

Calidad en frutos de variedades de *Carica papaya* L. bajo manejo orgánico

Quality in fruits of varieties of *Carica papaya* L. under organic management

Oscar Bibiano-Nava¹ ,
Elías Hernández-Castro¹ ,
Rafael Ariza-Flores² ,
María de los Ángeles Maldonado-
Peralta³ ,
Gregorio Sarabia-Ruiz⁴,
José Luis Valenzuela-Lagarda^{5*} 

¹Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Maestría en Ciencias Agropecuaria y Gestión Local, Iguala de la Independencia, CP. 40101. Guerrero, México.

²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Iguala de la Independencia, CP. 40101. Guerrero, México.

³Universidad Autónoma de Guerrero, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Cuajinicuilapa, CP. 41940. Guerrero, México.

⁴Universidad Autónoma de Guerrero, Unidad de Estudios de Posgrados e Investigación, Acapulco de Juárez, CP. 39640. Guerrero, México.

⁵Universidad Autónoma de Guerrero, Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, Cruz Grande, Florencio Villarreal, CP. 41800. Guerrero, México.

* Autor de correspondencia:
joseluislagarda@uagro.mx

Artículo científico

Recibido: 04 de marzo 2021

Aceptado: 10 de septiembre 2021

Como citar: Bibiano-Nava O, Hernández-Castro E, Ariza-Flores R, Maldonado-Peralta MA, Sarabia-Ruiz G, Valenzuela-Lagarda JL (2021) Calidad en frutos de variedades de *Carica papaya* L. bajo manejo orgánico. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. II: e2965. DOI: 10.19136/era.a8nII.2965

RESUMEN. La papaya (*Carica papaya* L.), es uno de los cultivos de mayor importancia en México, por eso es indispensable evaluar variedades que tengan mejores características morfo-agronómicas y de calidad. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad morfológica, productiva y fisicoquímica de los frutos de los cultivares de papaya Maradona-F1, Bela Nova-F1 y Maradol bajo manejo orgánico en el trópico seco. La investigación se realizó en la Universidad Autónoma de Guerrero, Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, Florencio Villareal, Guerrero, México. El cultivar Maradona-F1 presentó el mayor diámetro máximo (11.8 cm) y Bela Nova-F1 el menor (9.0 cm). En largo máximo, Maradona-F1 y Bela Nova-F1 mostraron valores iguales (21.9, 21.9 cm) y coincidieron en el largo al diámetro máximo (14.7, 14.3 cm). En peso de fruto se observó que Maradona-F1 presentó 1 447 g. En grosor de pulpa, Maradona-F1 fue mayor (27.94 mm). El valor más intenso en L* lo presentó Maradol, sin embargo, Bela Nova-F1 tuvo los valores más altos en a* (39.82) y b* (54.17). La acidez titulable fue mayor en Bela Nova-F1 (0.14%). El pH más elevado lo obtuvo la variedad Maradol con un valor de 5.89. En sólidos solubles totales (°Brix) el híbrido Bela Nova-F1 presentó 13.0 °Brix. De acuerdo con estos resultados, las variedades Maradona F-1 y Bela Nova-F1 poseen las mejores características morfo-agronómicas y fisicoquímicas, lo cual las hace las variedades más aceptables para su producción en el trópico seco. **Palabras clave:** Características fisicoquímicas, dimensiones, dulzor de fruto, morfología, papaya híbrida.

ABSTRACT. Papaya (*Carica papaya* L.) is one of the most important crops in Mexico, so it is essential to evaluate varieties that have better morphoagronomic and quality characteristics. The present research aims to evaluate the morphological, productive and physicochemical quality of the fruits of papaya cultivars Maradona-F1, Bela Nova-F1 and Maradol under organic management in the dry tropics. The research was carried out at the Autonomous University of Guerrero, Costa Chica Regional Higher Education Center, Florencio Villareal, Guerrero, Mexico. The Maradona-F1 cultivar presented the largest maximum diameter (11.8 cm); and Maradol had the smallest (9.0 cm). In maximum length, Maradona-F1 and Bela Nova-F1 expressed equal values (21.9, 21.9 cm) and coincided in length at maximum diameter (14.7, 14.3 cm). In fruit weight, it was observed that Maradona-F1 presented 1447 g. Maradona-F1 pulp thickness was the greatest (27.94 mm). The most intense value in L* was presented by Maradol, however, Bela Nova-F1 had the highest values n a* (39.82) and b* (54.17). Titratable acidity was higher in Bela Nova-F1 (0.14%). The highest pH was obtained by the Maradol variety with a value of 5.89. In total soluble solids (°Brix) the Bela Nova-F1 hybrid presented 13.0 °Brix. According to these results, the Maradona F-1 and Bela Nova-F1 varieties have the best morpho-agronomic and physicochemical characteristics, which makes them the most acceptable varieties for their production in the dry tropics.

Key words: Physicochemical characteristics, dimensions, fruit sweetness, morphology, hybrid papaya.

