

**TÍTULO DEL PROYECTO: PATRONES DE MANGO. REVISIÓN DE
LITERATURA Y ENTREVISTAS**

Víctor Galán Saúco. Consultor en Fruticultura Tropical
email: vgalan46@gmail.com teléfono: 34- 660331460

12 Agosto 2016

ÍNDICE

Antecedentes e Introducción

Cultivares comerciales de mango

Resumen de las entrevistas sobre la influencia de los patrones en aspectos cualitativos y cuantitativos de la producción del mango

Revisión bibliográfica

Introducción

Tolerancia a la salinidad

Efecto enanizante

Capacidad de absorción de nutrientes

Adaptación a encharcamiento, condiciones secas y suelos problemáticos

Tolerancia a plagas y enfermedades

Mejora de la calidad del fruto

Mejora del rendimiento

Identificación de necesidades de investigación y proyectos cooperativos

Introducción

Futuras líneas de investigación a desarrollar

Posibilidades para la realización de futuros proyectos cooperativos

América y el Caribe/ Asia y Pacífico/ África, Oriente Medio y Europa

Resumen de hallazgos y Conclusiones

Cultivares comerciales de mango

Patrones para los cultivares comerciales. Influencia de los patrones en aspectos cualitativos y cuantitativos de la producción del mango

Identificación de necesidades de investigación y proyectos cooperativos

Bibliografía citada

Tablas

Table 1a. Cultivares importantes para el comercio mundial de fruta fresca de mangos (América Latina y El Caribe)

Table 1b. Cultivares importantes para el comercio mundial de fruta fresca de mangos (Asia y Pacífico)

Table 1c. Cultivares importantes para el comercio mundial de fruta fresca de mangos (África, Oriente Medio y Europa)

Table 2a Patrones utilizados en Latinoamérica, Estados Unidos y El Caribe

Tabla 2b. Patrones utilizados en Asia y Pacífico

Table 2c. Patrones usados en África y Europa

Tabla 3. Características deseadas para un patrón según diferentes países

Tabla 4a. Ensayos en curso e interés mostrado para futuros ensayos de cooperación internacional en patrones de mangos en América y Caribe

Tabla 4b. Ensayos en curso e interés mostrado para futuros ensayos de cooperación internacional en patrones de mangos en Asia y en el Pacífico)

Tabla 4c. Ensayos en curso e interés mostrado para futuros ensayos de cooperación internacional en patrones de mangos en África, Oriente Medio y Europa

Tabla 5. Rendimiento de los cultivares de Florida y algunos otros cultivares escogidos según la información proporcionada por diferentes investigadores

ANEJO 1. ENCUESTA SOBRE PATRONES DE MANGOS

ANEJO 2. LISTA DE PERSONAS ENTREVISTADAS

Antecedentes e Introducción

Pese al notorio impacto potencial del patrón sobre el rendimiento cuantitativo y cualitativo del mango, las investigaciones sobre patrones y sobre la interacción patrón/cultivar se consideran en la actualidad como dos de los más importantes temas pendientes de este cultivo (Galán Saúco, 2015a). De hecho, en los dos últimos simposios internacionales del mango de la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (ISHS), celebrados en 2013 (República Dominicana) y en 2015 (Australia) solo se presentó un trabajo (Hermoso *et al.*, 2015) sobre patrones de mango.

El principal objetivo de este proyecto es la revisión y puesta al día de la información existente sobre patrones de mangos utilizados como portainjertos para los cultivares comerciales así como la identificación de las líneas de investigación existentes sobre patrones y de la disponibilidad e interés de los principales centros de investigación para la realización de proyectos de colaboración sobre patrones de mangos a nivel mundial. Debido a la escasa información publicada sobre el tema objeto de este proyecto, se complementa la misma con una encuesta elaborada sobre patrones de mangos enviada a los principales países productores de esta fruta (véase Anexo 2). Este proyecto hace especial referencia a los principales cultivares comercializados en Estados Unidos ('Tommy Atkins', 'Ataulfo', 'Kent', 'Keitt' y 'Haden') pero también se aportará información sobre la utilización de patrones como portainjertos de otros cultivares comerciales y otras informaciones relevantes sobre patrones.

Cultivares comerciales de mango

Según la información proporcionada por Galán Saúco (2015b) en su presentación efectuada en el XI Simposio Internacional de Mangos de la Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (ISHS) los cultivares de Florida 'Tommy Atkins', 'Kent', 'Keitt' y a menor escala 'Palmer', 'Haden', 'Edwards' o 'Irwin' dominan el mercado mundial de exportación del mango, particularmente en Estados Unidos (USA), y en la Unión Europea (UE). De hecho, en el mercado USA la oferta queda reducida a estos cultivares más 'Ataulfo' de México y 'Madame Francis' de 'Haití' al que se suman recientemente algunas introducciones de Australia como es el caso del cultivar 'Calypso'. La oferta es mayor en el mercado de la UE que incluye además de los mencionados cultivares de Florida a los cultivares israelitas 'Maya', 'Aya', 'Omer', 'Shelly' y 'Kastury'. Otros cultivares de menor coloración, pero con diferentes características organolépticas como 'Alphonso', 'Chausa' y 'Sindhri' procedentes de India y Pakistán son objeto de exportación particularmente al mercado de Inglaterra. El cultivar de temprana estación 'Amelie', procedente de Costa de Marfil o Mali también se comercializa en la Unión Europea, pero pierde interés en el mercado cuando comienzan a llegar frutos de 'Kent' procedentes de Perú. Otro cultivar, también originario de Florida 'Valencia Pride' y también producido en varios países africanos tiene buena acogida en Europa a comienzos de estación, pero, pese a su excelente color y típica forma de mango, su potencial queda disminuido por su corta vida comercial. Finalmente, la oferta en Europa se completa con varios cultivares como 'Osteen,' también de Florida, pero enviado desde España, frutos selectos de 'Carabao' de Filipinas, el dulce fruto de 'Nan Dok Mai' de Tailandia y 'Cavallini', procedente de Costa Rica.

En varios mercados del Sudeste de Asia se prefiere consumir mangos verdes (inmaduros) especialmente de los cultivares 'Khieo Sawoei', 'Nongsang', 'Pim Sem', 'Rad' y 'Saifon' pero en general los consumidores de los principales mercados orientales buscan mangos con algunas características especiales al margen del color- excepto en China y Japón donde el color rojo, particularmente del cultivar Irwin producido en invernadero, es muy

apreciado- tales como la dulzura de los cultivares ‘Keaw’ ‘Nan Dok Mai’ o ‘Maha Chanuk’ de Tailandia, la excelente calidad gustativa de los cultivares ‘Chausa’ de Pakistán, ‘Alphonso’, ‘Dasheri’, ‘Kesar’, ‘Langra’ y otros de India y ‘Carabao’ de Filipinas, o el toque de trementina típico del cultivar australiano ‘Kensington Pride’. De hecho, ninguno de ellos, salvo ‘Maha Chanuk’, presenta coloración rojiza.

Para las distintas formas de procesado del mango se utilizan bien aquellos frutos rechazados para su comercialización en fresco o también en países africanos como Burkina Faso otros cultivares menos conocidos de Florida como ‘Brooks’ o ‘Lippens’ e incluso cultivares poliembriónicos como ‘Chulucana’, ‘Chato de Ica’ y ‘Rosado de Ica’ en Perú, el cultivar ‘Ubá’, con un fruto pequeño pero de gran dulzor (Brix >20°) cultivado específicamente para jugo en Brasil o el cultivar ‘Panchadarakalasa’ en India.

A través de la información proporcionada por la encuesta sobre patrones de mangos creada por el autor específicamente para este trabajo (véase Anexo1) puede observarse que pocos cultivares distintos de los mencionados tienen importancia en el comercio del mango, aunque algunos cultivares del Sudeste de Asia, de China o de Egipto -estos mayormente como pulpa- son objeto de comercio de exportación principalmente en la región. También puede destacarse en el mercado de procesados la exportación de mango desecado desde Sudáfrica con destino a la UE, a países del Medio y Lejano Oriente y también a otros países africanos cercanos, así como la importante contribución de Colombia al mercado de fruta procesada exportando puré y jugo de mango a países del Medio Oriente, África, Europa, Oceanía, Centro y Sudamérica y el Caribe. En el caso particular de los países latinoamericanos (tabla 1a), prácticamente todos los cultivares objetos de exportación son originarios de Florida con la excepción del cultivar tailandés ‘Nan Doc Mai’ y algunos cultivares locales de la República Dominicana y Cuba. Los cultivares de Florida también dominan las producciones de exportación de los países africanos (tabla 1c) productores de mangos, así como las plantaciones de España y tienen gran importancia en Israel, si bien en este último país están aumentando las plantaciones de cultivares propios obtenidos a través de programas de mejora. Por el contrario, los cultivares de Florida, con la excepción de ‘Irwin’ en Taiwán, no tienen ninguna relevancia como cultivares comerciales en el Sudeste de Asia (tabla 1b). Los cultivares de Florida son, sin embargo, objeto de exportación en el Pacífico, particularmente en Nueva Caledonia y Hawái e incluso ‘Keitt’ en Australia.

Según la reciente revisión del mercado mundial del mango en 2015 efectuada por Gerbaud (2016) no han aparecido nuevos cultivares en los mercados, salvo la creciente participación en el mercado de la Unión Europea de algunos cultivares (‘Banilejo’, ‘Gota de Oro’, ‘Crema de Oro’, ‘Mingolo’ o ‘Puntica’) de la República Dominicana.

Resumen de las entrevistas sobre la influencia de los patrones en aspectos cualitativos y cuantitativos de la producción del mango

Con el objetivo de obtener información actualizada sobre el uso de patrones de mango en diferentes países se entrevistó a 66 personas, incluyendo investigadores, viveristas productores y/o asociaciones de productores de 40 países (Anexo 2) por medio del envío en primera instancia por email de la mencionada encuesta sobre patrones de mangos (Anexo 1) y, manteniendo posteriores contactos personales o telefónicos en aquellos casos en que fueron necesarios. La selección de los contactos se basó principalmente en el conocimiento adquirido

por el autor sobre el mundo del mango a través de los muchos años, desde 1996 hasta 2015 en que ejerció, primero como Presidente de la Sección de Frutales Tropicales de la International Society of Horticulture Science (ISHS) y luego como Presidente del Grupo de Trabajo del Mango. El resumen de estas entrevistas está recogido en las tablas 2 (patrones usados en diferentes países, a) Latinoamérica, USA y el Caribe; b) Asia y el Pacífico y c) África, Oriente Medio y Europa), tabla 3 (Características deseadas para un patrón según diferentes países) y tabla 4 (Ensayos en curso e interés mostrado para futuros ensayos de cooperación internacional en patrones de mangos, también agrupados por zonas geográficas) y tabla 5 (Rendimiento de los cultivares de Florida y algunos otros cultivares escogidos según la información proporcionada por diferentes investigadores).

Los principales resultados de carácter general que pueden extraerse de estas entrevistas son los siguientes:

- 1) En la práctica totalidad de los casos, **se escogen los patrones en función de la disponibilidad de semillas**, sin prestar especial atención a los beneficios para el cultivar que se va a injertar sobre ellas. En países como Egipto y China provienen de fábricas de procesado.
- 2) **Generalmente se trata de patrones poliembriónicos** procedentes de plantas locales bien adaptados al medio introducidas en esas áreas desde el principio del cultivo del mango en el país. La única excepción son los casos de India, Pakistán, Omán, China y Hawái en los que se usan también patrones monoembriónicos, así como especies de *Mangifera* compatibles con el mango en Hawái e Indonesia. La explicación para ello puede derivar del hecho de que en la zona de origen del mango en el Sudeste de Asia aún predominan las plantaciones tradicionales a baja densidad donde la homogeneidad del patrón no es tan importante como en las plantaciones modernas de mango, mientras que en el caso de China y Hawái deriva, sin duda, de la escasez de semillas. Un caso particular es el de Australia donde 'Kensington Pride' se cultiva en ocasiones sobre sus propias raíces debido al carácter poliembriónico de este cultivar.
- 3) **Normalmente se utiliza el mismo patrón para todos los cultivares**. Solo en pocos casos se han señalado recomendaciones específicas para algunos cultivares entre ellas las siguientes para los cultivares 'Kent', 'Tommy Atkins', 'Keitt' y otros cultivares de Florida:
 - a) El patrón 'Coquinho' no se recomienda en Brasil para 'Tommy Atkins' o 'Van Dyke' dado el gran vigor que confiere a las plantas injertadas sobre él.
 - b) 'Mameyito' no se recomienda como patrón para 'Keitt' en la República Dominicana ya que este cultivar muestra en este caso una notable clorosis férrica en suelos alcalinos
 - c) 'Van Dyke', pero también 'Irwin', 'Kent' y 'Tommy Atkins' parecen ser más resistentes a condiciones de sequía cuando se injertan en Colombia sobre el patrón 'Arauca' que cuando se injertan sobre Hilacha.

Aparte de la disponibilidad de semillas y otras razones obvias, no siempre mencionadas en las encuestas, para la elección de un patrón, tales como un rápido crecimiento en el vivero, la compatibilidad con los cultivares, el alto porcentaje de prendimiento y por supuesto el aumento de rendimiento, mencionado este último por 24 países, las características más deseadas para un patrón de mango son las siguientes:

- A) Tolerancia a salinidad, deseada por 24 países distribuidos en prácticamente todas las áreas productoras de mango en el mundo.

- B) Enanismo, preferido por 21 países también de todas las áreas productoras de mango en el mundo.
- C) Buena absorción de nutrientes, especialmente de hierro elegido por 12 países.
- D) Tolerancia a plagas y enfermedades (antracnosis, *Ceratocystis* y otras) deseada por 12 países.
- E) Tolerancia al encharcamiento, deseada por 11 países.
- F) Tolerancia a condiciones secas, demandada por 10 países.
- G) Mejora de la calidad de la fruta, incluyendo aumento o reducción del tamaño del fruto, mencionada por 7 países.
- H) Adaptación a suelos problemáticos, mencionada por 7 países, 3 para suelos calcáreos y uno para suelos con sulfato ácido.
- I) Alteración del vigor del cultivar y de la arquitectura del árbol indicada por 3 países.
- J) Mejora de la floración, también mencionada por 3 países.
- K) Resistencia a vientos fuertes o aumento de la profundidad de raíces mencionado solo en las encuestas de la Isla de la Reunión y Taiwán, ambas en zonas de incidencia de vientos huracanados o tifones.
- L) Acortamiento de la fase juvenil mencionada solo por 2 países.
- M) Baja incidencia de la descomposición interna del fruto (IFB) indicada solo en el caso de España.
- N) Adaptación al cultivo en invernadero y al cultivo en zonas subtropicales con inviernos fríos y veranos muy cálidos también señalada solo en el caso de España.

Merece la pena comentar a continuación algunos aspectos puestos de relevancia por estos resultados:

No resulta sorprendente que la tolerancia a salinidad y el enanismo sean las características más demandadas para un patrón de mango, ni el hecho de que la tolerancia al encharcamiento y a condiciones secas, junto a la tolerancia a plagas y enfermedades se encuentren también entre las características más deseadas. Con el esperado cambio climático varias, si no todas las variables climáticas se verán afectadas (IPPC, 2007). El esperado aumento de las temperaturas y los cambios en precipitación en los trópicos y subtropicos traerá consigo episodios más frecuentes e impredecibles de precipitación y sequía, así como condiciones favorables al escaldado de las plantas, mientras que la elevación del nivel del mar en las zonas costeras provocará aumentos de la salinidad de aguas de riego y suelos debido a la intrusión de agua del mar en las capas de agua freática usadas para el riego (World Bank, 2012). Estos cambios climáticos pueden también acentuar la mayor o menor incidencia de las plagas y enfermedades que afectan al mango (Normand *et al.*, 2053). Es a su vez obvio que los patrones enanizantes o semienanizantes, en los subtropicos, son necesarios para las modernas plantaciones a gran densidad ya establecidas en México, Egipto, India y Sudáfrica, entre otros países (Galán Saúco, 2015c). La alteración del vigor del árbol y la modificación de su arquitectura, así como el acortamiento de la fase juvenil y la mejora de la floración pueden también adscribirse a la necesidad de producir árboles más compactos y de más rápida entrada en producción requeridos para esas plantaciones a gran densidad. Es evidente que un patrón con raíces profundas estará mejor preparado para soportar los huracanes y tifones que se espera que ocurran con mayor frecuencia en el escenario del esperado cambio climático global y que la adaptabilidad a los suelos problemáticos y la capacidad de absorción de nutrientes son buenas características para un patrón. La mejora de la calidad de la fruta y especialmente la reducción del incremento del tamaño del fruto por medio del uso de un patrón determinado es más problemática dado que estas características se encuentran sobre todo ligadas al cultivar y a la carga de fruta, pero como se verá en la revisión de literatura es posible influir en la calidad de la fruta por medio del empleo de un patrón apropiado. Es sorprendente observar que solo un país, España, menciona como una buena característica de un patrón la baja incidencia de la Descomposición Interna del Fruto (IFB), aunque la incidencia de este problema, ligado a un desequilibrio en la relación Ca/N contenida en el fruto (Galán Saúco, 2008) puede disminuirse,

bien con el uso de un patrón con buena capacidad de absorción de nutrientes, particularmente calcio, o disminuyendo la aportación de nitrógeno. La actual recomendación de aumentar las aplicaciones de calcio y mantener el nivel foliar de nitrógeno por debajo del 1,2% (Galán Saúco, 2009) puede tal vez ser la causa de una menor virulencia del problema y en consecuencia del hecho de que la baja incidencia de la IFB solo sea mencionada en el caso de España como característica deseable de un patrón de mango.

Como conclusión de estas entrevistas es evidente que **el mejor patrón es el que tiene al menos las siguientes características:**

Árbol con abundante producción anual de fruta de tamaño uniforme para garantizar la disponibilidad de semillas, con un alto grado de poliembrionía para garantizar la uniformidad, con buena compatibilidad con diferentes cultivares, tolerancia a salinidad, capacidad enanizante, buena capacidad de absorción de nutrientes, particularmente calcio y hierro, tolerancia al encharcamiento, a las condiciones secas y con posibilidad de mejorar la calidad de la fruta. Si además tiene una buena adaptación a suelos problemáticos, tolerancia a plagas y enfermedades y un enraizado profundo tanto mejor.

Además, y por supuesto, **no debe reducir el rendimiento o, mejor aún, debe mejorar el rendimiento y/o el rendimiento eficiente** (rendimiento por unidad de superficie de copa).

Evidentemente, todos los patrones usados en diferentes países reúnen, en la medida de lo posible, los requisitos de tener una abundante producción anual de fruta de tamaño uniforme para garantizar la disponibilidad de buenas semillas, con un alto grado de poliembrionía para garantizar la uniformidad y con buena compatibilidad con diferentes cultivares que se injertan sobre ellos pero no todos ellos poseen las restantes características que definen a un patrón ideal para el mango.

De hecho, observando la tabla 2 puede verse que.

La tolerancia a la salinidad solo se señala para ‘Criollo de Cholucanas’ (Perú), ‘Hilacha’ (Colombia), ‘Piqueño’ (Chile), *Mangifera kasturi* (Indonesia), ‘Bau 6, 7 and 8’ (Bangladés), ‘Gomera 1’ (Spain), ‘Sukkari’ (Egypt) y ‘13/1’ (Israel).

El efecto enanizante está solo indicado para ‘Banilejo’ y ‘Piñita’ (República Dominicana) ‘Piva’ (Sudáfrica y Florida), ‘Saigon 119’ (Indonesia) y ‘Kom’ (Hawái).

