

## CARACTERIZACIÓN DE SELECCIONES DE GUAYABA PARA EL BAJÍO DE GUANAJUATO, MÉXICO\*

### CHARACTERIZATION OF GUAVA SELECTION FOR THE BAJIO REGION OF GUANAJUATO, MEXICO

Candelario Mondragón Jacobo<sup>1§</sup>, Luis Miguel Toriz Ahumada<sup>1</sup> y Salvador Horacio Guzmán Maldonado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío, INIFAP. Km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende. C. P. 38110. Celaya, Guanajuato, México. Tel. 01 461 611 53 23. (toriz.luis@inifap.gob.mx), (guzman.salvador@inifap.gob.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: mondragon.candelario@inifap.gob.mx.

#### RESUMEN

En México, la producción y consumo de guayaba (*Psidium guajava* L.) se basa en las variedades tradicionales “Media China” y “Peruana” entre otras, seleccionadas por los productores a partir de germoplasma de la región semiárida del centro norte de México. El objetivo de este estudio fue caracterizar siete selecciones de guayaba de pulpa rosa y una de pulpa blanca desarrolladas por el programa de fruticultura del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para la región del Bajío de Guanajuato. El estudio se efectuó en el Campo Experimental Bajío, Celaya Guanajuato, México, durante 2007 y 2008. Los árboles provinieron de semillas derivadas de la polinización abierta en una colección que contiene árboles de semilla de Brasil y México. La colección de estudio consistió de 248 árboles que representan la segunda generación de selección individual. Se determinaron las características de ocho selecciones y dos testigos comerciales. Los caracteres de planta estudiados fueron: productividad, vigor, fenología, tolerancia a la enfermedad conocida como “clavo” (*Pestalotiopsis psidii*) y tolerancia a baja temperatura (heladas). Los caracteres de fruto fueron: color de pulpa, peso, calibre, forma, contenido de semilla, acidez titulable, sólidos solubles totales, vitamina C y licopeno. Las selecciones de pulpa rosa y salmón fueron: 23-1, 26-8, 23-5, 25-5, 21-17, 22-11 y 25-9 y la de pulpa blanca: 21-9. Las selecciones con pulpa color rosa mostraron: frutos

grandes, de 118.4 a 207.6 g, produjeron de 6.5 a 34.7 kg árbol, contenido intermedio de sólidos solubles totales 10.1 a 13.1 °Brix, de 83.29 a 185.75 mg 100 g de vitamina C, de 0.54 a 3.28 mg 100 g de licopeno con época de cosecha del 1 de septiembre al 15 de noviembre. Comparativamente, el testigo Media China mostró frutos amarillos de 48 g en promedio, con 11.6 °Brix, 231.49 mg 100 g de vitamina C, 0.53 mg 100 g de licopeno y con época de cosecha de noviembre a enero. Las selecciones estudiadas pueden complementar a las variedades comerciales en cuanto a tipo de fruta y época de cosecha. Las características de tamaño, apariencia visual, contenido de semilla del fruto, °Brix y licopeno de las selecciones compiten con las de las variedades comerciales.

**Palabras clave:** *Psidium guajava* L, calidad de fruta, mejoramiento genético de guayaba, vitamina C.

#### ABSTRACT

Guava (*Psidium guajava* L.) production and consumption in Mexico is based on traditional varieties types “Media China” and “Peruana” among others. They were selected by farmers using the mexican germplasm available in the central semiarid region of Mexico. The objective of this

