zona cafetera.

Por su parte, los patrones Citrumelo CPB 4475, Carrizo y Kryder 15-3 son una alternativa para los cultivos de lima ácida Tahití en Colombia, ya que la precocidad y el rendimiento acumulado en lima con estos patrones fueron similares a los de Volkameriana, y su tolerancia a *Phytophthora* sp. es mayor. Los frutos con mejor calidad externa fueron obtenidos con la combinación de lima ácida Tahití y Kryder 15-3. Sunki × English puede recomendarse para el piedemonte llanero en el establecimiento de cultivos orientados al mercado interno, pues presenta una buena adaptación a los suelos ácidos y a las condiciones ambientales de esa región.

Agradecimientos

Un agradecimiento especial a los investigadores de Agrosavia en los Centros de Investigación de Caribia, Nataima, La Suiza y Palmira: César Baquero, Luis Enrique Ramírez, Jairo López González, Mauricio Martínez y Nubia Murcia; así como a las investigadoras María Cristina García, de poscosecha, y a Mónica Betancourt, de fitopatología. En el Centro de Investigación La Libertad, se agradece a Carolina Pisco, Heberth Velásquez y Alfredo Pardo.

Referencias

- Arévalo, P., Coronado, A., & Orduz-Rodríguez, J. (2017). Caracterización físico-química en poscosecha en diferentes materiales de lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) para exportación. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 241-251.
- Bassan, M., Mourão-Filho, F., Alves, F., Bezerra, D., Couto, H., & Jacomino, A. (2016). Beneficiamento pós-colheita de lima ácida "Tahiti" afeta sua qualidade e conservação. *Ciência Rural*, 46(1), 184-190.
- Beltrán, J. (2012). *Evaluación de patrones para lima Tahití (Citrus latifolia Tanaka) frente a Citrus tristeza virus (CTV)* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Berdeja-Arbeu, R., Villegas-Monter, A., Ruiz-Posadas, L., Sahagún-Castellanos, J., & Colinas-León, M. (2010). Interacción lima persa-portainjertos: efecto en características estomáticas de hoja y vigor de árboles. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 16(2), 91-97.
- Bitters, W. (1972). Reaction of some new citrus hybrids and citrus introductions as rootstocks to inoculations with tristeza in California. En *Proceedings of the 5th Conference of the International Organization of Citrus Virologists (IOCV)* (pp. 112-120). Gainesville, EE. UU: IOCV.
- Bowman, K., & McCollum, G. (2006). Performance of "Hamlin" orange trees on 14 rootstocks in central Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 119, 124-127.

- Castle, W., Baldwin, J., Muraro, R., & Littell, R. (2010). Performance of "Valencia" sweet orange trees on 12 rootstocks at two locations and an economic interpretation as a basis for rootstock selection. *Horticultural Science*, 45(4), 523-533.
- Castle, W., & Gmitter, F. (1999). Rootstock and scion selection. En L. W. Timmer & L. W. Duncan (Eds.). *Citrus: health management* (pp. 21-34). Saint Paul, EE. UU.: The American Phytopathological Society.
- Castle, W., Grosser, J., Gmitter, F., Schnell, R., Ayala-Silva, T., Crane, J., & Bowman, K. (2004). Evaluation of new citrus rootstocks for "Tahiti" lime production in southern Florida. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 117, 174-181.
- Castle, W. S. (1987). Citrus rootstocks. En R. C. Rom & R. F. Carlson (Eds.). *Rootstocks for fruit crops* (pp. 361-369). Nueva York, EE. UU.: Wiley & Sons.
- Chaparro-Zambrano, H., Velásquez, H., & Orduz-Rodríguez, J. (2013). Influencia del virus de la tristeza de los cítricos (CTV) en el comportamiento de la lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) injertada sobre seis patrones en el piedemonte llanero de Colombia (1997-2008). *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 14(1), 33-38.
- Chaparro-Zambrano, H., Velásquez, H., & Orduz-Rodríguez, J. (2015). Performance of "Valencia" sweet orange grafted in different rootstocks, Colombia Tropical Lowland. 2001-2013. *Agronomía Colombiana*, 33(1), 43-48.
- Connell, J., & Catlin, P. (1994). Root physiology and rootstock characteristics. En G. Sibbett & L. Ferguson (Eds.). *Olive Production Manual* (pp. 39-48). Oakland, EE. UU.: Universidad de California.
- De Figueiredo, J., Stuchi, E., Donadio, L., Sobrinho, J., Laranjeira, F., Pio, R., & Sempionato, O. (2002). Porta-enxertos para a lima-ácida "Tahití" na região de Bebedouro, SP. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(1), 155-159.
- Dorado, D. (2011). *Influencia del riego y la fertilización en el rendimiento y calidad de lima ácida Tahití (Citrus latifolia Tanaka)* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

