

## FENOLOGÍA, PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE FRUTO DE GUAYABA PULPA CREMA Y ROSA EN CLIMA TROPICAL EN MÉXICO

María Hilda Pérez-Barraza, Jorge Alberto Osuna-García, José Saúl Padilla-Ramírez,  
Roberto Sánchez-Lucio, Yolanda Nolasco-González y Ernesto González-Gaona

### RESUMEN

La guayaba es una alternativa para ampliar la diversidad local de frutas o para incorporarla en procesos industriales. El objetivo del presente trabajo fue determinar la adaptación, productividad y calidad de fruto de genotipos de guayaba bajo las condiciones tropicales en Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. El estudio se realizó de 2008 a 2012. Se evaluaron cuatro variedades (Calvillo Siglo XXI, Merita, Caxcana, Huejucar) y dos selecciones (S12, S20) de guayaba de pulpa crema, mientras que de pulpa rosa se evaluaron tres variedades (Paluma, Enana Roja Cubana, Hidrozac) y una selección (S56). El diseño experimental fue completamente al azar con ocho repeticiones y un árbol como parcela experimental. Las variables evaluadas fueron: época de floración y cosecha, rendimiento, y calidad

de fruto. Los frutos de genotipos de pulpa crema fueron más precoces para madurar y requirieron menos unidades de calor que los de pulpa rosa (1800 vs 2360). Bajo las condiciones locales, se obtuvieron hasta tres cosechas por año, dependiendo del tiempo de floración. Los genotipos de pulpa crema Calvillo Siglo XXI y S20, fueron los más productivos (20-40 kg/árbol). Los genotipos Enana Roja Cubana, Paluma y S56 produjeron menor número de frutos y aparentemente tuvieron frutos de mayor peso que los de pulpa crema. Por el tamaño alcanzado en los genotipos Enana Roja Cubana, Paluma, Calvillo Siglo XXI y selecciones S20 y S56, los frutos se podrían clasificar en la categoría 'extra' y los de mayor contenido de sólidos solubles totales fueron los de la variedad Merita.

### Introducción

La guayaba (*Psidium guajava* L.) se encuentra distribuida en varios países de América Latina

(Knudsen, 2000; Risterucci *et al.*, 2005). En México, se encuentra en forma silvestre en muchas partes del país por lo que éste es considerado como el principal

centro de diversidad de esta especie. Comercialmente se cultiva en más de 24000ha y la variedad más importante es del tipo Media China. La superficie de cultivo se

encuentra distribuida en 11 estados; entre los que sobresalen Aguascalientes, Zacatecas y Michoacán (Padilla-Ramírez *et al.*, 2007) con el 89% del total

### PALABRAS CLAVE / Adaptación / Floración / *Psidium guajava* L. / Sólidos Solubles Totales / Unidades Calor /

Recibido: 24/03/2014. Modificado: 17/02/2015. Aceptado: 19/02/2015.

**María Hilda Pérez-Barraza.** Ingeniera Agrónoma, Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), México. M.C. en Fruticultura, Colegio de Postgraduados, México. Investigadora, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), México. Dirección: INIFAP, Campo Experimental Santiago Ixcuintla, Apdo. Postal 100,

Nayarit 63300, México. e-mail: perez.mariahilda@inifap.gob.mx  
**Jorge Alberto Osuna-García.** Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma de Sinaloa, México. M.C. en Botánica, COLPOS, México. Ph.D. en Postcosecha, New Mexico State University (NMSU), EEUU. Investigador, INIFAP Nayarit, México.  
**José Saúl Padilla-Ramírez.** Ingeniero Agrónomo, Universidad

de Guadalajara, México. M.S. y Ph.D. en Agronomía, NMSU, EEUU. Investigador, INIFAP Aguascalientes, México.  
**Roberto Sánchez-Lucio.** Ingeniero Agrónomo Fitotecnista, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), México. M.C. en Agricultura Orgánica Sustentable, UJED, México, Investigador, INIFAP Nayarit, México.

**Yolanda Nolasco-González.** Ingeniera Bioquímica, Instituto Tecnológico de Tepic, México. M.C. en Fisiología Postcosecha, Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, México. Investigadora, INIFAP Nayarit, México.  
**Ernesto González-Gaona.** Ingeniero Agrónomo y M.C. en Parasitología Agrícola, UAAAN, México. Investigador, INIFAP Aguascalientes, México.

