

Caracterización del fruto de 46 cultivares de mango (*Mangifera indica*) en Alajuela, Costa Rica

Fruit characterization of 46 mango cultivars (*Mangifera indica*) in Alajuela, Costa Rica

José Eladio Monge-Pérez¹, Michelle Loría-Coto²

Fecha de recepción: 12 de diciembre, 2023
Fecha de aprobación: 7 de abril, 2024

Monge-Pérez, J.E; Loría-Coto, M. Caracterización del fruto de 46 cultivares de mango (*Mangifera indica*) en Alajuela, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. Vol. 38, N° 1. Enero-Marzo, 2025. Pág. 3-18.

 <https://doi.org/10.18845/tm.v38i1.6949>

1 Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos, Universidad de Costa Rica, Costa Rica.

 jose.mongeperez@ucr.ac.cr

 <https://orcid.org/0000-0002-5384-507X>

2 Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica.

 michelle_loria@yahoo.com

 <https://orcid.org/0000-0003-0456-2230>

Palabras clave

Mangifera indica; Anacardiaceae; fruto; variedad; color; sabor.

Resumen

Se evaluaron algunas características del fruto de 46 cultivares de mango (*Mangifera indica*), en Alajuela, Costa Rica, tanto a nivel cualitativo (dos variables) como cuantitativo (ocho variables). Se hallaron diferencias estadísticamente significativas entre cultivares, para siete variables cuantitativas. Se obtuvo una amplia variabilidad en cuanto a las características del fruto: longitud (74,50-146,20 mm), ancho (59,98-116,28 mm), grosor (58,08-104,80 mm), relación longitud/ancho (0,81-2,02), relación longitud/grosor (0,90-2,01), relación ancho/grosor (0,97-1,21), volumen relativo (262,33-1287,05 cm³), y porcentaje de sólidos solubles totales (12,0-20,0 °Brix). La información generada es útil para los productores de mango, en el proceso de selección del cultivar apropiado para su nicho de mercado.

Keywords

Mangifera indica; Anacardiaceae; fruit; variety; color; flavor.

Abstract

Some fruit characteristics of 46 mango (*Mangifera indica*) cultivars in Alajuela, Costa Rica were evaluated, considering both qualitatively (two) and quantitatively (eight) variables. There were statistically significant differences between cultivars for seven quantitative variables. Data show a wide variability with respect to fruit characteristics: length (74.50-146.20 mm), width (59.98-116.28 mm), thickness (58.08-104.80 mm), length/width ratio (0.81-2.02), length/thickness ratio (0.90-2.01), width/thickness ratio (0.97-1.21), relative volume (262.33-1287.05 cm³), and percentage of total soluble solids (12.0-20.0 °Brix). This information is useful for mango growers to choose the best cultivar for their particular market purposes.

Introducción

El mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta tropical originaria del sudeste de la India y sus islas circunvecinas, y su cultivo inició hace 4000 años [1]. En el mundo se producen alrededor de 14 millones de toneladas de mango por año, distribuidas en 111 países productores de esta fruta. México y Brasil son los principales exportadores de mango a nivel mundial [2]. El mango se caracteriza por la producción de frutos con excelente calidad, constituyéndose como una de las especies de frutas de clima tropical más importantes [3].

En Costa Rica, la producción y exportación de mango se da principalmente en las regiones Chorotega y Pacífico Central. Entre las variedades más cultivadas se encuentran Keitt, Palmer, Tommy Atkins, Cavallini, Kent, Mora, Irwin y Haden (rojo), entre otras [2].

Para la comercialización internacional del mango, es muy importante el peso del fruto; el mercado de EEUU prefiere frutos entre 250 y 600 g [3] [1] [4] [5], mientras que el mercado europeo prefiere frutos de 250 a 750 g [3] [6]. Se considera que los frutos pequeños son aquellos con un peso inferior a 250 g; los medianos tienen un peso entre 250 y 350 g; los grandes pesan entre 350 y 500 g; y los muy grandes superan los 500 g [6].

En mango, el sabor, el rendimiento de pulpa, y la textura de la pulpa, son características muy importantes para la preferencia del consumidor de mango, mientras que para el productor también es importante que la variedad tenga buenas características de cultivo (rendimiento, tolerancia a plagas y enfermedades, entre otras) [6].

En mango, el porcentaje de sólidos solubles totales sirve como un indicador de la dulzura de los frutos [7], y esto está directamente relacionado con su sabor [1].

Entre las características que pueden servir de soporte para la evaluación de la calidad del fruto de mango están: apariencia externa, sabor, aroma, contenido de fibras de la pulpa, textura de la pulpa, valor nutricional, tamaño, peso, y forma [8].

El mango es una de las frutas tropicales que destaca por su particular sabor y aroma, y que tiene amplia aceptación, creciente demanda y razonables precios en los mercados internacionales; sin embargo, el acceso a estos mercados se dificulta porque las características de los frutos no satisfacen las normas de calidad establecidas y porque los rendimientos por unidad de área son bajos [9].

La calidad es un factor clave en la comercialización del mango, ya que los consumidores exigen cada vez estándares más altos, tanto en los parámetros físico-químicos relacionados con la madurez, así como en su apariencia externa [10].

El fruto de mango ideal debe poseer una alta relación pulpa/semilla, consistencia firme y uniforme, ausencia de fibra, adecuada relación azúcar/ácido, aroma agradable, y perdurabilidad del sabor y de la calidad. La popularidad del mango se debe a su excelente sabor, aroma y apariencia [11].

En el mercado de Europa, Canadá y EEUU, la preferencia es hacia los colores vivos o brillantes de la cáscara (amarillo y/o rojo), con una cobertura total de la superficie del fruto; sin embargo, la evolución del mercado y el incremento de los denominados “mercados étnicos”, conformados por personas de origen asiático o latino, ha abierto las perspectivas para otros cultivares, ya que estas personas prefieren los frutos que colorean de verde a amarillo cuando están maduros, pues les recuerdan sus variedades nativas [12]. Dos de los cultivares que más se comercializan en el mercado europeo son Kent y Keitt [13].

