

EL CULTIVO DEL CARAMBOLO (*Averroha carambola* L.): UNA ALTERNATIVA PARA EL TROPICO SECO

M. H. Pérez-Barraza¹; V. Vázquez-Valdivia; J. A. Osuna-García

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, C. E. Santiago Ixcuintla, km 6 Carretera Internacional entronque a Santiago.
Apdo. Postal 100, Santiago Ixcuintla, Nayarit. MÉXICO. Tel/Fax (323) 235-07-10. Correo-e: hipeba@aol.com. (*Autor responsable).

RESUMEN

El objetivo fue conocer el comportamiento fenológico y producción de los cultivares de carambolo Fwang Tung y Maha, en condiciones tropicales de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Nayarit del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y una altura sobre el nivel del mar de 22 metros. Los árboles de carambolo de ambos cultivares obtenidos por injerto, iniciaron su producción a los dos años de establecidos. Los dos cultivares producen frutos durante todo el año, pero presentan dos épocas importantes de cosecha, febrero a marzo, y septiembre a noviembre y ambos son productivos con 150 kg de fruto por árbol por año para 'Fwang Tung' y 130 kg para 'Maha' (árboles de seis años). El cultivar Fwang Tung presenta frutos más grandes de 147.9 g y 7.3 cm de diámetro y con mayor contenido de sólidos solubles totales (SST) (9.6 °Bx).

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: época de floración, adaptación, 'Maha', 'Fwang Tung', nuevos cultivos.

STARFRUIT (*Averroha carambola* L.) CROP: AN ALTERNATIVE FOR THE DRY TROPIC

ABSTRACT

The objective was to learn the phenological behavior and production of starfruit cultivars Fwant Tung and Maha, under tropical conditions of Santiago Ixcuintla, Nayarit, Mexico. The study was carried out at the Santiago Ixcuintla Experiment Station, Nayarit, of the National Research Institute of Forestry, Agriculture and Animal Husbandry (INIFAP), which has a sub-humid warm climate with summer precipitation and an altitude of 22 m. Starfruit trees of both cultivars obtained from grafting, started producing fruits after two years of established. Both cultivars produce fruits all year, but show important harvest periods: February to March and September to November. In both periods produce about 150 kg of fruits per tree for 'Fwang Tung' and 130 kg for 'Maha' (six-year-old trees). Cultivar Fwang Tung shows larger fruits of 147.9 g and 7.3-cm diameter, with a higher content of total soluble solids (9.6 °Bx).

ADDITIONAL KEY WORDS: Bloom period, adaptation, 'Maha', 'Fwang Tung', new crops.

INTRODUCCIÓN

Los precios de las frutas tradicionales como mango, plátano y aguacate en Nayarit, México, atraviesan por una crisis, por lo que se considera oportuno impulsar el cultivo de nuevas especies que tengan potencial de adaptación y que superen en rentabilidad a estos frutales. Ante esta situación el cultivo del carambolo podría ser una alternativa para los productores Nayaritas.

El carambolo es un fruto tropical que es popular en los mercados de Tailandia, Singapur, Hong Kong, Tokio, Malasia, Europa y Estados Unidos (Mohamed, 1987). Los

árboles de carambolo se adaptan bien a climas tropicales, con una precipitación de 1,500 a 3,000 mm anuales y bien distribuida durante el año; aunque pueden crecer bien en climas subtropicales bajos en frío. La temperatura ideal para el desarrollo de esta especie, está considerada entre los 21 y 32 °C, aunque en Malasia desarrolla bien con temperaturas hasta de 34 °C, las temperaturas medias inferiores a 15 °C afectan su crecimiento y floración, (Green, 1987; Nakasome y Paull, 1999). En Florida, la presencia de heladas limita su cultivo hacia el norte y sur de la península (Duke y Terrell, 1974; Campbell y Malo, 1981). Los árboles de carambolo desarrollan bien en casi todo tipo de suelos, pero son más adecuados los profundos y

bien drenados. Tolera un intervalo de pH de 5.5 a 6.5 (Galán, 1993).

En Florida, EUA, existen muchos cultivares de carambolo, siendo los más comerciales 'Arkin', 'Fwang', 'Tung', 'Golden Star', 'Maha', 'New Comb' y 'Thayer' (Campbell *et al.*, 1985; Morton, 1987). En Malasia los más importantes son 'B-10', 'B-16' y 'B-17' (Nakasone y Paull, 1999). Por otro lado, al evaluar 12 cultivares de carambolo, Hernández y Galán (2001) recomendaron los cultivares B-17, Sri Kembangan y Arkin como los mejores para ser cultivados bajo las condiciones de Las Islas Canarias, España.