## PHENOLOGY, PRODUCTIVITY, AND FRUIT QUALITY OF GUAVA WITH CREAM AND PINK PULP UNDER TROPICAL CONDITIONS IN MEXICO

María Hilda Pérez-Barraza, Jorge Alberto Osuna-García, José Saúl Padilla-Ramírez, Roberto Sánchez-Lucio, Yolanda Nolasco-González and Ernesto González-Gaona

### SUMMARY

*Guava fruit crop could be a local alternative to increase the diversity of produced fruits or to be included in agro-industrial processes. The object of this work was to determine the adaptation, productivity and fruit quality of guava genotypes under the tropical conditions of Santiago Ixcuintla, Nayarit, Mexico. The study was carried out from 2008 to 2012. Four guava varieties (Calvillo Siglo XXI, Merita, Caxcana, Huejucar) and two selections (S12, S20) having cream pulp color, and three guava varieties (Paluma, Enana Roja Cubana, Hidrozac) and one selection (S56) having pink pulp color were evaluated. The experiment was laid out on a completely random design with eight replicates and a single guava tree used as experimental plot.*

*The evaluated variables were: flowering and harvest dates, and fruit yield and quality. The cream pulp guava genotypes showed an early production requiring less heat units as compared to those of pink pulp (1880 vs 2360). Under the local conditions it was feasible to obtain up to three harvests per year, depending on the flowering time. Cream pulp genotypes Calvillo Siglo XXI, S20, S12, Merita and Caxcana were the most productive (20-40 kg/tree). Cultivars Paluma, Enana Roja Cubana and Hidrozac and S56 did not show a good fruit yield potential (2-8 kg/tree). Given the weight reached of cream pulp fruits could be classified as 'extra' size. The Merita variety had the highest content of total soluble solids.*

## FENOLOGIA, PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DO FRUTO DE GOIABA POLPA CREME E ROSA NO CLIMA TROPICAL NO MÉXICO

María Hilda Pérez-Barraza, Jorge Alberto Osuna-García, José Saúl Padilla-Ramírez, Roberto Sánchez-Lucio, Yolanda Nolasco-González e Ernesto González-Gaona

### RESUMO

*A goiaba é uma alternativa para ampliar a diversidade local de frutas ou para incorpora-la em processos industriais. O objetivo do presente trabalho foi determinar a adaptação, produtividade e qualidade de fruto de genótipos de goiaba sob as condições tropicais em Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. O estudo se realizou de 2008 a 2012. Avaliaram-se quatro variedades (Calvillo Siglo XXI, Merita, Caxcana, Huejucar) e duas seleções (S12, S20) de goiaba de polpa crema, enquanto que de polpa rosa se avaliaram três variedades (Paluma, Enana Roja Cubana, Hidrozac) e uma seleção (S56). O desenho experimental foi completamente aleatório com oito repetições e uma árvore como parcela experimental. As variáveis avaliadas foram: época de floração e colheita, rendimento, e*

*qualidade de fruto. As frutas de genótipos de polpa crema foram mais precoces para amadurecer e requereram menos unidades de calor que os de polpa rosa (1800 vs 2360). Sob as condições locais, se obtiveram até três colheitas por ano, dependendo do tempo de floração. Os genótipos de polpa crema Calvillo Siglo XXI e S20, foram os mais produtivos (20-40 kg/árbol). Os genótipos Enana Roja Cubana, Paluma e S56 produziram menor número de frutos e aparentemente tiveram frutos de maior peso que os de polpa crema. Pelo tamanho alcançado nos genótipos Enana Roja Cubana, Paluma, Calvillo Siglo XXI e seleções S20 e S56, os frutos se poderiam classificar na categoria 'extra' e os de maior conteúdo de sólidos solúveis totais foram os da variedade Merita.*

del país. En el estado de Nayarit el cultivo de la guayaba es incipiente, comparado con el mango que se cultiva en una superficie mayor a las 22000ha, lo que lo hace el frutal más importante (Conaspromango, 2012); no obstante, esta especie presenta múltiples problemas que limitan su producción, entre ellos la concentración de cosecha que ocasiona una disminución en el precio del producto porque la oferta sobrepasa la demanda. Por otro lado, Nayarit cuenta con una amplia diversidad de climas para la adaptación de diferentes especies frutícolas. La guayaba puede ser una alternativa para ampliar la diversidad de frutas o para su

incorporación dentro de procesos industriales que actualmente dependen del mango.

Como muchas especies frutícolas, el árbol de guayaba muestra diferentes etapas fenológicas durante el periodo vegetativo y reproductivo en respuesta al ambiente. Bajo condiciones de Zulia, Venezuela, las variedades Criolla roja, Cubana, y Montalban mostraron diferencias en el comportamiento fenológico afectado por la interacción copa/patrón y ambiente, reportando que el tiempo de floración varió entre las variedades de 15 a 45 días (Marin *et al.*, 2000). Bajo las condiciones agroecológicas de las sabanas en Venezuela, el fruto de

guayaba comienza a presentar cambios físico-químicos a partir de los 105 días después de anthesis (finales del periodo II) y alcanza su madurez comestible a partir de los 120 días Cañizares *et al.* (2003). Por su parte, Salazar *et al.* (2006) identificaron 16 etapas fenológicas en guayaba utilizando el código BBCH, las etapas fueron desde yema en reposo hasta maduración de fruto, y la duración de cada una de ellas fue medida en grados días acumulados. Respecto a variedades, Serrano *et al.* (2008) comentan que 'Paluma' bajo condiciones de Brasil (Espíritu Santo) produce frutos a los 182 días después de ser podada.

