

## CRECIMIENTO Y FENOLOGÍA DEL GUAYABO (*Psidium guajava* L.) cv. “MEDIA CHINA” EN IGUALA, GUERRERO

### GROWTH AND PHENOLOGY OF GUAVA (*Psidium guajava* L.) cv. “MEDIA CHINA” IN IGUALA, GUERRERO

Agustín Damián Nava<sup>1, 2\*</sup>, Víctor A. González Hernández<sup>1</sup>, Prometeo Sánchez García<sup>1</sup>,  
Cecilia B. Peña Valdivia<sup>1</sup>, Manuel Livera Muñoz<sup>1</sup> y Tomás Brito Guadarrama<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Programa en Fisiología Vegetal, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carr. México- Texcoco. C. P. 56230. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. Tel: 01 (595) 952-0200, Ext. 1584. Fax: 01 (595) 952-0262 <sup>2</sup>Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Periférico Poniente s/n, C. P. 40100. Iguala, Gro. Tel y Fax: 01 (733) 333-4776 y Tel. 01 (733) 333-2772. Correo Electrónico: uacaa\_aye2000@yahoo.com.mx

\* Autor para correspondencia

#### RESUMEN

Se estudió el comportamiento fenológico del guayabo (*Psidium guajava* L.) y el crecimiento de sus órganos vegetativos y reproductivos, con el objeto de conocer su adaptabilidad en Iguala, Guerrero, México, cuyo clima es de trópico seco. En el periodo de estudio las temperaturas medias oscilaron de 23 a 30 °C, la precipitación pluvial acumulada de junio a septiembre fue de 1050 mm, y se aplicaron riegos de auxilio a partir de noviembre 30. Se detectaron tres picos importantes de brotación vegetativa a lo largo del año: dos en verano, y uno mayor en invierno. Las mayores tasas de alargamiento de los brotes se registraron en septiembre (0.32 cm d<sup>-1</sup>) y de diciembre a febrero, con 0.28 cm d<sup>-1</sup>; cada brote creció en promedio 1.2 cm en un año. La formación de órganos florales ocurrió casi todo el año, pero sobre todo en invierno (diciembre -febrero). Los frutos llegaron a madurez de corte en 5 a 7 meses después de la formación de los botones florales, y también son producidos durante casi todo el año, pero principalmente en mayo y junio, meses en los que se pueden cosechar hasta 1.8 frutos por brote. Sería posible encontrar un manejo del árbol de guayabo mediante estrés hídrico, defoliantes y podas, para regular la producción de fruto a la época más conveniente en el mercado. Durante el año el árbol de guayabo produjo 9 kg de biomasa de hojas, correspondiente a un crecimiento de 60 m<sup>2</sup> de área foliar. En el año de estudio, el tallo acumuló 52 % de la demanda total, las hojas 39 % y los órganos reproductores 9 %, de los cuales 8 % corresponden al fruto en todos sus tamaños.

**Palabras clave:** *Psidium guajava* L., crecimiento, desarrollo, distribución de biomasa, rendimiento de fruto.

#### SUMMARY

The growth of vegetative and reproductive organs, and the phenological behavior of guava trees (*Psidium guajava* L.) were studied in order to assess their adaptability to Iguala, Guerrero, México, where climate is hot and dry. Temperature fluctuated between 23 and 30 °C, with 1050 mm of rain accumulated from June to September; irrigation was applied from November 30th up to the next rain sea-

son. Guava trees presented three important sprouting peaks along the year; two in the summer, and the main occurred in Winter. The highest sprout elongation rates occurred in September (0.32 cm d<sup>-1</sup>) and from December to February, with 0.28 cm d<sup>-1</sup>; each sprout grew 1.2 cm, in the average, during one year. The formation of floral buds on guava trees occurred during the whole year, but mostly in Winter (December-February). Fruit development required 5 to 7 months after bloom to achieve commercial maturity. Fruits ripened almost any-time along the year, but the main production was from May to June, when each sprout produced up to 1.8 fruits. Therefore, guava production in Iguala could be regulated by water stress, defoliation and irrigation, in order to harvest at the most convenient season according to market price. In one year the trees yielded 9 kg of leaf biomass, which corresponded to a 60 m<sup>2</sup> of leaf area; in the same period the stem accumulated 52 % of total biomass, leaves 39 %, and reproductive organs 9 %, from which 8 % corresponded to fruits of all sizes.