Se ha evaluado una gran lista de características deseables en cultivares de carambolo. Las más importantes según Nakasone y Paull (1999) han sido con relación a las características del fruto como: peso, color, relación azúcares-ácido, cantidad de semillas, textura y resistencia a daños mecánicos. Por su parte Wagner *et al.* (1975) mencionaron que las características que debe tener un cultivar comercial son: una alta producción, tamaño mediano del fruto, color amarillo brillante, resistencia a los daños por manejo y habilidad para mantener buena calidad durante el almacenamiento y mercadeo.

En Florida, los frutos del cultivar Arkin presentan las características siguientes: el peso del fruto varía de 90 a 200 g, el color de la cáscara es amarillo-naranja y los SST van de 6 hasta 11.5 %, por lo que resulta muy atractivo para el mercado; mientras que los frutos de 'Fwang Tung' presentan un peso de 100 a 300 g, epidermis color amarilla y los SST van de 9.2 a 12.6 % (Campbell *et al.*, 1987; Campbell y Kock, 1989; O'Hare, 1997). 'Maha' y 'Fwang Tung' bajo condiciones de las Islas Canarias, España, presentaron un peso promedio del fruto de 140 y 190 g, respectivamente; el color de la epidermis es amarilla para 'Fwang Tung' y amarilla pálido para 'Maha', el contenido de SST fue de 10.1 y 8 °Brix, respectivamente (Hernández y Galán, 2001). Estos autores comentan que 'Fwang Tung' y 'Sri Kembangan' presentaron una alta incidencia a la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* Wied.), mientras que 'Maha' fue medianamente susceptible.

El objetivo de este estudio fue evaluar el desarrollo (crecimiento vegetativo, época de floración, de producción, rendimiento y calidad del fruto) de dos cultivares de carambolo en condiciones de clima cálido en Santiago Ixcuintla, Nayarit, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el Campo Experimental de Santiago Ixcuintla del INIFAP Nayarit, con un clima cálido subhúmedo con lluvias en verano y una altura sobre el nivel del mar de 22 metros. Las condiciones climáticas que prevalecieron durante los seis años de estudio fueron las

siguientes. La temperatura media anual varió de 24 a 27.3 °C, la máxima de 28.9 a 37.2 y la mínima de 17.2 a 19.9 °C; la precipitación, que se distribuye de junio a octubre osciló entre los 1057 a 1251 mm anuales (Estación Climatológica del Campo Experimental Santiago Ixcuintla, INIFAP-Nayarit, México.).

El trabajo se inició en 1996 utilizando los cultivares Maha y Fwang Tung; se establecieron seis árboles de cada cultivar en condiciones de riego y a distancias de 5 x 5 m entre hileras y árboles. La propagación de los árboles fue por injerto, utilizando portainjertos de semilla y posteriormente injertando el cultivar, al establecerlos en campo estos contaban con dos años de edad; uno de crecimiento del portainjerto y otro del cultivar injertado.

El manejo de los árboles consistió en poda, riegos, fertilización y prevención de plagas como mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* Wied) y Barrenador del fruto (*Cryptophlebia encorpa* meyr), y enfermedades como mancha en las hojas causadas por *Cercospora averrhiae* y antracnosis en fruto (*Colletotrichum gloeosporoides*). La poda se realizó cada año despuntando las ramas alrededor del árbol con la finalidad de mantener una altura entre 3.5 y 4 m, y evitar el entrecruzamiento de ramas. Los árboles desarrollaron en un suelo profundo de textura franca con un pH = 7, 36.4 % de saturación (porcentaje máximo de retención de agua por el suelo), 0.69 de materia orgánica, 3.42 mg·kg⁻¹ de nitrógeno (NO₃), 37.6 mg·kg⁻¹ de fósforo, 994 mg·kg⁻¹ de potasio, 2,335 mg·kg⁻¹ de calcio y 323.9 mg·kg⁻¹ de magnesio. En los dos primeros años los árboles fueron fertilizados con urea, aplicando 50 g·árbol⁻¹ cada dos meses; el tercer y cuarto año se utilizó la fórmula 17-17-17, aplicando 150 g·árbol⁻¹ cada cuatro meses (cuatro aplicaciones al año); y en árboles de cinco y seis años se aplicaron 400 g·árbol⁻¹ cada cuatro meses; el fertilizante se colocó en el área de goteo y se regó inmediatamente. Se aplicaron riegos por gravedad cada 15 días durante los meses de octubre a mayo, en la época de lluvia (junio a septiembre) los riegos fueron suspendidos.