\* Recibido: Enero, 2009

Aceptado: Septiembre, 2009

study was to characterize eight guava selections: seven with pink flesh and one of white flesh, developed by the horticulture program of the National Research Institute for Forestry, Agriculture and Livestock (INIFAP). The study was conducted at the Bajío research station, Celaya, Guanajuato, during 2007 and 2008. The selected trees were grown from seed obtained from an open pollinated collection of guava trees from Brazil and Mexico. The studied trees represented the second generation of individual selection. The plant characters studied were: vigour, phenology, tolerance to the disease locally known as "clavo" (*Pestalotiopsis psidii*) and low temperatures. The fruit characters were: flesh color, weight, shape, seed content, titratable acidity, total solid content, C vitamin and lycopene. Seven selections of pink flesh color were characterized, their IDs are: 23-1, 26-8, 23-5, 25-5, 21-17, 22-11 and 25-9 and one with white flesh; 21-9. All pink selections show: large fruits, 118.4 to 207.6 g, produced from 6.5 to 34.7 kg per tree, its sugar content varied from 10.1 to 13.1 °Brix, C vitamin from 83.29 to 185.75 mg 100 g and lycopene from 0.54 to 3.28 mg 100 g. Its natural harvest season extended from September 1 to November 15. In comparison, "Media China" shows a mean weight of 48 g per fruit, 11.6 °Brix, 231.49 mg 100 g of C vitamin, 0.53 mg 100 g of lycopene and a natural harvest season from November to January. The studied selections can be a complement for the commercial varieties in terms of fruit type and harvest season. Fruit characters observed in the selections compete with those of the commercial varieties.

**Key words:** *Psidium guajava* L., fruit quality, guava breeding, vitamin C.

## INTRODUCCIÓN

La guayaba es una de las frutas más importantes en México, se cultiva en condiciones subtropicales y tropicales en 23 000 ha. La producción comercial se concentra en dos diferentes condiciones agroclimáticas, ambas localizadas en el centro de México; la región de Calvillo, Aguascalientes y el oriente del estado de Michoacán, conformado por los municipios de Jungapeo, Juárez, Zitácuaro, Susupuato, Tuxpan y Tuzantla, en los cuales se cultiva 87% de la superficie con este cultivo en el estado, (Aguilar *et al.*, 2003). La guayaba es también uno de los frutales domésticos más populares en México. La guayaba se consume principalmente como fruta fresca (87 al 92%) y el resto en las industrias de bebidas, mermeladas y otros productos afines (González *et al.*, 2002).

La cadena productiva "guayaba" se fundamenta en el cultivo de la variedad "Media China" (90% de la superficie) que se caracteriza por producir frutos de forma aperada, de tamaño pequeño a mediano (<80 g), con epidermis de color amarillo brillante en frutos maduros, con pulpa de color crema a amarilla de aroma agradable y alto contenido de semilla (González *et al.*, 2000). Los árboles son productivos y adaptados a la época normal de producción o al manejo agronómico para inducir la producción fuera de temporada, usualmente en invierno.

La producción actual se destina casi en la totalidad al mercado nacional, esfuerzos gubernamentales recientes permitieron la exportación de un pequeño volumen de fruta a los EUA, la principal limitante para la exportación es la cuarentena contra mosca de la fruta impuesta a la guayaba de México. Otra barrera al producto nacional es la preferencia del mercado internacional por fruta de mayor tamaño y pulpa de color rosado y blanco, características que no tienen las variedades comerciales de México. La industria internacional también demanda pasta y puré de color rosado (SAGARPA, 2005). Un aspecto sobresaliente de la guayaba rosada es el contenido carotenoides, en particular de licopeno, el cual se ha demostrado previene enfermedades como el cáncer de próstata (Giovannucci *et al.*, 2002). Sin embargo, los pocos estudios realizados sobre las propiedades nutracéuticas de la guayaba, se han centrado en la vitamina C y los carotenoides (Pal *et al.*, 2004; Sanjinez-Argadoña *et al.*, 2005). El determinar el contenido de licopeno en materiales de guayaba que puedan ser liberados como nuevas variedades dará valor agregado al producto.