INTRODUCCIÓN

En 2019 México tuvo una producción de 1 082 796.18 t de papaya (*Carica papaya* L.) y una superficie cultivada de 19 858.39 ha (SIAP 2019). Toda esta producción convencional tiene severas repercusiones en el ambiente e incluso en los sistemas productivos particulares ya que parte de los fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas, contaminan cuerpos de aguas superficiales y subterráneos, hacer estéril e improductivo los suelos, además de dañar la flora, fauna local y la salud de los productores y consumidores. Como alternativa para reducir estos impactos ambientales, se encuentra la producción orgánica, que reduce la erosión e incrementa la biodiversidad y la fertilidad del suelo (Zamilpa *et al.* 2016). En la actualidad la producción orgánica de papaya es muy baja, tan solo durante 2019 se produjeron 336 t y esto solamente correspondió al 0.03% de la producción convencional nacional (SIAP 2019). De las variedades de papaya cultivadas en México, la Maradol ocupó una superficie de 19 502.59 ha y es la de mayor producción, sin embargo, dicha variedad presenta una gran susceptibilidad a las enfermedades y al manejo postcosecha (García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza 2012, Flores-Bautista *et al.* 2018, SIAP 2019). Otro factor muy importante que compromete la calidad de los frutos son las actividades bioquímicas y fisiológicas involucradas en el ablandamiento, como la alta producción de etileno en los primeros días favorece la aparición de procesos de degradación, proceso que se torna irreversible una vez iniciado (Omboki *et al.* 2015, Bratu *et al.* 2021). Es por eso la importancia de evaluar sistemas productivos sustentables y generar alternativas a la producción convencional para introducir variedades con tolerancia a enfermedades, con una larga vida de anaquel, y una buena productividad y calidad en frutos. Para ello es necesario evaluar aspectos como: morfología, peso, coloración interna, azúcares, pH y acidez titulable (Santamaría *et al.* 2015). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la calidad morfo-agronómica, fisicoquímica y productiva de los frutos de los cultivares de papaya Maradona-

F1, Bela Nova-F1 y Maradol bajo manejo orgánico en el trópico seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales genéticos

Se utilizó papaya Maradol y los híbridos Maradona-F1 y Bela Nova-F1 (East-West Seed 2019) como materiales genéticos. Los cuales se sembraron en el campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campus Iguala, ubicado en el km 2.5 de la carretera Iguala-Tuxpan, municipio de Iguala Guerrero, en las coordenadas geográficas 18° 20' 34.1" latitud norte y 99° 30' 50" longitud oeste, con altitud de 766 m. En el campo experimental predomina el clima cálido-subhúmedo con temperaturas medias anuales de 25.7 °C (García 1983), con precipitación pluvial promedio anual de 1 006.5 mm (CONAGUA 2015).

Manejo orgánico

La parcela se estableció en campo abierto y el manejo se siguió de acuerdo a la metodología del Libro Técnico de producción y Manejo Postcosecha de Papaya Maradol en la Planicie Huasteca (Vázquez *et al.* 2010), con la modificación de sustitución de los productos químicos por orgánicos. Para la producción de plántula se realizó un pre acondicionamiento hídrico a la semilla, el cual consistió en remojar la semilla durante 72 h, cambiando el agua cada 8 h, en las últimas 8 h se aplicó *Trichoderma harzianum* Rifai (CIDEA®) a razón de 7.5 g L⁻¹ de agua. Las semillas se cubrieron con una toalla, se dejaron reposar por cuatro días hasta que el endocarpio comenzó a abrir. La siembra se realizó el 2 de julio de 2019 y el trasplante en campo el 11 de agosto de 2019. La fertilización consistió en tres dosificaciones de humus de lombriz y se aplicó a pie de planta en la etapa de floración (500 g), amarre de fruto (1 000 g) y producción de fruto (2 000 g). Para el control de plagas se realizaron aplicaciones foliares de guano de murciélago (ULTRA WANO®) y repelente a base de ajo (Garlic barrier®) en dosificación de 3 mL y 1 mL L⁻¹ de agua, respectivamente.

Análisis postcosecha

Los frutos utilizados se colectaron el 25 de julio de 2020 en grado de madurez de acuerdo a la NMX-FF-041-SCFI-207 (SE 2007). Los análisis se realizaron en el laboratorio de análisis y calidad de los alimentos del Centro Regional de Educación Superior Campus Cruz Grande de la Costa Chica, de la Universidad Autónoma de Guerrero, en la comunidad de Cruz Grande, Florencio Villareal, Guerrero, en las coordenadas 16° 44' 02.7" latitud norte y 99° 07' 48.1" longitud oeste.

Variables de estudio

Las dimensiones del fruto se midieron de acuerdo a la metodología de Schweiggert *et al.* (2011), empleando un vernier digital y una regla graduada de 30 cm. Para evaluar el diámetro máximo (cm), diámetro mínimo (cm), largo máximo (cm) y el largo al diámetro máximo (cm) se utilizó la guía propuesta por Schweiggert *et al.* (2011) (Figura 1). El peso del fruto (g) se determinó de acuerdo con lo reportado por Jiménez *et al.* (2014), utilizando una balanza digital con capacidad de 5 000 g (Sartorius, Secura 6100, Goettingen, Alemania). El grosor de la pulpa (mm) se midió con un vernier digital, el cual se posicionó en el costado lateral de un fruto cortado a lo largo por la mitad (Hernández-Salinas *et al.* 2019). Para evaluar el color de pulpa se midió la parte interna del fruto (Figura 2) en valores L*, a*, b* como lo reporta Santamaría *et al.* (2009), con la diferencia que en el presente estudio se utilizó la aplicación Color Grab. Se midió el porcentaje de acidez titulable utilizando la metodología de Alarcón-Zayas *et al.* (2018), con base en la relación de un ácido (pulpa de papaya) y una base (NaOH), utilizando fenolftaleína como indicador para la cual se utilizaron 150 mL de muestra diluida en una relación de 1 parte de pulpa de papaya y 2 partes de agua destilada. Para determinar el pH de las tres variedades se utilizó un potenciómetro (Hernández *et al.* 2014a). Al igual que Santamaría *et al.* (2009) la determinación de los sólidos solubles totales (°Brix) se realizó aplicando tres gotas de jugo de papaya sobre un refractómetro marca Sper Scientific modelo 300001.