Se realizaron aplicaciones mensuales de un insecticida (Malation) más un fungicida (Mancozeb) para prevenir el ataque de plagas y/o enfermedades, sobre todo, para evitar la presencia de mosca de la fruta, ya que es conocido que esta especie es susceptible a dicha plaga se colocó además un bote matador y en cada cosecha, se tomaban 10 frutos al azar por cultivar para analizarlos y detectar su presencia.

Durante los seis años de estudio las variables evaluadas fueron:

Crecimiento vegetativo: Esta variable fue evaluada por árbol durante todo el año mediante observaciones visuales cada quince días. Se registró el porcentaje de la copa cubierta con crecimientos vegetativos nuevos; donde

el 100 % es toda la copa cubierta con este tipo de brotes diferenciándose de los crecimientos maduros por tener una coloración verde tierno.

Época e intensidad de floración: Esta variable fue evaluada por árbol durante seis años, mediante observaciones semanales desde que aparecieron las primeras flores. Las observaciones se hicieron tomando en cuenta todo el árbol; ya que las flores emergen en las axilas de las hojas de ramas jóvenes, ramas maduras, ramas gruesas y ocasionalmente en el tallo principal. Se registró el porcentaje de la copa cubierta con flores, donde el 100 % es toda la copa cubierta.

Época de cosecha: En los doce árboles, la cosecha se evaluó cada año tomando como base cada fecha de corte desde el inicio de producción hasta el final de la misma.

Producción: Se evaluó la producción por árbol expresada en kg durante cinco años.

Calidad del fruto: Durante el quinto y sexto año de estudio, se evaluó el peso individual del fruto y el contenido de sólidos solubles expresados en °Brix. Para ello se tomó durante la cosecha una muestra de 10 frutos por repetición (60 frutos por tratamiento) y se pesaron individualmente en una báscula de precisión Marca OHAUS; los sólidos solubles fueron evaluados en la misma muestra de frutos mencionada anteriormente, utilizando un refractómetro manual Marca ATAGO ATC-1E, Escala 0 a 32 %. Se evaluó también la longitud y diámetro del fruto, número de costillas, profundidad de las costillas, número y peso de las semillas por fruto y el color de la epidermis, utilizando una escala de 1 a 6, donde 1 = fruto verde, 2 = verde ligeramente amarillo, 3 = verde amarillo, 4 = amarillo con bordes de las costillas verdes, 5 = amarillo y 6 = amarillo anaranjado.

Las variables como peso de fruta por planta, sólidos solubles totales, número y peso de las semillas, longitud, diámetro y peso del fruto, número de costillas por fruto, profundidad de las costillas y color, se analizaron mediante un diseño experimental completamente al azar con dos tratamientos (cultivares) y seis repeticiones; cada repetición estuvo constituida por un árbol. El análisis de la información fue hecho mediante una prueba de "t"; se utilizó el programa Sistema de Análisis Estadístico (SAS)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento vegetativo y Floración

La brotación vegetativa se presenta durante todo el año en ambos cultivares, siendo los meses de febrero a abril la época de mayor intensidad (Figura 1A), lo que coincide con la época de escasa floración. La floración en ambos cultivares se inició de los 21 a 22 meses de