La buena capacidad para absorber nutrientes solo se indica en los casos de ‘Criollo de Cholucanas’, ‘Kaew’ y ‘Ta-Lub-Nak’ (Tailandia), ‘Tsar-Swan’ (Taiwán) y ‘13/1’ (este último particularmente para hierro).

La tolerancia al encharcamiento solo para Criollo de Cholucanas’, ‘Hilacha’, y ‘Sabre’ (Sudáfrica).

La tolerancia a condiciones secas se señala solo para ‘Criollo de Cholucanas’ (Peru), ‘Jamaica’ (Costa Rica), ‘Mango de racimo’ (Guatemala), ‘Arauca’ (Colombia), ‘Kaew’ y ‘Ta-Lub-Nak’, ‘Bau 6, 7 y 8’, ‘Tsar-Swan’, ‘Kohuamba’ (Sri Lanka), ‘Cat head’ y ‘Long mouth’ (Costa de Marfil) y ‘13/1’.

En ninguna de las encuestas se menciona la acción de un patrón sobre la calidad del fruto del cultivar.

Ello nos lleva a otra importante conclusión: **Ninguno de los patrones usados comercialmente exhibe la totalidad de las características deseadas para un buen patrón. Aún más, no existe un patrón que combine los dos atributos más demandados por la industria del mango: Tolerancia a la salinidad y efecto enanizante.**

No terminaremos esta sección sin hacer un comentario acerca de la influencia de los patrones en el rendimiento del mango y, en particular, de los cultivares de Florida, en base a la información obtenida de diferentes investigadores, resumida en la tabla 5. Es un hecho suficientemente conocido para cualquier cultivo y, por supuesto, para el mango, que además del material vegetal y el control de las plagas y enfermedades, la interacción del clima y de las prácticas culturales resulta esencial para optimizar el rendimiento y la calidad de la fruta. De la observación de la tabla 5 puede deducirse que, aunque se pueden alcanzar elevados rendimientos en los **cultivares de Florida** sobre diferentes patrones en varios lugares del mundo, los obtenidos con **'13/1' en Israel, Turpentine en Florida, y en menor medida con 'Kensington Pride' en Australia son superiores a los obtenidos sobre cualquier otro patrón**, por lo que, en líneas generales, **se podría recomendar el uso de estos tres cultivares como patrones ideales para estos cultivares**. Sin embargo, esta afirmación debe tomarse con cuidado, debido a que el excelente manejo del cultivo generalmente realizado por los agricultores de estos tres países puede ser en gran parte responsable de estas elevadas producciones. De hecho, también se obtienen elevados rendimientos, por ejemplo, en Costa Rica con el cultivar Keitt injertado sobre el patrón 'Jamaica' (posiblemente idéntico a 'Turpentine') y para varios cultivares de Florida injertados sobre los tipos Gomera en España. A destacar también que no hay muchos datos para 'Ataulfo' salvo en Florida donde su rendimiento sobre 'Turpentine' es considerablemente más bajo que el de los otros cultivares o en México, si bien en este país su rendimiento es similar al de los cultivares de Florida, pero todos ellos en la gama de bajas producciones en torno aun promedio de 10 t/ha.

Revisión bibliográfica

Introducción

De acuerdo con recientes estadísticas de la FAO los rendimientos promedios anuales de los principales países productores, excepto Brasil (en torno a las 15 t/ha), apenas superan las 10 t/ha, si bien hay países como Israel con rendimientos promedio en torno a 30t/ha (Galán Saúco, 2015b). La influencia de los patrones en el rendimiento cuantitativo y cualitativo del mango ha sido recogida en diversos libros escritos sobre este cultivo (Galán Saúco, 2008; Litz, 2009), pero no se ha realizado una revisión bibliográfica en profundidad sobre este tema aún. Sin duda, la puesta al día de la información existente sobre el tema contribuirá a mejorar el rendimiento y la calidad de la fruta, y, por tanto, también a la mejora de la economía de los cultivadores de mango de todo el mundo. Para una mejor comprensión, esta revisión bibliográfica se agrupa en diferentes secciones en relación con las distintas características deseables para un patrón de mango tal como se determinó en las entrevistas realizadas en este proyecto y descritas anteriormente en este informe.

Tolerancia a la salinidad

Los estudios realizados hace años en Israel (Kadman *et al.*, 1976) y en las Islas Canarias (Galán Saúco *et al.*, 1988,) permitieron la identificación de patrones tolerantes a la salinidad. Los ensayos en Israel se llevaron a cabo por medio de la siembra de 3.200 semillas de 80 cultivares poli y monoembriónicos en suelos calcáreos (pH de 7,8 y 12-15% de CaCO₃) regados con agua salina (EC 3,2 mmhos). Los resultados indicaron que tanto las progenies poliembriónicas de '13/1', '8/16', 'Sandersha', 'Warburgh' y 'Feizensou' como las monoembriónicas '1/7', '7/11' y 'Has-el-Has' exhibieron una tolerancia relativamente elevada a sales y un crecimiento vigoroso. Algunas plántulas monoembriónicas incluso mostraron mayor tolerancia que '13/1', pero el problema de falta de uniformidad en la descendencia no las hace apropiadas para su uso como patrón salvo que se encontrara un método práctico de propagación clonal. También se puso de manifiesto que 'Sabre' y 'Peach,' considerados hasta entonces como patrones ideales para las regiones costeras de Israel (Oppenheimer 1958 y 1968), mostraron una alta sensibilidad a las condiciones salinas. De los análisis foliares realizados en ese experimento quedó claro que las plantas tolerantes tenían menor contenido en cenizas, potasio, calcio y sodio, pero mayor contenido en cloro. Ello parecía indicar que la tolerancia a la salinidad del patrón 13/1 podría ser debida más a la tolerancia de un mayor contenido de cloro en hoja que a una absorción relativa de este elemento lo que podría representar un problema para el cultivar que se injertara sobre él. A pesar de ello, '13/1' fue recomendado como patrón preferente para suelos calcáreos (Gazit y Kadman, 1980) y es usado desde entonces como el patrón estándar y con muy elevados rendimientos, para todos los cultivares plantados comercialmente en Israel, incluyendo 'Kent' y 'Keitt'. Se ha demostrado que '13/1' tolera suelos calcáreos conteniendo 20% de carbonato cálcico y aguas de riego salinas con hasta 600 ppm de cloro (Kadman, 1985). Este patrón podría tener, además, un cierto efecto enanizante según los resultados de un ensayo de prendimiento realizado en un vivero de Egipto con 3 cultivares ('Ewais', 'Zebda' y 'Keitt') injertados sobre 4 patrones ('Zebda', 'Sukkary', 'Sabre' y '13/1'), en el que '13/1' se mostró como el patrón con los menores valores vegetativos de los parámetros indicadores del crecimiento tanto de la parte aérea como de la radical (Shaban, 2010).

Los ensayos en las Islas Canarias mostraron que el patrón 'Gomera 1' ('G-1') era más tolerante a sales que el resto de los patrones poliembriónicos ensayados ('Gomera 3', 'Gomera

4', 'Peach', 'Terpentine' y 'Kensington'). 'G-1' fue capaz de soportar sin daños aparentes aguas conteniendo 560 ppm de cloro y 560 ppm de sodio, cantidades similares a los niveles tolerados por '13/1' en Israel. Además, las bajas concentraciones de Na y Cl encontradas en raíces y hojas de 'G-1' comparadas con las de los restantes patrones parecen indicar que la tolerancia a la salinidad de este patrón puede deberse a una absorción selectiva de sales lo que resultaría beneficioso para un patrón injertado sobre el mismo. Debe señalarse que, aunque todos los tipos de Gomera fueron seleccionados localmente en la isla de La Gomera, entre los mangos tradicionalmente cultivados en las Islas Canarias (Galán Saúco y García Samarín, 1979), 'Gomera 1' no parece diferente de lo que Popenoe (1920) llamaba 'Manga blanca' (Grajal-Martín, 2012), todavía utilizado como patrón en Cuba (véase tabla 2a). Tanto la tolerancia de 'Gomera 1' a sales como la asociación de esta tolerancia a la capacidad de este patrón para restringir la absorción y transporte de los iones de Cl⁻ y Na⁺ desde las raíces a las partes aéreas fue confirmada posteriormente por Durán Zuazo *et al.*, (2003 y 2004) en un ensayo con plantas del cultivar Osteen injertadas en 'Gomera 1' y 'Gomera 3' expuestas a aguas de riego salinas con distintas conductividades eléctricas (1,02, 1,50, 2,00 y 2,50 dS m⁻¹). Es interesante observar que 'Osteen' sobre 'G-1' produjo mayores rendimientos que sobre 'Gomera 3', y al contrario en el caso de 'Keitt' y también que 'Gomera 1' dio lugar a árboles de menor tamaño, tanto de 'Keitt' como de 'Osteen', que cuando se utilizó 'Gomera 3' como patrón (Durán Zuazo *et al.*, 2005), lo que puede ser una ventaja para su uso en las modernas plantaciones de mangos a gran densidad. La producción de árboles de menor tamaño de diversos cultivares de mango injertados sobre 'Gomera 1' también ha sido observada por el autor de este informe en las Islas Canarias donde hasta recientemente solo se utilizaba comercialmente 'Gomera 1' como patrón.

Patrones tolerantes a sales también han sido descritos por Van Hau *et al.*, (2001) quien indicó que el patrón 'Chau Hang Vo' resulta afectado por sales solo cuando se alcanzan niveles de salinidad de 12 dS/m mientras que 'Buoi', principal patrón usado en 'Vietnam (véase tabla 2b), solo tolera 8 dS/m. También se han descrito en India patrones polembriónicos tales como 'Bappakai', 'Olour' y 'Kurakkan' moderadamente tolerantes a estreses salinos (Dubey *et al.* 2007). Dos de ellos, 'Olour' y 'Kurakkan', y un patrón monoembriónico no descrito y llamado por los autores patrón de mango común, injertados con 'Amrapali' fueron posteriormente estudiados bajo riego con aguas con una concentración de 0,0 o 50 mM de NaCl aplicadas cada 4 días durante un periodo de 3 meses (Dayal *et al.*, 2014). Los resultados indicaron que tanto 'Olour' como el mango común mostraron mayor tolerancia a sales que 'Kurakkan', siendo 'Olour' más efectivo en la exclusión de Cl⁻ y el mango común en la exclusión de Na⁺ de los tejidos foliares del cultivar. Ambos exhibieron una menor inhibición de la altura del árbol, número de hojas y peso seco del brote de las plantas de 'Amrapali' estudiadas. Por el contrario, se observó una pronunciada inhibición del crecimiento del cultivar con rápidos síntomas de quemado de hojas y una relativamente mayor defoliación y escaldado en las plantas injertadas sobre 'Kurakkan'. Dado que las plantas de 'Amrapali' sobre 'Kurakkan' tenían un mayor contenido foliar de Cl⁻, el aumento de las quemaduras de hojas y de la defoliación deberían estar más asociadas con un aumento de la concentración foliar de Cl⁻ que con la acumulación de Na⁺. La menor inhibición del crecimiento y defoliación en 'Olour' y/o en el mango común podrían estar asociada con un menor contenido foliar de Cl⁻, un elevado contenido en prolina y una mayor actividad de la peroxidasa (POX) en las hojas de 'Amrapali' injertadas sobre esos patrones bajo las condiciones de estrés.

También se ha encontrado recientemente patrones tolerantes en Sudán y en Bangladés. En Sudán los experimentos fueron realizados en vivero (Elgozouli, 2011) con 4 concentraciones (0, 2, 4 and 6 mmoh/cm) de ClNa sobre plántulas de 7 patrones poliembriónicos ('Kitchener', 'Iwais', 'Sabre', 'Taimour', 'Gulbeter', 'Mistwak' y 'Zebda') a los que se aportó 3 veces a la semana durante 12 semanas 500 ml de una solución salina a las concentraciones indicadas. Los resultados mostraron que los patrones menos afectados sin diferencias significativas entre ellos fueron 'Kitchener'- único patrón empleado comercialmente en Sudán- 'Iwais' y 'Sabre', siendo 'Zebda' el más afectado. Los resultados obtenidos en Bangladés indican que los patrones del tipo 'Rangpur' resultan considerablemente menos dañados que otros patrones a niveles de salinidad de 8dS/m aunque no se han realizado ensayos de campo con cultivares injertados sobre los mismos (Roy *et al.*, 2013). A su vez hay ensayos en Egipto (Hafez *et al.*, 2011) que indican que el patrón 'Sukkary' es apropiado para los lugares regados con aguas de hasta 4,000 ppm de contenido en sales. En este experimento quedó claro que las raíces de 'Sukkary' absorben menos Cl y Na de la solución del suelo que 'Zebda', el otro patrón testado. Es interesante observar que el contenido en prolina en las hojas de 'Sukkary' (más tolerante a sales), fue mayor que en 'Zebda' (sensitivo a sales), lo que coincide con los resultados señalados by Dayal *et al.*, (2014) (véase párrafo anterior) y también con los obtenidos por Hurkman *et al.*, (1989) quienes indicaron que la concentración de prolina en muchas plantas tolerantes a sales es más elevada que en el caso de las plantas más sensibles y que la acumulación de prolina en las plantas que crecen bajo condiciones salinas puede facilitar el almacenamiento de nitrógeno que se utiliza cuando finaliza el estrés y puede jugar un papel en el ajuste osmótico. Estos estudios abren la puerta a la posibilidad de usar el contenido de prolina como un marcador químico para la evaluación rápida de la salinidad en plántulas en vivero.

También se han realizado experimentos sobre tolerancia a sales en Australia donde Hoult *et al.*,(1997) estudiando la respuesta de plántulas de 21 cultivares de mangos poliembriónicos en maceta en vivero regadas por goteo con aguas conteniendo 480 mg/l de ClNa encontraron que las plántulas de 8 cultivares ('Orange, Golden Tropic', 'Banana', 'Ti Tree 3', 'Red Harumanis', 'Pico', 'KRS' y 'Brodie') eran comparables con '13/1' en cuanto a la exclusión de Na del tejido foliar y 5 de ellas ('Orange', 'Golden Tropic', 'Banana', 'Red Harumanis' y 'Pico') fueron tan buenas o mejores que '13/1' en la exclusión de Cl si bien no se realizaron estudios para mayores concentraciones de sal en el agua de riego ni bajo condiciones de campo.

En un ensayo para evaluar la influencia de la salinidad causada por el NaCl en combinación con distintas temperaturas en la zona radical en los patrones '13/1' y 'Turpentine', Schmutz y Ludders (1998) encontraron un menor efecto de la salinidad sobre el crecimiento de hojas y raíces en el patrón más tolerante '13/1', mientras que el efecto fue mayor en el caso de 'Turpentine'. '13/1' almacenó significativamente más Na⁺ y Cl⁻ en las raíces que 'Turpentine', encontrándose en las hojas de este patrón un contenido significativamente más alto de Na⁺ y un contenido de Cl⁻ ligeramente inferior. Se llegó a la conclusión de que la diferencia en la tolerancia a la salinidad se basa probablemente en la capacidad de '13/1' de prevenir la presencia en hojas de un excesivo contenido en Na⁺ aceptando un mayor contenido foliar en Cl⁻ sin causar daños graves al crecimiento. El significativamente mayor contenido de Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺ encontrado en hojas y raíces de '13/1' comparado con el de 'Turpentine' podría explicar la capacidad de '13/1' de tolerar un alto contenido foliar de Cl⁻ así como del alto potencial de retención de Na⁺ en sus raíces y tallos. Es interesante destacar aquí que la alta concentración de

calcio en las hojas de 13/1 podría ayudar a disminuir la incidencia de problemas de descomposición interna del fruto (IFB).

Es también importante conocer que Schmutz (2000) encontró en sus estudios de intercambio de CO₂ a nivel de planta completa bajo condiciones de ambiente controlado la posible existencia de una mayor tolerancia a la salinidad en plantas de *Mangifera zeylanica*, pero, aunque esta especie ha sido injertada con éxito en Florida sobre el patrón ‘Turpentine’ (Campbell y Ledesma, 2013), aún no ha sido probada como patrón para el mango.

De cara a futuros trabajos de mejora debe señalarse que se encontraron diferencias significativas en cuanto a la tolerancia a sodicidad entre los mangos poliembriónicos recogidos tras el tsunami ocurrido en las Islas Andamán (Damodarama *et al.*, 2013) lo que parece indicar que la selección natural de mangos poliembriónicos en lugares naturales de gran diversidad sujetos a desastres naturales puede servir como herramienta potencial para la selección de patrones más adaptables a salinidad. De hecho, seis de las accesiones recolectadas: ‘GPL-1’, ‘GPI-3’, ‘ML3’, ‘ML-4’, ‘ML-2’ y ‘GPL-4’ mostraron tolerancia a condiciones de altas concentraciones de sodio bajo niveles de toxicidad de pH 9,51 y valores de sodio de 9,21 meq/L siendo las accesiones ‘GPL-1’ y ‘ML-2’ recolectadas en los lugares afectados por la inundación de agua del mar durante el tsunami aquellas con la mayor tolerancia al pH elevado y alto contenido en sodio de estos suelos. Las accesiones tolerantes mostraron la menor relación Na⁺/K⁺ permitiendo así el mayor crecimiento de los brotes y reduciendo los síntomas tóxicos de escaldado por exceso de Na⁺.

Efecto enanizante

La primera cualidad que se requiere para un patrón, al margen de cualquier otra característica es su vigor en el momento del injerto. Ello explica que en ausencia de restricciones que limiten el crecimiento, el vigor sea de gran importancia para la elección de un patrón. En cualquier caso, como quedó de manifiesto desde los primeros estudios sobre patrones, no siempre se asocia un elevado vigor con un alto rendimiento. Más aún, con la moderna tendencia hacia las plantaciones a gran densidad, resulta de especial importancia para el logro de rendimientos sostenibles la reducción del vigor y la deriva de energía hacia la producción de fruta. No obstante, según indican recientemente Bally *et al.*, (2015) se conocen muy pocos patrones que reduzcan el vigor y aún estos lo hacen solo para un reducido número de cultivares.

Desde el origen del cultivo moderno del mango han surgido dudas sobre el empleo de patrones enanizantes, y así Oppenheimer (1960) señalaba que el efecto de los patrones enanizantes, cuando se producía, era solo temporal, desapareciendo en unos pocos años. La racionalidad económica de la utilización de patrones enanizantes en mango fue también puesta en duda por Cull (1991) al señalar que en el mango, especie de floración terminal, la superficie externa de la copa se correlaciona directamente con su capacidad productiva

Estas ideas serían aparentemente corroboradas en Australia a finales del pasado siglo. Así, Smith *et al.*, (1992) en un ensayo con 7 cultivares (‘Glenn’, ‘Haden’, ‘Irwin’, ‘Kensington Pride’, ‘Kent’, ‘Tommy Atkins’ y ‘Zill’) injertados en dos patrones ‘Sabre’ y ‘Common’ (‘ARC’, un patrón local común seleccionado por su aparente escaso vigor) observaron que todos los cultivares sobre ‘Sabre’ producían árboles con una copa mucho menor (los resultados no eran tan claros en el caso de ‘Kensington Pride’ y ‘Tommy Atkins’) y, en general, tenían un menor rendimiento, salvo en el caso de ‘Kent’, que produjo casi el doble, y también de ‘Haden’,

una clara indicación de la existencia de una clara interacción patrón/cultivar/medioambiente. Posteriores trabajos del mismo grupo investigador (Smith *et al.*, 1997) indicaban que los mayores rendimientos estaban generalmente asociados a los patrones que producían árboles más vigorosos, mientras que los cultivares injertados sobre patrones de menor vigor, como por ejemplo 'Sabre' tenían un menor rendimiento y una menor eficiencia productiva, concluyendo que no se debía estar obsesionado con la idea de obtener patrones enanizantes.