Es conocido que en el germoplasma nativo existe el color rosado de pulpa y fruta de tamaño grande por separado; sin embargo, no se han desarrollado variedades que conjunten las dos características. El objetivo de este estudio fue caracterizar siete selecciones de guayaba de pulpa rosa y una de pulpa blanca desarrolladas por el programa de fruticultura del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) para la región del Bajío, Guanajuato.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proceso de selección fue realizado en el Campo Experimental Bajío del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Celaya, Guanajuato, México cuya posición geográfica es

20° 34' 00" latitud norte y 100° 50' 00" longitud oeste a 1 765 m. El clima del sitio es subtropical semiárido con 601 mm de precipitación anual promedio, con 85% de ocurrencia en el verano (Terrones *et al.*, 2000). La clasificación del suelo en el sitio experimental es Vertisol pélico de color oscuro. Los árboles fueron plantados en la primavera de 2002, a densidad de 5x2.5 m (800 árboles ha), fueron conducidos a tronco único y mantenidos en forma de vaso ligeramente abierto por medio de podas anuales. La duración de la fase juvenil fue de 2 a 3 años, por lo que el rendimiento se registró hasta el 4º año, la información de rendimiento por árbol presentada en este trabajo incluye los años 2007 y 2008, una vez que este parámetro se estabilizó en todos los arboles.

Los árboles fueron obtenidos de semillas derivadas de la polinización abierta en una colección (iniciada en 1990) que contiene árboles de semilla originarios de Brasil y de México. La colección de estudio consistió de 248 árboles que representan la segunda generación de selección individual. Los criterios de selección para los caracteres de planta fueron: productividad, vigor, fenología, tolerancia a la enfermedad conocida como "clavo" (*Pestalotiopsis psidii*), hábito de crecimiento y tolerancia a baja temperatura (heladas). Los caracteres de fruto fueron: color de pulpa, peso de fruta, calibre, forma y contenido de semilla. Para las variables anteriores se usaron 20 frutos por planta. Del análisis químico se obtuvieron acidez, contenido de azúcares, vitamina C y licopeno, las determinaciones fueron hechas por triplicado en tres frutos por selección. Durante 2007 y 2008 no se aplicaron fungicidas para determinar la resistencia a "clavo" del fruto. Las siete selecciones representan 3.2% de la colección.

El análisis químico se efectuó con el siguiente procedimiento: los sólidos solubles totales (SST) se determinaron con un refractómetro manual (Atago N-1E) en una mezcla de pulpa, el pH del jugo con un potenciómetro usando pulpa sin diluir, la acidez fue calculada de acuerdo al método de la AOAC 942.15 (AOAC, 2000). La determinación de vitamina C se efectuó por medio de HPLC (Agilent 1100 series con DAD), se utilizó una columna ZORBAX Eclipse XDB-C18 de 5 µm de acuerdo al protocolo propuesto por Scartezzini *et al.* (2006) con dos modificaciones: 5 000 µL y 25 mg de muestra liofilizada. El licopeno se determinó con el mismo equipo de HPLC de acuerdo con el protocolo descrito por Sadler and Dezman, (1990) y

Klaus, (2002), se ajustó el número de extracciones de uno a tres en función de la intensidad del color en la muestra, el tamaño de muestra liofilizada en este caso fue de 500 mg, la temperatura del detector fue 25 °C a una longitud de onda de 502 nm. La muestra usada fue de 20 µL, la velocidad de flujo 1.5 mL min<sup>-1</sup> y el tiempo 20 min.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de los árboles

Todas las selecciones mostraron árboles de vigor alto, expresado en crecimiento significativo de tronco, ramas principales gruesas y hojas grandes, típicas del germoplasma de guayaba de origen tropical, significativamente mayores que los observados en las variedades Media China y Peruana. El rendimiento de fruta por árbol se incrementó con la edad, desde el doble en las selecciones 25-5, 23-5 y 26-8 hasta casi cuatro veces en la selección 21-9. El rendimiento promedio más alto fue registrado en la selección de pulpa blanca 21-9 (54.87 kg árbol), mientras que la mejor selección de pulpa rosa fue la 23-5, todas ellas fueron superiores a los testigos comerciales Peruana y Media China. La guayaba es un árbol productivo en México, al grado de que el peso de la fruta puede dañar las ramas lo que reduce la calidad de la fruta y la vida productiva del árbol. Los factores asociados a la falla de la estructura del árbol son: alta productividad natural, falta de poda y raleo de fruta, esta última resulta impráctica en los sistemas de producción nacionales. Las siete selecciones mostraron estructura de copa con resistencia de moderada a fuerte al colapso de ramas (Cuadro 1).