Diseño experimental

El diseño experimental fue unifactorial, teniendo como factor la variedad de papaya con tres niveles (N₁: Maradol, N₂: Maradona y N₃: Bela Nova). Para cada una de las variables de estudio se utilizó como unidad experimental un fruto, con 6 repeticiones. De igual manera, se realizó una comparación de medias aplicando la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), mediante el empleo del paquete estadístico SAS 9.1 (Montgomery 2017).

RESULTADOS

Dimensiones y morfología de fruto

En la Tabla 1 se observó que el diámetro máximo presentó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), siendo Maradona-F1 la de mayor valor (11.8 cm), seguida por Maradol (10.4 cm) y Bela Nova-F1 (9.3 cm). En diámetro mínimo se pudo observar que entre Maradol (9.0 cm) y Maradona-F1 (8.9 cm) no hay diferencia estadística significativa ($p > 0.05$), sin embargo, Bela Nova-F1 difiere ($p \leq 0.05$) de ellas en diámetro mínimo al ser menor (6.6 cm). En largo máximo no se pudo apreciar diferencia estadística significativa ($p > 0.05$), entre Maradona-F1: 21.9 cm y Bela Nova-F1: 21.9 cm, sin embargo, ambas fueron mayores ($p \leq 0.05$) que Maradol (16.0 cm). El análisis estadístico realizado muestra que no se encontró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en el largo al diámetro máximo entre Maradona-F1 (14.7 cm) y Bela Nova-F1 (14.3 cm), sin embargo, Maradol expresó el valor más bajo ($p \leq 0.05$) en comparación con ambas (10.1 cm). El peso de fruto (Tabla1) de Maradona-F1 (1447.0 g) fue superior ($p \leq 0.05$) al de Bela Nova-F1 (850 g), ambas iguales ($p > 0.05$) al peso del fruto de Maradol (748.5 g). Los análisis estadísticos realizados para grosor de pulpa (Tabla 1) indican que hubo diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), observándose que el valor más alto lo presentó Maradona-F1 (27.94 mm), sin embargo, no se encontró diferencia ($p > 0.05$) entre Maradol (22.26 mm) y Bela Nova-F1 (22.60 mm).

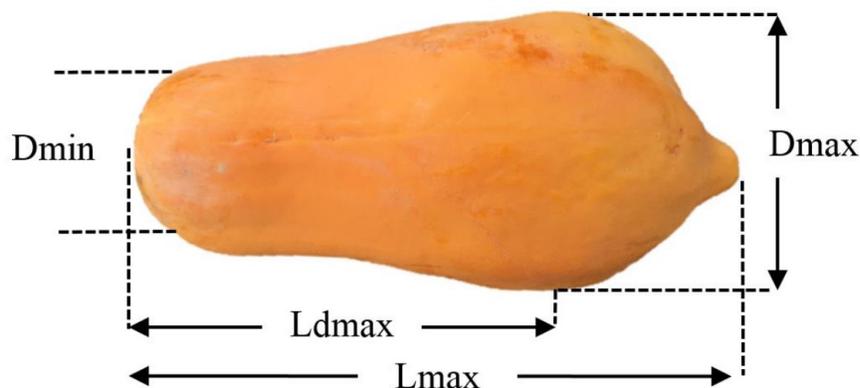


Figura 1. Guía de caracterización morfológica del fruto de la papaya (Adaptado de Schweiggert *et al.* 2011). Dmax: diámetro máximo; Dmin: diámetro mínimo; Lmax; largo máximo; Ldmax; largo al diámetro máximo.

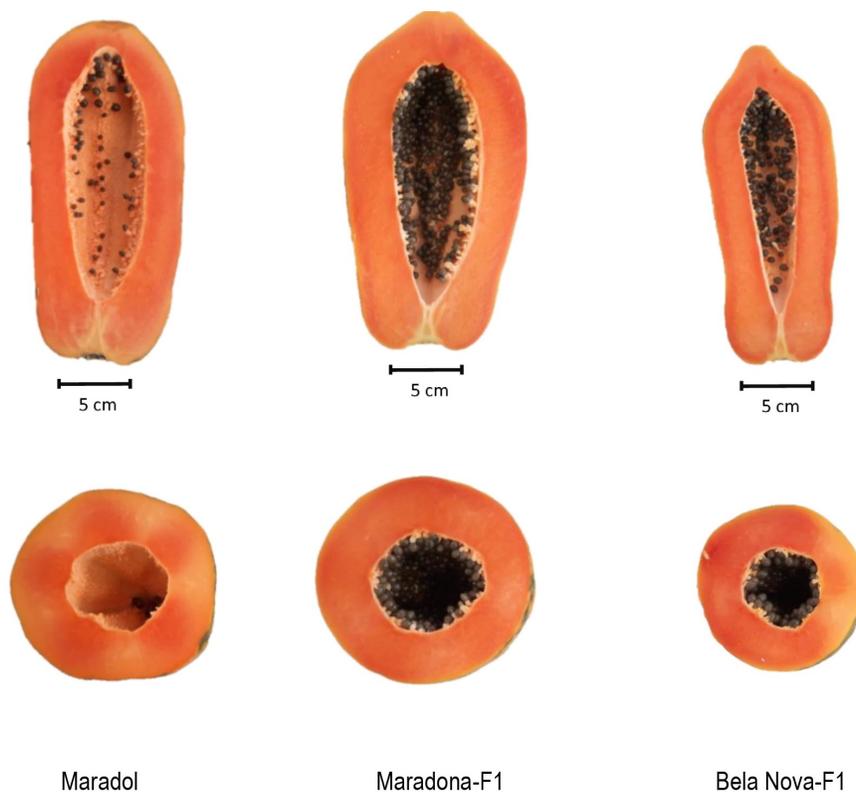


Figura 2. Parte interna de frutos de híbridos de papaya (*Carica papaya* L.) utilizados en el estudio.