Padilla-Ramírez *et al.* (2012) reportaron que el desarrollo fenológico del guayabo estuvo fuertemente influenciado por las condiciones de temperatura, así en sitios con clima cálido y semi-cálido el ciclo es más corto, comparado con sitios donde el clima es más templado.

En México, Mercado-Silva *et al.* (1998) reportaron un periodo de flor a fruto en guayaba 'Media China' de 130 días (primavera-verano) y de 190 durante otoño-invierno.

En el estado de Guerrero, México, se detectaron tres picos de brotación vegetativa durante el año y la formación de órganos florales ocurrió durante casi todo el año, los

frutos maduraron de 5 a 7 meses después de la formación de los botones florales (Damián *et al.*, 2004).

Se han reportado también diferencias en producción y calidad de fruto en genotipos de guayaba estudiadas bajo diversos ambientes. En Huanusco, Zacatecas, la producción de 24 selecciones varió de 34 a 73 kg/árbol y el número de frutos de 551 a 1514; las más productivas fueron las selecciones 11, 106, 126, 12 y 47 y se observó una relación positiva entre producción de fruto e índices de productividad (Padilla *et al.*, 2007). Mondragón *et al.* (2009) obtuvieron resultados similares en siete selecciones de guayaba bajo condiciones del Bajío, en el estado de Guanajuato, donde el rendimiento varió de 6,5 a 34,7 kg/árbol y la época de producción fue de septiembre a noviembre; el peso fresco del fruto varió de 118-207g y los sólidos solubles totales (SST) entre 10 y 13°Brix. Mientras que 'Media China' tuvo frutos de 48g y 11,6°Brix. Padilla-Ramírez y González-Gaona, 2010, reportaron diferencias en forma de fruto, color de pulpa y número de semilla en un grupo de accesiones de guayaba provenientes de varios estados.

En 48 accesiones de guayaba (*Psidium guajava* L.), *Psidium guajava* produjo 36 kg/año-árbol, mientras que *P. cattleianum* produjo menos de 7kg (Hernández-Delgado *et al.*, 2007).

Bajo condiciones de Brasil (Silva-Junior *et al.*, 2008) las accesiones 'Patillo', Ruby Supreme 3 e IPA B-15 destacaron por su producción con 96, 93 y 78 kg/árbol, respectivamente, y Red Selection Florida produjo frutos de 98g. Los autores mencionan también diferencias en color de pulpa. Resultados similares en tamaño de fruto y color de pulpa encontraron Nogueira *et al.* (2012) en 66 genotipos de guayaba criolla y Fernandes *et al.* (2008) al caracterizar 119 accesiones de guayaba. Estos últimos autores señalan que el 58% de ellas fueron de pulpa rosa pálido, rosa y rosa oscuro.

Los estudios mencionados muestran que la fenología, producción y calidad de fruto en guayaba está relacionado con el genotipo y el ambiente en que la planta se desarrolla. En Aguascalientes, México, fueron identificadas y registradas variedades sobresalientes de guayaba (Calvillo Siglo XXI, Merita, Huejucar, Caxcana e Hidrozac), con alto potencial productivo y calidad de fruto; además, se cuenta con accesiones en un banco de germoplasma con características sobresalientes ( Padilla-Ramírez y González-Gaona, 2007) que pudieran ser evaluadas en otras áreas de México como alternativa frutícola y no depender del tipo 'Media china' propagada por semilla. En Nayarit, existe demanda por este cultivo pero se desconoce su comportamiento bajo las condiciones tropicales del estado, por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar la adaptación, productividad y calidad de fruto de genotipos de guayaba bajo condiciones de la zona Centro y Norte de Nayarit, México.

## Materiales y Métodos

El presente trabajo se realizó de octubre 2008 a diciembre 2012, en el estado de Nayarit, localidad de Santiago Ixcuintla (21°49'N y 105°11'O; 30msnm, temperatura media anual de 26°C y 1200mm anuales de precipitación, según la Red de Estaciones Agroclimáticas de Nayarit).

Se estudiaron siete variedades de guayaba, cuatro de pulpa crema (Calvillo Siglo XXI, Merita, Caxcana y Huejucar) y tres de pulpa rosa (Enana Roja Cubana, Paluma e Hidrozac), y tres selecciones, S12 y S20 de pulpa crema y S56 de pulpa rosa. Las variedades de pulpa crema e Hidrozac de pulpa rosa, además de las S12, S20 y S56, todas ellas propagadas por acodo, fueron proporcionadas por el Banco de Germoplasma del Campo Experimental de Pabellón, Aguascalientes. La variedad Enana Roja Cubana (ERC) de origen cubano fue propagada por semilla y

'Paluma', de origen brasileño, propagada por injerto.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 10 tratamientos (genotipos) y ocho repeticiones por tratamiento. La parcela experimental estuvo constituida por un árbol. Los genotipos fueron establecidos en campo en octubre 2008, en un sistema de plantación rectangular con distancias de 6x5m entre hilera y árboles, respectivamente, para una densidad de 332 árboles/ha. Se evaluó un total de 10 genotipos de guayaba y ocho árboles de cada uno de ellos.