Los principales cultivares de mango que se producían anteriormente en países como México y Venezuela con fines de exportación eran Kent, Keitt, Tommy Atkins y Haden, pero en los últimos años se han introducido Ataulfo, Edward y Julie, todos ellos con características sobresalientes de sabor, aroma y tamaño, que los hacen más atractivos para los consumidores [14] [12]. En el caso de la variedad Ataulfo, se ha incrementado sustancialmente su volumen de exportación, debido principalmente a sus características sensoriales, mayor vida de anaquel, y preferencia de consumidores asiáticos y latinos residentes en Estados Unidos, que demandan cada vez más esta variedad [10].

El objetivo de este trabajo fue evaluar las características del fruto de 46 cultivares de mango, producidos en las condiciones de Alajuela, Costa Rica.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el mes de junio de 2018, en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno (EEAFBM) de la Universidad de Costa Rica, situada a 10°1' latitud Norte y 84°16' longitud Oeste, en el distrito Barrio San José del cantón Central de la provincia de Alajuela, a una altitud de 840 msnm, con un promedio de precipitación anual de 1940 mm distribuidos de mayo a noviembre, y un promedio anual de temperatura de 22 °C.

Se evaluaron los frutos de 46 cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) (cuadro 1), a partir de árboles ubicados en el banco de germoplasma de dicho frutal de la EEAFBM. Se seleccionaron cuatro frutos en madurez fisiológica por cada cultivar. El punto de cosecha de los frutos se determinó según el color de la cáscara, la forma del fruto, y la elevación del hombro del fruto en relación al pedúnculo [15].

Las variables del fruto evaluadas fueron:

Variables cuantitativas:

1. Longitud (mm): se obtuvo al medir la distancia máxima entre el ápice y la base del pedúnculo o los “hombros” del fruto.
2. Ancho (mm): se obtuvo al medir la distancia máxima entre los lados del fruto.
3. Grosor (mm): se obtuvo al medir la distancia máxima entre ambas caras del fruto.
4. Relación longitud/ancho: se obtuvo al dividir la longitud entre el ancho, para cada fruto.
5. Relación longitud/grosor: se obtuvo al dividir la longitud entre el grosor, para cada fruto.
6. Relación ancho/grosor: se obtuvo al dividir el ancho entre el grosor, para cada fruto.
7. Volumen relativo (cm³): se obtuvo al multiplicar la longitud por el ancho y por el grosor, para cada fruto.
8. Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix): se obtuvo a partir de 2-3 gotas del jugo del fruto, para cada cultivar. Para esta variable, solamente se evaluó un fruto por cultivar.

Variables cualitativas:

1. Color: se obtuvieron los valores de “Hue value” y “Chroma”, a partir de la comparación del color del fruto con las diferentes clasificaciones de color de la Tabla de Munsell.
2. Características organolépticas: se obtuvo a partir de una prueba de degustación de los frutos de cada cultivar, por parte de un panel de 15 personas.

Para la evaluación del porcentaje de sólidos solubles totales se utilizó un refractómetro manual marca Atago, modelo N-1a, con una escala de 0,0-32,0 ± 0,2 °Brix. Para la evaluación de las dimensiones de los frutos se utilizó un calibrador digital milimétrico marca Mitutoyo, modelo CD, con una capacidad de 150,00 ± 0,01 mm.

El diseño experimental fue un irrestricto al azar, donde los tratamientos fueron los 46 cultivares, y las repeticiones fueron cada uno de los cuatro frutos analizados por cultivar (excepto para la variable porcentaje de sólidos solubles totales). Para las variables cuantitativas, se realizó un análisis de varianza, y se utilizó la prueba de LSD Fisher ($p \leq 0,05$) para la comparación entre tratamientos.

Resultados y discusión

En el cuadro 1 se presentan los datos de longitud, ancho y grosor de los frutos, y las relaciones entre esas variables se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 1. Longitud, ancho, y grosor del fruto de los cultivares estudiados.

