

Efecto del portainjerto y del injerto intermedio sobre la calidad de fruta en mango (*Mangifera indica* L.)

Effect of rootstock and interstock on the fruit quality of mango (*Mangifera indica* L.)

Fánor Casierra-Posada^{1,3} y José A. Guzmán²

RESUMEN

En el cultivo de mango se evaluó el efecto de 'Arauca' (genotipo débil) e 'Hilacha' (genotipo vigoroso) –utilizados alternadamente como portainjerto o injerto intermedio– sobre la calidad de fructificación de las variedades Irwin, Tommy Atkins y Davis-Haden, en un huerto de 21 años en el departamento del Tolima (Colombia). Los parámetros evaluados de calidad de fruta fueron: diámetro y longitud del fruto, firmeza, pH, peso fresco, sólidos solubles totales (SST), acidez total titulable (ATT) y relación SST/ATT. Mientras que las variedades mostraron diferencias estadísticas en todos los parámetros de calidad de fruta que fueron evaluados, los portainjertos no produjeron diferencia alguna sobre estos parámetros. Las variables diámetro del fruto, firmeza, pH y acidez titulable fueron influenciadas por el interinjerto, mientras que el peso fresco, la longitud del fruto, los sólidos solubles totales y la relación SST/ATT permanecieron inalterados. Hubo diferencias significativas entre las combinaciones evaluadas (variedad/interinjerto/portainjerto) para todos los parámetros evaluados, con excepción de la firmeza. Por ejemplo, las combinaciones Tommy Atkins/Hilacha/Arauca y Tommy Atkins/Arauca/Hilacha presentaron valores cercanos de peso de fruto. Otro tanto sucedió al comparar las combinaciones Tommy Atkins/Hilacha y Tommy Atkins/Hilacha/Arauca, para este mismo parámetro. Esto sugiere que el uso de 'Arauca' como portainjerto o como interinjerto, le confiere mayor peso del fruto a la variedad 'Tommy Atkins', a pesar de que 'Arauca' es un portainjerto menos vigoroso que 'Hilacha'.

Palabras clave: firmeza, sólidos solubles totales, Arauca, Hilacha.

ABSTRACT

In a 21 year old orchard in Tolima (Colombia), the present study evaluated the effect of 'Arauca' (dwarfing) and 'Hilacha' (vigorous) mango genotypes –interchangeably used as rootstock and interstock– on the behaviour of varieties Irwin, Tommy Atkins and Davis-Haden as scions. The evaluated fruit quality parameters were: diameter, length, firmness, pH, fresh weight, total soluble solids (TSS), total titratable acidity (TTA) and TSS/TTA ratio. While the scions showed significant differences for all the quality parameters, no rootstock effects were detected for any of them. Fruit firmness, pH, diameter and titratable acidity were influenced by interstock, while fresh weight, fruit length, TSS and TSS/ATT ratio remained unaffected. Statistical differences were observed between all the evaluated scion/interstock/rootstock combinations for all quality parameters except for fruit firmness. For example, similar fruit weight values were found in comparing combination Tommy Atkins/Hilacha/Arauca to Tommy Atkins/Arauca/Hilacha, and in comparing Tommy Atkins/Hilacha to Tommy Atkins/Hilacha/Arauca. This suggests that the use of 'Arauca' as rootstock or interstock for 'Tommy Atkins' as scion increases fruit weight, in spite of the fact that 'Arauca' is less vigorous than 'Hilacha'.

Key words: firmness, total soluble solids, Arauca, Hilacha.

Introducción

En 2008, se contaba en el país con 17.764 ha sembradas en mango. Esta área arrojó una producción de 180.488 t, con un rendimiento de 10,2 t ha⁻¹. La tasa de crecimiento anual en el periodo 1992-2008 en cuanto a la producción fue de 5,0%, y al área cosechada fue de 6,2% (Agronet, 2009).

La investigación en diferentes materiales genéticos empleados como portainjertos reviste gran importancia debido a

la influencia comprobada sobre el vigor, la productividad y las características de la fruta (Schmutz y Lüdders, 1999; Luvaha *et al.*, 2007). La reducción del tamaño de la copa en mango es de gran relevancia, puesto que copas altas originan baja población de árboles por unidad de superficie; en pocos años, las copas de los árboles se juntan, provocando sombreado excesivo y deficiente aireación, lo cual incrementa los problemas fitosanitarios, además de

Fecha de recepción: 15 de enero de 2009. Aceptado para publicación: 6 de noviembre de 2009

¹ Grupo de Investigación Ecofisiología Vegetal, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), Tunja (Colombia).

² Centro de Investigación Nataima, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ibagué (Colombia).

³ Autor de correspondencia. fanor.casierra@uptc.edu.co

que se dificulta el manejo de la plantación y la cosecha. La anterior situación incrementa los costos de producción, y a ello se suma la disminución del rendimiento (Vázquez-Valdivia *et al.*, 2005). Se ha abierto otra alternativa en el uso de portainjertos e injertos intermedios, con la utilización de otras especies del género *Mangifera*. Es el caso de la utilización de *M. griffithii* y *M. lalijiwa* con *M. casturi* como injerto interinjerto; en ambos casos se obtuvieron árboles compactos, con buen vigor y sin problemas ambientales aparentes (Campbell, 2007).