El manejo agronómico fue de acuerdo a la guía propuesta por González *et al.* (2002); consistió en control de malezas, plagas y enfermedades, fertilización, poda y riego. Este último se aplicó mediante un sistema por goteo. Durante el primer año se llevó a cabo una poda de formación (copa o vaso) dejando de tres a cuatro ramas principales y posteriormente se realizaron despuntes subsecuentes durante el año a la vez que eran eliminadas todas las flores producidas para darle al árbol una adecuada estructura.

En octubre 2009 se realizó la última poda de formación y después de ello se dejó a los árboles florecer. Las variables evaluadas fueron época de floración, considerando la fecha desde el inicio hasta el término de la aparición de flores, y época de cosecha, evaluada de manera similar a la de floración, registrando en cada época la fecha de inicio y término de producción. Además, se determinaron las unidades de calor (UC) necesarias para que los frutos llegaran a madurez fisiológica (MF) y cáscara color verde claro, de acuerdo con la escala de maduración para frutos de guayaba propuesta por Padilla-Ramírez (2002). Las UC se contabilizaron a partir del momento cero o plena floración hasta MF, utilizando registradores de temperatura (HOBOS® Pro Series) en el sitio experimental y utilizando 8,4°C como temperatura base (Ruíz *et al.*, 1992).

Después de cada cosecha se realizó la poda de los árboles,

la cual consistió en despuntar todos los brotes alrededor del árbol, el despunte fue de aproximadamente un tercio del brote (del ápice a la base).

La producción de frutos se evaluó contabilizando el número y kilogramos de fruto por árbol, para ello se utilizó una báscula con capacidad de 150kg. Los parámetros considerados para la calidad del fruto fueron longitud, peso fresco (PF), sólidos solubles totales (SST) y firmeza. Para su determinación se tomó una muestra aleatoria de 20 frutos por genotipo y se midió la longitud utilizando un vernier digital; el peso de cada uno de los frutos se registró con una báscula electrónica portátil con capacidad de 1kg. La firmeza de la pulpa se midió con un penetrómetro (Chatillón DFE-050®) adaptado con punzón cilíndrico de 6mm de diámetro; la lectura se hizo en la parte ecuatorial del fruto donde se eliminó superficialmente la piel y los datos se expresaron en Newtons (N). Los sólidos solubles totales (SST) se determinaron directamente (AOAC, 1984) en tres a cuatro gotas de jugo por fruto, con un refractómetro digital (Atago PAL-1®) con corrección de temperatura; las mediciones se expresaron en °Brix.

Se llevaron a cabo análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias de acuerdo a la prueba de Tukey a una  $P \leq 0,05$ . Se utilizó el programa SAS versión 9.2 (SAS, 2008).

## Resultados y Discusión

### Época de floración

Se presentaron diferentes épocas de floración durante los tres años de estudio (Tabla I). En 2010, la primera floración se presentó en el mes de enero para los genotipos de pulpa crema y en febrero para los de pulpa rosa (invierno en ambos casos). La temperatura mínima durante esos meses osciló entre 12 y 16°C. La segunda floración fue durante el verano, en julio para los de pulpa crema y agosto en los de pulpa rosa; durante ese periodo la temperatura mínima fue de 21-27°C. En el siguiente año (2011) los

TABLA I  
PERÍODO DE FLORACIÓN EN GENOTIPOS DE  
GUAYABA BAJO CONDICIONES DE SANTIAGO  
IXCUINTLA NAYARIT

Año	Período		Época	Temperatura mínima (°C)
	Pulpa crema	Pulpa rosa		
2010	Enero	Febrero	Invierno	12-16
	Julio	Agosto	Verano	21-27
2011	Febrero	Marzo	Invierno-primavera	8-16
	Noviembre	Diciembre	Otoño-invierno	12-16
2012	Enero	Febrero	Invierno	11-16
	Abril	Mayo	Primavera	14-27
	Julio	Agosto	Verano	22-26

árboles florecieron en dos épocas, la primera en invierno con temperaturas mínimas de 8-16°C y la segunda hasta otoño en los meses de noviembre (pulpa crema) y principios de diciembre (pulpa rosa) con temperaturas mínimas de 12-16°C. El tercer año de evaluación (2012) todos los genotipos presentaron tres épocas de floración, enero-febrero (11-16°C), abril-mayo (14-27°C) y julio-agosto con temperaturas mínimas arriba de 20°C.