Cultivar	Longitud (mm)	Ancho (mm)	Grosor (mm)
Huevo de Toro	146,20 a	72,40 l-p	72,70 h-n
John Ensey	138,75 ab	98,40 b-d	92,25 bc
Pairi	128,75 a-c	81,63 i-m	80,78 e-i
Early Gold	127,40 a-d	88,20 e-j	81,27 d-i
Smith	126,40 a-d	92,35 c-i	92,10 bc
Glenn	122,45 b-e	104,85 bc	92,70 bc
Irwin	121,10 c-e	90,20 d-i	89,38 b-d
Zilate	120,63 c-e	90,78 d-i	87,35 c-f
Becky	119,98 c-e	89,45 d-i	82,33 c-h
Keitt	117,98 c-e	91,38 d-i	85,88 c-h
M-6906	116,95 c-e	79,50 j-n	76,75 h-k
Brooks	116,65 c-e	77,00 l-o	75,00 h-l
Edward	115,40 c-f	91,83 d-i	90,10 b-d
Marichal	114,77 c-f	97,77 b-e	97,03 ab
Nelson	113,70 d-f	107,15 ab	88,48 b-e
Aeromanis	112,85 d-g	71,65 n-p	60,83 no
Santaello	110,60 e-h	87,23 f-k	74,93 h-l
Lily	110,60 e-h	90,23 d-i	91,38 bc
M-13768	109,83 e-i	74,23 l-o	68,15 l-n
Kent	109,45 e-j	103,28 bc	90,00 b-d
Haden Rojo	109,03 e-k	93,37 c-i	91,57 bc
Manzano	108,55 e-k	94,28 c-h	83,65 c-h
Magashamin	107,13 e-k	85,45 h-l	85,25 c-h
Pope	104,20 e-l	90,45 d-i	86,53 c-g
Carrie	104,05 e-l	81,55 i-n	72,75 h-m
Tommy Atkins	102,58 f-l	95,70 c-f	89,93 b-d
Bombay Yellow	98,95 f-m	92,15 c-i	81,90 c-i
Julie	98,77 g-m	82,00 i-m	74,73 h-l
Sensation	98,35 h-m	83,75 i-l	78,60 g-j
Filipino	98,00 h-m	95,13 c-g	86,45 c-g
Sunset	97,13 h-m	76,68 l-o	75,25 h-l
Turrialba	96,63 i-m	75,70 l-o	69,48 k-n
Zill	96,40 i-m	88,00 e-j	78,20 g-j
Davis Haden	95,98 j-m	84,20 i-l	81,60 d-i
Lippens	95,13 k-n	78,03 k-o	80,78 e-i
Tyler Premier	93,65 k-n	116,28 a	104,80 a
Florigon	93,40 k-n	88,23 e-j	79,13 f-j
Fairchild	91,75 l-n	75,08 l-o	71,85 i-n
Singapur	89,23 l-o	70,15 op	60,73 no
Haden Amarillo	88,85 l-p	71,75 m-p	63,85 m-o
Kensington Pride	86,65 m-p	86,25 g-l	77,23 h-k
Mora	84,15 m-p	83,13 i-l	72,30 i-n
Van Dyke	83,43 m-p	74,80 l-o	71,48 j-n
Mulgoba	81,90 n-p	70,23 op	67,80 l-n
Jamaica	77,95 op	64,73 p	64,55 m-o
Saigon	74,50 p	59,98 p	58,08 o

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

Cuadro 2. Relaciones longitud/ancho, longitud/grosor, y ancho/grosor, del fruto de los cultivares estudiados.

Cultivar	Relación longitud/ancho	Relación longitud/grosor	Relación ancho/grosor
Huevo de Toro	2,02 a	2,01 a	1,00 d-g
Aeromanis	1,58 b	1,86 a	1,18 ab
Pairi	1,57 b	1,59 bc	1,01 d-g
Brooks	1,52 bc	1,56 b-d	1,03 d-g
M-13768	1,48 b-d	1,61 b	1,09 cd
M-6906	1,47 cd	1,52 b-e	1,04 d-g
Early Gold	1,44 c-e	1,57 b-d	1,08 cd
John Ensey	1,40 d-f	1,50 c-f	1,07 d-f
Smith	1,37 e-g	1,37 i-k	1,00 e-g
Irwin	1,35 e-h	1,36 i-k	1,01 d-g
Becky	1,34 f-h	1,46 e-i	1,09 cd
Zilate	1,33 f-h	1,38 g-k	1,04 d-g
Keitt	1,29 g-i	1,37 h-k	1,07 de
Santaello	1,29 g-j	1,48 d-g	1,16 a-c
Turrialba	1,28 g-j	1,39 g-k	1,09 cd
Carrie	1,28 g-k	1,43 e-j	1,13 a-d
Singapur	1,27 g-k	1,47 d-h	1,16 a-c
Sunset	1,27 h-k	1,29 k-m	1,02 d-g
Edward	1,26 h-k	1,28 k-n	1,02 d-g
Magashamin	1,26 h-k	1,26 l-o	1,00 d-g
Saigon	1,24 h-l	1,28 k-n	1,04 d-g
Haden Amarillo	1,24 h-l	1,39 f-k	1,13 a-d
Lippens	1,23 i-l	1,18 o-q	0,97 g
Lily	1,23 i-l	1,22 l-q	0,99 fg
Fairchild	1,23 i-l	1,28 k-n	1,05 d-f
Julie	1,21 i-m	1,32 j-l	1,10 cd
Jamaica	1,21 i-m	1,21 l-q	1,00 d-g
Marichal	1,18 j-n	1,18 n-q	1,01 d-g
Haden Rojo	1,17 j-o	1,19 m-q	1,02 d-g
Sensation	1,17 j-o	1,25 l-o	1,07 d-f
Glenn	1,17 j-p	1,32 j-l	1,13 a-d
Mulgoba	1,17 k-o	1,21 l-q	1,04 d-g
Pope	1,15 l-p	1,21 l-q	1,05 d-f
Manzano	1,15 l-p	1,30 k-m	1,13 a-d
Davis Haden	1,15 l-p	1,18 o-q	1,03 d-g
Van Dyke	1,12 m-q	1,17 o-q	1,05 d-f
Zill	1,09 n-r	1,23 l-p	1,13 a-d
Bombay Yellow	1,08 n-r	1,21 l-q	1,13 a-d
Tommy Atkins	1,07 o-r	1,14 pq	1,07 d-f
Nelson	1,07 p-r	1,28 k-n	1,21 a
Kent	1,06 p-r	1,21 l-q	1,15 a-c
Florigon	1,06 p-r	1,18 n-q	1,12 b-d
Filipino	1,03 qr	1,14 pq	1,12 b-d
Mora	1,02 r	1,17 o-q	1,15 a-c
Kensington Pride	1,01 r	1,12 q	1,12 b-d
Tyler Premier	0,81 s	0,90 r	1,11 b-d

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

Con respecto a la longitud del fruto de mango, diversos investigadores han encontrado valores entre 52,34 y 160,50 mm [3] [16] [5] [1] [17] [18] [7] [19] [12] [9] [20] [21]; los resultados obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de dicho rango. Para esta variable en cada cultivar, en el cuadro 3 se contrastan los valores informados en la literatura con los hallados en el presente estudio, que fueron similares en el caso de Glenn, Haden Rojo (conocido a nivel mundial únicamente como Haden), Irwin, Tommy Atkins y Zill; fueron inferiores en el caso de Edward, Keitt, Kensington Pride (conocido también solo como Kensington), Kent, Smith y Van Dyke; y fueron superiores para Manzano (también llamado Manzana), Sensation y Tyler Premier.