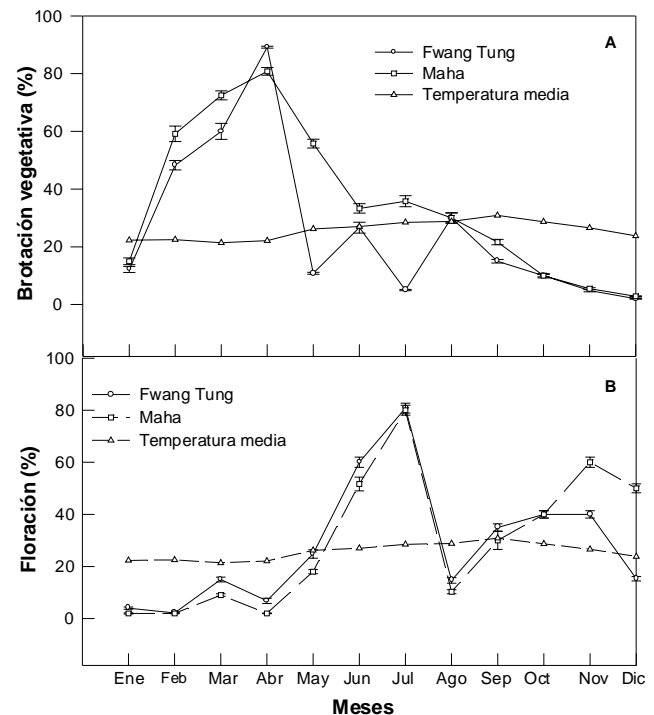


FIGURA 1. Brotación vegetativa (A) y floración (B) de dos cultivares de carambolo, creciendo bajo condiciones tropicales de Nayarit, México, México (promedio de cuatro años; 1999 a 2002). Cada punto representa el promedio de seis repeticiones \pm error estándar.

establecidos, una vez iniciada, los árboles florecieron todo el año; aunque hubo dos épocas con mayor intensidad de floración, una ocurrió durante los meses de junio y julio con una intensidad del 80 % en ambos cultivares, coincidiendo con la época de mayor precipitación y con una temperatura media entre 27 y 28.5 °C; la otra en el mes de noviembre con una intensidad de 60 % en el cultivar Fwang Tung y 40 % para 'Maha', durante este mes las temperaturas fueron más bajas (26 °C) que en la primera época (Figura 1B), el resto del año la floración en ambos cultivares es menor sobre todo durante los meses cuando las temperaturas son más bajas (temperatura media entre 21 y 22 °C en los meses de enero a marzo). En Florida la mayor intensidad de floración ocurre de abril a junio y una segunda floración en los meses de septiembre y octubre (Campbell *et al.*, 1985); sin embargo, las condiciones ambientales en este lugar corresponden a un clima subtropical a diferencia del clima tropical en Nayarit.

Época de cosecha

Los árboles de carambolo 'Fwang Tung' y 'Maha' iniciaron su producción a los dos años de establecidos, una vez iniciada los frutos se produjeron durante todo el año presentando dos épocas importantes de producción, la primera en febrero y marzo, y se obtiene de la floración que ocurre en noviembre y la segunda en los meses de septiembre-noviembre (Figura 2) y se obtiene de la floración de junio y julio. Las temperaturas medias mensuales

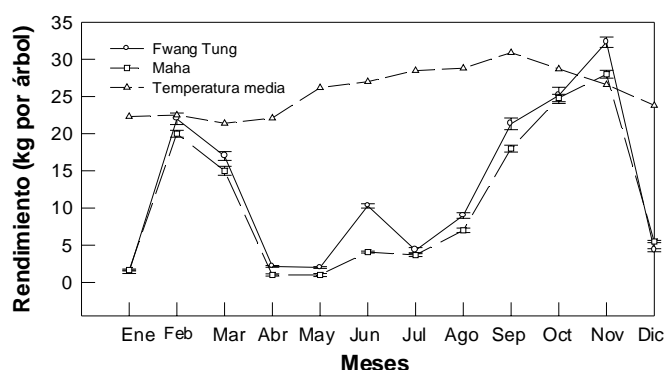


FIGURA 2. Distribución de la producción de dos cultivares de carambolo en Santiago, Ixcuintla, Nayarit, México, (promedio de cuatro años; 1999 a 2002). Cada punto representa el promedio de seis repeticiones \pm error estándar.

presentadas en la primera época son alrededor de 22 °C, mientras que en la segunda época de cosecha las temperaturas son mayores (27 a 30.9 °C durante la última época), estas condiciones probablemente sean más adecuadas para el desarrollo del fruto dada la condición tropical de esta especie; además, que la floración presentada en los meses de junio y julio es de mayor intensidad que la de noviembre. En los meses de abril a junio la producción de fruta es muy baja, debido a la escasa floración que ocurre de enero a marzo. En Florida esta especie produce también durante todo el año, pero la cosecha más importante es de septiembre a abril (Campbell *et al.*, 1985).