Aunque la región Bajío está clasificada como subtropical, en los últimos cinco años del estudio se registraron temperaturas bajas de moderadas a severas, la guayaba no es tolerante a heladas (Manica *et al.*, 2000) y los genotipos obtenidos de zonas tropicales son más susceptibles, lo cual se evidenció en este estudio, ya que se registraron daños hasta 100% en el follaje debido a baja temperatura. El menor daño se observó en la selección 22-5 con 85% de follaje afectado.

La tolerancia a "clavo" del fruto es muy importante en México, dado que es una enfermedad endémica que deteriora la apariencia del fruto y determina la aceptación en el mercado. Por lo anterior, el control químico es rutinario en

las zonas productoras de guayaba. Las selecciones 21-9, 21-17, 23-1 fueron clasificadas como tolerantes debido a que presentaron daño mínimo, similar al observado en Media China, bajo las condiciones del estudio.

El hábito de fructificación de flor y fruto individual fue seleccionado como el mejor ya que el de racimo induce floración y fructificación extendida; además dificulta la cosecha de los primeros frutos.

**Cuadro 1. Caracteres agronómicos de selecciones de guayaba. Celaya, Guanajuato.**

Selección o variedad	Rend. 2007 (kg árbol)	Rend. 2008 (kg árbol)	Daño de helada (%)	Tolerancia a clavo	Vigor	Hábito de fructificación	Resistencia carga de fruta	Época de cosecha
21-9	13.249	55.361	100	A	In	Individual	Alta	Oct.
21-17	9.843	48.108	100	A	H	Individual	Alta	Oct.-Nov. 15
22-11	12.606	41.594	90	I	In	Individual	Moderada	Sep.-Oct.
23-1	6.574	26.594	100	A	In	Individual	Alta	Sep. 15-Nov. 15
23-5	34.699	75.057	100	A	H	Racimo	Moderada	Oct.-Nov. 15
25-5	9.503	22.549	85	I	In	Individual	Alta	Sep. 15-Nov.
25-9	11.056	45.616	100	I	In	Individual	Alta	Sep. 15-Nov. 15
26-8	11.004	25.786	100	I	In	Individual	Moderada	Sep. 15-Nov. 15 Oct.-
Peruana(t)	NA	33.850	100	B	In	Individual	Alta	Nov.
Media								
China(t)	NA	24.167	100	A	In	Racimo	Alta	Nov.-Ene.

Rend.= rendimiento por árbol; A= alto; I= intermedio; B= bajo; H= alto vigor; In= vigor intermedio; t= testigo.