Cuadro 3. Longitud del fruto de mango, informada en la literatura, por cultivar.

Cultivar	Longitud del fruto (mm)		Referencias
	Obtenida en el presente ensayo	Informada en la literatura	
Edward	115,40	123,6	[12]
Glenn	122,45	110,3 – 122,4	[12] [9]
Haden (rojo)	109,03	96,6 – 112,2	[9] [20]
Irwin	121,10	117,9 – 123,1	[12] [9]
Keitt	117,98	121,0 – 153,0	[16] [19] [20] [21]
Kensington	86,65	98	[16]
Kent	109,45	110,1 – 123,5	[16] [9] [20]
Manzana	108,55	102,7	[9]
Sensation	98,35	93,11	[19]
Smith	126,40	130	[16]
Tommy Atkins	102,58	94,79 – 116,0	[3] [16] [18] [19] [9] [20] [21]
Tyler Premier	93,65	71,90 – 76,64	[5]
Van Dyke	83,43	98	[18]
Zill	96,40	96 – 98,5	[16] [9]

En relación al ancho del fruto de mango, en diversas investigaciones se han hallado valores entre 42,64 y 109,80 mm [3] [16] [5] [1] [17] [18] [7] [19] [12] [9] [20] [21]; en el presente ensayo se encontraron valores similares, excepto para el cultivar Tyler Premier, con un valor superior a dicho rango (116,28 mm). Para esta variable en cada cultivar, en el cuadro 4 se contrastan los valores informados en la literatura con los encontrados en el presente estudio, que fueron similares en el caso de Kent; fueron inferiores en el caso de Keitt, Manzano y Van Dyke; y fueron superiores para Edward, Glenn, Haden Rojo, Irwin, Kensington Pride, Sensation, Smith, Tommy Atkins, Tyler Premier y Zill.

Cuadro 4. Ancho del fruto de mango, informado en la literatura, por cultivar.

Cultivar	Ancho del fruto (mm)		Referencias
	Obtenido en el presente ensayo	Informado en la literatura	
Edward	91,83	86,3	[12]
Glenn	104,85	78,0 – 85,4	[12] [9]
Haden (rojo)	93,37	81,2 – 81,4	[9] [20]
Irwin	90,20	75,3 – 78,2	[12] [9]
Keitt	91,38	93,6 – 104,0	[16] [19] [20] [21]
Kensington	86,25	84	[16]
Kent	103,28	102 – 105,8	[16] [9] [20]
Manzana	94,28	95,3	[9]
Sensation	83,75	75,49	[19]
Smith	92,35	85	[16]
Tommy Atkins	95,70	70,67 – 95,2	[3] [16] [18] [19] [9] [20] [21]
Tyler Premier	116,28	77,91 – 93,99	[5]
Van Dyke	74,80	78	[18]
Zill	88,00	68 – 74,5	[16] [9]

En cuanto al grosor del fruto de mango, diversos autores han informado de valores entre 57,0 y 94,68 mm [18] [19] [12]; en este caso, los valores obtenidos en el presente estudio también fueron similares, excepto para los cultivares Tyler Premier y Marichal, que mostraron valores superiores a dicho rango (104,80 y 97,03 mm, respectivamente). Para esta variable en cada cultivar, en el cuadro 5 se contrastan los valores informados en la literatura con los hallados en el presente estudio, los cuales fueron inferiores en el caso de Keitt, y fueron superiores para Edward, Glenn, Irwin, Sensation, Tommy Atkins y Van Dyke.

Cuadro 5. Grosor del fruto mango, informado en la literatura, por cultivar.

Cultivar	Grosor del fruto (mm)		Referencias
	Obtenido en el presente ensayo	Informado en la literatura	
Edward	90,10	81,7	[12]
Glenn	92,70	77,0	[12]
Irwin	89,38	70,9	[12]
Keitt	85,88	94,68	[19]
Sensation	78,60	73,60	[19]
Tommy Atkins	89,93	71 – 71,03	[18] [19]
Van Dyke	71,48	66	[18]

Otros investigadores informaron que el cultivar Tyler Premier obtuvo una longitud de fruto y un ancho de fruto muy similares, lo que le dio un formato redondeado a los frutos [5], pero en el presente ensayo la relación longitud/ancho fue de 0,81, es decir, que el ancho fue mayor que la longitud.

En el cuadro 6 se presenta el volumen relativo de los frutos para cada cultivar, así como su clasificación en categoría de tamaño de frutos en: muy grande (volumen relativo superior o igual a 1000 cm³), grande (volumen relativo entre 750 y 999 cm³), mediano (volumen relativo entre 500 y 749 cm³), y pequeño (volumen relativo inferior a 500 cm³). Los cultivares que más se utilizan para exportación corresponden a tamaños muy grandes (Kent) y grandes (Tommy Atkins, Keitt, Haden Rojo e Irwin), lo cual coincide con lo encontrado para Kent y Keitt por otros investigadores [16].

Cuadro 6. Volumen relativo y clasificación de tamaño, del fruto de los cultivares estudiados.