Sin embargo, trabajos muy anteriores de Swamy *et al.*, (1969) habían demostrado que estos temores no eran ciertos para distintos patrones ni para cualquier emplazamiento. En un ensayo con 'Neelum' y 'Baneshan' injertados sobre 8 patrones poliembriónicos ('Pahutan', 'Goa', 'Olour', 'Salen', 'Kurkan', 'Mylepalium' y 'Nileswara Dwarf') y varios patrones monoembriónicos, estos investigadores hindúes observaron que los patrones menos vigorosos producían el máximo rendimiento en el caso de 'Neelum' mientras que en el caso de 'Baneshan' los patrones menos vigorosos eran los que producían el máximo. Se observó también un mayor vigor de los árboles injertados sobre patrones poliembriónicos que de los injertados sobre patrones monoembriónicos. Aunque ellos concluyen indicando que los patrones poliembriónicos 'Pahutan' y 'Goa' eran los mejores patrones para 'Neelum' y 'Olour' y 'Pahutan' el mejor para 'Baneshan', observaron numerosas interacciones en diversos caracteres de los árboles señalando que la elección de un patrón para un determinado cultivar debe hacerse solamente tras una fase de experimentación. Muchos otros estudios realizados desde entonces han permitido el descubrimiento de patrones con efecto enanizante y alto rendimiento por unidad de área de copa (Reddy *et al.*, 2003) pero siempre con una gran interacción patrón/cultivar/emplazamiento.

Es interesante destacar que el efecto enanizante de un patrón no siempre se traslada en el campo a la planta injertada. Así fue el caso en los experimentos realizados en Israel por Oppenheimer (1958) comparando 3 patrones poliembriónicos en los que se encontró que el patrón 'Sabre' fue superior en crecimiento y producción a 'Warburg' y '14.12' a pesar de su naturaleza más enanizante, ilustrando claramente que un árbol de porte enano no es necesariamente un patrón enanizante y también que los cultivares que dan origen a plántulas vigorosas no siempre trasladan este vigor a los cultivares injertados sobre las mismas. Estas ideas fueron confirmadas en diferentes experimentos tanto en India (Swamy *et al.*, 1972) como en un ensayo realizado en Puerto Rico con 3 cultivares de Florida, 'Edward', 'Palmer' e 'Irwin', injertados en 4 patrones, 'Julie', 'Malda', 'Manzano Tetenene' y 'Eldon' (Cedeño- Maldonado *et al.* 1988). Los resultados de este ensayo mostraron que, pese a producir vigorosas plántulas el patrón 'Eldon' fue el más efectivo en la reducción del diámetro del cultivar, altura del árbol y volumen de copa de 'Irwin' y 'Palmer', mientras que 'Julie' lo hizo para 'Edwards'. La característica enanizante de 'Eldon' fue posteriormente confirmada por Duvivier y Cedeño Maldonado (2000) en un estudio con dos cultivares ('Parvin' y 'Tommy Atkins') injertados sobre 5 patrones ('Eldon', 'Colombo Kidney', 'Cubano', 'Malda' y 'Julie'), en el que se encontró que 'Eldon' fue enanizante para 'Parvin' y 'Tommy Atkins' mientras que 'Malda' causó una reducción del tamaño del árbol solo en el caso de 'Tommy Atkins'. Aunque las combinaciones enanizantes dieron un menor rendimiento en comparación con las plantas sobre 'Cubano' 'Colombo Kidney' y 'Julie', su eficiencia productiva fue similar al relacionar tamaño de árbol y rendimiento. Los autores concluyeron que dentro de los patrones estudiados 'Eldon' era el mejor patrón para 'Parvin' mientras que 'Malda' y 'Eldon' eran igualmente buenos para 'Tommy Atkins' en comparación con el control 'Colombo Kidney'.

Tal vez el ensayo más completo e interesante sobre patrones de mangos hasta la actualidad sea el realizado en Australia donde se observó la respuesta del cultivar 'Kensington Pride' sobre 64 patrones poliembriónicos de diferentes orígenes durante los primeros 4 años de producción, (Smith *et al.*, 2008). En este experimento se detectaron claras diferencias en la tasa de crecimiento de 'Kensington Pride' y aún de mayor interés, los resultados de este experimento en relación al efecto enanizante dejan claro que no existe una relación entre tamaño del árbol o vigor del patrón y eficiencia productiva, lo que justifica la posibilidad de seleccionar patrones enanizantes con alta eficiencia productiva. En este experimento 'Brodie' y 'MYP' fueron claros ejemplos de patrones sobre los que 'Kensington Pride' mostró un alto rendimiento con pequeño tamaño de árbol si bien también otros patrones (Por ejemplo, 'B' y 'Watertank'), a pesar de producir árboles de gran tamaño tuvieron una rápida entrada en producción que los hace también idóneos para las plantaciones a gran densidad.

Comparando los resultados de este experimento con los obtenidos en India (Reddy *et al.*, 2003) para distintos cultivares, 'Alphonso' entre ellos, injertados en alguno de los 64 patrones estudiados en el experimento australiano puede destacarse que mientras que en India el patrón 'Vellaikulamban' fue el de mayor efecto enanizante con la máxima eficiencia productiva, en el caso de Australia, dicho patrón también redujo el vigor, y produjo la copa de menor tamaño con la menor tasa de crecimiento de todos los 64 patrones evaluados pero el rendimiento de 'Kensington Pride' injertado sobre el mismo fue muy pobre ilustrando, sin duda, la mencionada interacción patrón/cultivar/emplazamiento que obliga a recomendaciones específicas para emplazamientos y cultivares determinados. Los investigadores hindúes señalaron que 'Vellaikulamban' tiene un buen potencial para plantaciones a gran densidad pero recomendaron también el uso como patrón de 'Olour' dado su alta eficiencia productiva combinada con su inicial gran vigor que progresivamente disminuye, permitiendo que el cultivar Alphonso injertado sobre dicho patrón pueda rellenar rápidamente el espacio destinado al mismo sin problemas posteriores de sobre densidad. El estudio establece claramente, además, que el comportamiento alternante de 'Alphonso' viene regido más por factores endógenos que exógenos y solo influido a muy pequeña escala por el patrón.

El efecto enanizante de 'Vellaikulamban' para los cultivares 'Dashehari' y 'Alphonso' y el de 'Olour' para 'Langra' e 'Himsagar' fue también señalado por Kulkarni (1991) y el de ambos para 'Dasher' (Jauhari *et al.*, 1972). Sin embargo, al contrario que lo señalado por Reddy *et al.* (2003) o Smith *et al.* (2008), en el estudio de Kulkarni el patrón 'Vellaikulamban' no tuvo ningún efecto enanizante sobre 'Langra', e incluso sus medidas de altura y diámetro de copa fueron solo excedidas por uno de los 8 patrones estudiados. En otro experimento con el cultivar 'Dasher', injertado en 25 patrones, 13 mono y 12 poliembriónicos, realizado por Srivastava *et al.* (1988), no se encontró diferencia alguna en relación a altura de la planta, circunferencia del patrón y del injerto, y diámetro de la planta, ilustrando, una vez más, la notoria interacción patrón/cultivar/emplazamiento ya comentada.

Otros patrones con efecto enanizante señalados en India son 'Kalapady', 'Kerela Dwarf', 'Manjeera', 'Creeping', 'Amrapalli', 'Mylepalium' y 'Ambalavi' (Jauhari *et al.*, 1972; Singh y Singh, 1976; Iyer y Subramanyan, 1986). 'Amrapali' también ha sido indicado como enanizante en Brasil por Vargas Ramos *et al.*, (2001, 2002 y 2004) quienes en un ensayo con 8 patrones ('Mallika', 'Amrapali', 'Santa Alexandrina', 'Extrema', 'Imperial', 'Maçã 'Comum' y 'Rosinha') y 4 cultivares ('Tommy Atkins', 'Haden', 'Winter' y 'Van Dyke') encontraron que aunque 'Maçã' y 'Amrapali' habían sido señalados como enanizantes por Pinto *et al.*, (1993) solo 'Amrapali' produjo una reducción significativa de la altura de los árboles de unos 70 cm

independiente del cultivar injertado excepto para el cultivar Haden que fue considerablemente más alto que ningún otro, particularmente más que ‘Tommy Atkins’ y Van Dyke’. La relativa uniformidad del efecto enanizante es ciertamente sorprendente no solo por la mencionada interacción entre patrones, cultivares y emplazamientos sino además por el carácter monoembriónico del cultivar Amrapali y su teórica falta de homogeneidad.

En un reciente experimento realizado en India (Chandari *et al.*, 2006) con 8 patrones (‘Nakkare’, ‘Bappakai’, ‘Olour’, ‘Kitchner’, ‘Ec 95862’, ‘Muvandan’, ‘Starch’ y plántulas de un patrón monoembriónico local) el patrón poliembriónico ‘Nakkare’ también mostró el mayor efecto enanizante sobre ‘Dashehari de todos los patrones poliembriónicos,’ reduciendo considerablemente su altura y tamaño de copa. Diferencias en diámetro de tronco, altura del árbol y anchura de copa se han detectado también en plantas en fase juvenil de ‘Cat Hoa Loc’ injertadas en diferentes patrones asiáticos en Vietnam donde ‘Bui’, el patrón más utilizado en el país (véase tabla 2b) de menor crecimiento que otros árboles podría tener un cierto efecto enanizante (Van Hau *et al.*, 2001). Arauca también ha sido indicado como patrón enanizante en Colombia (Anon. 2013, véase también tabla 2b).

El descubrimiento efectuado por Galán Saúco *et al.*, (2000) de la ocurrencia de tetraploides espontáneos en mango abre la puerta para su uso como potenciales patrones enanizantes tal y como se hace, por ejemplo; en los cítricos (Lee *et al.*, 1988). Los ensayos realizados en Australia comparando patrones diploides y tetraploides de una selección australiana, ‘Reyner 2x’ y ‘Reyner 4x’ indican, en el caso del patrón tetraploide, una reducción en tamaño, previamente ya probada por Reyner (2002) para Palmer’ y ‘Kensington’ injertadas sobre ellos, sin disminuir la eficiencia productiva, aunque se señala que esto podría no ocurrir en todos los posibles patrones tetraploides (Smith *et al.*, 2008). Aparentemente la producción de tetraploides espontáneos morfológicamente distintos de la progenie diploide normal es un hecho frecuente en muchos patrones poliembriónicos (Grajal- Martín, 2012), lo que resulta de gran interés a la hora de la búsqueda de superiores patrones enanizantes en el futuro.

Los estudios sobre patrones de mango realizados por Hoult (2010) en the Northern Territory (Australia), indican, entre otras conclusiones, que no existe relación alguna entre la morfología de las plántulas de diferentes genotipos y su subsiguiente comportamiento como patrones. Ello es de especial relevancia dado que trabajos previos realizados por Mukherjee y Das (1976) habían encontrado diferencias morfológicas y fisiológicas, tales como número de raíces secundarias, porcentaje de corteza de raíces y tasa de respiración entre las plántulas de patrones vigorosos y enanizantes que se podría pensar que fueran trasladadas al cultivar. Debe señalarse, no obstante, por su posible interés para futuros trabajos de selección y mejora de patrones que los citados autores (1980) también encontraron que de forma similar a lo reportado para el manzano las plántulas de los patrones enanizantes ‘Vellai –Kulamban’, ‘Ambelavi’, ‘Olour’ y ‘Mylepalium’ tenían una corteza de mayor espesor tanto de raíz como de tallo y vasos más pequeños que los tipos más vigorosos por ejemplo del cultivar Dashehari.

La altura de los patrones de mango sin injertar también ha sido propuesta como indicador del vigor del patrón (Abirami *et al.*, 2011; Mukherjee y Das 1976; Srivastava *et al.*, 2009) pero se demostró su escaso valor a la hora de predecir el subsiguiente desarrollo de las plantas en campo. Más interesantes de cara a futuras investigaciones son los estudios realizados por Bithell *et al.*, (2010) que demostraron en un ensayo en campo con árboles de 13 años de edad que el efecto de un patrón sobre el vigor del cultivar injertado está negativamente relacionado con la relación entre materia seca (MS) de las finas raíces absorbentes y el área de

la sección transversal del tronco (ASTT), estando el vigor del árbol (medido por la tasa de crecimiento de la ASTT) negativa y significativamente correlacionado con la citada relación: MS de finas raíces absorbentes/ASTT. Así, por ejemplo, la materia seca de las finas raíces absorbentes del patrón 'Vellaikulamban' que daba origen a las plantas de menor tamaño era menor que la de los árboles de tamaño intermedio sobre 'MYP'. Por ello, la utilización de la MS de las raíces absorbentes puede ser un indicador válido para predecir el vigor del cultivar injertado. Su utilidad ha sido ya confirmada por Smith *et al.* (2008) en un ensayo con 5 patrones donde encontraron que la MS de las raíces de diámetro menor de 7,5 mm variaba entre los diferentes patrones, existiendo también diferencias relativas al tamaño del cultivar injertado y que la relación entre ambos parámetros estaba significativamente correlacionada con las tasas de crecimiento de los árboles en campo.

El papel de las raíces primarias y su importancia para la selección de un buen patrón ha sido observado en un experimento realizado en vivero en Kano, Nigeria, con 4 morfotipos locales ('Binta Siga', 'Gwaiwar Rago', 'Dankamaru' y 'Fafaranda') combinados factorialmente con tres cultivares ('Alphonso', 'Peach' y 'Taymour'). En él se señala a 'Binta Siga' como el mayor patrón en cuanto al establecimiento de la planta, probablemente debido a la producción de un mayor número de raíces primarias, con un mayor diámetro de tallo, un mayor número de hojas, un mayor porcentaje de prendimiento y en general un mayor vigor por lo que fué recomendado para su uso como patrón con el fin de propiciar a los viveristas de Kano la obtención de un mayor provecho económico. Sin embargo, como en muchos otros ensayos, también resultó significativa la interacción patrón/cultivar en cuanto a las observaciones acerca del número de raíces primarias por planta, ya que 'Taymour' y 'Peach' injertados sobre 'Binta Siga' así como 'Alphonso' sobre 'Dankamaru' presentaron el mayor número de raíces primarias mientras que 'Alphonso' sobre 'Fafaranda' tenía el menor número de ellas (Baita *et al.*, 2010).

Un efecto enanizante puede obtenerse también a través del uso de patrones intermediarios. Al respecto se han realizado diversos experimentos para conseguir este efecto. Así, Ávila Reséndiz *et al.*, (1993) en un ensayo realizado en México encontró en árboles de 9 años de edad del cultivar Manila y varias combinaciones patrón/intermediario/cultivar que las combinaciones Manila'/Irwin'/Irwin' y Manila'/Thomas'/Esmeralda' reducían la altura del árbol y el diámetro de copa en un 51% y un 40% respectivamente con un aumento de la eficiencia del rendimiento del 216% y del 161% comparado con las plantas de 'Manila' sin injertar, concluyendo que estas combinaciones permitían realizar plantaciones con densidades de hasta 500 plantas/ha. Este efecto enanizante de 'Irwin' como patrón intermediario también ha sido observado en Australia para el cultivar Kensington Pride (Reyner, 2002).

Resultados similares se obtuvieron en otro ensayo en el que se evaluaba el efecto de 'Esmeralda', un genotipo enano, como patrón intermediario de 'Ataulfo' en una plantación de mango utilizando plántulas del patrón 'Criollo' como portainjerto sobre los que se injertaron púas de 'Esmeralda' de longitudes de 0 a 20, 21 a 30, 31 a 40 y 41 a 50 cm (Vázquez-Valdivia *et al.*, 2005) sobre las que se injertó 'Ataulfo' observándose que 'Esmeralda' como intermediario tuvo un claro efecto sobre el tamaño de los árboles en comparación con el control reduciendo la altura, el volumen y diámetro de copa y el perímetro del tronco. En este caso no se encontraron diferencias significativas en cuanto al rendimiento a lo largo de 4 años (1996 a 1999); pero sí se detectaron en la cosecha del año 2000, en la que los árboles con púas intermediarias entre 21 y 30 cm produjeron un promedio de 226 kg frente a los 191 kg del control, sin que se observaran diferencias en el contenido en nutrientes que no resultó afectado por el patrón intermediario. Se encontró, además, una relación inversamente proporcional entre la

longitud de la púa injertada como patrón intermediario y el vigor del árbol con una reducción máxima del volumen de copa del 35% .

El uso del patrón 'Piva' como intermediario ha resultado muy eficiente en varios países para la reducción del tamaño del árbol (S. Oosthuyse. 2016- Hort Reearch. South Africa Personal communication) y se utiliza en algunas plantaciones en Florida (N. Ledesma. 2016. Fairchild Tropical Garden, Florida. Comunicación personal).

Capacidad de absorción de nutrientes

Al margen de lo ya comentado en el apartado de tolerancia a salinidad acerca de la capacidad de 13/1 para restringir la absorción y el transporte de Na y Cl y facilitar la absorción de otros nutrientes, particularmente calcio, este último de gran importancia de cara a reducir la incidencia de la descomposición interna del fruto' (IFB), la información escrita sobre esta importante característica para un patrón es muy escasa. Al respecto es de interés destacar que la incidencia de la IFB no tiene gran importancia en Israel, donde solo se detecta ocasionalmente su incidencia en 'Kent' (Y. Cohen. 2016. Volcani Center. Israel Comunicación personal). Resulta especialmente interesante el estudio sobre absorción de nutrientes realizado por Tenhku Ab Malik (1996) indicando la mayor capacidad para la absorción de calcio del patrón 'Tangkai Panjang' frente a otros patrones malayos. Desafortunadamente, no ha habido ninguna otra comunicación posterior al respecto e incluso los esfuerzos realizados en Australia para incorporar este patrón a las investigaciones realizadas en dicho país han resultado fallidas (M. D. Hoult. 2016. Northern Territory Department of Primary Industry and Fisheries. Australia. Comunicación personal.).

Es importante señalar aquí que Hoult (2010) sugiere la posibilidad de que los buenos patrones exploren el suelo para la obtención de agua gracias a una mayor densidad espacial de sus raíces a través de la membrana de interfaz entre raíz y suelo lo que puede conllevar a una mejor absorción de cationes claves. De acuerdo con sus ideas los patrones más productivos pueden almacenar y remobilizar carbohidratos mejor en momentos fenológicos críticos. Por ello, recomienda el estudio del sistema radical para cuantificar la estructura espacial del mismo y de la anatomía de la unión del injerto así como de la conectividad de los haces vasculares entre patrón y cultivar que permiten en cada caso la especificidad del transporte y asimilación de solutos entre patrón y cultivar.

Adaptación a encharcamiento, condiciones secas y suelos problemáticos

Pese al notable interés demostrado por muchos países (véase tabla 3) muy pocos ensayos sobre patrones hablan de estos temas y aquellos en que se proporciona alguna información solo lo hacen de forma no cuantitativa. No obstante, resumimos la misma a continuación:

Ya en 1946, Gutnaratman, citado por Jauhari *et al.* (1972), recomendaba el uso de la variedad 'Pullima' como patrón para las zonas secas de Ceilán (la actual Sri Lanka). A su vez se cree que el patrón 'Than Ca' tolera bien las situaciones de encharcamiento de suelo en Vietnam (Van Hau *et al.*, 2001). Mossler y Crane (2013) indican que los patrones 'Turpentine' y 'Number 11', usados en Florida, toleran un elevado pH del suelo, mientras que el patrón 'Hilacha', el más utilizado en Colombia (véase tabla 2a), posee un sistema radical bien desarrollado que le proporciona una buena tolerancia a condiciones adversas de drenaje.

Con excepción de lo previamente indicado en el apartado dedicado a tolerancia a la salinidad no se ha encontrado ninguna información adicional en esta revisión de literatura sobre la adaptación de patrones a condiciones adversas de suelo.