**Index words:** *Psidium guajava* L., growth, development, biomass partitioning, fruit yield.

#### INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava* L.) prospera en diferentes condiciones climáticas ubicadas entre los paralelos 30 ° LN y LS, en altitudes de 0 a 1500 m, y hasta los 1700 m si no hay heladas; sin embargo, a menos de 1000 msnm los huertos son más exitosos, como es el caso de Hawaii, donde se cultiva entre 150 y 450 msnm y se obtiene el mejor crecimiento y producción; además, los mejores rendimientos se obtienen en regiones con lluvias en verano, precipitación media anual que no exceda de 1000 mm, y temperatura media anual de 23 a 28 °C (Mata y Rodríguez, 1990).

En México, los estados de Aguascalientes, Zacatecas y Michoacán aportan 93 % del total de la producción nacional, que en 2000 fue de 250 000 t (González *et al.*, 2002). El estado de Guerrero contribuye sólo con 1 % de la superficie nacional por tratarse de un frutal recién introducido; no obstante, cuenta con las condiciones climáticas y de mercado para llegar a ser un alto productor de guayaba.

Un problema en la producción de guayaba es que la cosecha en las principales regiones de Aguascalientes y Zacatecas se concentra fundamentalmente de septiembre a diciembre, época en que ocurre una baja del precio de la fruta porque la oferta supera a la demanda (González *et al.*, 2002). Sería conveniente entonces que los productores de guayaba pudieran obtener cosecha en diversas épocas del año, para lo cual es preciso el conocimiento del crecimiento y la fenología de la planta. La floración del guayabo se origina de yemas axilares de los nuevos brotes que emergen de brotes maduros, de seis o más meses de edad; las yemas florales aparecen en el segundo y tercero nudos basales de los nuevos brotes, y en brotes maduros las flores aparecen en los últimos nudos, cuando el crecimiento ha disminuido (Mata y Rodríguez, 1990).

En clima tropical y sin limitantes de riego, el guayabo florece desde la primavera hasta el otoño; en invierno la planta entra en letargo por bajas temperaturas o falta de humedad, pero también acumula las reservas necesarias para una nueva brotación y floración de primavera (Chadha y Pandey, 1986). En tales condiciones se podrían tener dos o más cosechas al año, como en las Antillas, Brasil e India (Mata y Rodríguez, 1990), y en Venezuela (Quijada *et al.*, 1999). En Zacatecas, el guayabo presenta dos diferentes patrones de fenología, que están ligados con el manejo del cultivo (Cortés, 2000; com. pers.<sup>1</sup>). En el primero, de octubre a diciembre, la planta se somete a estrés hídrico, se poda y se fertiliza, y de diciembre a septiembre se riega para que la brotación vegetativa ocurra de diciembre a febrero, la floración de febrero a abril, el crecimiento del fruto de abril a julio, y su maduración de julio a octubre. En el segundo, la planta se somete a estrés hídrico de abril a junio, con poda de mayo a julio, fertilización de junio a julio, y riego de agosto a septiembre; en este caso la planta presenta brotación vegetativa de junio a julio, floración de agosto a septiembre, crecimiento del fruto de agosto a marzo y maduración del fruto de enero a abril.