En general, los genotipos de pulpa crema florecieron casi un mes antes que los de pulpa rosa, los cuales mostraron una floración más tardía; no obstante la época fue similar en cada año evaluado, en los dos primeros años se tuvieron dos épocas de floración, una durante invierno y otra en verano, aunque en 2011 la segunda fue en otoño. La floración obtenida durante invierno, se presentó, en los tres años de estudio, con temperaturas frescas entre 10-20°C mientras que la

floración obtenida en verano fue bajo temperaturas más cálidas (arriba de 20°C), además de alta humedad tanto en suelo como ambiental por coincidir con la época de lluvias. Al igual que en el presente estudio, Marin *et al.* (2000) encontraron una variación de 15 a 45 días en la época de floración de tres genotipos de guayaba, atribuyendo este efecto a la interacción variedad/patrón/ambiente; en nuestro estudio ésta fue de ~30 días entre genotipos de pulpa crema y rosa, lo cual se atribuye a la condición genética de los materiales ya que se desarrollaron bajo un mismo ambiente. Por otra parte, bajo las condiciones de Iguala, Guerrero, México, la floración ocurrió durante todo el año (Damián *et al.*, 2004).

#### Época de cosecha

El período de flor a fruto y la época de cosecha variaron entre los genotipos de guayaba (Tabla II). En 2010 se tuvieron

TABLA II  
PERÍODO DE FLOR A FRUTO Y ÉPOCA DE COSECHA  
EN GENOTIPOS DE GUAYABA BAJO CONDICIONES  
DE SANTIAGO IXCUINTLA, NAYARIT

Año	Período flor-fruto (días)	Época de cosecha		UC *	
		P. crema	P. rosa	P. crema	P. rosa
2010	126	19 mayo	18 junio	1880	2360
	95	10 noviembre	15 diciembre	1880	2360
2011	125-135	12 julio	14 septiembre	1880	2360
2012	128-140	13 abril	14 mayo	1880	2360
	90	20 agosto	19 septiembre	1880	2360
	95	14 noviembre	14 diciembre	1880	2360

\* UC: unidades de calor requeridas para madurez fisiológica.

dos épocas de cosecha, la primera se originó de la floración de invierno y tuvo un periodo de flor a fruto de 126 días, mientras que la segunda cosecha (floración de verano) tuvo un período de 95 días. En la primera cosecha, los frutos de los genotipos de pulpa crema se cosecharon en mayo y los de pulpa rosa en junio. Hubo una sola cosecha en 2011 de la floración que se presentó en febrero-marzo, con un período de flor a fruto de 125-135 días; la fruta se cosechó en julio en los de pulpa crema y septiembre los de pulpa rosa. Para 2012 se presentaron tres épocas de cosecha, la primera de abril a mayo (pulpa crema y rosa, respectivamente), la segunda en agosto en los materiales de pulpa crema y septiembre en los de pulpa rosa, y finalmente la tercera fue de noviembre a diciembre (pulpa crema y rosa, respectivamente). El periodo de flor a fruto fue 128-140, 90 y 95 días en la primera, segunda y tercera cosecha, respectivamente.

Los genotipos de pulpa rosa tuvieron un mayor número de días para el desarrollo del fruto y requirieron mayor acumulación de UC (2360), lo cual dio lugar a una producción de frutos tardía. Lo contrario ocurrió en los genotipos de pulpa crema, que requirieron de 1880 UC para alcanzar madurez fisiológica. En general, esta variación puede deberse tanto al genotipo como ambiente. Se observó que con temperaturas frescas en floración (8-16°C) y desarrollo del fruto (14-22°C) el periodo de flor a fruto fue más largo (125-140 días), mientras que con temperaturas por arriba de 20-27°C en las mismas etapas fenológicas el periodo fue de 90-95 días. No obstante, las UC requeridas fueron de 1880 en los genotipos de pulpa crema y de 2360 en los rosas y éstas se acumularon en menor o mayor tiempo dependiendo de la temperatura presentada desde plena floración hasta madurez fisiológica. Resultados similares obtuvieron en México Mercado-Silva *et al.* (1998), quienes reportaron un periodo de flor a fruto en guayaba

‘Media China’ de 130 días durante primavera-verano y 190 durante otoño-invierno. Padilla-Ramirez *et al.* (2012) hallaron un periodo de flor a fruto de 180 días en sitios con clima templado y una temperatura media anual de 18°C, comparado con 100 días en sitios con clima cálido y temperatura media anual de 25-26°C. Bajo las condiciones de Iguala, Guerrero, se reportó un periodo de flor a fruto de 5 a 7 meses (Damián *et al.*, 2004).

#### Producción

Se encontraron diferencias significativas en la producción de fruta entre los diferentes genotipos. La producción de frutos varió (promedio de tres años) de 20,5 hasta 40,2 kg/árbol en los genotipos de pulpa crema, mientras que en los de pulpa rosa la producción fue de 2,1 a 8,3kg/árbol. En el último año de evaluación (2012), S20 y la variedad Calvillo Siglo XXI produjeron 41,3 y 44,9 kg/árbol, respectivamente. S12, Merita y Huejucar tuvieron una producción por arriba de 25 kg/árbol. En este mismo año las variedades Enana Roja Cubana (ERC) y Paluma produjeron ~5 kg/árbol y la producción de la variedad Hidrozac y S56 fue de 2 y 3kg (Figura 1).