Color de pulpa de fruto

Respecto al color de pulpa no hubo diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) en luminosidad (L^*) entre Maradona-F1 (64.47) y Bela Nova-F1 (59.15), sin embargo, Maradol presentó los valores

más altos de L^* (71.25) en comparación con ambas. En los valores de a^* y b^* que se muestran en la Tabla 2 las variedades Maradona-F1 (38.28 y 55.78) y Bela Nova-F1 (39.82 y 54.17) presentaron valores iguales ($p > 0.05$), pero ambos más altos ($p \leq 0.05$)

Tabla 1. Dimensiones y morfología de frutos de papaya (*Carica papaya* L.).

Variables	Maradol	Maradona-F1	Bela Nova-F1	F	P	CV
Diámetro máximo (cm)	10.4 ± 0.2 ^b	11.8 ± 0.7 ^a	9.3 ± 0.2 ^c	26.57	0.0010	4.09
Diámetro mínimo (cm)	9.0 ± 0.6 ^a	8.9 ± 0.4 ^a	6.6 ± 0.6 ^b	17.56	0.0031	6.75
Largo máximo (cm)	16.0 ± 0.4 ^b	21.9 ± 0.9 ^a	21.9 ± 0.9 ^a	63.64	0.0001	3.73
Largo al diámetro máximo (cm)	10.1 ± 0.6 ^b	14.7 ± 0.8 ^a	14.3 ± 1.1 ^a	26.89	0.0010	6.58
Peso de fruto (g)	748.5 ± 44.5 ^{b,a}	1447.0 ± 153.0 ^a	850.0 ± 59.0 ^b	44.40	0.0003	9.66
Grosor de pulpa (mm)	22.26 ± 0.65 ^b	27.94 ± 2.91 ^a	22.602 ± 1.037 ^b	14.31	0.0052	6.01

Medias ± desviación estándar; n: 6; F: Valor F, P: Valor P, CV: Coeficiente de Variación.

Tabla 2. Características de color de la pulpa de fruto de papaya (*Carica papaya* L.).

Variables	Maradol	Maradona-F1	Bela Nova-F1	F	P	CV
L*	71.25 ± 0.32 ^a	64.47 ± 3.13 ^b	59.15 ± 4.64 ^b	10.54	0.0109	4.98
a*	19.42 ± 1.14 ^b	38.28 ± 6.43 ^a	39.82 ± 1.31 ^a	26.13	0.0011	11.84
b*	42.1 ± 4.02 ^b	55.78 ± 4.79 ^a	54.17 ± 0.64 ^a	12.72	0.0069	7.16

Medias ± desviación estándar; n: 6; F: Valor F, P: Valor P, CV: Coeficiente de Variación.

en comparación con Maradol (19.42 y 42.1, respectivamente).

Características fisicoquímicas

En acidez titulable (Tabla 3) los valores entre Maradol (0.09%) y Maradona-F1 (0.10%) no presentaron diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), sin embargo, en esta última se observó un mayor valor, contrariamente, Bela Nova-F1 mostró el valor más alto (0.14%). El análisis estadístico realizado, muestra que se encontró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en el pH (Tabla 3) de las variedades, siendo Maradol la del pH más elevado (5.89) seguida de Maradona-F1 (5.64) y Bela Nova-F1 (5.47). En la Tabla 3 se muestran los valores de los sólidos solubles totales los cuales presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$), observando que el valor más alto lo obtuvo la variedad Bela Nova-F1 (13.0 °Brix), seguida de Maradona-F1 (12.42 °Brix) y Maradol (10.07 °Brix).

DISCUSIÓN

Dimensiones morfología de fruto

En el presente estudio se pudo observar que el valor obtenido por Maradona-F1 (11.8 cm) en diámetro máximo es similar a lo reportado por Schweiggert *et al.* (2011) en variedad comercial Pococí (11.8 cm), esto sugiere que el diámetro máximo de Maradona-F1 (11.8 cm) es similar a

una variedad bajo manejo convencional, en cambio, Schmidt *et al.* (2019) encontraron valores parecidos en el diámetro máximo a los de Maradol (10.4 cm), en la variedad BH-65 (10.4 cm), lo anterior puede ser atribuido a que ambas variedades presentaron características físicas similares. Dentro de las ocho líneas de papaya Kenyanas que evaluó Nishimwe *et al.* (2019), las líneas 03 y 04 presentaron un diámetro máximo de 11.4 y 11.9 cm, valores muy semejantes a los que expresó Maradona-F1 (11.8 cm), mientras que la variedad Sunrise que también presentan dichos autores mostró 9.4 cm, valor que coincide con los de Bela Nova-F1 (9.3 cm). Asudi *et al.* (2010) reportaron un diámetro máximo de 28 cm en variedades autóctonas colectadas en las principales provincias de Kenya, estos valores son superiores a los de este estudio, lo cual se atribuye a la diferencia genética de los cultivares, sin embargo, a nivel comercial se busca homogeneidad y tamaños medianos más manejables, como los reportados en nuestras variedades de estudio. Schweiggert *et al.* (2012) detectaron 12.4 cm de diámetro máximo en el híbrido Pococí, valores que coinciden con los valores de Maradona-F1 (11.8 cm) observados en el presente trabajo, por lo cual, la variedad híbrida del presente estudio presenta tamaños competitivos con otras variedades, aun cuando, se han producido mediante manejo orgánico.