Se ha reportado un fuerte efecto de los portainjertos 'Gomera-1' y 'Gomera-3' sobre el cultivar Osteen. Es así como 'Gomera-3' induce un mayor flujo de nutrientes hacia el cultivar que 'Gomera-1'. Adicionalmente, mientras que la producción de fruta fue mayor con el uso del portainjerto 'Gomera-1', los frutos producidos por el cultivar sobre 'Gomera-3' fueron de mayor peso y tuvieron mayor diámetro (Durán-Zuazo *et al.*, 2005). Reddy *et al.* (2003) evaluaron el comportamiento del cultivar Alphonso, injertado sobre ocho portainjertos, en un estudio realizado a lo largo de 21 años. La producción acumulada por planta fue mayor en los portainjertos 'Muvandan' y 'Olour'.

La prueba de diferentes combinaciones de cultivares de mango, en cuanto a la altura y al diámetro de la copa, dio como resultado que la altura y el volumen de la planta estaban ligados al porte de la variedad; por tanto, los materiales Oliveira Neto, Extrema y Bourbon mostraron una altura y un diámetro mayores que 'Carlota', 'Imperial' y 'Pahiri' (Simão *et al.*, 1994). Adicionalmente se probaron los materiales Bocado, Hilacha, Manga Criolla y Rosado, en cuanto a su germinación, poliembrionía, crecimiento y grosor en injertación, para ser utilizados como portainjerto, de los cuales 'Hilacha' mostró las mejores condiciones (Mérida *et al.*, 1996).

En cuanto a la caracterización de frutos de mango criollo en Venezuela, se pueden destacar los trabajos realizados por Bellorín *et al.* (2001), Manzano y Cañizares (1999) y Aular y Rodríguez (2005). También se han desarrollado estudios similares en mangos de la raza hindú, como el cultivar Haden (Lakshminarayana, 1975; Fuchs *et al.*, 1980), Tommy Atkins (Medlicott *et al.*, 1990; Oosthuysen, 2000) y Dashehari (Kalra y Tandon, 1983).

Ha sido frecuente la utilización de técnicas para limitar el crecimiento de los árboles de mango, las cuales se basan en el uso de sustancias reductoras del crecimiento (Kulkarni, 1988; Salazar y Vázquez, 1997), la poda de la copa (Medina y Núñez, 1997) así como en la utilización de portainjertos o

interinjertos de porte bajo (Mosqueda *et al.*, 1996). De estas técnicas, los patrones o interinjertos de porte bajo son los que permiten solucionar este problema de manera definitiva, aunque presentan la desventaja de que los resultados se obtienen a largo plazo (Kulkarni, 1991). Vázquez-Valdivia *et al.* (2005) evaluaron el efecto de 'Esmeralda', genotipo de porte bajo, como interinjerto, en el comportamiento del mango cultivar Ataulfo, y encontraron que la altura del árbol, el diámetro de copa, el perímetro del tronco, el área transversal del tronco y el volumen de la copa fueron menores en árboles con interinjerto que en el testigo. También se evaluó el efecto de la variedad Mallika como interinjerto sobre 'Fiapo' como portainjerto, con copas de 'Tommy Atkins', 'Van Dyke' y 'Rosa'. Los resultados no mostraron diferencia en la reducción del tamaño del árbol (Velosa *et al.*, 2004).

Es por tanto evidente que la reducción de la altura de las plantas de mango es un objetivo prioritario con miras a un mejor manejo del cultivo. Es así como el uso de portainjertos enanizantes o del injerto intermedio serían prácticas viables para disminuir la altura de las plantas; sin embargo, se debe tener en cuenta que diferentes materiales genéticos creciendo como una unidad, generan una interacción que afectaría el crecimiento de cada uno y, eventualmente, el comportamiento productivo y la calidad de la fruta del material utilizado como púa. Si bien hay una fuente de experimentación por indagar en cuanto al efecto de los portainjertos sobre aspectos vegetativos, como el vigor de las combinaciones, no ocurre lo mismo en relación con la influencia del portainjerto o injerto intermediario sobre el rendimiento y la calidad de la fruta. Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dos genotipos criollos de mango, 'Hilacha' y 'Arauca', comúnmente utilizados como portainjertos e injertos intermedios, sobre los parámetros que determinan la calidad de fruta de los cultivares comerciales Irwin, Tommy Atkins y Davis-Haden.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el Centro de Investigación Nataima de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), localizado a 7 km en la vía Espinal – Ibagué (Tolima)/Colombia. La localidad se encuentra ubicada a 40°09' N, 74°53' W y 323 msnm. Temperatura media 28°C, 69,4% de humedad relativa, 1.344,2 mm de precipitación anual y de luminosidad 6,1 h d⁻¹, en promedio mensual. La zona presenta un régimen de lluvias bimodal muy marcado. Las prácticas culturales fueron las normalmente empleadas en la zona.

Se utilizaron árboles de mango de 21 años de edad. En el momento de la instalación del ensayo (1987), los portainjertos poliembriónicos 'Arauca' (débil) e 'Hilacha' (vigoroso), se obtuvieron a partir de semilla, y cuando las plantas tuvieron el grosor adecuado, se procedió a la injertación con los mismos materiales (Arauca/Hilacha o Hilacha/Arauca), en el caso de tratamientos con injerto intermedio (i-i). Algunas plantas se injertaron directamente con los cultivares monoembriónicos comerciales Irwin, Tommy Atkins o Davis-Haden sobre los dos materiales utilizados como portainjerto. Posteriormente, sobre las plantas que tenían injerto intermedio, se injertaron las variedades comerciales ya mencionadas, lo que dio lugar a combinaciones de una variedad comercial sobre los dos portainjertos. Los árboles injertados se plantaron a una distancia de 13 m². Los frutos fueron cosechados cuando el 25% de la piel presentaba una tonalidad amarilla.