Durante los tres años de estudio y bajo un clima tropical en Nayarit, los genotipos de pulpa crema mostraron una mayor producción de fruta comparados con los de pulpa rosa. S20 y la variedad Calvillo Siglo XXI fueron las más productivas, seguidas de S12 y las variedades Merita, Huejucar y Caxcana. Esta última fue la de menor producción entre los genotipos de pulpa crema. Por el contrario, las variedades de pulpa rosa ERC y Paluma no fueron productivas bajo el mismo ambiente obteniendo un rendimiento de apenas 2 y 3 kg/árbol; la variedad Hidrozac y S56 (pulpa rosa) tuvieron una producción ligeramente mayor a Paluma y ERC con 8 y 7 kg/árbol, respectivamente. Bajo condiciones de Huanuzco, Zacatecas, las variedades

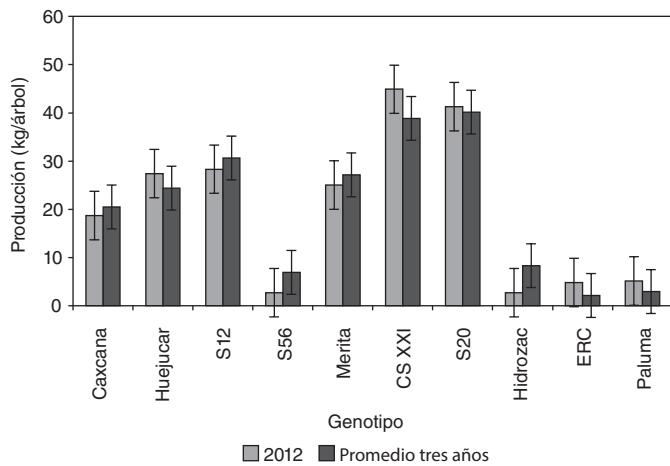


Figura 1. Producción obtenida en genotipos de guayaba bajo condiciones de Santiago Ixcuintla, Nayarit. Las barras en columnas indican el promedio de ocho árboles por genotipo  $\pm$ error estándar. CS XXI: Calvillo Siglo XXI, ERC: Enana Roja Cubana.

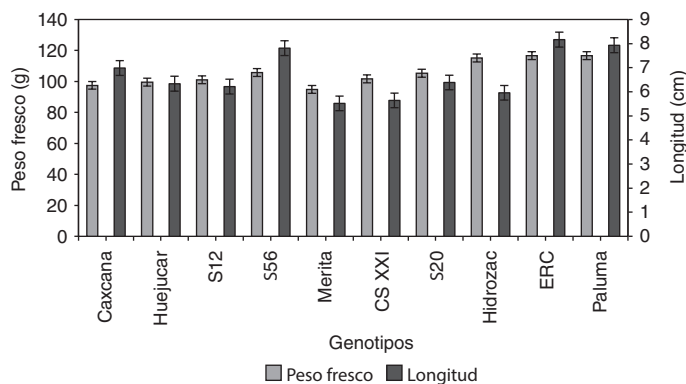


Figura 2. Tamaño de fruto (peso y longitud) en genotipos de guayaba bajo condiciones de Santiago Ixcuintla, Nayarit, promedio de tres años. Las barras en columnas indican la media  $\pm$ error estándar (n=20). CS XXI: Calvillo Siglo XXI, ERC: Enana Roja Cubana.

Calvillo Siglo XXI, Caxcana y Merita fueron las más productivas (Padilla *et al.*, 2007), resultados que coinciden con los obtenidos en Nayarit con la variedad Calvillo Siglo XXI, aunque en este estudio S20 y S12 fueron mejores que Caxcana y Merita. Diferencias en rendimiento fueron encontradas también en siete selecciones de guayaba bajo condiciones del bajío en Guanajuato (Mondragón *et al.*, 2009).

#### Calidad del fruto

Se encontraron diferencias significativas en el tamaño del fruto expresado en peso fresco (PF) y longitud del mismo. El PF del fruto en los genotipos de pulpa crema varió de 86 a 109g

(promedio de tres años 2010, 2011 y 2012). La variedad Caxcana produjo frutos de 109g, Huejucar, S12 y S20 de 97 y 99g, mientras que en Merita y Calvillo Siglo XXI el peso fue >85g. Los genotipos de pulpa rosa tuvieron frutos con un peso fresco >120g a excepción de la variedad Hidrozac que tuvo un peso de 93g (Figura 2).

De acuerdo a los resultados, los genotipos Enana Roja Cubana, Paluma y la selección S56 aparentemente tuvieron frutos de mayor peso que los de pulpa crema. Esto puede estar relacionado con el genotipo; sin embargo, puede deberse también a que estos produjeron pocos frutos y al tener menor competencia alcanzaron un mayor tamaño (Fisher *et al.*,

2012). Por el contrario, los genotipos de pulpa crema produjeron mayor número de frutos, expresado en un mayor rendimiento y por lo tanto un incremento en la fuerza de la demanda obteniendo frutos de menor tamaño que los de pulpa rosa. Resultados similares fueron obtenidos en la longitud del fruto (Figura 2). Por otro lado, el tamaño alcanzado en los frutos de pulpa crema, tanto en peso como longitud, los sitúa dentro de la categoría 'extra' en los estándares de comercialización de guayaba de acuerdo al Plan Rector del Sistema Nacional Guayaba (2005). Bajo condiciones del Bajío en Guanajuato, México, Mondragón *et al.* (2009) encontraron que siete selecciones de guayaba de pulpa rosa produjeron frutos grandes, entre 118 a 207g, y una producción de 6,5 a 35 kg/árbol, donde aparentemente el tamaño está relacionado con el genotipo, pero en nuestros resultados pudo deberse también a una menor demanda de fotosintatos (Fisher *et al.*, 2012) en los frutos de pulpa rosa.