En la variedad comercial BH-65 descrita por Schmidt *et al.* (2019) se expresa un valor de 8.19 cm en diámetro mínimo, valor que tiene similitud a

Tabla 3. Características fisicoquímicas de frutos de papaya (*Carica papaya* L.).

Variables	Maradol	Maradona-F1	Bela Nova-F1	F	P	CV
Acidez Titulable (%)	0.09 ± 0.1 ^b	0.10 ± 0.02 ^b	0.14 ± 0.03 ^a	9.16	0.0150	15.31
pH	5.89 ± 0.05 ^a	5.64 ± 0.02 ^b	5.47 ± 0.02 ^c	535.86	0.0001	0.28
Sólidos solubles totales (°Brix)	10.07 ± 0.57 ^c	12.42 ± 0.02 ^a	13.00 ± 0.20 ^a	58.95	0.0001	2.96

Medias ± desviación estándar, n: 6. F: Valor F, P: Valor P, CV: Coeficiente de Variación.

los resultados presentados por Maradona-F1 (8.9 cm), en cambio, Hernández-Salinas (2019), encontraron un promedio de diámetro mínimo de 8.0 cm en diferentes genotipos, en la presente investigación se pudo observar que Maradona-F1 (8.9 cm) presentó similitud al valor reportado por dicho autor. En el presente estudio se observaron valores de diámetro mínimo (Maradol: 9.0 cm, Maradona-F1: 8.9 cm, Bela Nova-F1: 6.6 cm) superiores a los reportados por Schweiggert *et al.* (2012), quienes en papaya Sunset reportan 3.4 cm para esta variable, lo cual puede ser atribuido a las características propias de cada variedad. El estudio de Schweiggert *et al.* (2011), mostró un diámetro mínimo de 3.2 cm, resultado que no alcanzó a los obtenidos en la presente investigación, esto puede deberse a que las características genéticas propias de la variedad Pococí pueden influir en la talla del diámetro mínimo.

Los resultados de largo máximo en Maradona-F1 (21.9 cm) y Bela Nova-F1 (21.9 cm) se acercan a los que reporta Rodríguez *et al.* (2014), quienes mencionan que la variedad comercial Maradol bajo manejo convencional expresó un promedio de 25 cm. La variedad Maradol tuvo el promedio más bajo (16 cm), lo cual sugiere que dicha variedad no presenta un comportamiento favorable bajo manejo orgánico. En cambio, Asudi *et al.* (2010), presentaron valores inferiores (17 cm) a los del presente experimento (Maradol: 16.0 cm, Maradona-F1: 21.9 cm, Bela Nova-F1: 21.9 cm). Schmidt *et al.* (2019) encontraron un largo máximo de 15.5 cm en la variedad BH-65, la cual es cultivada mayormente bajo condiciones de invernadero. Por lo contrario, Nishimwe *et al.* (2019), reportaron un largo máximo en una línea híbrida derivada del cruce de VO15 y Sunrise solo de 21.2 cm, resultados que concuerdan con los valores de los híbridos evaluados en el presente experimento (Maradona-F1: 21.9 cm, Bela Nova-F1: 21.9 cm). Mi-

rafuentes y Santamaría (2014) describen que el largo promedio de su híbrido MSXJ expresó 25 cm, mayor a lo que promedió Maradona-F1 (21.9 cm) y Bela Nova-F1 (21.9 cm), es probable que esto se deba a factores como la fertilización orgánica que se le aplicó (Alcántara *et al.* 2019).

La similitud del largo al diámetro máximo de las variedades híbridas estudiadas en la presente investigación (Maradona-F1: 14.7 cm, Bela Nova-F1: 14.3 cm) puede deberse a que ambas provienen de la misma casa comercial (East-West Seed 2019). Asudi *et al.* (2010) estudiaron variedades colectadas en el oeste de Nyanza, Kenya, observando valores de 7 cm en largo al diámetro máximo, esto coincide con lo observado en el presente estudio para la variedad Maradol (10.1 cm). En un estudio realizado por Schweiggert *et al.* (2011) se pudo observar en variedad Pococí un largo al diámetro máximo de 13.8 cm, resultados que se acercan a los que presentan Maradona-F1 (14.7 cm) y Bela Nova-F1 (14.3 cm), lo cual puede indicar que en manejo orgánico las variedades híbridas evaluadas en el presente experimento son comparables en las dimensiones de los frutos de las variedades híbridas cultivadas bajo manejo convencional.

Bela Nova-F1 (850 g) y Maradol (748.5 g), mostraron un promedio bajo, en peso del fruto, sin embargo, su valor fue similar al promedio de la variedad comercial Siluet: 1263 g (Santamaría *et al.* 2015). Miranda-Ramírez *et al.* (2018) presentaron un promedio de 2200 g en variedad Maradol roja bajo manejo convencional. El peso promedio de Maradona-F1 (1447 g) es inferior a lo reportado por Alcántara *et al.* (2019), donde observaron pesos de 1683 g, si bien ambos estudios emplearon tratamiento con fertilización orgánica, estos autores, emplearon fertilizante orgánico industrial (Natur-abono[®]) que se complementó con

bayfolan[®], mientras que en el presente estudio se empleó solo composta extraída de manera artesanal. Miranda-Ramírez *et al.* (2020), evaluaron la producción de papaya Maradol bajo manejo sustentable, observando pesos promedio de frutos de 1710 g, estos resultados son superiores a los presentados por Maradona-F1 (1447 g), lo cual puede atribuirse a que los autores aplicaron 70% de biofertilizantes y 30% de fertilizantes químicos. El valor expresado en peso de fruto por la variedad híbrida Maradona-F1 concuerda con lo obtenido por Alonso *et al.* (2009) en su híbrido comercial Tainung (1456.7 g). Los valores reportados en peso de frutos de Maradona-F1 (1447 g) y Bela Nova-F1 (850 g) en el presente estudio se acercan a lo establecido por la casa comercial de estos cultivares. La ficha técnica nos indica que para un manejo convencional debemos tener frutos en rangos de peso de 1 500 a 2 500 g en Maradona-F1 y 1 000 a 1 500 g en Bela Nova, por lo cual podemos sugerir que el manejo orgánico reportado en el presente estudio genera frutos de calidad comparable con un manejo convencional (East-West Seed 2019).