### Caracteres de fruto

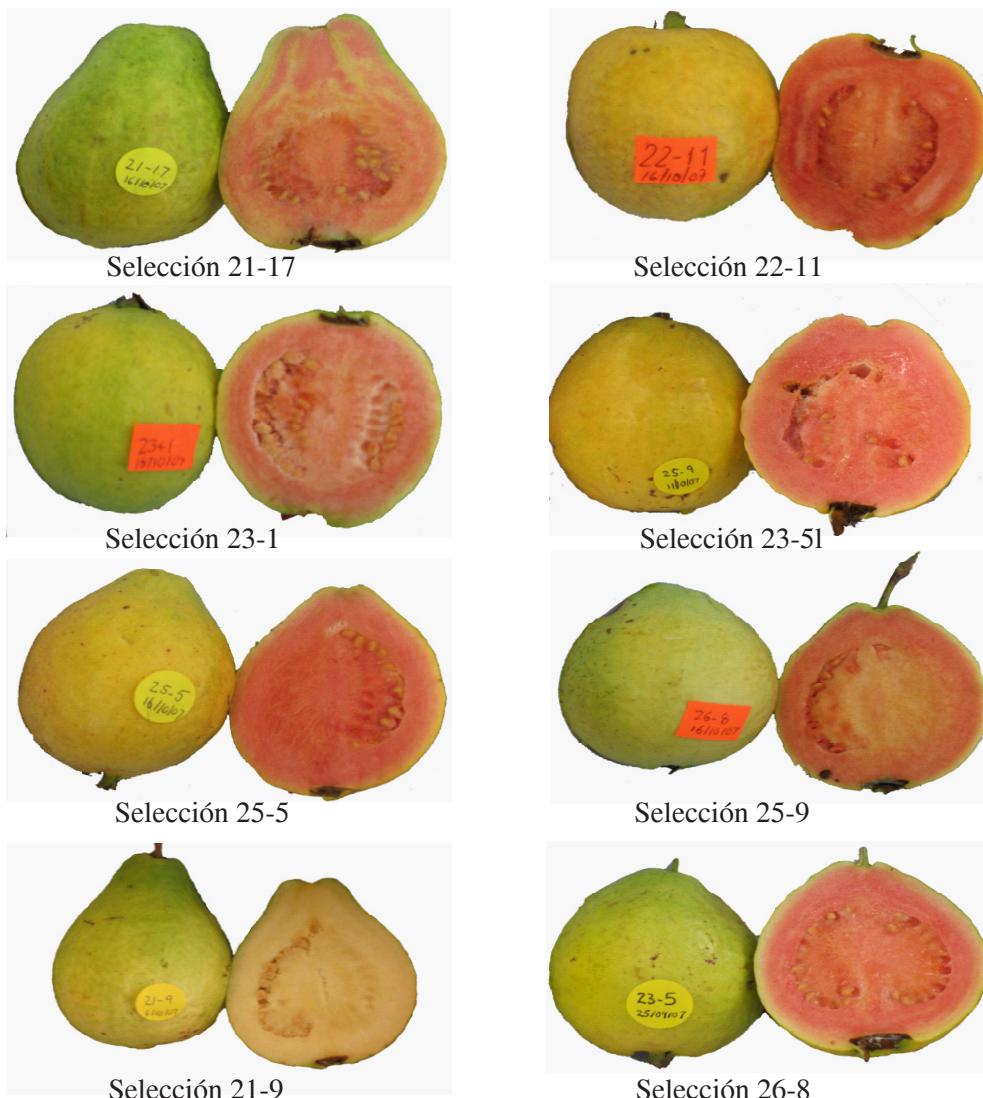
Todas las selecciones produjeron frutos más grandes que los testigos, los frutos más pequeños observados en la selección 23-5 pesaron el doble que Peruana, lo cual puede representar un ventaja porque en el mercado nacional no se han ofertado frutos de tamaño grande; en contraste, en otras frutas como la tuna, el tamaño es el principal criterio de calidad (Mondragón, 2001). Una posible desventaja del tamaño grande es la necesidad de empaque especial debido a que el calibre de la fruta de estas selecciones podría requerir empaque individual. Dos de las selecciones: 21-9 y 21-17, produjeron frutos de forma aperada; el resto, redondos o casi redondos. La selección 25-5 mostró menor cantidad de semilla que Media China 1.2 y 1.5 g

fruto, respectivamente. En general, el número de semillas por fruto o la proporción de semilla respecto al peso del fruto fue bajo en las selecciones, el contenido de semilla observado en las selecciones no representa una limitante para la aceptación por el consumidor (Cuadro 2).

El color de la pulpa es una característica importante. El programa de mejoramiento genético de la guayaba del Campo Experimental Bajío, busca genotipos con color de pulpa diferente a crema-amarillo de las variedades tradicionales, de preferencia tonos de color rosado observados en las selecciones 23-1, 23-5, 25-5, 25-9 y 26-8, salmón (22-11) y combinaciones de amarillo/rosa como la 21-17, que podrían añadir diversidad al mercado. (Cuadro 2) y (Figura 1).