La firmeza del fruto en los genotipos de pulpa crema varió de 73,9 hasta 93,5N y en los de pulpa rosa de 86,5 a 191,2N. Los SST variaron de 10,4 a 12,0°Brix en genotipos de pulpa crema y de 9,7 a 11,6 en los de pulpa rosa (Figura 3). Entre los genotipos de pulpa

crema, Huejucar y Calvillo Siglo XXI tuvieron frutos con mayor firmeza (93,5 y 91,8N, respectivamente) mientras que S20 obtuvo 73,9N. La mayoría de los genotipos de pulpa rosa presentaron una firmeza >100N a excepción de la variedad Hidrozac con 86,5N.

Respecto a la dulzura del fruto, S20, Calvillo Siglo XXI y Merita produjeron frutos con un contenido de SST de 11; 11,5 y 12°Brix, respectivamente. Enana Roja Cubana tuvo un contenido de 1,6°Brix y Paluma no alcanzó los 10°Brix. Bajo condiciones del Bajío en Guanajuato, los frutos de siete selecciones de guayaba tuvieron un contenido de SST entre 10 y 13°Brix, mientras que en frutos de la guayaba 'Media China' hubo un contenido de 11,6°Brix (Mondragón *et al.*, 2009). En el presente estudio tres de los genotipos tuvieron un contenido similar a la 'Media China', aunque en la variedad Merita los frutos fueron ligeramente más dulces. En este estudio la variación encontrada tanto en firmeza como en SST fue debido básicamente al genotipo, puesto que dentro del mismo genotipo los frutos no variaron.

#### Conclusiones

Los genotipos de guayaba de pulpa crema florecieron casi un mes antes que los de pulpa rosa.

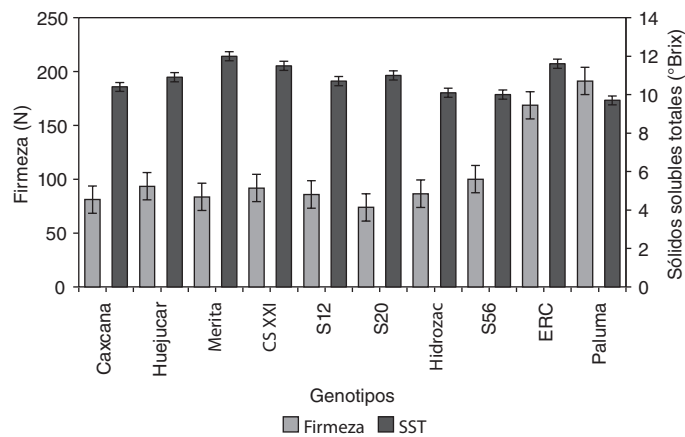


Figura 3. Firmeza y sólidos solubles totales (SST) en frutos con madurez fisiológica de diferentes genotipos de guayaba en Santiago Ixcuintla, Nayarit, promedio de tres años. Las barras en columnas indican la media  $\pm$ error estándar (n=20). CS XXI: Calvillo Siglo XXI, ERC: Enana Roja Cubana.

Los genotipos de pulpa rosa tomaron un mayor número de días para el desarrollo del fruto y requirieron mayor acumulación de UC (2360).

La selección S20 y la variedad Calvillo Siglo XXI fueron las más productivas.

Los genotipos Enana Roja Cubana, Paluma y S56 produjeron menor número de frutos y aparentemente tuvieron frutos de mayor peso que los de pulpa crema.

El tamaño alcanzado en los frutos de pulpa crema, tanto en peso como longitud, los sitúa dentro de la categoría 'extra'.

La mayoría de los genotipos de pulpa rosa presentaron una firmeza superior.

Los frutos más dulces fueron los de la variedad Merita, S20 y Calvillo Siglo XXI.