En papaya nativa, Hernández-Salinas *et al.* (2019) reportaron un valor de 21 mm de grosor en la pulpa, de igual manera Reyes *et al.* (2017) reportaron en 22 genotipos nativos del estado de Guerrero un valor promedio de 24.1 mm, sin embargo, el valor reportado por Maradona-F1 (27.94 mm) en la presente investigación fue mayor, estos resultados indican que el manejo orgánico permite obtener un grosor de pulpa adecuado para su comercialización. El grosor de pulpa de Maradona-F1 (27.94 mm) se asemeja a frutos de papaya variedad Tailandia (29.1 mm) colectados de una parcela comercial de una provincia de Venezuela (Belandria *et al.* 2010). Maradona-F1 presentó 27.94 mm en grosor de pulpa, sin embargo, Rodríguez-Cabello (2019) describió que su variedad de papaya híbrida "Nativo" presentó un espesor de pulpa de 33 mm bajo manejo convencional, los resultados obtenidos por la variedad antes mencionada podrían sugerir que la variedad Maradona-F1 es comparable con híbridos bajo manejo convencional.

Color de pulpa de fruto

De acuerdo a Aikpokpodion (2011) la intensidad en la coloración de la pulpa está relacionada con el contenido de carotenoides y a su vez estos establecen la calidad nutricional. En la presente investigación los valores L^* , a^* y b^* de las variedades híbridadas (Maradona-F1: L^* 64.47, a^* 38.28, b^* 55.78, Bela Nova-F1: L^* 59.15, a^* 38.82, b^* 54.17) superan a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2014), en la Variedad Maradol roja (L^* :52.3, a^* :25.3, b^* : 41.4), resultados que se podrían adjudicar al vigor híbrido de estas dos variedades. Santamaría *et al.* (2009) estudiaron la variedad Maradol bajo manejo convencional, al evaluar el color en madurez de consumo obtuvieron promedios de L^* , a^* , b^* de 51, 23 y 36, respectivamente, al comparar con los resultados de los híbridos evaluados en el presente estudio bajo manejo orgánico presentan resultados mayores (Maradona-F1: L^* 64.47, a^* 38.28, b^* 55.78; Bela Nova-F1: L^* 59.15, a^* 38.82, b^* 54.17) a los reportados por dichos autores, lo cual indica que los colores de las variedades del presente trabajo tienen potencial comercial. Bajo las mismas condiciones de temperatura del presente estudio (20 °C), Chan-León *et al.* (2017), mostraron valores en Maradol que se acercan a los 50 L^* , 22 en a^* y 35 en b^* mismos que aún son inferiores en comparación con Maradona-F1 (L^* 64.47, a^* 38.28, b^* 55.78) y Bela Nova-F1 (L^* 59.15, a^* 38.82, b^* 54.17). En cambio, Figueira *et al.* (2011) reportaron valor en L^* (61.5) en la variedad Golden, que es similar a los de las variedades híbridadas de la presente investigación que con respecto de a^* (-12.5) y b^* (45) difieren. Los valores comparados pueden indicar que la variación en coloración de la pulpa de L^* , a^* y b^* puede deberse a las características que definen a las diferentes variedades consultadas.

Características fisicoquímicas

En el presente estudio se pudo observar que Bela Nova-F1 supera en acidez titulable a la papaya Hawaiana (0.9%) bajo manejo convencional (Torres *et al.* 2013). De manera general los valores obtenidos en el presente estudio (Maradol: 0.09%, Maradona-F1: 0.10%, Bela Nova-F1: 0.14%) difieren

a los que detectaron Miranda *et al.* (2014) en la variedad Tainung (0.07%) esto puede deberse a que a diferencia de la presente investigación dichos autores sometieron los frutos a un almacenamiento de 22 °C. López *et al.* (2018), reportaron resultados inferiores a 0.06% de acidez titulable almacenada a temperatura ambiente (25 °C), mientras que en una investigación realizada en Carora, estado de Lara, Venezuela, en la cual se almacenaron frutos comerciales de la variedad Maradol a temperatura de 25 °C, se observó que la acidez titulable fue de 0.05%, muy bajo en comparación a los de la presente investigación (Maradol: 0.09%, Maradona-F1: 0.10%, Bela Nova-F1: 0.14%), en cambio en frutos almacenados bajo refrigeración a una temperatura de 8 °C se pudo detectar en el día seis de almacenamiento que la acidez titulable rebasó el 0.8%, esta comparación sugiere que el porcentaje de acidez titulable se ve influenciado por la temperatura del almacenamiento (Petit *et al.* 2010, Almeida *et al.* 2011). Hernández *et al.* (2014a), estudiaron la variedad *Carica pubescens*, observando pH de 6.7, lo cual es menor o mayor a reportado para las variedades híbridas de la presente investigación (Maradol (5.89), Maradona-F1 (5.64) y Bela Nova-F1 (5.47). De acuerdo a Rodríguez *et al.* (2014), los valores mostrados por las tres variedades evaluadas en la presente investigación son aceptables para el consumo, debido a que se encuentran dentro de un rango de pH de 4.5 a 6.0, pues él presentó niveles de pH similares a los del presente estudio en papaya Maradol roja (5.1). En una investigación realizada por Miranda *et al.* (2014), se encontró en variedad Tainung un pH de 5.3 almacenada a temperatura de 22 °C, valor que concuerda a los de la presente investigación, sin embargo, Casaubon *et al.* (2018), presentaron valores de 5.78 y mencionan que los frutos con menor acidez son los más aptos para el consumo humano. Comparados con los resultados obtenidos en la presente investigación, Hernández *et al.* (2014b) presentaron niveles de pH