Cultivar	Volumen relativo (cm ³)	Clasificación de tamaño
John Ensey	1287,05 a	Muy grande
Glenn	1190,49 ab	Muy grande
Tyler Premier	1175,49 ab	Muy grande
Smith	1156,26 ab	Muy grande
Marichal	1090,79 a-c	Muy grande
Nelson	1077,38 a-c	Muy grande
Kent	1021,91 a-c	Muy grande
Irwin	979,95 b-d	Grande
Zilate	956,39 b-e	Grande
Edward	954,98 b-e	Grande
Keitt	952,47 b-e	Grande
Haden Rojo	931,67 b-e	Grande
Early Gold	922,38 b-f	Grande
Lily	912,47 b-f	Grande
Becky	893,51 b-f	Grande
Manzano	890,97 b-f	Grande
Tommy Atkins	886,41 b-f	Grande
Pairi	855,43 b-g	Grande
Filipino	824,06 b-h	Grande
Pope	815,03 b-h	Grande
Magashamin	782,73 b-i	Grande
Huevo de Toro	769,52 b-j	Grande
Santaello	748,77 c-j	Mediano
Bombay Yellow	748,24 c-j	Mediano
M-6906	714,10 d-j	Mediano
Brooks	676,39 e-j	Mediano
Zill	669,84 e-j	Mediano
Davis Haden	661,72 e-j	Mediano
Florigon	652,77 e-j	Mediano
Sensation	649,85 e-j	Mediano
Carrie	635,42 e-k	Mediano
Julie	606,42 f-k	Mediano
Lippens	602,05 g-k	Mediano
Kensington Pride	580,43 g-k	Mediano
Sunset	567,80 h-k	Mediano
M-13768	560,18 h-k	Mediano
Turrialba	523,20 i-l	Mediano
Mora	506,17 j-l	Mediano
Fairchild	496,02 j-l	Pequeño
Aeromanis	493,45 j-l	Pequeño
Van Dyke	447,71 j-l	Pequeño
Haden Amarillo	406,79 j-l	Pequeño
Mulgoba	392,43 j-l	Pequeño
Singapur	380,16 j-l	Pequeño
Jamaica	326,65 kl	Pequeño
Saigon	262,33 l	Pequeño

Nota: medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) según la prueba LSD Fisher.

Otros autores encontraron que la variedad Sensation se considera mediana; las variedades Carrie, Edward, Pope y Zill se consideran grandes; y las variedades Haden (rojo) y Smith se consideran muy grandes [6]. Estos resultados coinciden con los hallados en el presente ensayo para los cultivares Sensation, Edward, Pope y Smith, pero los cultivares Carrie y Zill se consideraron medianos, y Haden Rojo se consideró grande.

Entre los factores que pueden influenciar el tamaño del fruto de mango están: variedad genética, número de frutos por planta, competencia entre órganos de la planta en desarrollo, disponibilidad de agua en el suelo, y temperatura, entre otros [17].

En el cuadro 7 se presentan los datos de porcentaje de sólidos solubles totales y color del fruto. Entre los cultivares más utilizados para exportación, el Tommy Atkins fue el que obtuvo el mayor valor de porcentaje de sólidos solubles totales en esta prueba (17,0 °Brix), seguido de Haden Rojo (16,0 °Brix), y Kent e Irwin (15,0 °Brix). Es importante destacar a la variedad Julie, que obtuvo 20,0 °Brix, al igual que el cultivar Saigon; sin embargo, Julie presenta frutos medianos, y Saigon tiene frutos pequeños, lo que limita su potencial comercial.

Con respecto al porcentaje de sólidos solubles totales en mango, diversos investigadores han encontrado valores entre 6,33 y 27,50 °Brix. Sin embargo, estos valores incluyen evaluaciones en frutos con poca madurez para que soporten el transporte para exportación, en cuyo caso los valores oscilan entre 6,33 y 11,80 °Brix [22] [23] [20]. Por otra parte, en los frutos con un mayor grado de madurez, los valores informados están entre 9,3 y 27,5 °Brix [16] [1] [4] [8] [6] [15] [17] [24] [18] [7] [25] [19] [12] [9] [14] [10] [26] [11] [27]; los valores obtenidos en la presente investigación se ubicaron dentro de este último rango.

El mango es cosechado en estado de inmadurez para poder soportar los efectos del embalaje y transporte, y esto afecta la calidad del fruto; por otra parte, cuando es cosechado en su óptima calidad para consumo fresco, pierde las características adecuadas para tolerar los daños causados durante el transporte. En un ensayo sobre el proceso de maduración de frutos de mango, se encontró que el porcentaje de sólidos solubles totales se incrementó significativamente con el tiempo de almacenamiento, desde 8,23 hasta 16,43 °Brix en promedio para los cultivares estudiados; este incremento pudo ser causado por la alteración de la estructura de la pared celular y el rompimiento de carbohidratos complejos en azúcar simple, o a expensas del almidón presente en el fruto [26].

En relación al porcentaje de sólidos solubles totales en frutos maduros, por variedad, en el cuadro 8 se contrastan los valores informados en la literatura con los hallados en el presente estudio, los cuales fueron similares en el caso de Haden Rojo, Irwin, Kent, Tommy Atkins y Van Dyke; fueron inferiores en el caso de Florigon, Glenn, Kensington Pride, Smith y Zill; y fueron superiores para Carrie, Edward, Manzano, Pope y Sensation.

Cuadro 7. Porcentaje de sólidos solubles totales y color, del fruto de los cultivares estudiados.