**Cuadro 2. Características de fruto de selecciones de guayaba (promedio). Celaya, Guanajuato, 2007-2008.**

Selección	Tamaño de fruto(g)	Calibre (cm)	Número de semillas	Peso de semilla (g fruto)	Color de pulpa	Forma de fruto
21-9	150.5±19.16	6.8	170	2.7	Blanco	Aperado
21-17	146.9±25.37	6.9	235	4.0	Mixto Amarillo/Rosa	Aperado
22-11	155.6±20.13	6.6	226	3.1	Rosa	Redonda
23-1	177.6±22.80	6.9	177	2.5	Salmon	Redonda
23-5	118.4±24.26	6.4	122	1.9	Salmon	Redonda
25-5	163.8±23.69	6.5	71	1.2	Rosa	Aperado
25-9	134.8±32.85	6.7	163	3.0	Rosa	Redonda
26-8	207.6±35.77	7.3	119	1.6	Salmon	Redonda
Peruana(t)	70.1±10.31	4.8	250	3.3	Blanco	Aperado
Media						
China(t)	48.1±11.54	4.2	135	1.5	Amarillo	Redonda

**Figura 1. Características de forma y color de selecciones de guayaba. Campo Experimental Bajío, INIFAP.**

## Análisis químico

Los valores de pH observados fueron similares a los reportados por Marquina *et al.* (2008). El contenido de azúcares fue similar al de otras variedades de guayaba y otras frutas silvestres poco conocidas como el garambullo

(*Mirtillocactus geometrizans*) (Hernández-López *et al.*, 2008) aunque más bajo que el de otras frutas tradicionales en México como la tuna (Mondragón y Gallegos, 2007). En promedio, las nuevas selecciones mostraron menor contenido de sólidos solubles totales (SST) que Media China y Peruana, pero dentro del rango comercialmente aceptable (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Caracterización química de selecciones de guayaba. Celaya, Guanajuato, 2007-2008.**

Selección	pH	SST °Brix	AT (%)	AA (mg 100 g)	Licopeno (mg 100 g)
21-9	4.0±0.04	11.4±0.67	0.53±0.12	139.59±5.59	0.54±0.14
21-17	4.2±0.20	13.1±0.19	0.67±0.27	149.94±0.85	1.99±0.06
22-11	4.0±0.11	11.6±0.69	0.58±0.05	185.75±7.81	2.20±0.02
23-1	3.9±0.03	10.1±0.70	0.52±0.09	121.11±2.31	1.06±0.014
23-5	4.0±0.02	11.9±1.97	0.53±0.02	116.51±4.95	1.64±0.00
25-5	3.9±0.58	12.9±2.06	0.38±0.06	121.31±7.81	2.77±0.05
25-9	3.7±0.31	10.5±2.48	0.64±0.14	124.59±4.48	2.09±0.06
26-8	4.1±0.19	12.1±0.12	0.45±0.05	83.29±2.23	3.28±0.13
Peruana(t)	4.0±0.11	13.7±0.92	0.90±0.19	129.74±4.66	ND
Media China(t)	4.0±0.06	11.6±0.97	0.77±0.00	231.49±11.31	0.53±0.01

SST= sólidos solubles totales; AT= acidez titulable; AA= ácido ascórbico (vitamina C).

Con excepción de la variedad Peruana, la acidez titulable (AT) de las selecciones estudiadas fue menor comparada con los valores reportados por Marquina *et al.* (2008). La AT es un parámetro que estima el contenido de ácidos orgánicos en frutas (Hernández-Pérez *et al.*, 2005). El bajo contenido de ácidos orgánicos observado puede disminuir el contenido de compuestos volátiles los cuales imparten el aroma característico a la guayaba. Esta puede ser una característica positiva dado que algunos mercados internacionales rechazan el fuerte aroma de esta fruta.