Esta investigación se llevó a cabo con el propósito de determinar las etapas fenológicas del guayabo en Iguala, Guerrero, como base para cuantificar su capacidad de pro-

ducción de biomasa y su distribución en hojas, órganos florales y frutos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación, condiciones edafoclimáticas y manejo del cultivo

El estudio se llevó a cabo de junio de 2001 a mayo de 2002, en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero, ubicada entre las coordenadas geográficas 18° 20' 45" N y 99° 2' 40" W, a una altitud de 735 m. El clima de la región, es Awo(W)(i)<sup>1</sup>g, que corresponde a un clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, con lluvias en verano y menos de 5 % de lluvias en invierno (García, 1981). En el periodo de estudio la precipitación pluvial acumulada de junio a septiembre fue de 1050 mm y la temperatura máxima promedio fue de 30 °C en el año, pero de octubre a febrero descendió a 25-26 °C (Estación Meteorológica del Campo Experimental de Iguala, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias). El suelo es profundo de color pardo oscuro, con 40 % de arcilla, pH de 8.2, con 1.5 % de materia orgánica; 0.3 % de N total, 15 ppm de P, y K de 2 cmol kg<sup>-1</sup> de suelo (González; com. pers.)<sup>2</sup>.

Al huerto se le aplicó un riego mensual a partir de noviembre 30 hasta el 30 de abril, después de pasar los meses de octubre y noviembre, sin lluvia. Los árboles son del cv "Media China", obtenidos de Ixtapan de la Sal, Estado de México, donde fueron propagados por acodo. Al iniciar esta investigación tenían 3.5 años de edad, plantados a una distancia de 6 x 6 m. No se hizo aplicación alguna de fertilizantes, ni de podas. Las malezas fueron controladas con herbicida Faena® (del grupo de los glifosatos) a una dosis de 10 mL L<sup>-1</sup> de agua, mientras que la mosca de la fruta (*Anastrepha* spp.) se controló con aplicaciones semanales de Malatión® (2 mL L<sup>-1</sup> de agua), adicionado con proteína hidrolizada (10 mL L<sup>-1</sup> de agua).

### Análisis del crecimiento y desarrollo

A fin de dar seguimiento al desarrollo fenológico de los árboles, dos veces al mes se hicieron mediciones en ocho árboles representativos de la huerta, específicamente en una rama terciaria de aproximadamente 15 % de la copa total del árbol (primero se dividió en cuatro cuadrantes el árbol y luego se calculó de manera visual el porcentaje de la copa que presentaba). Los datos de crecimiento se obtuvieron de tres árboles diferentes cada mes, en una rama

<sup>1</sup> Joaquín O. Cortés Bañuelos. Especialista en Fruticultura. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Zacatecas.

<sup>2</sup> Ricardo González Mateos. Especialista en Suelos. Universidad Autónoma de Guerrero.

terciaria similar a la descrita anteriormente. Los valores acumulados en cada variable corresponden a la suma de los datos registrados en muestreos sucesivos, y las tasas de alargamiento de los brotes (TAB) se calcularon con la siguiente ecuación:

$$\text{TAB} = \frac{(\text{Longitud de brotes de la rama}) / (\text{Número de brotes por rama})}{15 \text{ d}}$$

indicada por Hunt (1990), que es una adaptación a la tasa de crecimiento. Además con los datos medidos se calcularon los siguientes variables:

$$\text{Número de hojas por brote} = \frac{\text{Número de hojas por rama}}{\text{Número de brotes por rama}}$$

$$\text{Número de órganos florales por brote} = \frac{\text{Número de órganos florales por rama}}{\text{Número de brotes por rama}}$$

$$\text{Número de frutos por brote} = \frac{\text{Número de frutos por rama}}{\text{Número de brotes por rama}}$$