Tolerancia a plagas y enfermedades

La única enfermedad en la que se ha señalado la influencia de un patrón en la reducción de su incidencia es la conocida como ‘Seca’ que, como su nombre indica, tanto en español como en portugués, se refiere a la muerte súbita del árbol de mango originada por esta enfermedad. El agente causal de la misma es el hongo *Ceratocystis fimbriata* (en Brasil) o *Ceratocystis manginecans* (en Omán y Pakistán) que se transmite por medio de su insecto vector *Hypocryphalus mangiferae* pudiendo entrar a la planta bien a través de la parte aérea o de las raíces y de ahí la importancia de elegir un patrón tolerante o resistente a la misma,

Se han señalado varios cultivares resistentes a ‘Seca:

En Brasil:

‘IAC 101Coquinho’, ‘IAC 102 Touro’, ‘IAC 106 Jasmin’ e ‘IAC 104 Dura’ (Rosetto *et al.*, 1997), ‘Manga de agua’, ‘Corazon de buey’ (Ribeiro, 1993) y ‘Espada’ (Netto *et al.*, 2002).

En Omán:

Taimour’ e ‘Hindi Besennara’ (Al Adawi *et al.* (2013).

En otros lugares:

Carabao’ y ‘Pico’ (Galán Saúco, 2008).

Recientemente se ha iniciado un ensayo en el Mango Research Institute en Pakistán (Ullah, 2013-2014) para evaluar la influencia de tres patrones poliembriónicos (‘Carabao’, ‘Kensington Pride’ y ‘R2E2’) sobre el comportamiento del cultivar ‘Chaunsa Sammar Bahisht’ frente a la seca del mango (*Ceratocystis fimbriata*), pero todavía no hay resultados claros sobre el mismo.

Aunque en principio todos los patrones resistentes pueden utilizarse para su uso como portainjerto en los lugares en que esta enfermedad es prevalente no existe suficiente información sobre su influencia en el rendimiento de los cultivares injertados ni en ninguna otra de las características deseadas para un patrón de mango, por lo que, en principio, no pueden ser totalmente recomendados para las plantaciones comerciales de mango.

También existen patrones especialmente susceptibles a ‘Seca’ tal y como se ha visto en un ensayo hecho en Brasil (Simao *et al.*, 1994) con 6 cultivares (‘Extrema’, ‘Pahiri’, ‘Imperial’, ‘Oliveira Neto’, ‘Carlota’ y ‘Bourbon’) y 7 patrones (‘Extrema’, ‘Espada’, ‘Oliveira Neto’, ‘Carlota’, ‘Bourbon’, ‘Coco’ y ‘Pahiri’) todos de cultivares locales salvo el cultivar hindú ‘Pahiri’, cuyos resultados indicaron claramente la mayor susceptibilidad a *Ceratocystis* como patrón del cultivar Bourbon.

Es también interesante destacar que en un ensayo efectuado por Vazquez-Luna *et al.*, (2011) para evaluar el efecto del patrón ‘Criollo’ en el cultivar ‘Manila’ comparando plantas injertadas y no injertadas de ‘Manila’ se observó que los frutos de las plantas injertadas poseían mayor firmeza y mayor contenido de 3-carene y de los principales flavonoides que los frutos de las plantas no injertadas, lo que les dotaba de una mayor resistencia a la mosca de la fruta

(*Anastrepha obliqua*). Sin embargo, dado que bajo el nombre 'Criollo' se agrupan varias selecciones locales (V. M. Medina Urrutia, 2016. CUCBA-Universidad de Guadalajara, México Comunicación personal), resulta difícil el aprovechamiento práctico de esta información de gran interés sin embargo para futuras investigaciones orientadas a la búsqueda de resistencia al ataque de las moscas de la fruta.

Mejora de la calidad del fruto

La influencia del patrón sobre la calidad del fruto ya fue señalada en un ensayo realizado en India (Gowder y Irulappan, 1971), en el que cultivar 'Neelum', injertado sobre 'Bakhpai' mostró un mayor contenido en sólidos solubles totales y también un mayor rendimiento que cuando se injertó sobre 'Olour' o sobre varios patrones monoembriónicos. Esta influencia fue también observada, por Jauhari *et al.*, (1972) en un ensayo con el cultivar Dashehari, injertado en 4 patrones ('Ambalavi', 'Mylepalium', 'Olour' y 'Vellai Kolumbam') y sobre plántulas de 'Dashehari', donde se observó que los frutos de este cultivar cuando estaba injertado sobre 'Mylepalium' y 'Vellai Kolumbam' tenían mayores valores de sólidos solubles totales y azúcares que injertado sobre los restantes patrones, aunque sin estudio estadístico.

Análogamente, en un ensayo realizado en Venezuela (Avilán *et al.*, 1997) con diversos cultivares ('Haden', 'Tommy Atkins', 'Edward' y 'Springfield') sobre distintos patrones, tanto poliembriónicos ('Rosa', 'Camphor', 'Ceniap', 'Perú' y 'Pico de Loro') como monoembriónicos ('Divine', 'Tetenene Manzana' y 'Currucai'), seleccionados por su hábito de crecimiento enano o semienano se observó una clara interacción patrón/cultivar en relación a las dimensiones del fruto, peso y forma, variando estas características en función de la combinación patrón/injerto. Debe destacarse que en el caso del cultivar Haden los frutos de las plantas injertadas sobre los patrones 'Perú', 'Ceniap' y 'Pico de Loro' fueron de mayor tamaño que los restantes. En el caso de 'Tommy Atkins' se observaron importantes diferencias en cuanto a forma, desde redondeados con un pico pronunciado para los frutos de las plantas injertadas sobre 'Manzano Tetenene' frente a distintos tipos de fruto, oblongos en los casos restantes.

Una notable influencia de los patrones sobre la calidad del fruto que se resume a continuación ha sido observada en los distintos estudios sobre patrones realizados en Australia:

Así, en el anteriormente mencionado estudio realizado con 7 cultivars ('Glenn', 'Haden', 'Irwin', 'Kensington Pride', 'Kent', 'Tommy Atkins' y 'Zill') injertados sobre 2 patrones, 'Sabre' y 'Common' (Smith *et al.*, 1992) se detectaron diferencias en tamaño del fruto para el cultivar Kent con frutos considerablemente mayores injertados sobre 'Common' que sobre 'Sabre', pero no en el caso de Kensington. Sin embargo, las diferencias en tamaño del fruto deben analizarse con cuidado pues están influidas por la carga de fruta y resultó evidente que 'Kent' sobre 'Sabre' tenía un mayor número de frutos lo que podría haber contribuido a la reducción en tamaño. Mientras que en este ensayo no se observaron diferencias en relación al tiempo de maduración, el mismo grupo detectó en un trabajo posterior (Smith *et al.*, 1996), una clara influencia del patrón ya que los frutos de 'Kensington Pride' sobre 'Red Harumanis' maduraron antes, mientras que sobre el patrón 'Batavi' el tiempo de maduración era mayor. Los mismos autores (Smith *et al.*, 1997) también observaron diferencias en el tamaño del fruto, dependiendo del patrón con diferencias de hasta 128 g más en el caso de los frutos de 'Kensington Pride' obtenidos sobre el patrón 'Strawberry' que sobre el patrón 'Teluk Anson'.

Existen también ensayos en los que la influencia del patrón en la calidad del fruto fue muy escasa, ilustrando, una vez más, la relación patrón/cultivar/emplazamiento ampliamente comentada. Así, en un ensayo en Colombia con 3 cultivares ('Irwin', 'Tommy Atkins' y 'Davis-Haden') y dos patrones, ('Arauca' e 'Hilacha') Casierra-Posada y Guzmán (2009) no encontraron diferencias en relación a los parámetros de calidad del fruto que fueron muy diferentes entre cultivares, al margen de los patrones, salvo en el caso del peso de los frutos del cultivar 'Tommy Atkins' que fueron significativamente mayores cuando se utilizó 'Arauca' como patrón o como patrón intermediario.

En un proyecto australiano iniciado en 2006 con 100 patrones en un emplazamiento y 64 patrones en otro emplazamiento realizado con el objetivo de identificar el mejor patrón para el principal cultivar comercial australiano 'Kensington Pride' ('KP') (Wicks et al., 2006) se observó que varios patrones 'elite' influían sobre criterios comerciales clave tales como el tamaño del árbol (área de copa y anchura del tronco), número de frutos, peso promedio de frutos, tiempo de maduración (días para ablandamiento del fruto para consumo desde la recolección) y calidad (° brix) pero no existe información sobre la influencia de los patrones sobre cultivares nuevos como Calypso y Honey Gold ni tampoco sobre los principales cultivares de Florida, Haden, Kent, Keitt o Tommy Atkins. En este proyecto se pudo observar una considerable variabilidad en los patrones lo que sugiere que, o bien los patrones son en algunos casos diferentes de la planta madre, esto es no son 100% poliembriónicos o ello se debe a diferencias en el tipo de suelo en los lugares de ensayo. Ello nos indica que en cualquier ensayo de patrones con materiales poliembriónicos debe realizarse siempre comparaciones morfológicas o moleculares si las hubiera que permitan asegurar que las plántulas son genéticamente idénticas a la planta madre de la que provienen las semillas. La producción de plantas morfológicamente fuera de tipo, presumiblemente de origen zigótico, es un hecho común en los patrones poliembriónicos y variable entre cultivares. Por ejemplo, en un ensayo realizado en Florida utilizando isozimas para identificar plantas fuera de tipo (Schnell y Knight Jr., 1991) el patrón '13/1' produjo 0% de plantas fuera de tipo, 'Sabre' solo un 4%, 'Turpentine' un 24%, 'Madoc' un 36%, y 'Golek' un 64%, mientras que en los ensayos realizados en Australia (Smith *et al.*, 1992) las plántulas de 'Sabre' mostraban siempre una mayor uniformidad que las del patrón 'Common', lo que pone claramente de manifiesto la superioridad de '13/1', seguido por 'Sabre' en relación a la uniformidad de la progenie.

Mejora del rendimiento

Al margen de la ya comentada influencia que puede tener el uso de un patrón intermediario sobre el rendimiento, ya desde los primeros ensayos se detectaron diferencias en rendimiento del cultivar injertado sobre diferentes patrones, tales como las ya señaladas por Gowder y Irulappan, (1971), en cuyo experimento el cultivar 'Neelum' injertado sobre el cultivar Bakhapai mostró un mayor rendimiento que cuando se injertó sobre 'Olour' o sobre varios patrones monoembriónicos, o por Jauhari *et al.*, (1972) quienes observaron que las plantas de 'Dashehari' injertadas sobre sus propias plántulas eran más productivas que cuando se injertaban sobre otros patrones poliembriónicos, si bien como ya indicamos anteriormente no se aportaron pruebas estadísticas al respecto.

Más recientemente, también se observó la influencia del patrón sobre el rendimiento del cultivar injertado en varios de los experimentos realizados en Australia mencionados anteriormente. Por ejemplo, en el ensayo con 7 cultivares ('Glenn', 'Haden', 'Irwin', 'Kensington Pride' ('KP'), 'Kent', 'Tommy Atkins' y 'Zill') injertados en 2 patrones 'Sabre' y

Common', Smith *et al.*, (1992) encontraron diferencias significativas, entre otras características, en cuanto a rendimiento, con una clara influencia del patrón sobre la mayoría de los cultivares. Todos los cultivares produjeron menos sobre Sabre con la excepción de 'Kent', cuya producción fue casi el doble sobre 'Sabre', y 'Haden'. Smith *et al.*, (1997) también señalaron que el rendimiento de mercado de 'KP' fue fuertemente influido por el patrón excediendo en el caso del patrón más productivo, 'Sg. Siput' (un patrón de MARDI, Malasia sin. 'Ma 159 Bahagia'), al peor ('Sabre') en un 90% y, similarmente, dando mejores resultados en cuanto a la eficiencia de rendimiento (peso de fruta por área de copa).

En un ensayo posterior con 9 patrones estudiados a lo largo de 10 años el mismo grupo de investigadores (Smith *et al.*, 2003) encontró que en términos de rendimiento acumulado el mejor patrón para 'Kensington Pride', 'Sg. Siput', superaba al peor 'Sabre' en un 141%, y su rendimiento acumulado era un 41% mayor que el del siguiente patrón de mayor rendimiento. También encontraron que de forma general los efectos sobre el rendimiento o sobre la eficiencia del rendimiento no variaban prácticamente de año a año. Como ya se indicó anteriormente, el contraste entre los pobres resultados obtenidos sobre 'Sabre' en este y otros experimentos realizados en Australia y los obtenidos por Oppenheimer (1960) quien concluía indicando que 'Sabre' era el mejor patrón en cuanto a rendimiento para los suelos no problemáticos de Israel ilustra la necesidad de tener siempre en cuenta en cualquier trabajo de investigación no solo la interacción patrón/cultivar sino también las características edafo-climáticas de cualquier emplazamiento de ensayo.

La interacción patrón/cultivar en cuanto al rendimiento resultó también muy clara en un ensayo realizado en Brasil con cuatro cultivares ('Tommy Atkins', 'Haden', 'Winter' y 'Van Dyke') injertados sobre 8 patrones ('Mallika', 'Amrapali', 'Santa Alexandrina', 'Extrema', 'Imperial', 'Maçá', 'Comum' y 'Rosinha') (Vargas Ramos *et al.*, 2002) en el que se obtuvieron los mejores resultados para Tommy Atkins' sobre 'Rosinha' (7,77 t/ha) aun sin que existieran diferencias significativas con 'Tommy Atkins' sobre 'Comum' (7,04 t/ha), mientras que en el caso de 'Winter' el mayor rendimiento se tuvo injertado sobre 'Extrema' (7,6 t/ha). Sin embargo, dado que los rendimientos obtenidos en este ensayo están muy por debajo de los valores promedio para Brasil en torno a 16t/ha (Galán Saúco, 2015c) deben estar jugando un importante papel otros componentes del rendimiento distintos del patrón tales como las prácticas culturales o las condiciones edafo-climáticas. Otros experimentos realizados en Brasil ilustran también el efecto del patrón sobre el rendimiento del cultivar injertado Así, en un ensayo para evaluar 'Tommy Atkins' injertado sobre 'Coquinho', 'IAC-LOI', 'IAC-L02', 'Carabao', 'Pico' y 'Manga D'água' el rendimiento total de este cultivar fue mayor injertado sobre 'Carabao (Mourão Filho *et al.*, 2000). A su vez, 'Coquinho' ha sido bastante utilizado como patrón en Sao Paulo, dotando de una elevada productividad a los cultivares injertados sobre el mismo (IAC, 1994), pero, en general, el patrón 'Espada' es el más preferido por los viveristas dado que es también resistente a la 'Seca'.

Tal vez la influencia del patrón sobre el rendimiento del cultivar injertado haya quedado más claramente demostrada en los experimentos ya mencionados realizados en Australia (Smith *et al.*, 2008) donde se estudió el comportamiento de 'Kensington Pride' injertado sobre 64 cultivares poliembriónicos de diferente origen durante los 4 primeros años de producción entre cuyos resultados se destaca que:

- 1) El rendimiento acumulado varió entre 36 y 181 kg/árbol.

- 2) La eficiencia del rendimiento del mejor patrón fue 35 veces mayor que la del peor. Los patrones más eficientes en cuanto a rendimiento de 'KP' fueron 'MYP', 'B', 'Watertank', 'Manzano' y 'Pancho'.
- 3) Al contrario que en anteriores experimentos se observó un comportamiento mejor en relación al rendimiento total y a la eficiencia del rendimiento de 'KP' sobre 'Sabre' y 'KP' que sobre 'Sg. Siput' e incluso las plantas de 'KP' sobre '13/1' tuvieron un mayor rendimiento que sobre 'Sg Siput' aunque peor que sobre 'KP'. Los autores explican estas diferencias entre ensayos en base a diferencias en el tipo de suelos diciendo que los primeros ensayos se realizaron en un suelo arenoso y los posteriores en un suelo limo-arcilloso y que, al igual que con otros cultivos, es poco probable que un mismo patrón pueda comportarse bien en toda clase de suelos.

Como indican los autores, en cualquier ensayo sobre patrones es importante no asumir que cultivares poliembrionicos morfológicamente iguales se comportarán de forma similar cuando sean usados como patrones como quedó claro en el citado experimento donde se supuso que alguno de los 64 cultivares con diferentes nombres eran el mismo cultivar y la realidad demostró que eran diferentes.

Tal y como se mencionó anteriormente al hablar de otras características de los patrones, las diferentes condiciones edafo-climáticas de distintos emplazamientos pueden tener una notable influencia sobre el rendimiento. Así, cuando se comparan los resultados del experimento australiano con los obtenidos en India (Reddy *et al.*, 2003) para otros cultivares injertados sobre alguno de los 64 patrones considerados el comportamiento de muchos patrones en términos de producción de fruta cambia considerablemente, tal como ocurre, por ejemplo, con el patrón 'Muvandan' que da lugar a los mejores rendimientos en India pero que en Australia se incluye dentro del 15% inferior en términos de rendimiento acumulado.

Las conclusiones extraídas por Houlton (2010) a partir de los estudios efectuados en Australia durante los últimos 20 años sobre patrones y su influencia en el rendimiento del cultivar injertado son de especial interés y se resumen a continuación:

- 1) En un ensayo con 'KP' sobre 9 patrones en un suelo arenoso limoso evaluado a lo largo de nueve años se obtuvo un rendimiento acumulado sobre el mejor patrón superior en dos veces y medio al obtenido sobre el peor patrón (Smith *et al.*, 2003).
- 2) En un ensayo con 'KP' sobre 64 patrones en un suelo arcilloso limoso de poca profundidad sobre piedra caliza evaluado a lo largo de 4 años se obtuvo un rendimiento comercial acumulado sobre el mejor patrón superior en 5 veces al obtenido sobre el peor patrón, lo que supuso a su vez un aumento de 5 veces y medio en el rendimiento acumulado del mejor frente al peor patrón (Smith *et al.*, 2008).
- 3) Se detectaron diferencias significativas en rendimiento en los resultados de un solo año entre diferentes combinaciones patrón/injerto en favor de 'KP', 'Tommy Atkins' y 'Glenn' injertados sobre 'Common' comparado con los mismos cultivares sobre 'Sabre', mientras que 'Haden' y 'Kent' tuvieron un mayor rendimiento sobre 'Sabre' que sobre 'Common', (Smith *et al.*, 1996).
- 4) Se registró un aumento en la eficiencia del rendimiento hasta 3 veces superior expresado en kg de fruta por metro cuadrado del área de la silueta de la copa y también

en kg de fruta por metro cuadrado del área de la sección transversal del tronco (Smith *et al* 2003, 2008).

Pese a que los resultados de estos experimentos realizados en Australia (y también de los resultados efectuados en otros países) prueban el papel de diversos patrones sobre el rendimiento y otras características deseables para un patrón, cabría preguntarse por el hecho de que, por ejemplo, 'Kensington Pride' siga siendo el patrón principal y casi exclusivo (junto con 'Common') utilizado comercialmente en Australia (véase tabla 2b). Según M. Houlton (2016 Northern Territory Department of Primary Industry and Fisheries, Plant Industry Division. Australia. Comunicación personal.), ello puede explicarse por varias razones:

- A) Debido a la relativa 'falta de madurez' de la industria australiana del mango no existe una tradición suficientemente grande acerca del conocimiento de los beneficios de una determinada combinación patrón/cultivar como existe en otros cultivos de mayor tradición.
- B) No ha habido ninguna plaga o enfermedad del suelo lo suficientemente grave que afectara al éxito comercial del cultivo del mango en Australia como por ejemplo lo ha sido para el aguacate la pudrición de raíz por el *Phytophthora*.
- C) Hay una disponibilidad plena de semillas de 'Kensington Pride' y a menor escala de 'Common'.
- D) La disponibilidad de semillas de nuevos patrones potenciales es muy limitada.
- E) Indudablemente el elevado coste y largo tiempo necesario para obtener resultados fiables constituyen los inconvenientes más importantes para los ensayos de evaluación de patrones en experimentos de campo a gran escala. Desafortunadamente, la disponibilidad de fondos a largo plazo en Australia, al igual que en cualquier otro lugar, ha sido muy limitada y destinada a temas más acuciantes para la industria del mango.
- F) Finalmente, comienza a observarse algunos síntomas de posibles incompatibilidades o temores de su aparición en el futuro con algunas combinaciones patrón/cultivar en los nuevos cultivares desarrollados en Australia.