Las diferencias en el contenido de SST y la AT observadas entre las selecciones y los testigos podrían deberse a sutiles desigualdades en el proceso de madurez. El testigo "Media China" y la selecciones 21-9, 21-17 y 22-11 mostraron alto contenido de vitamina C comparados con los valores observados por Pal *et al.* (2004); quienes reportaron 140 mg 100 g de fruta en guayaba (Cuadro 3). Se ha reportado diferente contenido de vitamina C en variedades y selecciones de guayaba como resultado de diferencias en la maduración, dado que el contenido de esta vitamina decrece durante el proceso (Carvalho *et al.*, 2008). El requerimiento mínimo de vitamina C para un adulto es de 60 mg diarios,

asumiendo una bio-disponibilidad de 30% por diversos factores, una ración de 100 g de cualquiera de las selecciones cubrirán entre 20 y 35% de este requerimiento.

Asumiendo que una persona consume un fruto de 150 g (peso promedio del fruto de las selecciones) cubriría entre 30 y 50% del requerimiento diario de vitamina C. El contenido de licopeno observado en todas las selecciones de guayaba fue menor al reportado para la variedad 'Horana Red' (45 mg 100 g), (Chandrika *et al.*, 2008) (Cuadro 3). Es importante mencionar que estos autores reportaron el contenido total de carotenoides que incluyen además del licopeno, el beta-caroteno y beta-criptoxantina las cuales no fueron determinadas en este estudio. Por esta razón, se puede inferir que el contenido de licopeno en la variedad Horana Red fue sobre estimado. El contenido de licopeno observado en las selecciones fue similar al reportado en tomate de color amarillo a anaranjado. El tomate de color rojo intenso contiene hasta 9 mg 100 g (Arias *et al.*, 2000) es decir, hasta tres veces el observado en la variedad Peruana de guayaba. Sin embargo, no se ha determinado la dosis de licopeno requerida para que ejerza efecto preventivo sobre el cáncer de próstata, se recomienda que el consumo sea lo más alto posible.

## CONCLUSIONES

Las selecciones estudiadas pueden complementar a las variedades comerciales en cuanto a tipo de fruta y época de cosecha, ya que el inicio de cosecha ocurre hasta seis semanas antes que la variedad Media China y dos semanas antes que la variedad Peruana.

Las características de tamaño, apariencia visual, contenido de semilla del fruto, sólidos solubles totales y licopeno observadas en las selecciones compiten con las de las variedades comerciales.