Los parámetros de calidad medidos en los frutos fueron: peso del fruto (Balanza ADAM PGL 2002, National Instruments Corporation, Austin, TX), firmeza (Penetrómetro PCE-PTR 200, Companies House England, Cardiff, UK), sólidos solubles totales, SST (Refractómetro manual PAL-1, Atago, Bellevue, WA), pH del jugo (Schott pH-meter 860, SI Analytics GmbH, Mainz, Alemania), acidez total titulable (ATT, expresada como porcentaje de ácido cítrico), relación SST/ATT; adicionalmente se registró el diámetro ecuatorial y la longitud del fruto. Todos los parámetros de calidad se midieron al momento de la recolección.

El ensayo tuvo un diseño trifactorial (2 x 3 x 3), completamente al azar, con un primer factor constituido por dos portainjertos ('Arauca' e 'Hilacha'); el segundo factor, formado por la presencia o no del injerto intermedio (sin injerto intermedio, con 'Arauca' como injerto intermedio y con 'Hilacha' como injerto intermedio); el último factor fue el cultivar (Irwin, Tommy Atkins y Davis-Haden). A pesar de que la combinación de factores daría 18 tratamientos, el ensayo estuvo compuesto solo por 12 de ellos, puesto que no se contemplaron aquellos tratamientos en donde la combinación del portainjerto y el injerto intermedio correspondiera al mismo material (Variedad/Hilacha/Hilacha o Variedad/Arauca/Arauca). Cada tratamiento se replicó cuatro veces, cada replicación estuvo compuesta por dos árboles, y se tuvo en cuenta un árbol como unidad experimental. Adicionalmente, de cada árbol se tomaron 10 frutos, para un total de 80 frutos por tratamiento.

Con la información colectada se hizo un análisis clásico de varianza mediante una tabla Anova, y se realizó la prueba de separación de promedios de Tukey ($P \leq 0,05$).

Los datos se analizaron con la ayuda de la aplicación SPSS® versión 11.5.1. (Statistical Product and Service Solutions, Chicago, IL).

Resultados y discusión

La variedad indujo diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,01$) sobre las variables peso, diámetro y longitud del fruto, así como sobre su firmeza, su contenido de SST, su ATT y el índice de madurez. Sobre el pH del jugo también hubo diferencias, pero a un nivel inferior ($P \leq 0,05$). Los frutos de 'Tommy Atkins' fueron más pesados, seguidos por los de 'Irwin' y por último 'Davis-Haden'. La misma tendencia se presentó para el diámetro. En lo relativo a las variables SST, pH y ATT, los mayores valores se presentaron para 'Irwin', seguido de 'Tommy Atkins' y 'Davis-Haden'. En cuanto a la longitud y al índice de madurez, se vio favorecida la variedad Davis-Haden, seguida de Tommy Atkins, y por último 'Irwin'. La firmeza presentó el valor más elevado en mangos 'Irwin', luego para 'Davis-Haden' y 'Tommy Atkins', en el último lugar.

Las diferencias encontradas en cuanto al efecto de la variedad sobre las características fisicoquímicas en los frutos de los tres materiales evaluados se debieron a que cada material presenta particularidades genéticas que van a determinar diferencias en cuanto a las propiedades del fruto (Siqueira *et al.*, 1988; Cartagena y Vega, 2001). Esta es la razón por la cual, las características de los frutos, como peso, diámetro y longitud, se encuentran entre los descriptores para discriminar los diferentes tipos de materiales (IPGRI, 2006). Las tres variedades evaluadas son de amplia distribución en el mundo y se encuentran en diferentes bancos *in vivo* de germoplasma, cuya función es la de mantener los diferentes materiales genéticos, así como hacer investigaciones con ellos. Adicionalmente, la diversidad genética que existe en mango es bastante abundante a causa de los diferentes centros de origen, taxonomía y dispersión (Pinto y Ferreira, 1999; Rajan *et al.*, 2001), lo que determina marcadas diferencias encontradas no sólo en las propiedades fisicoquímicas de los frutos de diferentes cultivares, sino también en los resultados de análisis electroforéticos de proteínas (Zaied *et al.*, 2007).

Al realizar pruebas de calidad de frutos de cuatro variedades de mango para procesamiento, al igual que en el presente trabajo, se encontraron marcadas diferencias entre los cultivares Lippens, Tommy Atkins, Keitt y Osteen, en cuanto a su porcentaje de pulpa procesable, la tasa respiratoria y firmeza de la pulpa (Hernández *et al.*, 2005); igualmente, las variedades criollas Bocado, Bocado Jobo e Hilacha

presentan marcadas diferencias en lo relacionado con el peso seco total, porcentaje de cáscara y pulpa, SST, ATT y relación SST/acidez (Aular y Rodríguez, 2005). Por otro lado, la variedad Keitt mostró diferencias estadísticamente significativas con las variedades Tommy Atkins, Irwin y Haden en cuanto al periodo de desarrollo del fruto. Adicionalmente, 'Keitt' presentó mayor volumen de fruta cosechada por árbol que 'Haden' (Mora *et al.*, 1996). De igual manera, la variedad Van Dyke mostró diferencias en cuanto a la firmeza de los frutos al momento de la cosecha (Galvis *et al.*, 2005) en comparación con cultivares reportados en otros ensayos (Hernández *et al.*, 2005).