## REFERENCIAS

- AOAC (1984) *Official Methods of Analysis*. 14<sup>o</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA, EEUU. 1006 pp.
- Cañizares A, Laverde D, Puesme R (2003) Crecimiento y desarrollo del fruto de guayaba (*Psidium guajava* L.) en Santa Bárbara, Estado Monagas, Venezuela. *UDO Agríc.* 3: 34-38.
- Conaspromango (2012) *Plan Rector Nacional del Sistema Producto Mango*. Comité Nacional Sistema producto Mango, A.C. www.mangomexicano.com.mx. 57 pp.
- Damián NA, González SVA, Sánchez GP, Peña VCB, Livera MM, Brito GT (2004) Crecimiento y fenología del guayabo (*Psidium guajava* L.) cv. "Medio China" en Iguala, Guerrero. *Rev. Fitotec. Mex.* 27: 349-358.
- Fernandes SCA, Da Cunha CJM, Souza FF, Alcântara VA, Ferreira FR, Gomes PJ, Estigarribia BRM, Barbieri RL, Das Graças CA, Amorim RM (2008) Preliminary characterization of *Psidium* germplasm in different Brazilian ecogeographic regions. *Pesq. Agropec. Bras.* 43: 437-440.
- Fisher G, Almanza-Merchán PJ, Ramirez F (2012) Source-sink relationships in fruit species: A review. *Rev. Col. Cs. Hortíc.* 6: 238-253.
- González GE, Padilla RJS, Reyes ML, Perales CMA, Esquibel VF (2002) *Guayaba. Su cultivo en México*. Libro Técnico N° 1. CIR Norte Centro. Aguascalientes, México. 182 pp.
- Hernández-Delgado S, Padilla-Ramírez JS, Nava-Cedillo A, Mayek-Pérez N (2007) Morphological and genetic diversity of Mexican guava germplasm. *Plant Genet. Resour. Charact. Utiliz.* 5: 131-141.
- Knudsen H (2000) *Directorio de Colecciones de Germoplasma en América Latina y el Caribe*. IPGRI, Roma, Italia. 369 pp.
- Marín M, Casassa A, Rincón A, Labarca J, Hernández Y, Gómez E, Vilorio Z, Bracho B, Martínez J (2000) Comportamiento de tipos de guayabo (*Psidium guajava* L.), injertados sobre *Psidium friedrichsthalianum* Berg-Niedenzu. *Rev. Fac. Agron. LUZ* 17: 384-392.
- Mercado-Silva E, Benito-Bautista P, García-Velasco MA (1998) Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. *Postharv. Biol. Technol.* 13: 143-150.
- Mondragón JC, Toriz ALM, Guzmán MSH (2009) Caracterización de selecciones de guayaba para el bajo de Guanajuato, México. *Agr. Téc. Méx.* 35: 315-322.
- Nogueira AM, Ferreira A, Ferreira MFS, Mangaravite E (2012) Preliminary study of wild guava from Espírito Santo and Minas Gerais by continuous descriptors. *Acta Hort.* 959: 35-40.
- Padilla-Ramírez JS (2002) Cosecha y postcosecha. En González GE, Padilla RJS, Reyes ML, Perales CMA, Esquibel VF (Eds.) *Guayaba. Su cultivo en México*. Libro Técnico N° 1. CIR Norte Centro. Aguascalientes, México. pp. 134-144.
- Padilla-Ramírez JS, González-Gaona E, Reyes-Muro L, Mayek-Pérez N (2007) Producción de fruto e índices productivos en árboles de guayabo. *Agríc. Téc. Méx.* 33: 191-196.
- Padilla-Ramírez JS, González-Gaona E (2010). Collection and characterization of Mexican guava (*Psidium guajava* L.) germplasm. *Acta Hort.* 849: 49-54.
- Padilla-Ramírez JS, González-Gaona E, Pérez-Barraza MH, Osuna-García JA, Espindola-Barquera MC, Reyes-Aleman JC (2012) Phenological behavior of guava trees (*Psidium guajava* L.) under different climatic conditions of Mexico. *Acta Hort.* 959: 97-102.
- Plan Rector (2005) *Plan Rector Sistema Nacional Guayaba. Segunda Fase: Diagnóstico Inicial Base de Referencia Estructura Estratégica*. Comité Sistema Producto Guayaba. Zitácuaro, México. 64 pp.
- Risterucci AM, Duval MF, Rohde W, Billote N (2005) Isolation and characterization of microsatellite loci from *Psidium guajava* L. *Molec. Ecol. Notes* 5: 745-748.
- Ruiz CJA, Ortiz C, Aceves L, Becerril E (1992) Caracterización fenológica del guayabo. *Agrociencia Ser. Agua-Suelo-Clima* 3(2): 95-114.
- Salazar DM, Melgarejo P, Martínez R, Martínez JJ, Hernández F, Burguera M (2006) Phenological stages of the guava tree (*Psidium guajava* L.). *Sci. Hort.* 157-161.
- SAS (2008) *SAS/STAT User's Guide*. (Release 9.2). SAS Institute, Inc. Cary, NC, EEUU.
- Serrano LAL, Marinho CS, Lima IM, Martins MVV, Ronchi CP, Tardin FD (2008) Fenología da goiabeira 'Paluma' sob diferentes sistemas de cultivos, épocas e intensidades de poda de frutificação. *Bragantia* 67: 701-712.
- Silva Junior JF, Bezerra JEF, Tavares JA, Lederman IE, Melo-Neto ML (2008) Caracterización y evaluación de germoplasma de guayabo (*Psidium guajava* L.) en la región semiárida del estado de Pernambuco, Brasil. *Caatinga* 21: 94-99.