Cultivar	Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix)	Color (Hue value/Chroma)
Julie	20,0	10R5/4
Saigon	20,0	7,5YR7/10
Singapur	19,5	2,5Y8/10
Carrie	19,5	2,5Y8/10
Turrialba	19,0	5Y7/8
Davis Haden	19,0	5YR7/8
Fairchild	18,5	2,5Y8/8
Kensington Pride	18,0	2,5YR6/8
Lippens	18,0	5R5/10
Sensation	18,0	2,5Y7/8
M-6906	18,0	2,5Y8/10
Edward	17,5	5Y7/8
M-13768	17,5	7,5YR8/6
Pope	17,5	10R4/10
Smith	17,5	5R5/8
Haden Amarillo	17,0	2,5Y8/10
Filipino	17,0	5R4/10
Tommy Atkins	17,0	2,5R5/10
Glenn	17,0	2,5Y8/10
Aeromanis	17,0	7,5YR8/10
Van Dyke	17,0	2,5R4/10
Zilate	16,0	5R4/10
Zill	16,0	5R4/10
Tyler Premier	16,0	2,5Y8/10
Bombay Yellow	16,0	2,5Y8/8
Mulgoba	16,0	5R6/8
Haden Rojo	16,0	10R6/10
Jamaica	16,0	2,5Y8/10
Magashamin	15,5	2,5R4/8
Mora	15,5	5R5/10
Florigon	15,5	2,5Y8/10
Manzano	15,0	5R4/10
Kent	15,0	2,5Y7/10
Irwin	15,0	5R4/10
John Ensej	15,0	5YR6/10
Pairi	15,0	2,5YR6/8
Sunset	15,0	10R5/6
Early Gold	14,0	5YR7/10
Santaello	14,0	2,5Y8/8
Lily	12,5	2,4R4/4
Becky	12,0	5R7/6
Huevo de Toro	nd	2,5GY8/6
Nelson	nd	nd
Marichal	nd	nd
Keitt	nd	nd
Brooks	nd	nd

Cuadro 8. Porcentaje de sólidos solubles totales del fruto maduro de mango, informado en la literatura, por cultivar.

Cultivar	Porcentaje de sólidos solubles totales (°Brix)		Referencias
	Obtenido en el presente ensayo	Informado en la literatura	
Carrie	19,5	18,9	[6]
Edward	17,5	15,50 – 17,1	[8] [6] [12] [14]
Florigon	15,5	25,0	[24]
Glenn	17,0	17,10 – 17,50	[12] [9]
Haden (rojo)	16,0	12,1 – 21,3	[8] [6] [24] [12] [9] [14] [26]
Irwin	15,0	14,1 – 18,5	[8] [24] [12] [9]
Kensington	18,0	19,0 – 19,8	[16] [24]
Kent	15,0	13,7 – 20,0	[16] [8] [24] [9] [14] [26] [27]
Manzana	15,0	14,9	[9]
Pope	17,5	16,0	[6]
Sensation	18,0	14,4 – 15,87	[6] [19]
Smith	17,5	18,6 – 24,9	[16] [6]
Tommy Atkins	17,0	13,9 – 25,2	[16] [4] [8] [24] [18] [19] [9] [14] [26] [27]
Van Dyke	17,0	16,3 – 20,2	[24] [18] [14]
Zill	16,0	16,1 – 21,7	[16] [8] [6] [24] [9]

Los valores de porcentaje de sólidos solubles totales del mango dependen del sitio de cultivo, y del estado de maduración del fruto en el momento del análisis [16].

En el cuadro 9 se presentan las características organolépticas de los cultivares de mango. Se observa una amplia variedad de sabores y texturas entre los diferentes cultivares, lo cual es muy importante para definir las preferencias de los consumidores por uno u otro cultivar.

Entre los cultivares que presentaron un sabor dulce o muy dulce, y una textura poco fibrosa y agradable, se encuentran Haden Amarillo (conocido así únicamente en Costa Rica), Irwin, Julie, Smith, Kent, Lily, M-6906, Lippens, Carrie, Zilate, Davis Haden, y Florigon.

El hecho de que un cultivar obtuviera un alto valor de porcentaje de sólidos solubles totales no le confirió necesariamente un buen sabor, como ocurrió en el panel de degustación con los cultivares Saigon, Singapur, Turrialba, Van Dyke, Kensington Pride, y M-13768, que mostraron presencia importante de fibras en la pulpa, o sabores catalogados como “extraños”.

Otro dato curioso fue que los cultivares Aeromanis y Glenn, a pesar de tener 17 °Brix, en la prueba de degustación se les calificó con muy poco sabor en el primer caso, o con un sabor no muy bueno en el segundo caso. Otros cultivares mostraron sabores catalogados como muy ácido, “picante”, “salado”, o aromático.

Las discrepancias en relación a los datos encontrados en la literatura con respecto a la caracterización física y química de frutos de mango, pueden ser explicadas por las diferencias entre las metodologías de análisis utilizadas, el estado de maduración del fruto al ser cosechado, y las diferencias entre las zonas productoras [15].

Cuadro 9. Características organolépticas del fruto de los cultivares estudiados.

Cultivar	Sabor	Textura y otras características organolépticas
Aeromanis	Muy poco sabor	nd
Becky	Poco dulce	Firme. Tamaño grande
Bombay Yellow	nd	Suave y poco fibroso
Brooks	nd	nd
Carrie	Muy dulce	"Gelatinoso"
Davis Haden	Dulce	"Gelatinoso"
Early Gold	Un poco ácido	Muy jugoso
Edward	nd	Muy suave y con poca fibra
Fairchild	nd	Suave y con poca fibra
Filipino	Dulce	Muy fibroso
Florigon	Dulce	Suave y "gelatinoso"
Glenn	No muy buen sabor	Suave y jugoso
Haden Amarillo	Muy dulce	Suave y poco fibroso
Haden Rojo	Muy ácido	nd
Huevo de Toro	Muy ácido	nd
Irwin	Dulce	Poco fibroso
Jamaica	Dulce	Fibroso
John Ensey	nd	"Gelatinoso", muy fibroso por fuera y suave por dentro
Julie	Dulce y ácido	"Gelatinoso", no es fibroso
Keitt	nd	nd
Kensington Pride	Muy dulce	Fibroso
Kent	Muy dulce	Poco fibroso
Lily	Dulce, ácido	No es fibroso. Tamaño pequeño
Lippens	Dulce y aromático	"Gelatinoso", no es fibroso
Magashamin	nd	Muy suave, poco fibroso, "gelatinoso"
Manzano	Fuerte aroma	Suave, arenosa, poco fibroso
Marichal	nd	nd
Mora	nd	Arenosa y poco fibrosa
Mulgoba	Muy dulce	Fibroso
M-6906	Dulce y ácido	Firme, no fibroso
M-13768	Dulce	Fibroso
Nelson	nd	nd
Pairi	Sabor un poco "salado"	Un poco "gelatinoso" y fibroso a la vez
Pope	Sabor a "picante"	No es fibroso
Saigon	Sabor "extraño", aromático	Muy fibroso
Santaello	Sabor a "guayaba"	Firme y fibroso
Sensation	Sabor a "sandía"	Crujiente, quebradizo. La cáscara se desprende fácilmente de la pulpa
Singapur	Sabor a "guayaba"	Fibroso
Smith	Dulce, sabor a "coco"	Suave, compacto, poca fibra, "gelatinoso"
Sunset	Sabor a "toronja", ácido	nd
Tommy Atkins	nd	Fibroso
Turrialba	Muy dulce	Fibroso
Tyler Premier	Un poco ácido	Poco fibroso
Van Dyke	Algo dulce, sabor "extraño"	Poco fibroso, unas partes compactas y otras no
Zilate	Dulce	Suave, poco fibroso
Zill	nd	Poca fibra, muy jugoso