En el presente trabajo no se encontró ningún efecto estadísticamente significativo del portainjerto, sin considerar el injerto intermedio, sobre los parámetros de calidad del fruto evaluados en las variedades probadas, lo cual corrobora los hallazgos de Ramos *et al.* (2004), quienes tampoco encontraron diferencia significativa en cuanto a la calidad de fruta y en especial en cuanto al índice de madurez de las combinaciones 'Haden' y 'Winter'/'Santa Alexandrina'. Por el contrario, hallaron diferencia cuando las copas eran 'Tommy Atkins' y 'Van Dyke', sobre el mismo portainjerto, cuyos valores fueron más elevados que los encontrados por Pinto *et al.* (1993) para 'Tommy Atkins' y 'Winter' injertados sobre 'Espada'. 'Winter' presentó mejor calidad de fruta con 'Mallika' como portainjerto, en comparación con 'Haden', 'Tommy Atkins' y 'Van Dyke'. Sin embargo, la combinación Winter/Extrema mostró mucha mejor calidad que la combinación Winter/Mallika, calidad que fue equivalente a la de la combinación Van Dyke/Extrema, pero fue diferente a la calidad obtenida con las combinaciones de 'Haden' y 'Tommy Atkins' sobre 'Extrema' (Ramos *et al.*, 2004). Por tanto, si bien es cierto que según la literatura el portainjerto puede tener una marcada influencia sobre los parámetros de calidad de la fruta de mango, esto no sucede en todas las combinaciones injerto/portainjerto, como se pudo corroborar a través de los resultados del presente ensayo. No obstante, Valentini *et al.* (2006) mencionan que en duraznero, el portainjerto no es el único factor que afecta la calidad de los frutos producidos, pues estos se ven afectados también por la interacción variedad x portainjerto, las condiciones climáticas y su interacción con la combinación variedad/portainjerto. También mencionan estos autores que ninguno de los portainjertos utilizados manifestó un comportamiento homogéneo al considerar el conjunto de las variables cualitativas medidas.

No se presentó diferencia significativa para la presencia del injerto intermedio sobre el peso y la longitud del fruto, ni

sobre el contenido de SST o el índice de madurez. Por el contrario, el injerto intermedio tuvo un efecto estadísticamente significativo ($P \leq 0,05$) sobre las variables diámetro, firmeza, pH del jugo y ATT. El diámetro del fruto se incrementó 1,5% cuando el injerto intermedio (i-i) se hizo con 'Arauca', pero se redujo 3,4% cuando se utilizó 'Hilacha' para i-i, en comparación con las plantas en las que no se practicó el i-i. La presencia del i-i, independientemente del material vegetal utilizado para su ejecución, indujo una reducción de la firmeza de los frutos, en relación con las plantas sin i-i. Cuando se utilizó 'Arauca' para la ejecución del i-i, la reducción de la firmeza del fruto alcanzó 9,1%, pero el uso de 'Hilacha' para el i-i causó una disminución de 25,7%, en comparación con las plantas sin i-i. El valor del pH del jugo se incrementó con la implementación del i-i. El uso de 'Arauca' para el i-i incrementó el valor del pH 2,9%, mientras que con la utilización de 'Hilacha' el valor presentó un incremento de 3,1%, en comparación con plantas en las que no se practicó el i-i. La ATT, al igual que el valor del pH, se incrementó con la práctica del i-i. Cuando se utilizó 'Arauca' como material para el i-i, la acidez se incrementó 6,1%, y el uso de 'Hilacha' para el i-i, aumentó la acidez en 7,9% en relación con aquellas plantas en la que no se había practicado el i-i.

Las variaciones en los parámetros de calidad encontradas en el presente trabajo pudieron ser la consecuencia de la diferencia de vigor de las dos variedades empleadas como injerto intermedio, puesto que 'Arauca' es un material de crecimiento menos vigoroso que el que presenta 'Hilacha'. Cabría también la posibilidad de que, en este caso, el injerto intermedio hubiera afectado en alguna medida el flujo de nutrientes o agua a través del floema; sin embargo, Vázquez-Valdivia *et al.* (2005) reportan que el interinjerto no afectó el contenido nutrimental del follaje en mangos 'Ataulfo' con 'Esmeralda' como injerto intermedio, al igual que Sandoval (1987), quien evaluó los materiales 'Irwin', 'Thomas', 'Diplomático' y 'Esmeralda' usados como portainjertos e interinjertos sobre la nutrición de mango 'Manila', señalando que ningún genotipo usado como patrón o interinjerto afectó la composición nutrimental de las hojas. Por tanto, sólo resta la posibilidad de que la diferencia en el vigor de los materiales utilizados en el presente ensayo haya sido la responsable de las diferencias en la calidad de la fruta.

La interacción de los tres factores evaluados variedad x injerto intermedio x portainjerto indujo diferencias altamente significativas ($P \leq 0,01$) para todas las variables dependientes evaluadas, con excepción de la firmeza de la pulpa (Tab. 1).

Llama la atención que la combinación de los tres factores afectó significativamente el peso del fruto entre las combinaciones Tommy Atkins/Hilacha/Arauca y Tommy Atkins/Arauca/Hilacha, mientras que no se presentó diferencia significativa entre Tommy Atkins/Arauca/Hilacha y Tommy Atkins/Arauca ni entre Tommy Atkins/Hilacha y Tommy Atkins/Hilacha/Arauca (Fig. 1). Esto sugiere que, en el caso de la copa de ‘Tommy Atkins’, ‘Arauca’ le confiere mayor peso del fruto cuando se utiliza como portainjerto o como interinjerto, a pesar de que ‘Arauca’ tiene aparentemente

menor vigor que ‘Hilacha’, manifestado en un porte más bajo de los árboles, cuando crecen sin injertar.