Los frutos de guayaba con colores de pulpa rosa, salmón o blanca podrían ocupar el nicho de mercado que actualmente no se aprovecha.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar, A. A.; Mendoza, L. R. M. y Mena, Ch. J. 2003. Comportamiento del guayabo en la zona oriente de Michoacán. Memoria del 1er. Simposio Internacional de la Guayaba-Guava-Goiabeira. Aguascalientes, Aguascalientes. México. p. 124-146.
- Arias, R. L.; Tung-Ching, L.; Logan, L. and Harry, J. 2000. Correlation of lycopene measured by HPLC with the  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  color readings of a hydroponic tomato and the relationship of maturity with color and lycopene content. *J. Agric. Food Chem.* 48:1697-1702.
- Official Methods of Analysis (AOAC). 2000. Method 142.15. Acidity (Titratable) of fruit products.
- Carvalho, A. B.; de Assis, S. A.; Leite, K. M.; Bach, E. E. and Oliveira, O. M. 2008. Pectin methylesterase activity and ascorbic acid content from guava fruit, cv. *Predilecta*, in different phases of development. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 12:1-11.
- Chandrika, U. G.; Fernando, K. S. and Ranaweera, K. K. 2008. Carotenoid content and in vitro bioaccessibility of lycopene from guava (*Psidium guajava*) and watermelon (*Citrullus lanatus*) by high-performance liquid chromatography diode array detection. *Int. J. Food Sci. Human Nutr.* 18:1-9.
- Giovannucci, E.; Rim, E. B.; Liu, Y.; Stampfer, M. J. and Willett, W. C. 2002. Prospective study of tomato products, lycopene, and prostate cancer risk. *J. Cancer Nat. Inst.* 94:391-398.
- González, G. E.; Padilla, R. J. S.; Esquivel, V. F.; Robles, E. F. J. y Perales, C. M. A. 2000. Tecnología para producir guayaba en Calvillo, Aguascalientes. CIRNE- Campo Experimental Pabellón. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón. (Folleto para productores Núm. 28).
- González, G. E.; Padilla, R. J. S.; Reyes, M. L.; Perales de la C., A. y Esquivel, V. F. 2002. Guayaba su cultivo en México. CIRNE- Campo Experimental Pabellón. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Pabellón, Aguascalientes. (Libro Técnico Núm. 1).
- Hernández-Pérez, T.; Carrillo-López, A.; Guevara-Lara, A.; Cruz-Hernández, A. and Paredes-López, O. 2005. Biochemical and nutritional characterization of three prickly pear species with different ripening behavior. *Plant Foods Human Nutrition.* 60:195-200.
- Hernández-López, D.; Vaillant, F.; Reynoso-Camacho, R.; and Guzman-Maldonado, S. H. 2008. *Myrtillocactus geometrizans* (Cactaceae): a botanical, agronomic, physicochemical and chemical characteristics of fruits. *Fruits* 63(1):25-29.
- Klaus, A. 2002. On-line LC-NMR and related techniques: 132.
- Manica, I.; Icuna, L. M.; Junqueira N., T. V.; Salvador, J. O.; Moreira, A. y Maravolta, E. 2000. Fruticultura Tropical 6. Goiaba. Cinco continentes Editora. Porto Alegre RS. Brasil. p. 37.
- Marquina, V.; Araujo, L.; Ruiz, J.; Rodríguez M., A. y Vit, P. 2008. Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (*Psidium guajava* L.).
- Mondragón, J. C. 2001. Cactus pear domestication and breeding. *Plant Breed. Rev.* 20:135-166.
- Mondragón, J. C. y Gallegos, V. C. 2007. Cactus pear genetic resources the cornerstone of the mexican cactus pear industry. *Acta Hort.* 811:39-46.
- Pal, R. K.; Ahmad, M. S.; Roy, S. K. and M. Singh. 2004. Influence of Storage Environment, surface coating, and individual shrink wrapping on quality assurance of guava (*Psidium guajava* L.) Fruits. *Plant Foods for Hum. Nutr.* 59:67-72.
- Sadler, G. and Dezman, D. 1990. Rapid extraction of lycopene and  $\beta$ -carotene from reconstituted tomato paste and pink grapefruit homogenates. *J. Food Sci.* 55:1460-1461.

Sanjinez-Argadoña, E. J.; Cunha, R. L.; Mengalli, F. C. and Hubinger, M. D. 2005. Evaluation of total carotenoids and ascorbic acid in osmotic pretreated guavas during convective drying. *Ital. J. Food Sci.* 17:305-314.

Scartezzini, P.; Antognoni, F.; Raggi, M. A.; Poli, F. and Sabbiani, C. 2006. Vitamin C content and antioxidant activity of the fruit and of the Ayurvedic preparation of *Emblica officinalis* Gaertn. *J. Ethnopharmacology.* 104:113-118.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey (ITESM), Instituto Nacional de Capacitación Agrícola (INCA). 2005. Plan rector del sistema nacional de guayaba. Segunda fase: diagnóstico inicial base de referencia estructura estratégica. Terrones, T. del R.; Mejía, A. C. y García, N. H. 2000. Índices agroclimáticos de Guanajuato. SAGAR, INIFAP-CIRCE, CEBAJ. Celaya, Guanajuato. (Publicación Técnica Núm. 2).