Producción

De cinco cosechas evaluadas sólo se encontraron diferencias significativas entre los cultivares en la cosecha de 1999. En 1998, árboles de dos años de plantados produjeron 45 ± 1.6 y 50 ± 1.6 kg por árbol por año en los cultivares Maha y Fwang Tung, respectivamente; el siguiente año la producción promedio fue de 80 ± 1.13 y 102 ± 1.88 kg, siendo 'Fwang Tung' más productivo que 'Maha'; de cuatro y cinco años de edad los árboles de 'Maha' produjeron 120 ± 1.47 kg por árbol por año y 130 ± 1.86 kg los árboles de 'Fwang Tung'. Durante el 2002 (seis años de edad), los árboles del cultivar Maha produjeron 130 ± 4.19 kg de fruta por árbol por año y 150 ± 4.92 en el cultivar Fwang Tung (Figura 3). Con este último rendimiento por árbol y una densidad de 400 árboles-ha⁻¹, se obtienen de 52 a 60 t-ha⁻¹. Este rendimiento es mayor al obtenido en Florida bajo condiciones subtropicales (Campbell, 1983; Campbell *et al.*, 1985; Crane, 1993) y algo similar al obtenido en Malasia (clima tropical) ya que se reporta de 45 a 55 t-ha⁻¹ en árboles de cuatro a siete años (Green, 1987). Las condiciones climáticas (sobre todo temperaturas) presentadas en el área de estudio favorecen la producción de esta especie, logrando rendimientos mayores que los reportados en Florida, donde los árboles desarrollan bajo un clima subtropical.

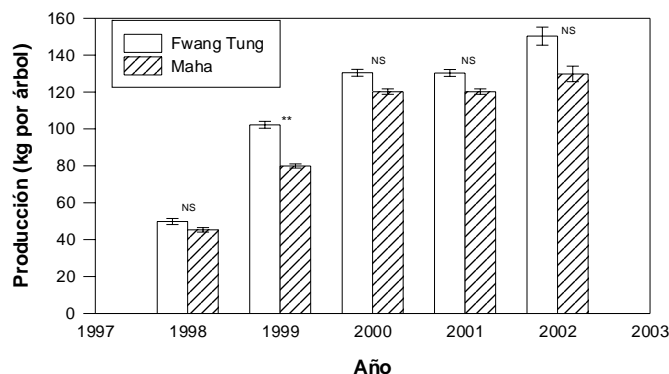


FIGURA 3. Producción de dos cultivares de carambolo desarrollando bajo condiciones de Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Cada barra representa el promedio de seis repeticiones \pm error estándar. NS, *, **, No significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente; de acuerdo a la prueba de "t".

Calidad del fruto

'Fwang Tung' produjo frutos más grandes con un peso promedio de 147.9 g y con menor cantidad de semillas por fruto (7.2) que los de 'Maha' (125.8 g y 18.4 semillas). En la longitud del fruto no se presentaron diferencias significativas entre los cultivares; sin embargo, el diámetro (7.3 cm) fue mayor en 'Fwang Tung' respecto a 'Maha' (5.8 cm); además, presentó un mayor contenido de sólidos solubles (9.6 °Bx) y un color amarillo de la epidermis más fuerte que 'Maha' (Cuadro 1). De acuerdo a las características de calidad requeridas en el mercado de exportación, 'Fwang Tung' es un cultivar con más perspectivas que 'Maha' al tener mayor contenido de SST y color amarillo de la epidermis; no obstante, existen cultivares con mejores características para el mercado de exportación que deberían ser evaluados bajo nuestras condiciones. Los resultados coinciden con los obtenidos en Islas Canarias en España, donde los frutos de 'Fwang Tung' fueron más grandes y con mayor contenido de SST que 'Maha' (Hernández y Galán, 2001). Esta especie no presentó problemas serios de plagas y/o enfermedades; a pesar de que Hernández y Galán (2001) reportan a 'Fwang Tung' como susceptible a la mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* Wied.), en ningún muestreo se encontraron frutos con larvas.

CONCLUSIONES

Los árboles de carambolo de ambos cultivares son precoces para entrar a producción; bajo condiciones tropicales, ésta se inició a los dos años de establecido el experimento.

Los dos cultivares producen frutos durante todo el año, pero presentan dos épocas importantes de cosecha, febrero a marzo y septiembre a noviembre.

La producción promedio por árbol a los seis años de edad fue de 150 kg para 'Fwang Tung' y 130 para 'Maha'.