En cuanto al contenido de SST y la ATT en el jugo del fruto, los resultados sugieren que las diferencias se pueden atribuir más al efecto de la variedad en sí, que a el material utilizado como portainjerto o injerto intermedio, puesto que se observa una tendencia similar en el promedio de esta variable, agrupado para cada variedad, sin diferencias significativas entre las combinaciones con interinjerto y

TABLA 1. Características fisicoquímicas de frutos de tres cultivares de mango injertadas sobre dos portainjertos, con y sin injerto intermedio.

Cultivar/injerto intermedio/portainjerto	Características fisicoquímicas del fruto			
	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Firmeza (kg cm ⁻²)	pH
Irwin/Arauca	8,43 ab	12,27 d	2,07 a	3,59 a
Irwin/Hilacha	7,98 a	11,12 c	2,22 a	3,80 ab
Irwin/Hilacha/Arauca	8,65 ab	12,55 d	1,68 a	3,79 ab
Irwin/Arauca/Hilacha	8,52 ab	12,69 d	2,03 a	3,81 ab
Tommy Atkins/Arauca	9,48 cd	10,91 bc	3,13 a	3,82 ab
Tommy Atkins/Hilacha	8,8 bcd	10,40 bc	2,66 a	3,78 ab
Tommy Atkins/Hilacha/Arauca	8,70 abd	9,43 a	3,13 a	3,73 ab
Tommy Atkins/Arauca/Hilacha	9,48 cd	10,66 bc	3,20 a	3,84 ab
Davis-Haden/Arauca	8,30 ab	10,20 abc	2,78 a	3,74 ab
Davis-Haden/Hilacha	8,26 ab	10,12 ab	2,69 a	3,84 ab
Davis-Haden/Hilacha/Arauca	8,13 a	10,11 ab	1,84 a	4,01 b
Davis-Haden/Arauca/Hilacha	8,12 a	10,20 abc	1,88 a	3,97 b
cv	9,94	11,11	69,03	8,65

Promedios con letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$).

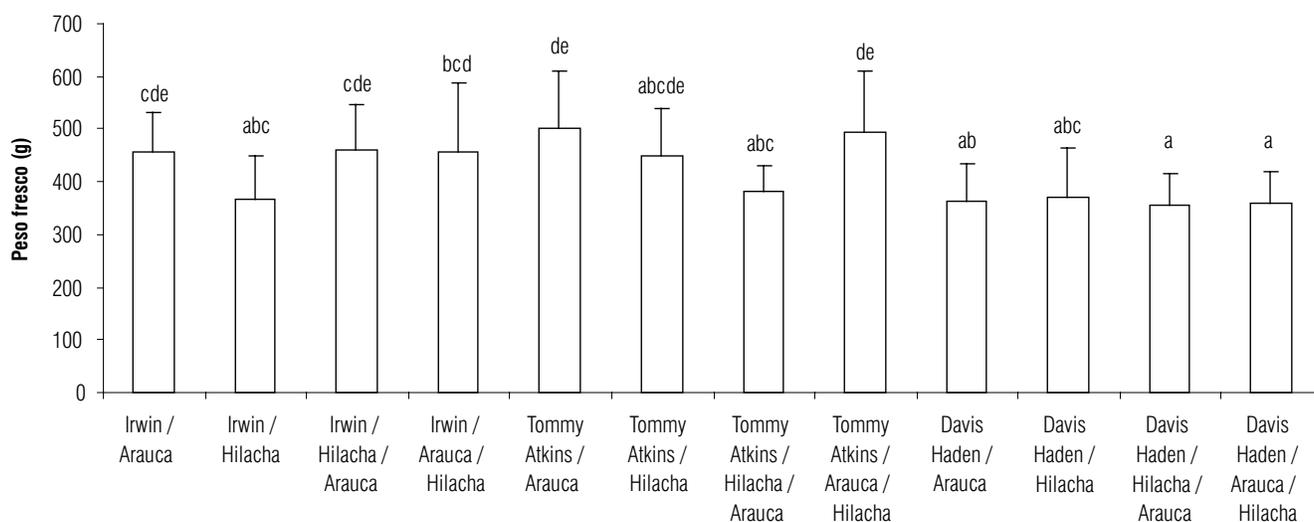


FIGURA 1. Peso fresco en frutos de tres cultivares de mango injertados sobre dos portainjertos, con y sin injerto intermedio. Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

portainjerto (Figs. 2 y 3). Esta tendencia es más evidente en el contenido de SST que en la ATT.

En lo relacionado con la relación SST/acidez, a pesar de que las diferencias fueron muy sutiles, se observó que el injerto intermedio indujo reducción en el valor de esta variable, en las variedades Tommy Atkins y Davis-Haden, en relación con las combinaciones en que no se realizó interinjerto (Fig. 4), con excepción de la combinación Tommy Atkins/Arauca/Hilacha.