Algunas de estas razones, junto con los elevados rendimientos que pueden obtenerse y, de hecho, se obtienen en diferentes países (véase tabla 5) cuando se cultiva el mango con las técnicas culturales apropiadas, pero, sobre todo, la disponibilidad de semillas de patrones poliembriónicos introducidos a comienzos de la llegada de mango a un país y teóricamente bien adaptados al medioambiente local explican el continuado uso en cada país del mismo patrón a lo largo de muchos años hasta la actualidad como así quedó de manifiesto en la casi totalidad de las informaciones recibidas de las personas entrevistadas para la redacción de este informe.

Identificación de necesidades de investigación y proyectos cooperativos

Introducción

La selección y mejora genética de patrones ofrece un enorme potencial para el futuro del cultivo del mango. Sin embargo, la evaluación de patrones no es un tema sencillo para esta especie debido a las siguientes consideraciones:

- 1) Incluso aquellas características deseadas para un patrón de mango que podrían parecer más sencillas de evaluar como por ejemplo la tolerancia a sales tiene que observarse no solo a nivel de patrón sino también por su efecto sobre el cultivar injertado. Además, el hecho de que las irregularidades en producción o la alternancia sean los fenómenos más frecuentes en el cultivo del mango en todo el mundo obliga a que las observaciones sobre rendimiento y eficiencia del mismo deban ser realizadas a lo largo de varios años para proporcionarnos una información veraz.
- 2) Incluso aunque los efectos sobre el rendimiento observados en diferentes ensayos parecen ser consistentes, en la mayoría de los casos, a lo largo de varias cosechas, las observaciones sobre compatibilidad deben durar un mayor número de años, tal vez unos 15 años, antes de recomendar un nuevo patrón para su uso comercial.
- 3) La notable interacción patrón/cultivar/emplazamiento existente para la mayoría de las características deseadas de un patrón que obliga a recomendaciones específicas para emplazamientos y cultivares determinados
- 4) La inseguridad acerca de la uniformidad de la progenie que hace necesaria la realización de comparaciones morfológicas, o moleculares si las hubiera, en cualquier ensayo de patrones con materiales poliembriónicos que permitan asegurar que las plántulas sean idénticas genéticamente a la planta madre de la que provienen las semillas.

Futuras líneas de investigación a desarrollar

El elevado coste y la larga duración de los ensayos requerida para la obtención de resultados fiables constituyen la principal dificultad para la evaluación en campo de patrones de mango. Es, sin duda, por ello que, como este informe ha mostrado, no existen por el momento indicaciones claras para recomendar el patrón más idóneo incluso para los cultivares más comerciales lo que hace necesario impulsar varias líneas de investigación tales como las señaladas a continuación:

- 1) **Realización de ensayos normalizados y coordinados de patrones y cultivares** en diferentes emplazamientos edafo-climáticos en los principales países tropicales y subtropicales. El número de cultivares y patrones estudiados en dichos ensayos debe ser reducido dado el elevado coste de los mismos, pero debe incluir al menos a los principales cultivares de Florida junto a los cultivares locales importantes. Idealmente deberían evaluarse en estos ensayos varios de los patrones más importantes a nivel mundial, bien sea por su uso generalizado o por sus especiales

características, tales como '13/1', 'Gomera1', 'Turpentine', 'Piva' y 'Kensington Pride', cuando estos estén disponibles, junto con el patrón más utilizado en el país. Debido a la baja productividad señalada para el cultivar 'Ataulfo' y su importancia creciente en el mercado USA resulta de gran interés concentrar también esfuerzos en la evaluación de la posible influencia de diferentes patrones en el aumento del rendimiento de este cultivar.

- 2) **Estudios de propagación clonal.** Dado que la disponibilidad de semillas es una de las principales razones para el uso de un patrón dado, la puesta a punto de sistemas de propagación clonal, incluso de micropropagación, a nivel comercial facilitaría el uso de nuevos patrones y permitiría, además, la utilización de patrones monoembrionicos o incluso de especies de *Mangifera* compatibles con el mango-ya utilizadas en varios países- algunas de los cuales como se ha puesto de manifiesto en la revisión de literatura realizada presentan alguna de las características deseables para un patrón de mango.
- 3) **Estudios de marcadores moleculares o químicos.** El desarrollo de marcadores moleculares o químicos válidos para la identificación de algunas de las características deseables de un patrón es de gran importancia para los ensayos de evaluación de patrones. (por ejemplo el contenido en prolina y la tolerancia a sales) y, especialmente, de cara a garantizar la uniformidad de la progenie de los patrones
- 4) **Estudios de ploidía.** El uso potencial de tetraploides como patrones enanizantes sin perder otras características deseables del diploide del que se origina merece una línea especial de investigación.
- 5) **Estudios morfológicos, fisiológicos y anatómicos de diferentes patrones.** Especialmente de las características del sistema radical y del grosor de la corteza del patrón en relación con el vigor de la planta injertada, pero también en cuanto a la facilidad de absorción de agua y nutrientes.
- 6) **Estudios de la influencia de patrones intermediarios.** Tanto por su efecto enanizante como por su posible influencia en el comportamiento floral y en el rendimiento. El potencial incluso de los patrones monoembrionicos como es el caso de 'Amrapali' es de interés en este tipo de estudios por tratarse de material vegetativo no sometido a la variabilidad como en el caso de sus semillas.

Posibilidades para la realización de futuros proyectos cooperativos

Muchos países están interesados en recibir información sobre patrones de mangos pero solo algunos de ellos en los que el mango es un cultivo importante están realizando proyectos de investigación en este tema (véase tabla 4). En la actualidad no se está llevando a cabo ningún proyecto cooperativo de patrones entre países, aunque muchas instituciones o investigadores han expresado su mejor disponibilidad para una cooperación futura como se expone a continuación agrupando los países por diferentes áreas del mundo:

América y el Caribe

Aunque en solo dos países se ha detectado la existencia de proyectos o trabajos de investigaciones en curso sobre patrones de mango, México, con estudios fenológicos y fisiológicos de los cultivares Kent y Ataulfo sobre diferentes patrones, y Florida con estudios de compatibilidad de especies de *Mangifera*, la posibilidad de establecer proyectos cooperativos para estudiar posibles efectos beneficiosos de los patrones está totalmente abierta. La casi totalidad de las entrevistas realizadas indican el interés de los países de esta zona del mundo en el uso de patrones tolerantes a salinidad, con efecto enanizante y con potencial para aumentar el

rendimiento y han expresado su disponibilidad para cooperar en futuros proyectos de investigación en patrones de mango. Solo aquellos países en los que el mango no es un cultivo importante tales como Chile, Francia (Martinica y Guadalupe), o sometidos a situaciones especiales como Venezuela, dada su actual crisis económica y política, o Ecuador donde no se están realizando nuevas plantaciones, no se involucrarían probablemente en futuros trabajos de investigación en patrones de mango. El hecho de que los cultivares de Florida dominen las plantaciones de estos países unido a los relativamente bajos rendimientos obtenidos en la mayoría de ellos abre la puerta al establecimiento de proyectos tipificados y coordinados de patrones y cultivares en emplazamientos con diferentes condiciones edafo-climáticas para evaluar no solo el rendimiento sino también otras características deseables para un patrón de mango.

Asia y Pacífico

Como puede verse tanto en la revisión de literatura como en las entrevistas (véase tabla 4) India y Australia son los dos países que, con diferencia, han dedicado un mayor esfuerzo a la investigación sobre patrones y también los que están realizando en la actualidad la mayor labor de investigación en el tema. India, en particular, tiene incluso un programa de hibridación en el Central Institute for Subtropical Horticulture para la obtención de nuevos patrones poliembriónicos tolerantes a la salinidad y adaptados a suelos problemáticos y está especialmente interesada en ensayos cooperativos para evaluar el potencial de patrones de mangos adecuados para plantaciones a gran densidad. Australia está también muy interesada en la evaluación de cualquier patrón potencial con capacidad para alterar el vigor y la arquitectura tanto de sus cultivares tradicionales como de los de reciente obtención y también en la evaluación de la resistencia a salinidad. Ambos países están realizando en la actualidad ensayos de evaluación en campo de diferentes combinaciones patrón/cultivar y están especialmente interesados en estudios de compatibilidad. En el caso de Australia hay también investigaciones a nivel privado para el desarrollo de nuevos patrones, incluso de patrones tetraploides. Solamente otros dos países en la zona, Pakistán y Bangladés, tienen proyectos de investigación en curso sobre patrones de mango, pero todos ellos, salvo Japón donde el mango se produce a muy pequeña escala bajo invernadero, han indicado su interés en proyectos cooperativos. Al igual que en el continente americano los temas de mayor importancia para la investigación en patrones son la tolerancia a sales, el efecto enanizante y el aumento del rendimiento, aunque en esta zona existe también interés en el efecto de los patrones sobre la tolerancia a plagas y enfermedades, resistencia a sequía y mejora de la calidad de la fruta.

África, Oriente Medio y Europa

Solamente Israel, Egipto, Omán y España están trabajando en la actualidad en ensayos de evaluación en campo de patrones de mango con énfasis especial en la tolerancia a la salinidad pero prácticamente todos los países, salvo Portugal, donde el mango apenas se cultiva a muy pequeña escala, han mostrado interés en proyectos cooperativos para estudiar los mismos temas que en otras áreas productoras de mango del mundo, esto es, especialmente, el efecto de los patrones sobre tolerancia a sales, enanismo, y aumento del rendimiento. De especial interés resulta un ensayo iniciado hace dos años en Omán para comparar el comportamiento de diversos cultivares injertados sobre los dos patrones más reconocidos como tolerantes a salinidad, 'Gomera 1' y '13/1'. Aunque no se ha establecido ningún proyecto cooperativo la presencia en varios países africanos del CIRAD, organismo francés dedicado a la investigación de frutales tropicales y subtropicales, puede facilitar el desarrollo futuro de los mismos.

Resumen de hallazgos y Conclusiones

Cultivares comerciales de mango

1. Los cultivares de Florida ‘Tommy Atkins’, ‘Kent’, ‘Keitt’ y, a menor escala, ‘Palmer’, ‘Haden’, ‘Edwards’ o ‘Irwin’ dominan el mercado mundial de exportación del mango, particularmente en Estados Unidos (USA) y en la Unión Europea (UE). En el mercado USA además de los cultivares de Florida, ‘Ataulfo’ de México y ‘Madame Francis’ de ‘Haití’ completan el mercado. La oferta es mayor en el mercado de la UE que incluye además de los mencionados cultivares de Florida a varios de los nuevos cultivares israelitas, el cultivar ‘Osteen’, también originario de Florida y producido en España, frutos de variedades selectas de India y Pakistán, ‘Nan Doc Mai’ de Tailandia, ‘Amelie’ y ‘Valencia Pride’, procedentes de varios países africanos, y Cavallini de Costa Rica. Muy recientemente algunos cultivares de la República Dominicana como ‘Banilejo’ o ‘Mingolo’ comienzan a exportarse tanto a la UE como al mercado USA.
2. Los mercados de Oriente Medio, Sudeste de Asia y China prefieren sus propios cultivares incluyendo en algunos casos los mangos verdes (inmaduros), especialmente en Tailandia. Japón y Taiwán son los únicos mercados en el que el cultivar ‘Irwin’ es preferido por su color rojo, si bien los recientes acuerdos comerciales de China con países latinoamericanos como Perú o Ecuador podrían conllevar la presencia en el mercado chino de cultivares como ‘Kent’ o ‘Keitt’. Este último cultivar también se cultiva comercialmente en Australia, junto con ‘Kensington Pride’, ‘Maha Chanuk’ de Tailandia y nuevas selecciones australianas como ‘Calypso’, recientemente exportado este último a Estados Unidos.
3. Los cultivares de Florida también se plantan en Sudáfrica, Hawái y otras islas del Pacífico constituyendo en la mayoría de los países latinoamericanos la base de su industria. ‘Keitt’ y especialmente ‘Kent’ se plantan cada día más en varios países africanos para su exportación a la UE. Como curiosidad se destaca que ‘Cogshal’ también originario de Florida es el principal cultivar de la Isla de la Reunión.

Patrones para los cultivares comerciales. Influencia de los patrones en aspectos cualitativos y cuantitativos de la producción del mango

- 1) En la práctica totalidad de los países **se escogen los patrones en función de la disponibilidad de semillas**. Generalmente se trata de patrones poliembriónicos procedentes de plantas locales bien adaptadas al medio e introducidas en esas áreas desde el inicio del cultivo del mango en el país. La única excepción se da en algunos países de Asia cercanos al área de origen y también en Hawái donde se utilizan también patrones monoembriónicos o incluso semillas de especies compatibles de *Mangifera*.
- 2) **Normalmente se utiliza el mismo patrón para todos los cultivares**. Los cultivares de Florida se injertan sobre ellos sin ningún problema de compatibilidad o contraindicación. Solo en pocos casos se han señalado recomendaciones específicas para algunos de estos cultivares. Por ejemplo, en Brasil donde el patrón ‘Coquinho’ no se recomienda para ‘Tommy Atkins’ o ‘Van Dyke’ por un exceso de vigor, o en la República Dominicana donde ‘Mameyito’ no se recomienda como patrón para ‘Keitt’ por problemas de clorosis férrica en suelos alcalinos o en Colombia donde se recomienda el uso preferente de ‘Arauca’ como patrón en condiciones de aridez para la mayoría de los cultivares de Florida. No se ha encontrado recomendación alguna en cuanto a patrones para los cultivares ‘Ataulfo’ o ‘Haden’.
- 3) Aparte de los requisitos obvios de compatibilidad con los cultivares injertados, la **tolerancia a salinidad y la capacidad enanizante son** las características más deseadas para un patrón de mango. Otras características importantes para un patrón incluyen las siguientes: mejora del rendimiento total y del rendimiento eficiente, buena capacidad de absorción de nutrientes, particularmente calcio y hierro, tolerancia al encharcamiento, a las condiciones secas, tolerancia a plagas y enfermedades y con posibilidad de mejorar la calidad de la fruta, adaptación a suelos problemáticos y enraizado profundo, acortamiento de la fase juvenil y tolerancia a la descomposición interna del fruto.

- 4) **Ninguno de los patrones usados comercialmente o evaluados experimentalmente exhibe la totalidad de las características deseadas para un buen patrón.** Aún más, no existe un patrón que combine los dos atributos más demandados por la industria del mango: tolerancia a la salinidad y efecto enanizante.
- 5) Aunque en las entrevistas y en la revisión bibliográfica se citan varios patrones tolerantes de salinidad **solo** hay suficiente evidencia científica de que **'13/1' de Israel, 'Gomera 1' ('G1') de las Islas Canarias, 'Olour' en India 'Sukkary' en Egipto son patrones poliembríonicos efectivamente tolerantes a la salinidad.** Además, de ellos, solamente '13/1' y 'G1' han sido probados comercialmente como patrones con diversos cultivares de Florida ('Tommy Atkins', 'Haden', 'Kent' y 'Keitt' entre otros). No existe casi ninguna información sobre 'Ataulfo' injertado en estos patrones, excepto el hecho de que en las colecciones de germoplasma de las Islas Canarias no se ha detectado ningún problema de incompatibilidad de este cultivar injertado sobre G1, aunque no existe por el momento información sobre su rendimiento.
- 6) Tanto en numerosos ensayos experimentales como en muchas de las entrevistas realizadas se ha señalado un claro efecto enanizante de varios patrones poliembríonicos (e incluso el de alguno monoembríonicos como 'Amrapali' de la India) en la reducción del tamaño del árbol del cultivar injertado, pero los resultados obtenidos en los ensayos o señalados en las entrevistas indican la existencia de una fuerte **interacción patrón/cultivar/emplazamiento que obliga a recomendaciones específicas en cuanto al uso de un patrón como enanizante para emplazamientos y cultivares determinados.** Por ello, **no es posible hacer recomendaciones definitivas para los cultivares de Florida y/o para 'Ataulfo'.** Pese a ello, recientes informaciones indican que la utilización del cultivar poliembríónico 'Piva' de Sudáfrica bien como patrón o como intermediario puede ser interesante por su efecto enanizante sobre los cultivares de Florida, especialmente para las plantaciones a gran densidad. Otros **patrones intermediarios** como 'Irwin', 'Esmeralda' y 'Amrapali' **tienen también un efecto enanizante** sobre diferentes cultivares, incluyendo no solo a los cultivares de Florida sino también a 'Ataulfo'.
- 7) Pese a la información recogida en las entrevistas acerca de la capacidad de algunos patrones locales para la **absorción de nutrientes, solo** existe evidencia científica acerca de la misma **para los patrones 'Tangkai Panjang' de Malaysia y '13/1'** de los que se reporta su mayor capacidad para absorber nutrientes, particularmente calcio y hierro, lo que es de gran interés para el control del desorden conocido como Descomposición Interna del Fruto'. De estos dos patrones solo '13/1' ha sido utilizado de forma habitual para los cultivares de Florida y con escasos problemas en relación al citado desorden.
- 8) Tanto en las entrevistas realizadas como en la revisión bibliográfica se mencionan varios **patrones tolerantes de condiciones adversas de sequía o encharcamiento, pero solo** en uno de los utilizados normalmente como patrón para los cultivares de Florida, como es el caso de **'Hilacha'** en Colombia, existe información publicada que sustente su capacidad de adaptación al encharcamiento y condiciones salinas. Sin embargo, hay evidencia experimental de la **mejor adaptación de 'Turpentine' y '13/1' a condiciones adversas de suelo** y en particular a suelos alcalinos de elevado pH.
- 9) El efecto de los patrones en la **incidencia de plagas y enfermedades** ha sido señalado y científicamente documentado **solo** en los casos de la enfermedad *Ceratocystis spp* (Seca del mango) y de la mosca de la fruta *Anastrepha obliqua*, pero no existe información al respecto para los cultivares de Florida ni para 'Ataulfo', aunque sí para el cultivar **'Manila'** cuyos frutos cuando es injertado sobre **'Criollo'**, uno de los patrones poliembríonicos locales utilizados en México para la mayoría de los cultivares, adquieren una mayor firmeza y riqueza en determinados componentes químicos que le dotan de una mayor resistencia a la mosca de la fruta.
- 10) Aunque en ninguna de las entrevistas se menciona la **acción de un patrón sobre la calidad del fruto** del cultivar, hay trabajos experimentales que demuestran la influencia del patrón en el peso, tamaño y forma de la fruta, en el contenido en sólidos solubles totales e incluso en cuanto al tiempo entre recolección y estado de fruto apto

- para el consumo. Sin embargo, **en el caso de los cultivares de Florida, solo existe información para algunos patrones locales en Venezuela, Brasil o Colombia** y ninguna acerca de la influencia sobre ellos de '13/1', 'Turpentine', 'Piva' o 'Kensington Pride', no existiendo información para el cultivar 'Ataulfo'.
- 11) **13/1 presenta el mayor número de las características deseables para un patrón de mangos que cualquier otro:** tolerancia a la salinidad, un cierto efecto enanizante, una buena adaptación a condiciones adversas de suelo, una buena capacidad de absorción de nutrientes, un alto grado de uniformidad en su progenie e incluso se habla de un posible efecto sobre la reducción del crecimiento solo detectado a nivel de vivero. Los cultivares de Florida, injertados sobre este patrón, tienen un elevado rendimiento en Israel, aunque no hay datos para 'Ataulfo'. Pese a ello, dada la clara **interacción patrón/cultivar/emplazamiento** observada en diversos ensayos y el excelente rendimiento obtenido con otros patrones en diferentes partes del mundo, **no permite extraer conclusiones definitivas sobre la idoneidad de este patrón para los cultivares de Florida**
 - 12) **La influencia del patrón sobre el rendimiento del cultivar injertado ha sido demostrado en muchos experimentos**, habiéndose detectado importantes diferencias significativas y una clara interacción según cultivares y emplazamientos también en el caso de los cultivares de Florida y especialmente para 'Kensington Pride'. Sin embargo, **los elevados rendimientos** que se indican en las entrevistas realizadas **en distintos países** para los cultivares de Florida o para 'Kensington Pride' en Australia cuando se cultivan con las técnicas apropiadas, **unido a la disponibilidad de semillas**, explican que **no se hayan producido recomendaciones especiales para utilizar un patrón distinto del tradicionalmente empleado** en los diversos países.