más elevados en la variedad Carmen (4.6), quienes almacenaron frutos en etapa de madurez fisiológica a una temperatura de -5 °C, por lo cual, las diferencias se pueden atribuir al factor de temperatura debido a que las tres variedades estudiadas en la presente investigación se colectaron con el mismo grado de madurez y se cultivaron bajo las mismas condiciones de clima y suelo. Los niveles de °Brix más altos fueron los pertenecientes a la variedad Bela Nova- F1 con 13.0 °Brix, esto puede ser debido a la expresión genética de la variedad, pues los resultados expresados por este híbrido superan a otras variedades comerciales como la Siluet (12.4 °Brix) incluso a otras variedades híbridas como MSXJ (Santamaría *et al.* 2015). Los resultados son comparables con los obtenidos por Torres *et al.* (2013) en papaya Hawaiana (11.56 °Brix), lo cual se puede atribuir a que en ambos estudios los frutos se encontraban en madurez de consumo. En una investigación similar se evaluó el contenido de sólidos solubles totales en frutos de la variedad Maradol en madurez de consumo, el resultado obtenido fue de 10.0 °Brix valor que se acerca a lo reportado en el presente estudio, esto indica que en el estado de madurez de consumo las variedades de papaya expresan la mayor cantidad de azúcares (Santamaría *et al.* 2009). Lo reportado por Mercado *et al.* (2014), corrobora que, a seis días de almacenamiento a una temperatura de 20 °C, los sólidos solubles totales de la variedad Maradol tienen un incremento por encima de los 11.0 °Brix.

CONCLUSIONES

Las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 presentaron las mejores características morfo-agronómicas y físico químicas, pudiendo ser competitivas con frutos bajo manejo convencional, lo cual las hace una buena opción para su producción en el trópico seco bajo manejo orgánico.

LITERATURA CITADA

Aikpokpodion O (2011) Assessment of genetic diversity in horticultural and morphological traits among papaya (*Carica papaya*) accessions in Nigeria. *Fruits* 67: 173-187.

- Alarcón-Zayas A, Barreiro-Elorza P, Boicet-Fabrél T, Ramos-Escalona M, Morales-León JA (2018) Influencia de ácidos húmicos en indicadores bioquímicos y fisicoquímicos de la calidad del tomate. *Revista Cubana de Química* 30: 243-255.
- Alcántara JJA, Aguilar CC, Leyva BA, Alcántara NAO (2019) Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10: 575-584.
- Almeida CA, Reis PJD, Santos SD, Vieira DT, Da Costa OM (2011) Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2: 049-060.
- Asudi GO, Ombwara FK, Rimberia FK, Nyende AB, Ateka EM, Wamocho LS, Shitanda d, Onyango A (2010) Morphological diversity of Kenyan papaya germplasm. *African Journal of Biotechnology* 9: 8754-8762.
- Belandria D, Velandria V, Navarro C (2010) Caracterización física, química y organoléptica de los frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) en variedades Tailandia y Maradol. *Producción Agropecuaria* 3: 45-49.
- Bratu AM, Popa C, Bojan M, Logofatu, PC, Petrus M (2021) Non-destructive methods for fruit quality evaluation. *Scientific Reports* 11: 1-15. DOI: 10.1038/s41598-021-87530-2
- Casaubon GP, Lamshing SP, Isoard AF, Lemen MSC, Delgado FD, Pérez LAB (2018) pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con reflujo gastroesofágico? *Revista Mexicana de Pediatría* 85: 89-94.
- Chan-León AC, Estrella-Maldonado H, Dubé P, Fuentes OG, Espadas-Gil F, Talavera MC, Ramírez PJ, Desjardins Y, Santamaría M (2017) The high content of β -carotene present in orange-pulp fruits of *Carica papaya* L. is not correlated with a high expression of the CpLCY- β 2 gene. *Food Research International* 100: 45-56.
- CONAGUA (2015) Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Iguala (1205), estado de Guerrero. Comisión Nacional del Agua. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103668/DR_1205.pdf. Fecha de consulta: 02 de enero de 2021.
- East- West Seed (2019) Ficha técnica de papaya Bela Nova-F1. East West Seed Group. Estados Unidos de Norte América. <https://lat.eastwestseed.com/crops/papaya>. Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020.
- Flores-Bautista R, Ávila-Reséndiz C, Villanueva-Jimenez JA (2018) Comportamiento de accesiones nativas de *Carica papaya* inoculadas con PRSV-p mediante *Aphis nerii*. *Revista Mexicana de Fitopatología* 37: 147-158.
- García AE (1983) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ra edición. UNAM. México. 146p.
- García-Gutiérrez C, Rodríguez-Meza GD (2012) Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en Sinaloa. *Ra Ximhai* 8: 1-10.
- Hernández E, Carlos N, Inostroza L, Bautista N, Byrne R, Alencastre A, Peña M, Sueros S (2014a) Evaluación química y tecnológico-nutricional de "papaya de altura" (*Carica pubescens*). *Ciencia e Investigación* 17: 88-91.
- Hernández J, Fernández V, Sulbarán B (2014b) Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (*Carica papaya*). *Observador del Conocimiento* 2: 195-201.
- Hernández-Salinas G, Soto-Estrada A, García-Pérez E, Pérez-Vázquez A, Rocandio-Rodríguez M, Córdova-Téllez L (2019) Variación morfológica *in situ* de *Carica papaya* L. nativa de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 42: 47-55.