El hecho de juntar dos o tres materiales genéticos para que se desarrollen como una unidad tiene implicaciones

en cuanto a la calidad de los frutos, en virtud de que son destinos fuertes para los fotoasimilados producidos por la copa y los nutrientes captados por la raíz. Adicionalmente, para entender el resultado de las diferencias entre las combinaciones en cuanto a la calidad de fruta, se debe tener en cuenta que el portainjerto será el responsable de la toma de agua, mientras que la toma de nutrientes dependerá de la habilidad de las raíces para realizar el intercambio iónico con los componentes del suelo. Esto debido a que los materiales genéticos difieren ampliamente en su anatomía y en su capacidad para tomar el agua, en la cual estarían disueltos los nutrimentos que tienen la posibilidad de tomarse por flujo en masa. Por otro lado, los materiales

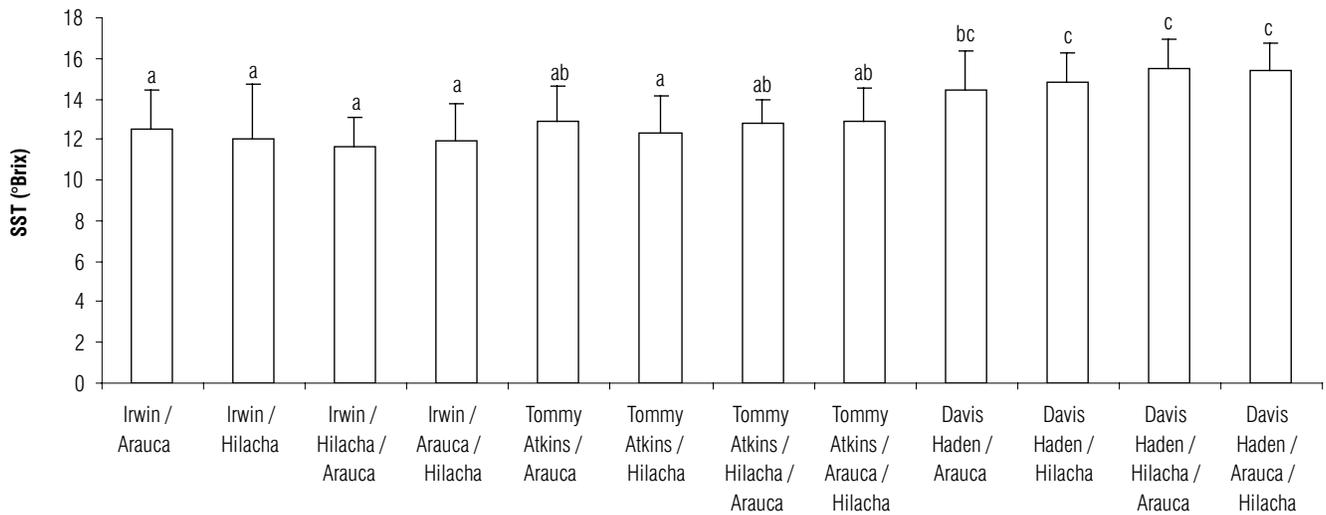


FIGURA 2. Contenido de sólidos solubles totales (SST) en frutos de tres cultivares de mango injertados sobre dos portainjertos, con y sin injerto intermedio. Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

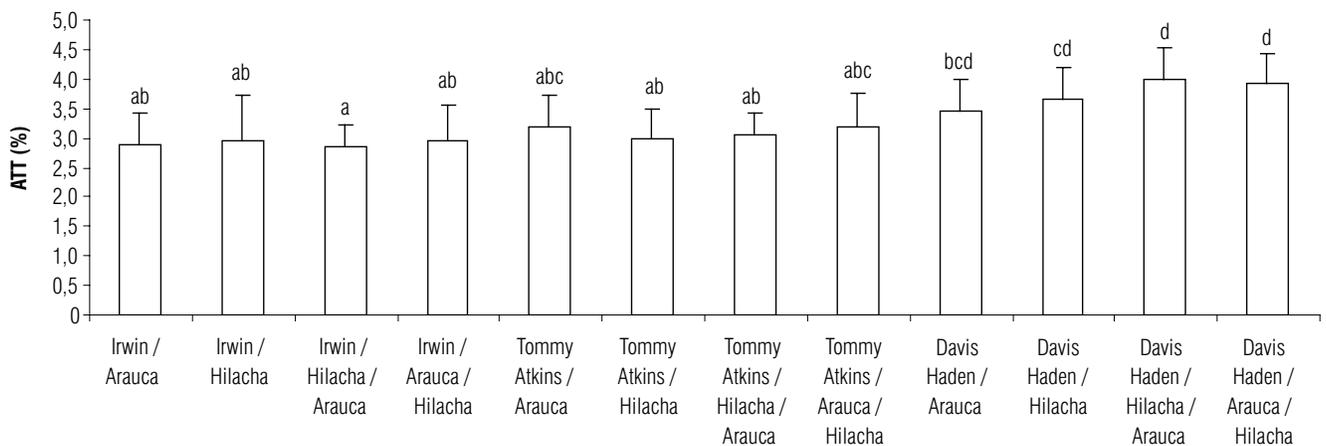


FIGURA 3. Acidez total titulable (ATT) expresada en porcentaje de ácido cítrico en frutos de tres cultivares de mango injertadas sobre dos portainjertos, con y sin injerto intermedio. Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