CUADRO 1. Características del fruto de dos cultivares de carambolo. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Valores promedio de 10 repeticiones durante la cosecha de 1999 a 2002.

Cultivar	Peso Promedio (g)	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Costillas	Profundidad de Costillas (cm)	Semillas	Peso Total de Semillas (g)	Sólidos Solubles Totales (°Brix)	Color de Epidermis ²
Fwang Tung	147.9	11.9	7.3	5.0	3.0	7.2	0.61	9.6	4.2
Maha	125.8	12.6	5.8	5.3	2.1	18.4	1.56	8.5	3.2
Significancia CV	*10.4 %	^{NS} 6.3 %	**9.3 %	^{NS} 9.2 %	**15.8 %	**40.1 %	**35.3 %	*8.5 %	*26.9 %

²Escala: 1 = verde, 2 = verde ligeramente amarillo, 3 = verde amarillo, 4 = amarillo bordes verdes, 5 = amarillo, 6 = amarillo anaranjado.

^{NS}, *, **: No significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente, de acuerdo a la prueba de "t".

CV: coeficiente de variación.

El cultivar Fwang Tung presenta frutos más grandes (peso y diámetro), de color amarillo más intenso que 'Maha' y con mayor contenido de sólidos solubles totales, esto le da mayor perspectivas para el mercado de exportación.

Los cultivares Fwang Tung y Maha de carambolo, se adaptan bien a las condiciones tropicales de Nayarit y pueden ser adoptados por los productores como un cultivo alternativo bajo condiciones de riego.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Fundación Produce Nayarit A. C., el financiamiento para realizar el presente trabajo, bajo el proyecto de Nuevas Opciones Frutícolas.

LITERATURA CITADA

- CAMPBELL, C. W. 1983. Tropical fruit produced commercially in Florida. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Trop. Reg. 27: 101-110.
- CAMPBELL, C. W.; MALO, S. E. 1981. The carambola. Fruit Crops Fact Sheet FC-12. Florida Cooperative Extension Service, University of Florida. Gainesville, USA.
- CAMPBELL, C. A.; KOCH, K. E. 1989. Sugar/acid composition and development sweet and tart carambola fruit. J. Amer. Hort. Sci. 114: 455-457.
- CAMPBELL, C. W.; KNIGHT, R. J. JR.; OLSZACK, R. 1985. Carambola production in Florida. Proc. Fla. State Hort. Soc. 98: 145-149.
- CAMPBELL, C. A.; HUBER, D. J.; KOCH, K. E. 1987. Postharvest response of carambola to storage at low temperatures. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100: 272-275.
- CRANE, J. H. 1993. Commercialization of carambola, atemoya, and other tropical fruits in south Florida, pp. 448-460. In: New Crops. JANICK, J.; SIMON, J.E. (eds.). Wiley, New York, USA.
- DUKE, J. A.; TERELL, E. E. 1974. Crop diversification matrix: Introduction. Taxon 23(576): 759-799.
- GALÁN SAUCO, V. 1993. Carambola cultivation. FAO Plant Production and Protection Paper No. 108. FAO, Geneva, Switzerland. 74 p.
- GREEN, J. G. 1987. Carambola production in Malaysia and Taiwan. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100: 275-278.
- HERNÁNDEZ D., P. M.; GALÁN SAUCO, V. 2001. Evaluation of carambola cultivars in the Canary Islands. Dept. Tropical Fruit, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. La Laguna 38200, Tenerife, Canary, Spain. pp. 1-7.
- MOHAMED, Z. A. 1987. Cultivation of Tropical Fruit. Hil-Tech Enterprise, Kuala Lumpur, Malaysia. 98 p
- MORTON, J. 1987. Carambola, pp. 125-128. In: Fruits of Warm Climates. MORTON, J. F. (ed.). Creative Resources Systems, Inc., Miami, Florida, USA.
- NAKASONE, H. Y.; PAULL, R. E. 1999. Carambola, pp 132-148. In: Tropical Fruits. ATH ERTON, J.; REES, A. (eds.). CAB International New York, N. Y., USA.
- O'HARE, R. J. 1997. Carambola, pp. 295-307. In: Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. MITRA, S. K. (ed.). CAB International, Wallingford, UK.
- WAGNER, C. J. JR.; BRYAN, W. L.; BERRY, R. E.; KNIGHT, R. J. JR. 1975. Carambola selection for commercial production. Proc. Fla. State Hort. Soc. 88: 466-469.