Identificación de necesidades de investigación y proyectos cooperativos

- 1) El hecho de que **no existan por el momento indicaciones claras para recomendar el patrón más idóneo incluso para los cultivares más comerciales** trae consigo **la necesidad de acometer la realización de ensayos normalizados y coordinados de patrones y cultivares en diferentes emplazamientos edafoclimáticos en los principales países tropicales y subtropicales e impulsar varias líneas de investigación** tales como: Estudios de **propagación clonal**, estudios de **marcadores moleculares o químicos**, estudios de **ploidía**, **estudios morfológicos, fisiológicos y anatómicos** de diferentes patrones y estudios de la influencia de **patrones intermediarios**.
- 2) Pese a que solo en aquellos países en los que el mango es un cultivo importante se están realizando proyectos de investigación sobre patrones de mango, las instituciones e investigadores de la mayoría de los países productores de mango más importantes han expresado su mejor disponibilidad para el desarrollo de futuros proyectos coordinados de investigación. **El hecho de que el efecto de los patrones en tres aspectos principales del comportamiento del mango: tolerancia a sales, efecto enanizante y aumento del rendimiento**, al margen de otros efectos deseables, **sea una preocupación común en casi todos los países productores** constituye, sin dudar, **un importante incentivo para el futuro desarrollo de proyectos cooperativos de investigación y desarrollo sobre patrones**, no existentes en la actualidad, siempre que se pueda destinar a los mismos los fondos económicos apropiados.

Bibliografía citada

- Elgozouli, A. A. 2011. Characterization and evaluation of selected mango (*Mangifera indica* L.) cultivars using morphological descriptors and DNA molecular markers. Ph.D. Thesis. Department of Horticulture. University of Khartoum. Sudán.
- Anon. 2013. Modelo Tecnológico para el cultivo del mango en el Valle del alto Magdalena en el Departamento del Tolima. 2013 Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias (CORPOICA).
- Abirami, K., Singh, S. K., Singh, R., Mohapatra, T. y Kumar, A. R. 2008. Genetic diversity studies on polyembryonic and monoembryonic mango genotypes using molecular markers. *Indian Journal of Horticulture*. 65(3): 258-262.
- Al Adawi, A. O., Al Sadi, B. A., Al Jabri, M. H., Barnes, I., Wingfield, B. D., Deadman, M. L. y Wingfield, M. J. 2013. Evaluation of Mango Cultivars for Resistance to Infection by *Ceratocystis manginecans*. *Acta Horticulturae* 992: 393-402.
- Ávila Resendiz, C., Mosqueda Vázquez, R., Pérez García, R. y Matheis Toledano, C. 1993. Production effects of compact 'Manila' mangoes grafted onto different interstock-rootstock combinations. *Acta Horticulturae* 341: 281-283.
- Avilán, I., Leal, F., Rodríguez, M., Ruiz, J. y Marín, C. 1997. Mango rootstocks and their influence on fruit shape and size. *Acta Horticulturae* 455: 479-488.
- Baita, H. U., Manga, A. A. y Mustapha, Y. 2010. Evaluation of different morphotypes of mango (*Mangifera indica* L.) for use as rootstock in seedlings production. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences* 3(1): 79 – 82.
- Bally, I., Ibell, P. y Rigden, P. 2015 Project: The small tree high productivity initiative-researching the shape of future mango orchards <http://www.industry.mangoes.net.au/resource-collection/2015/7/3/the-small-tree-high-productivity-initiative-researching-the-shape-of-future-mango-orchards>
- Bithell, S. L., Tran-Nguyen, L. T. T., Hearnde, M. N., Hoult, M. D., Hartley, N. y Smith, M. W. 2016. Fine root dry matter relative to mango (*Mangifera indica*) tree scion size grafted on size-controlling rootstocks, is negatively related to scion growth rate. Online paper. Springer. Trees DOI 10.1007/s00468-016-1355-z
- Casierra-Posada, F. y Guzmán, J. A. 2009. Efecto del portainjerto y del injerto intermedio sobre la calidad de fruta en mango (*Mangifera indica* L.) *Agron. Colomb.* 27(3). Bogotá. Sep./Dec. 2009. Print version 0120-995.
- Cedeño – Maldonado, A., Pérez, A. y Reyes – Soto, I. 1988. Effect of dwarfing rootstocks on tree size and yield of selected mango varieties. *The Journal of Agriculture of The University of Puerto Rico*, 72(1): 1 – 8.
- Cull, B. 1991 Mango crop management. *Acta Horticulturae* 291: 154-171.
- Chandan, P. M., Kadam, J. H. y Ambad, S. N. 2006. Effect of different polyembryonic and monoembryonic rootstocks on performance of Dashehari mango. *Ambad Internat. J. agric. Sci.* 2(2): (594-595).

- Damodarana, T., Rajan, S., Kumar, R., Sharma, D.K., Misra, V. K, Jha, S. K. y Raic, R. B. 2013. Post-tsunami collection of polyembryonic mango diversity from Andaman Islands and their ex situ reaction to high sodium in sodic soil. *Journal of Applied Horticulture* 15(1): 21-25.
- Dayal, V., Kumar Dubey, A., Prakash Awasthi, O., Pandey, R. y Dahuja, A. 2014. Growth, lipid peroxidation, antioxidant enzymes and nutrient accumulation in Amrapali mango (*Mangifera indica* L) grafted on different rootstocks under NaCl stress. *Plant Knowledge Journal*. Southern Cross Publishing Group ISSN: 2200-. Australia EISSN: 2200-5404 3(1):15-225390.
- de Castro Neto, M. T., Fonseca, N., Santos Filho, H. P. S y Cavalcante Junior, A. T. 2002. Capítulo 6. Propagação e Padrao da Muda. En: Genú, P. J. C. y Pinto. A. C. Q: (Eds.). *A Cultura da Mangueira*. Embrapa Ram. Informação Tecnológica. Brasília: 117-13.
- Dubey, A.K. Singh A.K. y Srivastava, M. 2007. Salt stress studies in mango- a review *Agric.Rev.* 28(1): 75-78.
- Durán-Zuazo, V.H., Aguilar-Ruiz, J. y Martínez-Raya, A. 2005. Fruit yield, plant growth and nutrient status in mango: effect of rootstocks. *Int. J. Fruit Sci.* 5(4), 3-22.
- Durán Zuazo, V. H., Martínez-Raya, A. y Aguilar Ruiz, J. 2003. Salt tolerance of mango rootstocks (*Mangifera indica* L. cv. Osteen). *Spanish Journal of Agricultural Research* 1(1): 67-78.
- Durán Zuazo, V. H., Martínez-Raya, A., Aguilar Ruiz, J. y Franco Tarifa, D. 2004. Impact of salinity on macro- and micronutrient uptake in mango (*Mangifera indica* L. cv. Osteen) with different rootstocks. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2(1): 121-133.
- Durán Zuazo, V. H., Rodríguez Pleguezuelo, C. R. y Franco Tarifa, D. 2006. Fruit yield, growth and leaf-nutrient status of mango trees grafted on two rootstocks in a marginal growing area (South-East Spain). *Fruits* 61 (3): 163-170.
- Duvivier, P. y Cedeño-Maldonado, A. 2000. Evaluation of mango rootstocks for yield efficiency of 'Parvin' and 'Tommy Atkins' varieties, *Proceedings of the 35 Annual Meeting of the Caribbean Food Crops Society*, Castries, St. Lucia, W.I..25-31 July 1999: 144-154.
- Gowder, R.B. and Irulappan, I. 1971. Performance of Neelum variety of mango (*Mangifera indica* L.) on polyembryonic rootstocks as compared to that of mango monoembryonic rootstock. *Madras Agric J.*, 58: 183-189.
- Elgozouli, A. A. 2011. Characterization and evaluation of selected mango (*Mangifera indica* L.) cultivars using morphological descriptors and DNA molecular markers. Ph.D. Thesis. Department of Horticulture. University of Khartoum. Sudán.
- Galán Saúco, V. 2008. *El cultivo del mango* (2nd ed.). MundiPrensa.Madrid. 340 pp.
- Galán Saúco, V. 2009b. Physiological Disorders. In Litz, R. (Ed.) *The Mango*, Botany, Production and Uses (2nd edition. CAB Internacional): 303-316.

- Galán Saúco, V. 2015a. Situación actual, importancia y tendencia en la investigación agronómica de los frutales tropicales y subtropicales leñosos. Invited paper at the XVI Congreso Nacional and II Congreso Internacional de Ciencias Hortícolas. Boca del Río. Veracruz. 19-24/10/2015.
- Galán Saúco, 2015b. Trends in mango world production and marketing. Ponencia invitada al XI Simposio Internacional del mango de la ISHS. Darwin Australia 28/09/15- 02/10/15. Acta Horticulturae (en revisión).
- Galán Saúco, V. 2015c. Ventajas y desventajas del cultivo del mango (*Mangifera indica* L.) en zonas subtropicales y potencial del cultivo bajo invernadero. Acta Horticulturae 1075: 167-178.
- Galán Saúco, V. y J. García Samarín. 1979. Pasado, presente y futuro del mango en Canarias. Cuadernos INIA, 9. 39 pp.
- Galán Saúco, V.; Acuña Barreto, F.; Socorro Monzón, A.R.; Herrera Rodríguez, L. y Fernández Galván, D. 1989. Tolerancia de distintos patrones de mango (*Mangifera indica* L.) a la salinidad. Actas de Horticultura. III Congreso de la SECH, 1: 83-89.
- Galán Saúco, V., Coello Torres, A., Grajal Martín, M.J., Juárez, J., Navarro, L. y Fernández Galván, D. 2000. Occurrence of Spontaneous Tetraploid Nucellar Mango Plants. HortScience 36 (4): 755-757.
- Gazit, S. y Kadman, A. 1980. 13/1 Mango rootstock selection. Horstscience 57: 81-87.
- Gerbaud, P. 2016. Close-up Mango. Fruitrop 239: 40-84.
- Grajal-Martín. 2012. Selecciones de mango en Canarias. Actas de Horticultura 62: 235-236.
- Hafez, O. M., Saleh, M. A., Ellil, A. and Kassab. O. M. 2011. Impact of Ascorbic Acid in Salt Tolerant of Some Mango Rootstock Seedlings. Journal of Applied Sciences Research, 7(11): 1492-1500, ISSN 1819-544X.
- Hermoso, J. M., Guirado, E., González- Fernández, J. J. y Farré, J. M: 2015. Study on Performance of 'Keitt' Mango on Different Rootstocks in a Mediterranean Climate. Acta Horticulturae 1075: 115-119.
- Hoult, M.D. 2010. Mango rootstocks. Moving beyond the fiction? Mango R and D presentation. May 2010.
- Hurkman, W.J., C. S. Fornari y C. K. Tanaka, 1989. A comparison of the effect of salt on polypeptide and translatable mRNA in roots of a salt tolerant and salt sensitive cultivar of barley. Plant Physiol. 131: 516-524.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2014. Climate Change 2014: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Volume 1: Global and Sectoral Aspects y Volume 2: Regional Aspects. IPCC/WGO/UNEP.
- Jauhari, O. S., Teatota, S. S. y Upadhyay, S. K. 1972. Rootstocks studies in *Mangifera indica* L. Acta Horticulturae 24: 107-109.

- Kadman, A.; Gazit, S. y Ziv, G. 1976. Selection of mango rootstock for adverse water and soil conditions in arid areas. *Acta Horticulturae* 57: 81-88.
- IAC. 1994. Cultivar de manga IAC 101 Couquinho. Porta enxerto Resistente a Seca-Da-Mangueira. Instituto Agronómico Campinas. Sao Paulo.
- Iyer, C. P. A. y Subramanyan, M. D. 1986. Creeping, a promising genotype for introduction of dwarfness in mango. *Indian Journal of Horticulture* 43: 221-223.
- Kulkarni, V.J. 1991. Tree vigor control in mango. *Acta Horticulturae* 291: 229-234.
- Lee, M.S.. 1988. Citrus polyploidy origins and potential for cultivar improvement. *Austral. J. Agr. Res.*; 735-747.
- Litz, R. (Ed.). 2009. *The Mango, Botany, Production and Uses* (2nd edition). CAB International. Wallingford. Oxfordshire. 680 pp.
- Mossler, M. A. y Crane, J. 2013. Florida/Crop Pest Management Program. Profile: Mango. University of Florida. IFAS Extension. Publication #CIR 140. <https://edis.ifas.ufl.edu/pi052>.
- Mourão Filho, F. A. A., Kluge, R. A., Bacic Olic, F. y Antunes Ribeiro, I. J. 2000. Desenvolvimento e produtividade iniciais de mangueira Tommy Atkins' sobre diferentes porta-enxertos. *Rev. Bras. Frutic.* 22 (2): 281 -285.
- Mukherjee, S. K. y Das, D. 1976. Screening of mango seedlings for use as dwarfing rootstocks. *Progressive Horticulturae* 8 (1): 5-11.
- Mukherjee, S. K. y Das, D. 1980. Anatomical screening of mango (*Mangifera indica* L.) seedlings for use as dwarfing rootstocks. *Science and Culture* 46 (1): 333-336
- Normand, F., Lauri, P-É y Legave, J-M. 2015. Climate Change and its Probable Effects on Mango Production and Cultivation. *Acta Horticulturae* 1075: 21-31.
- Openheimer, Ch. 1958. A stock-scion trial with the mango in Israel. *Hort. Adv.* 2: 27-36.
- Openheimer, Ch. 1960. The relationship between tree size and yield in mango. (*Mangifera indica* L.) and avocado (*Persea americana* Mill.). *Hort. Advance* 4: 6-15.
- Openheimer, Ch. 1968. A Second Stock-Scion Trial with Mango in Israel. *Experimental Agriculture* 4(03): 209 - 218.
- Popenoe, W. 1920. *Manual of tropical and subtropical*. Hafner Press. Nueva York. (Facsímil de la edición de 1920): 474 p.
- Pinto, A. C. O., Genú. P. J. Ramos, V. H. y Jumqueira, N. T. V. 1993. Programa de hibridação de mangueiras na região do Cerrados Brasileiros. *Revista Brasileira de Fruticultura* 15(1): 141-146.
- Reddy, Y. T. N., Kurian, R. M., Ramachandar, P. R: Singh, G. y Kohli, R. R. 2003. Long-term effects of rootstocks on growth and fruit patterns of 'Alphonso' Mango (*Mangifera indica* L.). *Scientia Horticulturae* 97: 95-108.

- Reyner, K. 2002. The effect of rootstocks on Kensington Pride mango. The University of Western Australia.
- Ribeiro, I.J.A. 1993. Selecao de porta-enxertos de mangueira (*Mangifera indica* L.) resistentes ao fungo *Ceratocystis fimbriata* Ell. y Halst. Jaboticabal, FCAV/UNESP. 98 p. (Tesis de Doctorado).
- Rossetto, C. J. Ribeiro, I. J. A, Gallo, P.B., Soares, N. B., Sabino, J.C., Martins, A. L. M., Bortoletto, N.y Paulo E. M. 1997. Mango breeding for resistance to diseases and pests. *Acta Horticulturae* 455: 299-304.
- Simão.S., Nylander, O. Otassi, B, y Barbin, D. 1994 Study of several varieties of tree crowns on different rootstocks of mango (*Mangifera indica* L.) *Scientia Agricola Piracicaba* 51(3): 509-512.
- Singh, U.R. y Singh, A.P. 1976. Rootstock studies in mango (*Mangifera indica* L.). *Prog. Hort.*, 8 (1): 13-19.
- Smith, M. W., Bright, J. D., Hoult, M. D., Renfree, R. A. y Maddern, T. 2008. Field evaluation on 64 rootstocks for growth and yield of 'Kensington Pride'. *Hortscience*. 43: 1720-1725.
- Smith M. W., Hoult, M. D., Bright, J. D., Foord, G., Mc Alister, S. Brown, C., Smith, G. S. y Landrigan, M. 1996. Rootstocks for Kensington Pride Mangoes. Northern Territory Department of Primary Industry and Fisheries-Horticulture Division Technical Annual Report 1996/97. Technical Bulletin No. 268, page 20.
- Smith, M. W., Hoult, M. D., Bright, J. D., Mc Alister, S. y Foord, G. 1997. Rootstock Research: Opportunities for the Australian Mango Industry. *Acta Horticulturae* 455: 383-390.
- Smith, M. W., Hoult, M.D. y Bright, J. D. 2003. Rootstocks affect yield efficiency and Harvest rate of 'Kensington Pride' mango. *Hortscience* 38(2). 273-276
- Smith, Toohill, B: L., Thompson, R: P., Hoult, M.D. y Bright, J: D: 1992. Report on a mango variety experiment at Australian Mango grower's orchard. Katherine, Northern Territory. Results for the 1992 season. N.T. Department of Primary Industry and Fisheries.
- Schmutz. U. 2000. Effect of salt stress (NaCl) on whole plant CO₂ gas exchange in mango. *Acta Horticulturae* 509: 269-276.
- Schmutz, U. y Ludders, P. 1998. Effect of NaCl salinity and different root zone temperatures on growth and mineral composition of two mango rootstock (*Mangifera indica* L.). *J. Appl. Botany* 12:131-135.
- Schnell, R. J. and Knight Jr., R.J. 1991. Are polyembryonic mango dependable sources of nucellar seedlings for rootstocks? *Proc. Fla. Sta. Hort. Soc.* 104: 44-47.
- Srivastava, K.C., Rapput, M.S., Surgle, N.P. y Leal, B. 1988. Rootstock Studies in mango cv. Dasher. *Acta Horticulturae* 231: 216-219.
- Swamy, G.S.; Rao, E.V.R y Raju. D. S. 1960. Polyembryonic rootstocks for mango. *Acta Horticulturae*, 24: 110-113.