En una prueba de degustación de variedades de mango realizada en España, los consumidores rechazaron la variedad Sensation, debido a su sabor; además, la variedad Tommy Atkins no fue muy apreciada, mientras que los consumidores prefirieron variedades como Irwin, Carmen, Osteen, Lippens y Keitt, y en menor grado Kent y Zill [28].

Con el fin de adaptarse al cambio climático, los agricultores necesitarán variedades de mango con mayor tolerancia al estrés por sequía o calor, a un patrón de lluvias errático y exceso de humedad, y resistencia a nuevas razas de plagas y enfermedades. Por esta razón, es importante contar con bancos genéticos que puedan brindar las variedades mejor adaptadas al cambio climático en cada sitio. La evaluación sistemática de la diversidad genética mantenida en los bancos genéticos, y el acceso a información climática, permitirá la identificación de los cultivares mejor adaptados a las condiciones del cambio climático. El cambio climático proyectado puede tener un impacto profundo en cultivos altamente sensibles al clima como el mango [29]. El presente ensayo es un aporte en esta dirección, al caracterizar los frutos de los cultivares de mango presentes en el banco de germoplasma de la EEAFBM.

Conclusiones y recomendaciones

Se encontró una amplia variabilidad en las diferentes características físicas y químicas evaluadas a nivel de fruto, entre los 46 cultivares de mango.

Se presentaron algunas discrepancias entre los valores informados en la literatura y los obtenidos en el presente ensayo, para las diferentes variables evaluadas, lo que puede responder a la interacción genotipo-ambiente.

Los datos obtenidos se pueden considerar como representativos del comportamiento de los cultivares de mango, producidos en la zona de Alajuela, Costa Rica.

Se recomienda realizar la caracterización de los frutos de los diversos cultivares de mango en las diferentes zonas de producción de este frutal en el país.

Se recomienda aumentar el número de frutos evaluados por cultivar, en futuras investigaciones sobre caracterización de frutos de mango.

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración de Tatiana Arias, Gislen Valverde, Josebeth Castro, Mariela Chinchilla, Daniela Ávila, Marcela Castro, Cindy Gamboa, Katherine Bolaños, Karol Zamora, Yuliana Quesada, Robert Ramírez, Francisco Ramírez, Juan Diego Román y Esteban Umaña, en el trabajo de campo. Asimismo, agradecen la asesoría de Patricia Quesada, y el financiamiento recibido por parte de la Universidad de Costa Rica, para la realización de este trabajo.

Referencias

- [1] R. P. d. Silva, M. A. C. d. Lima, T. P. Ribeiro, D. C. G. d. Trindade, A. Amariz and F. P. L. Neto, "Caracterização dos frutos de variedades do banco ativo de germoplasma de mangueira da Embrapa Semi-Árido," 2009. [Online]. Available: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2010/41650/1/OPB2522.pdf>.
- [2] Ministerio de Agricultura y Ganadería, Caracterización agrocadena de mango, San José, Costa Rica: Comité Técnico Regional, Región Pacífico Central, 2007, p. 54.
- [3] N. C. Ristow, S. R. Rosatti, F. C. Santos and M. A. C. De Lima, "Caracterização física de frutos de acessos de mangueira de diferentes origens do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido," in *22º Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22-26 outubro, Memórias*, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil, 2012.