Durante el periodo de junio de 2001 a mayo de 2002, cada 15 d se midieron las siguientes variables fenológicas en cada una de las ramas marcadas: número de brotes/rama, y a cada brote se le registró: tasa de crecimiento ( $\text{cm d}^{-1}$ ), número de hojas maduras, número de órganos florales en tres estados de desarrollo (botones tiernos, maduros y flor abierta), y número de frutos en tres rangos de tamaños (0.1-1.5, 1.6-3.0 y  $> 3.0$  cm de diámetro). Se consideró botón tierno desde que éste se hizo visible hasta que conservó el color verde; el botón maduro se consideró a partir de que tomó un color amarillo hasta poco antes de la antesis; y la flor transcurrió de la apertura floral a la caída de pétalos. Cabe aclarar que la frecuencia de conteo de flores en esta investigación no permitió registrar todas las flores debido a que la flor tarda abierta sólo un día. Las variables de crecimiento fueron los pesos secos (g) de hojas, órganos florales y frutos, con las características descritas anteriormente. El área ( $\text{cm}^2$ ) de todas las hojas de la rama, se determinó mediante un integrador de área foliar LI-3100 (Licor. Inc.)

## Análisis estadístico

Con los datos obtenidos de cada rama para fenología y potencial productivo, se calcularon las tasas de crecimiento en cada variable, con base en los brotes totales que incluyen a los vegetativos y los reproductivos, pues no se muestrearon por separado. Las tasas se calcularon en periodos de 15 d, y los valores acumulados con la suma de las cantidades absolutas obtenidas en cada muestreo. Para variables de biomasa, los datos obtenidos por rama se extrapolaron al árbol completo, con base en el porcentaje (de 13 a 18 %) que cada rama representaba en la copa completa (100 %). El análisis estadístico consistió en estimación de medias y errores estándar mediante el programa de Microsoft Excel versión 2000.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Desarrollo de brotes

El guayabo formó brotes durante casi todo el año, pero con tres picos importantes de brotación vegetativa y floral: en junio, septiembre y enero (Figura 1). La brotación de primavera (abril a junio) fue mínima en contraste con la de invierno que fue máxima. Es decir, la formación de brotes vegetativos y florales ocurrió en una serie de flujos durante el año, de los cuales destaca el invierno con el valor más alto y de mayor duración. También conviene hacer notar un pequeño flujo de brotación que ocurrió en octubre y noviembre, durante una época de sequía sin riego; este pequeño pico fue seguido por el alto pico invernal con motivo de haber aplicado riego lo cual representa una rápida respuesta (15 d) a la disponibilidad de agua, similar a la brotación registrada en Zacatecas por Cortés (*Op. cit.*) después del riego. Al considerar el total acumulado en 12 meses, en promedio cada rama aumentó de 42 brotes en junio a 199 al siguiente mayo.

La tasa de alargamiento de brotes (vegetativos y florales) varió ampliamente a lo largo del año desde 0.04 hasta 0.32  $\text{cm d}^{-1}$  (Figura 2), más las variaciones en cada muestreo debidas a diversos tamaños de brotes y a diferencias entre árboles; esto último dio lugar a considerables errores estándar. Las mayores tasas de alargamiento de los brotes ocurrieron en septiembre con 0.32  $\text{cm d}^{-1}$ , y de diciembre a febrero con 0.28  $\text{cm d}^{-1}$ . En promedio, cada brote pasó de 0.41 cm en junio a 1.61 cm en el siguiente mayo (Figura 2).

La recuperación de la humedad edáfica debió provocar emergencia de las yemas vegetativas y la producción de nuevos brotes, similar a lo que señalan Mata y Rodríguez (1990) y Ortega (1971), en el sentido de que una sequía

seguida de lluvia o riego promueve el desarrollo vegetativo y floral, al estimular la división y alargamiento celular. No obstante, la formación de nuevos brotes vegetativos y fructíferos también depende de la acumulación de reservas (Chadha y Pandey, 1986).

El número de hojas por brote también fluctuó a lo largo del año (Figura 3), pero de una manera diferente a la emergencia de brotes. Así, al inicio de la temporada de lluvias se registró una pequeña defoliación, pues el número de hojas por brote se redujo de 20 a 17, seguida de una foliación que elevó el número de hojas a 21 en agosto. A partir de septiembre y hasta enero ocurrió una severa defoliación que dejó solamente ocho hojas por brote. Esto significa que la disponibilidad de agua que se reanudó en noviembre 30 no evitó la continuación de esta defoliación, sino hasta enero que ocurrió una ligera recuperación a 13 hojas por brote, valor que tendió a mantenerse hasta mayo. Se infiere entonces que la siguiente formación de hojas debe ocurrir en el verano, y que la falta de humedad edáfica se manifiesta en mayor grado con defoliación de los brotes. Aunque en este estudio no se midió la traslocación de asimilados, es probable que antes de caer las hojas del guayabo hayan trasladado sus reservas a otros órganos, como señalan Azcón-Bieto y Talón (1993) para diversas especies.