- Feichtenberger, E., Rossetti, V., Pompeu J., Teófilo-Sobrinho, J., & de Figueiredo, J. (1992). Evaluation of tolerance to *Phytophthora* species in scion rootstock combinations of citrus in Brazil: a review. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 2, 854-858.
- Hernández, D., Mateus, D., & Orduz-Rodríguez, J. (2015). Características climáticas y balance hídrico de la lima ácida Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka) en cinco localidades productoras de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 217-229.
- Hussain, S., Curk, F., Anjum, M., Pailly, O., & Tison, G. (2013). Performance evaluation of common clementine on various citrus rootstocks. *Scientia Horticulturae*, 150, 278-282.
- Jaramillo, C. (1984). Patrones para cítricos: experiencias con patrones en Colombia. En L. Becerra (Ed.). *Fruticultura tropical*. Bogotá, Colombia: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC).
- Joublan, J., & Cordero, N. (2002). Comportamiento de algunos cítricos sobre diferentes portainjertos, en su tercera temporada de crecimiento, Quillón, VIII Región, Chile. *Agricultura Técnica (Chile)*, 62(3), 469-479.
- Jover, S., Martínez-Alcántara, B., Rodríguez-Gamir, J., Legaz, F., Primo-Millo, E., Forner, J., & Forner-Giner, M. (2012). Influence of rootstocks on photosynthesis in navel orange leaves: effects on growth, yield, and carbohydrate distribution. *Crop Science*, 52(2), 836-848.
- López, J., & Cardona, J. (2007). *Evaluación de portainjertos de cítricos en la zona central cafetera de Colombia*. Chinchiná, Colombia: Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé).
- Mateus, D., Pulido, X., Gutiérrez, A., & Orduz-Rodríguez, J. (2010). Evaluación económica de la producción de cítricos cultivados en el piedemonte del departamento del Meta durante 12 años. *Orinoquia*, 14(1), 16-26.
- Milla, D., Arizaleta, M., & Díaz, L. (2009). Crecimiento del limero "Tahití" (*Citrus latifolia* Tan.) y desarrollo del fruto sobre cuatro portainjertos en un huerto frutal ubicado en el municipio Palavecino, estado Lara, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola*, 9(1), 85-95.
- Monteverde, E., Laborem, J., Ruiz, M., Espinoza, M., & Guerra, C. (1996). Evaluación del naranjo Valencia sobre siete portainjertos en los Valles Altos de Carabobo - Yaracuy, Venezuela. 1984-91. *Agronomía Tropical*, 46(4), 371-393.

- Moraes, L., Moreira, A., & Pereira, J. (2011). Incompatibility of "Cleopatra" mandarin rootstock for grafting citrus in Central Amazon, State of Amazonas, Brazil. *Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 54(3), 299-306.
- Morinaga, K., & Ikeda, F. (1990). The effects of several rootstocks on photosynthesis, distribution of photosynthetic products, and growth of young Satsuma mandarin trees. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 59(1), 29-34.
- Pérez-Zamora, O. (2005). Concentración nutrimental en hojas de naranjo Valencia injertado en portainjertos de cítricos. *Terra Latinoamericana*, 23(1), 39-47.
- Pozo, F. J. (2005). Efecto de los portainjertos citrange Troyer y citrumelo Swingle sobre la producción y calidad de fruta de clemenules (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Quiroga-Cardona, J., Hernández-Parrado, F., Silva-Herrera, M., & Orduz-Rodríguez, J. (2010). Comportamiento de la producción de lima Tahití (*Citrus latifolia* Tanaka), injertada sobre el patrón de mandarina Cleopatra (*Citrus reticulata* Blanco) y la influencia del virus de la tristeza (CTV) en condiciones del piedemonte del Meta, 1997-2008. *Orinoquia*, 14(1), 5-15.
- Ramin, A., & Alirezanezhad, A. (2005). Effects of citrus rootstocks on fruit yield and quality of Ruby Red and Marsh grapefruit. *Fruits*, 60(5), 311-317.
- Rodríguez-Gamir, J., Primo-Millo, E., Forner, J., & Forner-Giner, M. (2010). Citrus rootstock responses to water stress. *Scientia Horticulturae*, 126(2), 95-102.
- Stannard, M. (1973). Citrus rootstocks in Australia. *International Citrus Congress*. Valencia, España: International Society of Citriculture.
- Stuchi, E., Martins, A., Lemo, R., & Cantuarias, T. (2009). Fruit quality of "Tahiti" lime (*Citrus latifolia* Tanaka) grafted on twelve different rootstocks. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 31(2), 454-460.
- Syvertsen, J., & Graham, H. (1985). Hydraulic conductivity of roots, mineral nutrition and leaf gas exchange of citrus rootstocks. *Journal of the American Society Horticultural Science*, 110, 865-869.

- 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 río Guasare, Sierra de Perijá. Estado Zulia. Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 13(2), 139-151.
- Vásquez, H. (2014). Evaluación de *Poncirus trifoliata* var. monstruosa Flying Dragon como portainjerto enanizante para naranja y mandarina comparado con otros patrones (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.
- Yahmed, J., Costantino, G., Amiel, P., Talon, M., Ollitrault, P., Morillon, R., & Luro, F. (2016). Diversity in the trifoliolate orange taxon reveals two main genetic groups marked by specific morphological traits and water deficit tolerance properties. *The Journal of Agricultural Science*, 154(3), 495-514.
- Yahmed, J., Costantino, G., Mimoun, M., Talon, M., Ollitrault, P., Morillon, R., & Luro, F. (2015). Characterization of water deficit tolerance of *Poncirus trifoliata* genotypes related to diversity. *Acta Horticulturae*, 1065, 1379-1384.
- Yelenosky, G., Brown, R., & Hearn, C. (1973). Tolerance of trifoliolate orange selections and hybrids to freezes and flooding. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, 86, 99-104.
- Wutscher, H., & Bistline, F. (1988). Performance of Hamlin orange on 30 citrus rootstocks in Southern Florida. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113, 493-497.