- Tenhku Ab Malik, T.M. 1996. Screening for mango rootstocks with high calcium uptake. Proceedings International Conference on Tropical Fruits. Kwala Lumpur. Malasia. 23-26 / 07/ 1996. Vol. III: 189-196.
- Ullah, H.. 2013-14. 1.Horticulture Section. 1.1. Performance of mango cultivar Sammar Bahisht Chaunsa on various polyembryonic mango rootstocks. Annual Abridged Report. Mango Research Institute, Old Shujabad Road, Multan.
- Van Hau, T., Viet Khoi. N. y Ngoc Tran, V. 2001. Effect of rootstocks on the growth of 'Cat Hoa Loc' mango scion. Mini-symposium on the Activities of Subproject B2, CTU, 24-25 July 2001.
- Vargas Ramos, V. H., Pinto, A. C: Q, y Gomes. A. C. 2001. Avaliação de sete porta-enxertos mono e poliembriônicos sob quatro cultivares de mangueira no Cerrado Brasileiro. Rev. Bras. Frutic 23(3). Online versión. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452001000300036>.
- Vargas Ramos, V. H., Pinto, A.C.O., Nilton, T. V., Junqueira, N. T. V., Gomes, A. C., de Andrade, S. M. R. y Cordeiro, M. C. R. 2002, Crescimento e Rendimento de Quatro Cultivares de Mangueira enxertados em Porta-Enxertos no Distrito Federal. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento 103. EMBRAPA.
- Vargas Ramos, V. H. Pinto, A. C. Q., Junqueira, N. T. V., Gomes, A. C., Andrade S. M. R. y Cordeiro, M. C.R. 2004. Effect of Mono and Polyembryonic Rootstocks on Growth, Yield and Fruit Quality of Four Mango Cultivars in the Central Region of Brazil. Acta Horticulturae 645: 201-207.
- Vázquez-Luna, A. Rivera-Cabrera, F., Perez-Flores, L. J. y Díaz Sobac, R. 2011. Effect of Rootstock on Mango Fruit Susceptibility to Infestation by *Anastrepha obliqua*. Journal of Economic Entomology 104(6): 1991-1998.
- Vázquez-Valdivia, V., Pérez-Barraza, M.H., Salazar-García, S. y Becerra-Bernal, E. 2005. Crecimiento, nutrición y rendimiento del mango 'Ataulfo' con interinjerto de porte bajo 'Esmeralda'. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 11(2); 209-213.
- Wicks, C., Azam. G., Renfree, R., Kahl, M., McRae, M., Connelly, M., Traynor, M. y Hoult. M. 2006. Project: Elite Rootstocks and Scion Cultivars for Improved Productivity of NT Mangoes and Citrus.
- World Bank 2012. Turndownthe heat: why a 4°C warmer world must be avoided. Washington D. C., Woprld bank.[http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/11/1709815/tur-down-heat-4°C-warmer-world-must-avoided](http://documents.worldbank.org/curated/en/2012/11/1709815/tur-down-heat-4%C2%B0c-warmer-world-must-avoided).

Table 1a. Cultivares importantes para el comercio mundial de fruta fresca de mangos (América Latina y El Caribe)

País	Cultivares	Mercados
México	Tommy Atkins, Ataulfo, Kent	USA y Canadá
Brasil	Tommy Atkins, Palmer, Kent, Keitt	Unión Europea (UE), USA, Japón, Oriente Medio
Perú	Tommy Atkins, Kent, Keitt Haden, Edwards	UE, USA, Canadá, China, Japón, Korea y países vecinos de América Latina
Ecuador	Tommy Atkins, Ataulfo, Kent, Keitt Haden, Madame Francis, Nan Doc Mai	UE, USA, México, Chile, Nueva Zelanda, Canadá, China(**)
Costa Rica	Tommy Atkins, Palmer, Keitt, Irwin, Haden, Cavallini	Panamá
Venezuela	Tommy Atkins, Haden, Palmer,	Arura, Bonaire, Curasao, UE(***)
Guatemala	Tommy Atkins, Ataulfo, Kent, Brea (*)	EUE, USA, El Salvador, Honduras
Puerto Rico	Palmer, Keitt, Parvim, Nan Doc Mai	EU, USA, Canadá, Japón
Antillas francesas	Julie, Moustache	Mercado local
Cuba	Super Haden, Tommy Atkins. La Paz	Canadá. EU
República Dominicana	Tommy Atkins, Kent, Keitt, Banilejo, Mingolo, Crema de Oro, Madame Francis, Puntica	UE, USA
Honduras	Tommy Atkins, Haden	El Salvador
Haití	Madame Francisque (única exportada) (1), Baptiste, Corne, Blanc y otros tipos locales	USA, local market
Chile	Piqueño, Tommy Atkins, Keitt, Kent, Sensation, VanDyke, Lippens	Malvinas
Colombia	Hilacha, Tommy Atkins, Yulima, Azúcar, Kent, Vallenato	Mercado local
Florida	Tommy Atkins, Keitt, Haden	Mercado local

(*) Para mango procesado; (**). A partir de 2016; (***). Temporalmente suspendida

(1) Madame Francisque es lo mismo que Madame Francis

Table 1b. Cultivares importantes para el comercio mundial de fruta fresca de mangos (Asia y Pacífico)

País	Cultivares	Mercados
India	Alphonso, Kesar, Dashehari, Chausa Banganapally, Himayath,	USA, UE (Unión Europea), Japón, Oriente Medio
Pakistán	Sindhri, Chaunsa (*), Sammar Bahist, Sufaid Chausa	UE, USA, Japón, Oriente Medio, Malasia, Singapur,
China	Keitt	Singapur, Rusia
Tailandia	Nan Doc Mai, Sri-Tong, N0.4, Maha Chanok	Japón, Corea, China, Taiwán, Suiza, UE, Emiratos Árabes Unidos, Rusia
Indonesia	Gedong Gincu, Arumanis	Emiratos Árabes Unidos
Malasia	Choc Anan, Harumanis (**), Sala	Singapur, Brunei, Japón
Bangladés	Langra, Khirsapat, Amrapalli	India, Pakistán, Oriente Medio, UE
Vietnam	Cat Hoa Loc, Cat Chu, Xoai Boui	China, Corea, Japón, Nueva Zelanda, Australia, USA, UE
Sri Lanka	Beti amba, Willard, TomEJC, Karutha Colomban	Oriente Medio, UE, Maldivas
Filipinas	Carabao	Hong Kong, Japón, Singapur, USA. Australia, UE, Oriente Medio
Taiwan	Irwin	China, Hong Kong, Japón, Singapur., Corea del Sur
Australia	Kensington Pride, R2E2, Keitt, Calypso,	China, Hong Kong, Japón, Nueva Zelanda, Sudeste de Asia, USA
Nueva Caledonia	Kensington Pride, Irwin, Tommy Atkins, Haden	Nueva Zelanda
Hawái	Keitt, Haden	Japón
Japón	Irwin	Mercado local

(*) Chausa y Chaunsa son probablemente el mismo cultivar. (**) Arumanis y Harumanis son probablemente el mismo cultivar.

Table 1c. Cultivares importantes para el comercio mundial de fruta fresca de mangos (África, Oriente Medio y Europa)

País	Cultivares	Mercados
Senegal	Kent, Keitt	Unión Europea (UE)
Sudán	Kitchener, Abu Samaka, Alphonso, Mulgoba, otros patrones locales	Jordán, Arabia Saudita, Emiratos Árabes Unidos, Bahrain, Líbano
Costa de Marfil	Kent, Amelie	UE
Egipto	Zebda, Sukkari, Kobania, Hindi Be Sennara, Keitt	UE, Oriente Medio,
Sudáfrica	Kent, Keitt, Tommy Atkins, Sensation	Oriente Medio, Malasia, Holanda, Ghana
Israel	Keitt, Kent, Maya, Shelly, Omer, Noa, Tali	UE, Rusia
Francia (Isla de la Reunión)	Cogshal	Francia
España	Osteen, Keitt, Kent	UE
Portugal	Irwin, Osteen, Tommy Atkins, Keitt, Kent, Sensation, Manzanillo, Glenn, Otts, Rosa	Mercado local
Omán	Diversos cultivares hindúes como Alphonso, Langra, Dasher y Mulgoba	Emiratos Árabes Unidos

Table 2a Patrones utilizados en Latinoamérica, Estados Unidos y El Caribe

País	Patrones (*)	Observaciones
México	Varios tipos locales (se llaman en general 'criollos' sin nombre específico)	Buena adaptación a suelos calcáreos y aceptable tolerancia a las enfermedades del suelo
Brasil	Espada (**), Bourbon, Comum do Cerrado (Región Central), Coquinho (Sao Paulo), Imbu (Minas Gerais)	Coquinho confiere un vigor excesivo a Tommy and Van Dyke al igual que Imbu que también confiere gran vigor a los cultivares
Perú	Criollo de Cholucanas (**), Camboyano (***), Saigón (***)	Camboyano y Saigón son monoembrionicos Criollo de Cholucanas es resistente a sales, sequía, encharcamiento, favorece la absorción radical de nutrientes
Ecuador	Mango de chupar, Mango blanco, Mango de canela, Mango manzana, Mango reina	Todos tipos locales
Costa Rica	Mango Jamaica (sin. mecha, similar a Turpentine) (**); Criollo	Jamaica parece tolerante a la sequía
Venezuela	Bocado	Muy rústico, vigoroso y tolerante a la sequía
Guatemala	Mango criollo (mango de racimo)	Tolerante a la sequía. Con el objetivo de enanizar se ha usado Mango criollo o de racimo, en medio Irwin o Brea y cultivar Tommy Atkins.
Puerto Rico	Mayaguezano y Pasote (local)	
Antillas Francesas	Mango vert	
Cuba	Manga blanca manga amarilla, Mango filipino	Probable Manga blanca = Gomera 1 y Mango Filipino = Gomera 4 (en Canarias)
República Dominicana	Banilejo (**), Largo, Mameyito, Sumozo, Yamagúí, Piñita	Plantas sobre Banilejo y sobre Piñita muestran mayor enanismo. Keitt sobre Mameyito muestra mayor clorosis férrica en suelos alcalinos
Honduras	Tipos locales criollos ('Mechón', 'Confite' y 'Anís')	
Haití	Mango ron (**), Fil, Labich	
Chile	Piqueño (tipo criollo) (**); 13/1(***), Gomera 3 (***)	Piqueño tan tolerante a sales como 13/1
Colombia	Hilacha (95%), Arauca (local), Sabre	Hilacha tiene buena compatibilidad, elevado vigor y buena productividad crece bien en áreas salinas y encharcadas. Arauca es resistente a la sequía, en especial con Van Dyke, pero también con Irwin, Kent y Tommy Atkins
Florida	Turpentine (**), 13/1 y Piva en colecciones del Fairchild Botanical Garden	Las plantas injertadas en Piva (2) son más enanas que sobre otros patrones La corteza de algunos cultivares se raja cuando se injerta sobre 13/1. <i>Mangifera lalijiwa</i> se usa como interstock para algunas <i>Mangifera spp.</i>
California	Turpentine	

(*) Todos poliembriónicos y utilizados para todos los cultivares salvo que se especifique lo contrario (**). Más utilizado. (***) Solo ocasionalmente utilizado

(1) No disponen de plantas de Ataulfo, Haden, Tommy, Kent o Keitt injertados sobre 13/1

(2) Patrón sudafricano

Tabla 2b. Patrones utilizados en Asia y Pacífico

País	Patrones(*)	Observaciones
India	Distintos patrones locales	La mayoría poli pero también algunos monoembrionicos
Pakistán	Desi, Chaunsa Sammar Bahisht	Ambos locales y monoembrionicos
China	Semillas de mangos locales pero también semillas de la factoría de procesado	Tanto poli como monoembrionicos
Tailandia	Kaew (**), Ta-Lub-Nak, Sam-ru-due	Kaew y Ta-Lub-Nak toleran las condiciones secas y tienen buena capacidad de absorción de nutrientes
Indonesia	Madu (**), Saigon 119, Lalijiwo-91, Wajik, <i>M. kasturi</i>	Saigon 119 tiene efecto enanizante
Malasia	Mangga Telor	More tolerant of pests and diseases
Bangladesh	Semillas de Bau 6,7 y 8 y de otras variedades nativas tanto poli como monoembrionicas	Bau 6, 7 and 8 toleran salinidad y condiciones secas
Vietnam	Buoi (**), Cat Hoa Loc	
Sri Lanka	Willard, Karutha Colomban, Vellai Colomban, Kohuamba	Kohuamba tolera condiciones de sequía
Filipinas	Carabao (**), Pico	
Taiwán	Char-Swam, Jin Hwung	
Australia	Kensington Pride (**), Common	Kensington Pride cultivado en ocasiones sobre sus propias raíces sin injertar
Nueva Caledonia	Diversos tipos poliembrionicos	
Hawái	Patrones monoembrionicos comunes (**), <i>M. kasturi</i> , <i>MI lalijiwa</i>	
Japón	Semillas de mangos silvestres	Importadas desde Taiwán

(*) Todos poliembrionicos y utilizados para todos los cultivares salvo que se especifique lo contrario.

(**) Principal

Table 2c. Patrones usados en África y Europa

País	Patrones (*)	Observaciones
Senegal	Mangos locales poliembriónicos	
Sudán	Kitchener	(locally called Baladi)
Costa de Marfil	Cat head (**), Long mouth, Adams	Cat head y Long mouth muy rústicos, adaptados a condiciones secas y también usados en otros países subsaharianos (Burkina Faso, Mali, Niger)
Egipto	Sukkari (White Sukkary) (**),"Zebda", 13-1, Peach.	Sukkary tolerante a sales y se dice que es también enanizante. Las semillas de Sukkari y Zebda vienen geeralmente de la fábrica de procesado de pulpa y jugo
Sudáfrica	Sabre (**), Peach, Piva	Sabre tolerante a encharcamiento Piva es enanizante y se usa en plantaciones a gran densidad también en India y Egipto y se ha introducido también en Perú y Mexico con el mismo fin
Israel	13/1	Tolerante a sales y elevado pH, a condiciones secas y eficiente en absorción de hierro
Francia (Isla de la Reunión)	Maison Rouge	Resistente a vientos fuertes
España	Gomera 3, Gomera 1 (solo en Islas Canarias),	Gomera 1 es tolerante a sales. Gomera 3 es más vigoroso
Portugal	Gomera 3 (**), 13/1, Raposo	Gomera 3 en Algarve y Madeira. Raposo (1) solo en Azores y 13/1 solo en Algarve
Omán	Sindheri (**), seedlings de mangos poliembriónicos locales no identificados	Amrapali, Gomera 1 y 13/1 en ensayos desde 2015

(*) Todos poliembriónicos y utilizados para todos los cultivares salvo que se especifique lo contrario.

(**) Principal (1) Se trata de un mango local totalmnte diferente del cultivar hawaiano 'Rapoza'

Tabla 3. Características deseadas para un patrón según diferentes países

Razones	Países
Tolerancia a salinidad	Australia (T), Vietnam, España, USA (Florida, California y Hawái), Chile, Colombia, Costa Rica, Egipto, Brasil, India, Indonesia, Israel, Pakistán, Omán, Perú, República Dominicana, Vietnam, México. Sudán
Tolerancia a encharcamiento	Vietnam, Colombia, Ecuador, Brasil, Honduras, India, Antillas francesas, Perú, Sudáfrica, Vietnam, Sudán
Tolerancia a condiciones secas	Vietnam, España, Colombia, Costa de Marfil, Costa Rica. Ecuador, Brasil, Guatemala, Honduras, India, Indonesia, Israel, Tailandia, Taiwán, Antillas francesas, Perú, Sri Lanka, Vietnam. Omán, Sudán
Mayor absorción de hierro y otros nutrientes (+ON)	Australia (T) (+ON), Costa de Marfil (+ON), Honduras, India, Taiwán (+ON), Ecuador, Florida, India, Nueva Caledonia (*), Tailandia, Omán(+ON), Perú (+ON)
Enanismo	Australia (T), Costa de Marfil, Vietnam; Colombia, Egipto, Guatemala, India, Nueva Caledonia, Pakistán, Hawái, Omán, Panamá, Filipinas, República Dominicana, Sudáfrica, Sri Lanka, Taiwán, Reunión, México, Ecuador, Puerto Rico
Buena adaptación a suelos problemáticos	México, España, Israel (suelos calcáreos y de pH elevado); Vietnam (suelos con sulfato ácido)
Aumento o reducción de tamaño y/o mejora de la calidad de la fruta	Australia (T), Vietnam, Costa de Marfil, India, Indonesia. Isla de la Reunión, Puerto Rico
Tolerancia a plagas y enfermedades	Costa de Marfil (1) (9, Ecuador (2); Brasil (3), India, Malasia, Nueva Caledonia (1) (4), Pakistán (5), Perú, Omán (2), (3), Filipinas (1) (6), Sudáfrica (7), México (8)
Cambio del vigor del cultivar y de la arquitectura de árbol	Australia (T), Colombia, Reunión
Mejora de la floración	Vietnam, India, Indonesia
Baja incidencia de descomposición interna del fruto	España
Mantenimiento de las características del cultivar	Costa Rica
Resistencia a vientos fuertes Aumento de la profundidad de enraizado	Reunión, Taiwán
Acortamiento de la fase juvenil	Panamá, Sri Lanka
Adaptación al cultivo en invernadero y al clima subtropical (inviernos fríos y veranos muy calientes)	España

(T) Detectado en ensayos (*) Para reducir desórdenes; (1) Antracnosis, *Phytophthora*; (2) *Lasiodyplodia*, (3) *Ceratocystis*; (4) Mildiu, bacteriosis; (5) Muerte súbita (probablemete *Ceratocystis*); (6) Taladro de los brotes; (7) Pudrición de raíz; (8) Enfermedades del suelo; (9) Bacteriosis

Tabla 4a. Ensayos en curso e interés mostrado para futuros ensayos de cooperación internacional en patrones de mangos en América y Caribe

País	Ensayos en curso/ posible cooperación future y potencial para ensayos de investigación	Institución (*)
México	SÍ/SÍ (tolerancia a suelos calcáreos, enanismo, Resistencia a enfermedades del suelo)	CUCBA-Universidad de Guadalajara, INIFAP
Brasil	SÍ/SÍ (salinidad)	EMBRAPA
Perú	NO/ YES (enanismo, aumento de rendimiento)	Ministerio de Agricultura, INIA
Ecuador	NO/SÍ	Plantaciones de Mango Grupo Durexporta
Costa Rica	NO/SÍ (enanismo, aumento de rendimiento)	Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA)
Venezuela	,NO/NO	
Guatemala	NO/SÍ (enanismo, aumento de rendimiento, mejora de la calidad de la fruta)	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA)
Puerto Rico	NO/SÍ (aumento de rendimiento)	Martex Farms
Cuba	NO/SÍ (no especificado)	Instituto de Investigaciones en Fruticultura
República Dominicana	NO/SÍ (enanismo, suelos problemáticos)	Ministerio de Agricultura
Honduras	NO/SÍ (aumento de rendimiento))	Fundación Hondureña de Investigación Agraria (FHIA)
Chile	NO/NO	
Colombia	NO/SÍ (salinidad, déficit hídrico, enanismo, encharcamiento)	Universidad Nacional
USA (Florida)	SÍ/SÍ (salinidad, enanismo, compatibilidad con <i>Mangifera</i> species)	Fairchild Botanical Garden; University Florida Homestead;
Panamá	NO/SÍ (enanismo, aumento de rendimiento)	Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá
Haití	NO/?	
Antillas francesas	NO/NO	

(*) Puede haber más instituciones en cada país dispuestas a colaborar, pero las nombradas podríann actuar como catallizadoras

Tabla 4b. Ensayos en curso e interés mostrado para futuros ensayos de cooperación internacional en patrones de mangos en Asia y en el Pacífico)