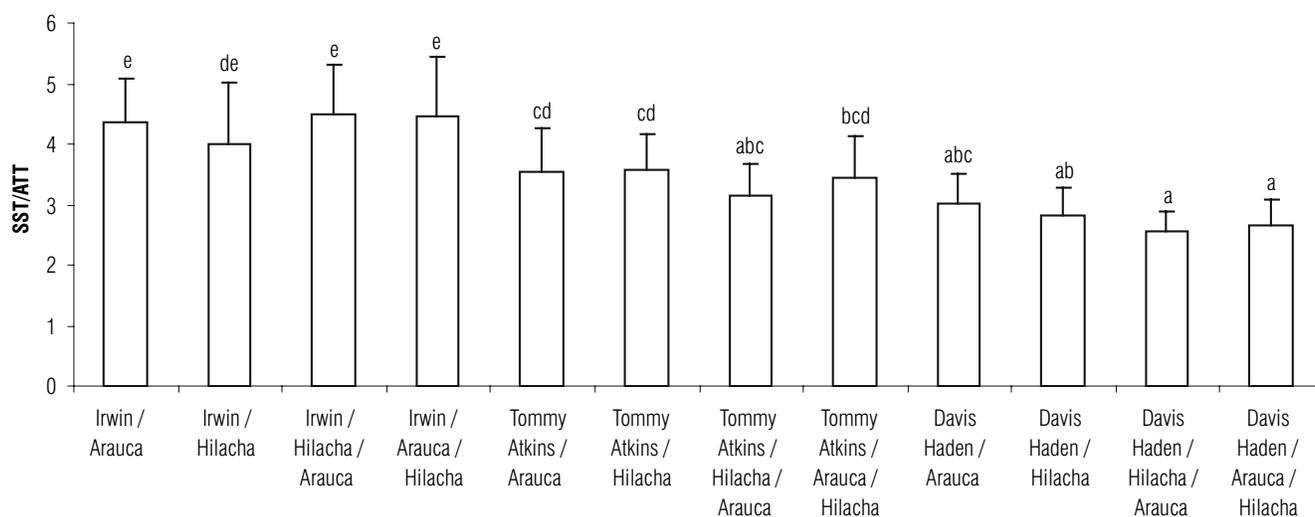


Figura 4. Relación sólidos solubles totales/acidez total titulable (SST/ATT) en frutos de tres cultivares de mango injertadas sobre dos portainjertos, con y sin injerto intermedio. Promedios con letras distintas indican diferencia significativa según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

utilizados como copa presentan diversas estrategias para sobrellevar el estrés causado por la oferta ambiental, lo que afectará considerablemente la efectividad de la fotosíntesis y la tasa de respiración. Adicionalmente, tanto los ápices de las ramas como los de las raíces producen sustancias reguladoras del crecimiento que tienen la posibilidad de actuar en un sitio distante a aquel en que fueron sintetizados; es así entonces como las características del material utilizado como portainjerto pueden afectar el crecimiento y desarrollo de la copa y viceversa.

A esta situación se suma el hecho de colocar un tercer material genético (interinjerto) a crecer en medio de la copa y el portainjerto. Si se asume que las solas modificaciones anatómicas producidas con la realización del injerto causan alteraciones en los flujos que migran de manera tanto acrópeta como basípeta (Hartmann y Kester, 1980), esta situación se vería potencializada con el hecho de tener un nuevo material como interinjerto, razón por la cual el injerto intermedio o interinjerto se ha utilizado ampliamente en diferentes especies vegetales, con miras a reducir el crecimiento de las variedades y así lograr plantaciones de un menor porte.

Agradecimientos

Este estudio se desarrolló con el apoyo financiero, técnico y logístico del Centro de Investigación Nataima de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y de la Dirección de Investigaciones (DIN) de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), en el marco del plan de trabajo del grupo de investigación Ecofisiología Vegetal, adscrito al programa

de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

Literatura citada

- Agronet. 2009. Área cosechada, producción y rendimiento de mango, 1992-2008. En: <http://www.agronet.gov.co>; consulta: noviembre de 2009.
- Aular, J. e Y. Rodríguez. 2005. Características físicas y químicas y pruebas de preferencia de tres tipos de mangos criollos venezolanos. *Bioagro* 17(3), 171-176.
- Bellorín, L., R. Camacho y O. Quijada. 2001. Caracterización de cultivares criollos de mango (*Mangifera indica* L.) en la costa oriental del Lago de Maracaibo. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 45, 67-70.
- Campbell, R. 2007. The potential of new *Mangifera* species in Florida. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 120, 11-12.
- Cartagena, J.R. y D. Vega. 2001. Fruticultura colombiana El Mango. Manual de asistencia técnica 43. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Produmedios, Bogotá.
- Durán-Zuazo, V.H., J. Aguilar-Ruiz y A. Martínez-Raya. 2005. Fruit yield, plant growth and nutrient status in mango: effect of rootstocks. *Int. J. Fruit Sci.* 5(4), 3-22.
- Fuchs, Y., E. Pesis y G. Zauberermann. 1980. Changes in amylase activity, starch and sugar contents in mango fruit pulp. *Sientia Hort.* 13(2), 155-160.
- Galvis, J.A., H. Arjona, G. Fischer y R. Martínez. 2005. Using modified atmosphere packaging for storing 'Van Dyke' mango (*Mangifera indica* L.) fruit. *Agron. Colomb.* 23(2), 269-275.
- Hartmann, H.T. y D. Kester. 1980. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 2a ed. Compañía Editorial Continental, México DF. pp. 443-462.
- Hernández R., Y., M.G. Lobo y M. González. 2005. Aptitud al procesado mínimo de cuatro cultivares de mango (*Magnifera indica*, L.). pp. 445-448. En: Alonso de la Torre, S.R. (coord.). *Avances*