- [4] A. C. d. Q. Pinto, V. H. V. Ramos and J. N. Dias, Avaliação de cultivares e seleções híbridas de manga em áreas de Cerrado, Planaltina, D. F., Brasil: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Cerrados, 2004, p. 20.
- [5] S. R. Rosatti, R. P. d. Silva, N. C. Ristow and M. A. C. De Lima, "Caracterização física de frutos de acessos de mangueiras de diferentes origens," in *3º Simpósio Brasileiro de Pós-colheita de Frutas, Hortaliças e Flores, Memórias*, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil, 2011.
- [6] J. A. Galli, M. D. Michelotto, L. C. P. Silveira and A. L. M. Martins, "Qualidade de mangas cultivadas no Estado de São Paulo," *Bragantia*, vol. 67, no. 3, pp. 791-797, 2008.
- [7] A. S. Faraoni, A. M. Ramos and P. C. Stringheta, "Caracterização da manga orgânica cultivar Ubá," *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, vol. 11, no. 1, pp. 9-14, 2009.
- [8] D. F. P. d. Silva, D. L. d. Siqueira, A. Rocha, L. C. C. Salomão, R. G. P. Matias and T. B. Struiving, "Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos," *Revista Ceres*, vol. 59, no. 2, pp. 225-232, 2012.
- [9] R. Ramírez, O. Quijada, G. Castellano, M. E. Burgos, R. Camacho and C. Marín, "Características físicas y químicas de frutos de trece cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en el municipio Mara en la planicie de Maracaibo," *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, vol. 10, no. 2, pp. 65-72, 2010.
- [10] J. A. Osuna, M. L. Guzmán, B. Tovar, M. Mata and V. A. Vidal, "Calidad del mango Ataulfo producido en Nayarit, México," *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 25, no. 4, pp. 367-374, 2002.
- [11] J. Aular and Y. Rodríguez, "Características físicas y químicas, y prueba de preferencia de tres tipos de mangos criollos venezolanos," *Bioagro*, vol. 17, no. 3, pp. 171-176, 2005.
- [12] E. Soto, L. Avilán, E. Unai, M. Rodríguez and J. Ruiz, "Comportamiento y características de algunos cultivares promisorios de mango," *Agronomía Tropical*, vol. 54, no. 2, pp. 179-201, 2004.
- [13] M. Capote-del Sol, G. González, D. Sourd, J. Valdés, B. Velázquez-Palenzuela and N. N. Rodríguez-Medina, "Evaluación de la diversidad de cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en Cuba mediante caracteres morfológicos cualitativos," *Revista CitriFrut*, vol. 28, no. 1, pp. 57-62, 2011.
- [14] J. Siller-Cepeda, D. Muy-Rangel, M. Báez-Sañudo, E. Araiza-Lizarde and A. Ireta-Ojeda, "Calidad poscosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía," *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 32, no. 1, pp. 45-52, 2009.
- [15] D. F. P. d. Silva, D. L. d. Siqueira, C. S. Pereira, L. C. C. Salomão and T. B. Struiving, "Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata mineira," *Revista Ceres*, vol. 56, no. 6, pp. 783-789, 2009.
- [16] J. G. d. Costa, L. E. Paiva, A. S. Almeida and S. O. De Souza, "Comparação entre variedades de mangueira em relação a características do fruto nas condições do submedio do São Francisco," in *17º Congresso Brasileiro de Fruticultura, Memórias*, Belem, Pará, Brasil, 2002.
- [17] J. C. M. Rufini, E. R. Galvão, L. Prezotti, M. B. d. Silva and R. A. d. C. Parrella, "Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de manga 'Ubá'," *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 33, no. 2, pp. 456-464, 2011.
- [18] C. R. L. Carvalho, C. J. Rossetto, D. M. B. Mantovani, M. A. Morgano, J. V. d. Castro and N. Bortoletto, "Avaliação de cultivares de mangueira selecionadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas comparadas a outras de importância comercial," *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 26, no. 2, pp. 264-271, 2004.
- [19] E. Bastías, H. Escobar, A. Leiva, T. Torres and P. Córdova, "Estudio fenológico, calidad del fruto y productividad inicial de tres cultivares de mango (*Mangifera indica* L.), en el valle de Azapa, I Región (Chile)," *Idesia*, vol. 13, pp. 49-62, 1994.
- [20] A. Carrera, D. Mark and R. Gil, "Algunas características físicas y químicas de frutos de cinco variedades de mango en condiciones de sabana del estado Monagas," *Agronomía Tropical*, vol. 58, no. 1, pp. 27-30, 2008.
- [21] R. Fallas, F. Bertsch, E. Mirando and C. Henríquez, "Análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos de frutos de mango, cultivares Tommy Atkins y Keith," *Agronomía Costarricense*, vol. 34, no. 1, pp. 1-15, 2010.
- [22] J. Zambrano, W. Materano and S. Briceño, "Influencia del período de almacenamiento en las características poscosecha de cinco variedades de mango *Mangifera indica* L.," *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*, vol. 17, pp. 164-172, 2000.
- [23] G. Laborem, C. Marín, L. Rangel and M. Espinoza, "Influencia del pre-enfriamiento sobre la maduración de 27 cultivares de mango (*Mangifera indica* L.)," *Bioagro*, vol. 14, no. 2, pp. 113-118, 2002.
- [24] R. F. d. M. Nunes, J. M. M. Sampaio and J. A. Rodrigues, Comportamento da mangueira (*Mangifera indica* L.) sob irrigação na região do Vale do São Francisco, Petrolina, Brasil: Circular técnica 66, Embrapa Semi-Árido, 2001, p. 8.

- [25] A. L. Vásquez-Caicedo, S. Neidhart and R. Carle, "Postharvest ripening behavior of nine thai mango cultivars and their suitability for industrial applications," *Acta Horticulturae*, vol. 645, pp. 617-625, 2004.
- [26] A. Carrera, R. Gil and D. Mark, "Comportamiento poscosecha de cinco cultivares de mango tratados con CO₂ y almacenados bajo condiciones naturales, en la Estación Experimental de INIA Caripe, estado Monagas," *Revista UDO Agrícola*, vol. 9, no. 1, pp. 51-59, 2009.
- [27] E. Araiza, T. Osuna, J. Siller, L. Contreras and E. Sánchez, "Postharvest quality and shelf-life of mango cultivars grown at Sinaloa, Mexico," *Acta Horticulturae*, vol. 682, pp. 1275-1279, 2005.
- [28] J. Calatrava, M. C. González and E. Guirado, "Spanish consumer preferences for mango cultivars: a taste testing analysis," *Acta Horticulturae*, vol. 455, pp. 840-844, 1997.
- [29] S. Rajan, "Phenological responses to temperature and rainfall: a case study of mango," in *Tropical fruit tree species and climatic change*, Roma, Italia, Bioversity International, 2012, pp. 71-96.

Declaración sobre uso de Inteligencia Artificial (IA)

Los autores aquí firmantes declaramos que no se utilizó ninguna herramienta de IA para la conceptualización, traducción o redacción de este artículo.