País	Ensayos en curso/ posible cooperación future y potencial para ensayos de investigación	Institución (*)
India	SÍ/SÍ (salinidad, enanismo, tamaño uniforme de frutos, suelos problemáticos)	Central Institute for Subtropical Horticulture, Fruit Research Station, Sangareddy
Pakistán	SÍ/SÍ (salinidad, enanismo, tolerancia a plagas y enfermedades)	Mango Research Institute, Multan
China	NO/SÍ (tolerancia a plagas y enfermedades, compatibilidad)	Chinese Academy of Tropical Agricultural Science
Tailandia	SÍ/SÍ (enanismo)	Katsetsar University
Japón	NO/NO	
Indonesia	NO/?	
Malasia	NO/SÍ (tolerancia a plagas y enfermedades)	Malaysian Agricultural Research Development Institute (MARDI)
Bangladés	SÍ/SÍ (enanismo, sequía, aumento de rendimiento, mejora de calidad de fruta)	Bangladesh Agricultural University
Vietnam	SÍ/SÍ (encharcamiento, sequía, salinidad)	Can Tho University
Sri Lanka	NO/SÍ (enanismo, aumento de rendimiento, sequía)	
Philippines	NO/SÍ (enanismo, tolerancia a plagas y enfermedades)	University of the Philippines Los Baños
Taiwán	NO/SÍ (dwarfing, aumento de rendimiento, resistencia a tifones)	Meiho University
Australia	SÍ/SÍ (salinidad, enanismo, aumento de rendimiento) absorción de nutrientes, cambio de vigor y de la arquitectura del árbol, estudios de compatibilidad.	Queensland Department of Agriculture, Horticulture and Forestry Science, Queensland Department of Agriculture, Horticulture and Forestry Science
Nueva Caledonia	NO/SÍ (enanismo, aumento de rendimiento, absorción de nutrientes, tolerancia a plagas y enfermedades)	Institut Agronomique néo-Calédonien
USA (Hawaii)	NO/SÍ (salinidad)	University of Hawaii

(*) Puede haber más instituciones en cada país dispuestas a colaborar, pero las nombradas podrían actuar como catalizadoras

Tabla 4c. Ensayos en curso e interés mostrado para futuros ensayos de cooperación internacional en patrones de mangos en África, Oriente Medio y Europa

País	Ensayos en curso/ posible cooperación future y potencial para ensayos de investigación	Institución (*)
Senegal	NO/SI (salinidad, sequia, encharcamiento)	CIRAD
Sudán	NO/SÍ (salinidad, sequia, encharcamiento)	Administration of Horticulture Production
Costa de Marfil	SÍ/SÍ (enanismo, tolerancia a plagas y enfermedades)	CNRA (National Agronomic Research Center)
Egipto	SÍ/SÍ (salinidad, enanismo, tolerancia a suelos calcáreos)	Horticulture Research Institute, Agricultural Research Center,
Sudáfrica	NO/SÍ (enanismo, aumento de rendimiento,)	South African Mango-Growers' Association (SAMGA)
Israel	SÍ/SÍ (salinidad, enanismo)	Volcani Research Center
Francia (Isla Reunión)	NO/SÍ (poco vigor, aumento de rendimiento, mayor calidad sensorial y firmeza de la fruta, resistencia a vientos fuertes (i.e. enraizado profundo).	CIRAD
España	SÍ/SÍ (adaptación al cultivo en invernadero y bajo condiciones climáticas subtropicales, salinidad, elevado pH del suelo)	Estación Experimental de Cajamar "Las Palmerillas
Portugal	NO/NO	
Omán	SÍ/SÍ (salinidad, enanismo, resistencia a <i>Ceratocystis manginecans</i>)	Ministry of Agriculture, Royal Court Farms

(*) Puede haber más instituciones en cada país dispuestas a colaborar, pero las nombradas podrían actuar como catalizadoras

Tabla 5. Rendimiento de los cultivares de Florida y algunos otros cultivares escogidos según la información proporcionada por diferentes investigadores

Patrón	Rendimiento (t/ha)
13/1 (1)	Keitt (50 promedio, 80 algunos años; 30 rentable); Kent (30-40 posible)
Mayaguezano o Pasote (2)	Keitt (30 prom.); Tommy Atkins (30 prom.); Parvin (20 prom.); Palmer (20 prom.)
Kensington Pride (KP) (3)	Keitt (16 prom., 37 maximum); R2E2 (13 prom., 60 max.); KP (10 prom., 32 max.)
Gomera 3 (4)	Osteen (28 prom.); Keitt (25 prom.); Kent (16 prom.)
Gomera 1 (5)	Lippens (30 max.); Tommy Atkins (30 max.); Osteen (25 max.); Keitt (25 max.); Kent (20 max.)
Criollo de Cholucanas (69)	Tommy Atkins (16 prom., 30 max.); Kent (18 prom., 35 max.); Haden (16 prom., 30 max.); Keitt (25 prom., 60 max.)
Turpentine (7)	Tommy Atkins (40 prom.); Keitt (35 prom.); Kent (30 prom.); Haden (30 prom.) Ataulfo (12 prom.)
Jamaica (8)	Keitt (20 prom., 35 max.); Irwin (10 prom., 18 max.); Tommy Atkins (10 prom., 15 max.); Haden (6 max.) (*)
Sabre (9)	Normal density: Keitt (25. Prom.); Piva (**) (30. prom). Kent (23 prom.); Tommy Atkins (18. prom.); Irwin (23 prom.); Heidi (22 prom.); Sensation (25 año en on); 12-15 considerado como rentable y los buenos agricultores bajo riego obtienen en torno a las 25 Plantaiones a gran densidad: Keitt (42); Sensation (40 on year); Heidi (38); Kent (38); Tommy Atkins (35-38)
Criollos de México (10)	Tommy Atkins (9,9 prom.) Keitt (7,3 prom.); Kent (9,2 prom.); Haden (8,2 prom.); Ataulfo (8,2 prom.); >20 en plantaciones a gran densidad de Tommy Atkins, Kent y Keitt

Source:

(1) Yuval Cohen. Israel; (2) Yair Aron Puerto Rico; (3) Mark Hoult. Australia; (4) Emilio Guirado. Spain; (5) V. Galán Saúco. Canary Islands. Spain; (6) A. Gamarra. Perú; (7) Noris Ledesma. Florida; (8) Juan Mora. Costa Rica; (9) S. Oosthuysen. Sudáfrica; (10) V.M. Medina Urrutia. México.

(*) Se señala que este cultivar no está bien adaptado a las condiciones climáticas de las zonas bajas de Costa Rica.

(**) Se carece aún de registros de rendimiento sobre este patrón enanizante.

ANEJO 1. ENCUESTA SOBRE PATRONES DE MANGOS

ENCUESTA SOBRE PATRONES DE MANGO

Nombre:

Centro de trabajo:

País:

Dirección postal: Teléfonos (oficina y móvil):

- 1) ¿Cuáles son los cultivares más plantados en su país (región)?
- 2) ¿Cuáles de estos cultivares se exportan a otros países?
- 3) ¿A qué países exportan sus mangos?
- 4) ¿Cuáles son los patrones utilizados en su país indicando si son mono o poliembriónicos?
- 5) ¿Utilizan Uds. el mismo patrón para todos los cultivares o tienen recomendaciones específicas para alguna combinación patrón/ cultivar?
- 6) Indique una o varias razones (A.B....) para la utilización de un patrón en su país
 - A) Tolerancia a sales.
 - B) Tolerancia a encharcamiento.
 - C) Tolerancia a sequía.
 - D) Mejora de la absorción radicular de hierro
 - E) Mejora de la absorción radicular de otros nutrientes
 - F) Enanismo.
 - G) Patrón intermediario (por favor indique para qué combinación).
 - H) Aumento de la producción.
 - I) Aumento o reducción del tamaño del fruto.
 - J) Tolerancia a plagas y enfermedades (Por favor especifique a cuáles).
 - K) Mejora de la calidad del fruto (indique por favor el objetivo buscado)
- 7) Indique por favor si tiene Ud. alguna publicación (científica, de extensión u otra) y/ o conferencia o powerpoint específica sobre patrones en su país. Si está disponible agradecería me la enviaran por email o me indicaran si no la referencia para poderla obtener.
- 8) Si trabaja en un Centro de Investigación (público o privado) o Universidad, conteste por favor a las siguientes preguntas
 - A) Indique, por favor, si UD. o alguien de su institución está trabajando en alguna investigación sobre patrones y caso positivo diga cuál.
 - B) Díganos, por favor, si está Ud. o alguien de su institución interesado en alguna línea de investigación sobre patrones de mangos y razones (salinidad, enanismo, aumento de rendimiento, etc.) para ello.
 - C) En caso de que tenga en colección o ensayo algún patrón, por favor indique cuáles.
 - D) Díganos si está interesado en aumentar su colección de patrones de mangos
 - E) Díganos si está interesado en ensayos futuros de cooperación en patrones de mangos.
- 9) Añada algún otro comentario que desee

ANEJO 2. LISTA DE PERSONAS ENTREVISTADAS

Australia

Dr. Ian Bally.
Queensland Department of Agriculture, Horticulture and Forestry Science
(Ian.bally@daf.qld.gov.au)
Teléfonos oficina: +61 7 40484644, móvil: +614 19679463

Dr. Mark David Hoult
Northern Territory Department of Primary Industry and Fisheries, Plant Industry Division.
(mark.hoult@nt.gov.au)

Dr. Anthony Whiley
Mango researcher (retired)
whileys@bigpond.com
TelephoneMobile: 0427411541

Mr. Kenneth Reyner
Nurseyman
kennethrayner@bigpond.com

Bangladés

Prof. Dr. M. A. Rahim
Bangladesh Agricultural University
(marahim1956@yahoo.com)
Teléfonos +8801711854471

Brasil

Dr. Francisco Pinheiro Lima Neto
Embrapa Semiárido
(pinheiro.neto@embrapa.br)
Teléfonos + 55 (87) 3866-3600 | + 55(74) 3617-7117
+ 55 (74) 9-9121-9227

Dr. Alberto Carlos de Queiroz Pinto.
Universidade de Brasilia
alcapi@terra.com.br
Teléfonos (oficina y móvil) (61) 3349-6203; (61) 99620708

Prof. Dalmo Lopes de Siqueira
Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa
siqueira@ufv.br
Teléfono 31-3899-1349

Dr. Victor Hugo Vargas Ramos
EMBRAPA CERRADOS Investigador Jubilado
vhugo@julianemoi.com.br

Dr. Nelson Fonseca –
Embrapa Mandioca e Fruticultura - CNPMF <
nelson.fonseca@embrapa.br

Colombia

Dr. Diego Miranda Lasprilla
Universidad Nacional de Colombia
(dmirandal@unal.edu.co)
Teléfonos oficina 57-1-3165000 (ext. 19051) y móvil 57-1-3166259668.

Costa de Marfil

Dr. Achille Aimé N'da Adopo. National Agronomic Research Center (CNRA)
(Achille_adopo@yahoo.fr)
Teléfonos oficina = 00 (225) 36 86 09 71 yMóvil = 00 (225) 07 09 02 60/02 00 86 46

Costa Rica

Juan Mora Montero
Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA)
(jmora@inta.go.cr; juanemora@yahoo.com)
Teléfonos 22203945, 85315888, 83769773

Jimmy Gamboa Porras
Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA)
jgamboa@inta.go.cr, jimgamp@gmail.com
Teléfonos 22203945, 85315888, 83769773

Cuba

Emilio Farrés Armenteros
Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical
(directortecnico@iivt.cu)
Teléfonos (oficina y móvil) 72024090 y 52177848

Rolando Clavijo Izquierdo
Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical
Teléfonos (oficina) 72024090

Chile

Mr. Jorge Alache González.
Private Consultant
(j-alache@hotmail.com)
Teléfonos (oficina 56-58-2214500) y Móvil: 56-999056617

China

Dr. Hongxia Wu and Dr. Songbiao Wang. South Subtropical Crops Research Institute, Chinese Academy of Tropical Agricultural Science. Guangdong Province
(whx1106@163.com)
Teléfono+86 0759-2859312

Ecuador

Diego F. Salvador. G. Gerente plantaciones de Mango Grupo Durexporta
(dsalvador@guitrان.com)
Telefonos (oficina y móvil)593-999401420/593-993735685

Johnny Jara Arteaga
Fundación Mango del Ecuador
jjara@mangoecuador.org
Teléfono móvil 593 999 888 314

Egipto

Dr. Adel Ahmed Abul-Soad. Horticulture Research Institute, Agricultural Research Center,
Cairo University
(adelaboelsoaud@gmail.com)
Teléfono +2-01002598746 (mobile)

España

Dr. Juan José Hueso Martín
Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas”. Almería
(juanjosehueso@fundacioncajamar.com)
Teléfonos (oficina y móvil) 34 950580548/610206956

Ing. Pedro Modesto Hernández Delgado. Departamento de Fruticultura Tropical. Instituto
Canario de Investigaciones Agrarias Islas Canarias
(pmherdel@gmail.com)
Teléfono 34 922923307

Dr. Iñaki Hormaza
Estación experimental la mayora. Consejo superior de Investigaciones Agrarias. Málaga.
ihormaza@eelm.csic.es
Teléfono 34 952548990

Ing. Emilio Guirado Sánchez
Estación Experimental la Mayora. Consejo Superior de Investigaciones Agrarias. Málaga.
eguirado@eelm.csic.es
Telephone 34 952548990

Francia

Dr. Frédéric Normand
CIRAD. Reunion Island
normand@cirad.fr
Teléfonos (oficina y móvil) (+262) 262969364/(+262) 692201882

Dr. Christian Lavigne
CIRAD. Martinique
christian.lavigne@cirad.fr

Filipinas

Dr. Pablito M. Magdalita
Crop Science Cluster. Institute of Plant Breeding. College of Agriculture, University of the
Philippines Los Baños
pabsmagdalita@gmail.com
Teléfono +639217648938

Guatemala

Ing. Alex Montenegro
Departamento de Fruticultura y Agroindustria –DEFRUTA-Ministerio de Agricultura,
Ganadería y Alimentación –MAGA
montenegroas@gmail.com
Teléfono 66409323

Haití

Ing Alberto Jean Baptiste
bertodelva@yahoo.fr,
abjean@ecosur.edu.mx
Teléfono +521983 1659961

Honduras

Francisco Herrera
Secretaria de Agricultura y Ganadería
jferreranavas@yahoo.com
Teléfonos (oficina y móvil) (504) 2239-9739/ (504) 9970-8279)

India

Dr. A.Bhagwan
Fruit Research Station, Sangareddy,
aravabhagwan@rediffmail.com
Teléfono 09848282662

Dr. Shailendra Rajan
Central Institute for Subtropical Horticulture, Lucknow
srajanlko@gmail.com
Teléfonos (oficina y móvil) +910522-2841022 / +919415794997

Indonesia

Dr. Rebin Linggo
Indonesian Tropical Fruit Research Institute
rebin_linggo2@yahoo.com
Teléfonos (oficina y móvil) +6285 102 491 750/ +6281 231 892 670

Israel

Dr. Yuval Cohen
Volcani Research Center
vyuvalc@volcani.agri.gov.il
Teléfonos (oficina y móvil) 972-3-9683407/ 972-50-6-220406

Dr. Eli Tomer
Volcani Research Center
vftomer@012.net.il
Teléfono 97289349914

Japón

Dr. Chitose Honshe
University of Miyazaki
chitose@cc.miyazaki-u.ac.jp

Malasia

Dr. Nor Sam Alwi
Horticulture Division, Department of Agriculture
norsam_alwi@hotmail.com
Teléfono +060388703414

México

Dr. Víctor Manuel Medina Urrutia. CUCBA-Universidad de Guadalajara
(muv20099@cucba.udg.mx) (vmmedinau@gmail.com)
Teléfonos (oficina y móvil) +52-3337771150 ext.33128/3316054252

Nueva Caledonia

Dr. Zacharie Lemerre Desprez
Institut Agronomique néo-Calédonien – IAC. Station de Recherche Agronomique de
Pocquereux
lernerre@iac.nc
Teléfonos (oficina y móvil) (687) 43 73 15/(687) 78 86 96

Omán

Dr. Herbert Dietz
Royal Gardens & Farms, Royal Court Affairs,
thdietz@rca.gov.om
Teléfono 00968 99321655

Dr. Ali Obaid Al-Adawi
Department of Agriculture Research in North Al-Batinah
aliadawi74@gmail.com
Teléfonos (oficina y móvil) +968 26763373 +968 99455125

Pakistán

Dr. Aman Ullah Malik
University of Agriculture, Faisalabad
malikaman1@gmail.com
Teléfonos (oficina y móvil) +92-41-9201086; +923336516883

Panamá

Mr. Melvin Jaén
Instituto de Investigación Agropecuaria
mjaen_31@yahoo.es
Teléfono (507)9933253

Perú

Ing. Gustavo Adolfo Guerrero Pareto
Grupo Arato
gguerrero@aratoperu.com.pe
Teléfonos (oficina y móvil) (051) 615-3803/949074734

Ing. Angel Gamarra
Promango
angeldiga@promango.org

Portugal

Ing. Antonio Marreiros
Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve
marreiro@drapalg.min-agricultura.pt

Ing. Joao Costa
Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve
jocosta@drapalg.min-agricultura.pt

Ing. João Forjaz Sampaio
Private. Azores
forjzsampaio@azores.com.pt
Teléfonos (oficina y móvil) 00 351 296 382 947 – 00 351 919 386 168 (móvil).

Ing. E.R. Rui Nunes
Direcção Regional de Agricultura e Desenvolvimento Rural- R.A. Madeira.
ruinunes.sra@gov-madeira.pt,

Puerto Rico

Dr. Yair Aron
Martex Farms
yairaron@martexfarms.com
Teléfonos (oficina y móvil) 1-787-845-4909/1-787-385-8901

República Dominicana

Ing. Mr. Carlos José Jiménez
Ministerio de Agricultura
carlosjimenez21033@hotmail.com
Teléfonos (oficina y móvil) (1) 809-547-3888 ext 080/809-714-3832

Senegal

JeanYves Rey
CIRAD
jean-yves.rey@cirad.fr
Teléfono +221 77 642 56 43

South Africa Sudáfrica

Andries Bester
South African Mango-Growers' Association
andries@subtrop.co.za
Teléfonos (oficina y móvil) +27 (15) 307 3676/7 / +27 (82) 426 5502

Dr. Steve Oosthuysen
Hort Reearch SA
hortres@pixie.co.za

Sri Lanka

Dr. H.M.S. Heenkenda
Ministry of Agriculture
subhahkn@yahoo.com
Teléfonos (oficina y móvil) 0094112868926/0094714455690

Sudán

Dr. Afaf A. Elgozouli
Administration of Horticulture Production
bitelgozouli@gmail.com
Teléfonos (oficina y móvil) +249-183- 774688/+249912178481

Taiwán

Dr. Zen-Hong Shü
MEIHO UNIVERSITY
mhzhshu@gmail.com
Teléfonos (oficina y móvil) +886 87799821#8638, 8642/ 886 939215550

Tailandia

Dr. Thaveesak Sangudom
Horticultural Research Institute, Department of Agriculture
tsangudom@hotmail.com
Teléfonos (oficina y móvil) 66(0)2 5790583/66(0)81 1740487

Mr. Prem Na Songkhla
Kehakaset Magazine
prem.kehakaset.@gmail.com
Teléfono 0668558930

USA

Dr. Noris Ledesma. Fairchild Tropical Botanic Garden. Florida
(nledesma@fairchildgarden.org)
Teléfono 305-8155027

Dr. David Karp, University of California, Riverside
(dkarp@ucr.edu)
Teléfono (310) 472-4990

Dr. Robert Paull
University of Hawaii at Manoa
paull@hawaii.edu
Teléfono (808) 956 7369

Mr. Frank Sekiya
Frankie's Nursery, LLC. Hawaii
frankiesnursery@hawaii.rr.com
Teléfono : (808) 259-8737

Venezuela

Jesús E. Aular Urrieta
Universidad Centrocidental Lisandro Alvarado (UCLA)
jesusaular@ucla.edu.ve
Teléfono +2512592565

Vietnam

Dr. Tran Van Hau.
College of Agriculture and Applied Biology, Can Tho University
tvhau@ctu.edu.vn
Telephone: Mobile: 84918 240259