- Jiménez VM, Mora-Newcomer E, Gutierrez-Soto V (2014) Biology of the Papaya Plant. Genetics and genomics of papaya. 1th Edition. Pringer. Manhattan. Estados Unidos de Norte América. 438p.
- López ZBA, Ayón RLE, López LME, Gutiérrez DR, Vega GMO (2018) Efecto de un tratamiento hidrotérmico-cloruro de calcio sobre la calidad poscosecha y el contenido de compuestos bioactivos en frutos de papaya durante su almacenamiento comercial. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos 3: 727-733.
- Mercado RJN, Guzmán RIC, García RJM, Salinas HRM, Báez SR (2014) Efecto del recubrimiento con ceras comestibles en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) sobre su calidad durante el almacenamiento. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 15: 31-40.
- Mirafuentes HF, Santamaría BF (2014) MSXJ, híbrido de papaya sin carpeloidía para el sureste de México*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 5: 1297-1301.
- Miranda DR, Alvis A, Arrazola G (2014) Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (*Carica papaya*) variedad Tainung. Temas Agrarios 19: 7-18.
- Miranda-Ramírez JM, Aguilar-García O, Aguilar-García J, Miranda-Medina, D, Ramón D (2018) Productividad agrícola - económica del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Buenavista Michoacán, México. Revista de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas 3: 43-53.
- Miranda-Ramírez JM, Aguilar-García O, Miranda-Medina D (2020) Comparación de la productividad agrícola-económica sustentable y convencional de papaya, en Michoacán, México. Agronomía Mesoamericana 31: 385-403.
- Montgomery DC (2017). Design and analysis of experiments. 8th Edition. John Wiley & Sons. New York, USA. 724p.
- Nishimwe G, Kosgei JC, Okoth EM, Asudi GO, Rimberia FK (2019) Evaluation of the morphological and quality characteristics of new papaya hybrid lines in Kenya. African Journal of Biotechnology 18: 58-67.
- Omboki RB, Wu W, Xie X, Mmadou G (2015) Ripening genetics of the tomato fruit. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 8: 567-572.
- Petit JD, Terán Y, Rojas B, Salinas HR, García RJ, Báez SR (2010) Efecto de las ceras comestibles sobre la calidad en frutos de papaya. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 11: 37-42.
- Reyes GG, Palemón AF, Cruz LB, Damián NA, Hernández CE, Vargas AD, Díaz, VG, Alemán MS (2017) Diversidad genética de poblaciones nativas de papaya (*Carica papaya* L.) del estado de Guerrero, México. Revista Tlamati Sabiduría 8: 47-52.
- Rodríguez CJ, Díaz HY, Pérez GA, Natali CZ, Rodríguez HP, (2014) Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (*Carica papaya* L.) de cuba. Cultivos Tropicales 35: 36-44.
- Rodríguez-Cabello J (2019) 'Nativo' híbrido cubano de papaya (*Carica papaya* L.). Cultivos Tropicales 40: 1-2.
- Santamaría BF, Díaz PR, Sauri DE, Espadas YF, Santamaría FJM, Larque SA (2009) Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. Agricultura Técnica en México 35: 347-353.
- Santamaría F, Mirafuentes F, Zavala MJ, Vázquez E (2015) Calidad de frutos de materiales comerciales de papaya roja producidos en Yucatán, México. Agronomía Costarricense 39: 161-167.
- Schmidt ER, Schmidt O, Salinas I, Hueso JJ, Pinillos V, Cuevas J. (2019) Sample size for the evaluation of 'BH-65' papaya fruits under protected cultivation. Revista Brasileira de Fruticultura 41: 1-9.

- Schweiggert RM, Steingass CB, Esquivel P, Carle R (2012) Chemical and morphological characterization of Costa Rican Papaya (*Carica papaya* L.) hybrids and lines with particular focus on their genuine carotenoid profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 2577-2585.
- Schweiggert RM, Steingass CB, Mora Esquivel P, Carle R (2011) Carotenogenesis and physico-chemical characteristics during maturation of red fleshed papaya fruit (*Carica papaya* L.). *Food Research International* 44: 1373-1380.
- SE (2007) NMX-FF-041-SCFI-2007. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - Fruta fresca - papaya (*Carica papaya* L.). - Especificaciones (Cancela a la NMX-FF-041-SCFI-2003). Secretaría de Economía. México. <https://www.sinec.gob.mx/SINEC/Vista/ProcesosGenerales/BusquedaInstitucional/NMX/NMXDetalle.xhtml?P=bkwzQjZXMDf5WFJvaHozU0lyRTR5UT09&T=ZUVHttUxNTZaSGlJbFRtU0U4cDJkUT09>. Fecha de consulta: 05 de septiembre de 2020.
- SIAP (2019) Estadísticas de producción agrícola nacional. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 11 de julio de 2020.
- Torres RR, Montes EJ, Pérez OA, Andrade RD (2013) Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información Tecnológica* 24: 51-56.
- Vázquez GE, Mata VH, Ariza FR, Santamaría BF (2010) Producción y manejo postcosecha de papaya Maradol en la planicie huasteca. 1a edición. INIFAP. Tamaulipas. México. 155p.
- Zamilpa J, Schwentesius RR, Ayala ODA (2016) Estado de la cuestión sobre las críticas a la agricultura orgánica. *Acta Universitaria* 26: 20-29.