- de la Ciencia y Tecnología de los Alimentos en los inicios del siglo XXI. Universidad de Burgos, España.
- IPGRI. 2006. Descriptors for mango (*Mangifera indica* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Roma.
- Kalra, S. y D. Tandon. 1983. Ripening behaviour of "Dashehari" mango in relation to harvest period. *Scientia Hort.* 19(3), 263-269.
- Kulkarni, V.J. 1988. Chemical control of tree vigor and the promotion of flowering and fruiting in mango (*Mangifera indica*) using paclobutrazol. *J. Hort. Sci.* 63(3), 557-566.
- Kulkarni, V.J. 1991. Tree vigor control in mango. *Acta Hort.* 291, 229-234.
- Lakschminarayana, S. 1975. Relation of time of harvest on respiration chemical constituents and storage life of mangos. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 88, 477-481.
- Luvaha, E., G.W. Netondo y G. Ouma. 2007. Physiological responses of mango (*Mangifera indica*) rootstock seedlings to water stress. *J. Agric. Biol. Sci.* 2(4-5), 6-12.
- Manzano, J. y A. Cañizares. 1999. Efecto de tratamientos poscosecha sobre la calidad del mango criollo 'Hilacha'. I. Parámetros químicos. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha* 1(2), 156-164.
- Medina U., V.M. y R. Núñez E. 1997. Mechanical pruning to control tree size, flowering, and yield of mature 'Tommy Atkins' mango trees. *Acta Hort.* 455,305-314.
- Medlicott, P., J. Sigrist y O. Sy. 1990. Ripening of mangos following low temperature storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(3), 430-434.
- Mérida, M., G. Vargas y E. Sergent. 1996. Evaluación de algunas características biométricas de cuatro cultivares de mango (*Mangifera indica*) usados como portainjertos. *Bioagro* 8(2), 45-52.
- Mora, J., G. Arias y A. Araya. 1996. Evaluación de cuatro variedades de mango en dos densidades de siembra. p. 290. En: X Congreso Nacional. 8 al 12 de julio, 1996. San José, Costa Rica.
- Mosqueda V., R., C. Ávila R., E. García P., F. De Los Santos R. y A. Ireta O. 1996. 'Esmeralda' un clon para utilizarse como interinjerto y reducir el tamaño del árbol de mango cultivar Manila. Folleto Técnico 12. Inifap, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Oosthuysen, S. 2000. Effect of cool-storage delays after harvest of the extent of ripening during and fruit quality after cool-storage. *Acta Hort.* 509, 395-412.
- Pinto, A.C.Q., P.J.C. Genú, H. Vargas-Ramos y N.T.V. Junqueira. 1993. Programa de hibridação de magueiras na região de cerrados brasileiros. *Rev. Bras. Frutic.* 15(1), 141-146.
- Pinto, A.C.Q. y F.R. Ferreira. 1999. Recursos genéticos e melhoramento da mangueira no Brasil. En: Queiróz, M.A. de, C.O. Goedert y S.R.R. Ramos (eds.). Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o nordeste brasileiro. Embrapa Semi-Árido, Petrolina, Brasil.
- Rajan, S., R. Kumar y S.S. Negi. 2001. Variation in Canopy characteristics of mango (*Mangifera indica* L.) cultivars from diverse eco-geographical regions. *J. Appl. Hort.* 3(2), 95-97.
- Ramos, V.H., A.C.Q. Pinto, N.T.V. Junqueira, A.C. Gomes, S.M.R. Andrade y M.C.R. Cordeiro. 2004. Effect of mono and polyembryonic rootstocks on growth, yield and fruit quality of four mango cultivars in the central region of Brazil. *Acta Hort.* 645, 201-207.
- Reddy, Y.T.N., R.M. Kurian, P.R. Ramachander, G. Singh y R.R. Kohli. 2003. Long-term effects of rootstocks on growth and fruit yielding patterns of 'Alphonso' mango (*Mangifera indica* L.). *Scientia Hort.* 97(2), 95-108.
- Salazar G., S. y V. Vázquez V. 1997. Physiological persistence of paclobutrazol on the 'Tommy Atkins' mango (*Mangifera indica* L.) under rainfed conditions. *J. Hort. Sci.* 72(2), 339-345.
- Sandoval E., A. 1987. Efecto de portainjertos e interinjertos de porte bajo sobre algunas variables de crecimiento y la nutrición vegetal en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Manila. Tesis de maestría. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.
- Schmutz, U. y P. Lüdders. 1999. Effect of NaCl salinity on growth, leaf gas exchange, and mineral composition of grafted mango rootstocks (var. '13-1' and 'Turpentine'). *Gartenbauwiss.* 64(2), 60-64.
- Simão, S., O. Nylander y B. Ottasi. 1994. Estudo de diversas variedades de copas sobre diferentes porta-enxertos da mangueira (*Mangifera indica* L.). *Sci. Agric.* 51(3), 509-512.
- Siqueira, D.L., N. Botrel, V.D. de Carvalho, V.H.V. Ramos y F.A. D.A Couto. 1988. Características físicas e químicas de frutos de vinte cultivares de mangueira (*Mangifera indica* L.) em Uberaba, MG. *Rev. Bras. Frutic.* 10(2), 49-54.
- Valentini, G.H., R.E. Murray y L.E. Arroyo. 2006. Evaluación de los efectos de distintos portainjertos sobre la calidad de los frutos de dos variedades de duraznero cultivadas en el nordeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Rev. Invest. Agr.* 35(2), 71-89.
- Vázquez-Valdivia, V., M.H. Pérez-Barraza, S. Salazar-García y E. Becerra-Bernal. 2005. Crecimiento, nutrición y rendimiento del mango 'Ataulfo' con interinjerto de porte bajo 'Esmeralda'. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 11(2), 209-213.
- Velosa da C., M.E., L.F.L. Vasconcelos y V.A.B. de Souza. 2004. Interstock effect on the vegetative growth of three mango cultivars at Teresina, Piauí state, Brazil. *Acta Hort.* 645, 223-226.
- Zaied, N.S., S.A.A. Khafagy y M.A. Saleh. 2007. Evaluation of some mango species by fruit characters and fingerprint. *Res. J. Agric. Biol. Sci.* 3(4), 316-320.