**Desarrollo floral y de frutos**

El árbol de guayabo mostró capacidad de producir botones y flores durante casi todo el año, excepto en abril y mayo (Figura 4). La mayor formación de órganos florales ocurrió en el invierno, después del estrés hídrico antes señalado, al producir hasta 2 botones pequeños por brote en diciembre, seguido de 1.4 botones maduros en enero, y luego por 1.3 flores abiertas por brote en febrero. En el resto del año se establecieron otros picos secundarios de botones, entre los que destaca el periodo de agosto a octubre con 0.4 botones por brote. Otros investigadores también han reportado una floración abundante después de un periodo de sequía (Rathore, 1976; Chadha y Pnadey, 1986).

Como consecuencia del comportamiento de floración, el guayabo en Iguala es capaz de producir frutos casi todo el año, pero principalmente en verano e invierno, para dar hasta 1.8 frutos maduros por brote durante mayo y junio (Figura 5). En marzo, agosto y septiembre se detectaron fructificaciones pequeñas, con 0.14 frutos maduros por brote. El hecho de que el número de flores/brote sea menor que el de frutos/brote, se atribuye a que los muestreos se realizaron una vez cada 15 d, por lo que no fue posible contabilizar todas las flores/brote, ya que la flor sólo dura un día. A pesar de la falta de la máxima precisión en los

datos, los resultados evidencian que la caída de flores y botones es pequeña, porqu sólo representa 12 % del total, en comparación con otras especies que pierden altos porcentajes de flores, tales como en cereza (*Malpighia glabra* L.) del 26 a 45 % (Avilan *et al.*, 1989 ); cítricos, 99 % (Almela y Agosti, 1992) y aguacate (*Persea americana* Mill.) 99.9 % (Salazar, 2000).

Al considerar el desarrollo del fruto en la época principal, se encontró que en febrero y marzo la mayoría de ellos son inmaduros (0.1 a 1.5 cm de diámetro), con un máximo de 2.0 frutos por brote; para después llegar a la madurez de cosecha (diámetro > 3.0 cm) en los meses de mayo y junio con 1.8 frutos por brote. Esto significa que los árboles presentaron un alto porcentaje de frutos jóvenes que alcanzaron la madurez comercial.

Es claro entonces que en Iguala esta especie tiene capacidad reproductora en más de una época del año, pero sobre todo en invierno cuando las temperaturas descienden a 23-25 °C y la planta dispone de riego. Sería de esperar entonces que con un manejo apropiado, como defoliación, poda o estrés hídrico, el guayabo podría ser forzado a florecer y producir fruto en otras estaciones del año en los que haya mejor precio en el mercado.

**Potencial productivo**

Un brote de guayabo produjo 5.2 botones tiernos y 4.9 botones maduros, de los cuales se formaron 4.6 frutos jóvenes, 4.3 frutos maduros y 3.9 frutos grandes. Al considerar que las ramas seleccionadas para esta investigación en promedio representaron 15 % del total de la copa del árbol, se estima que el árbol completo produce 6932 botones florales durante el año, de los cuales 6069 se transformaron en frutos jóvenes, lo que representa 87.6 % de amarre de fruto. Del total de frutos chicos, 5199 frutos llegaron a la madurez, equivalente a 85.7 % de los frutos (Cuadro 1).

*Cuadro 1. Número de órganos reproductores y frutos por brote, rama y árbol por año en guayabos de 3.5 años, en Iguala, Guerrero.*

Órgano	Cantidad/brote	Cantidad/rama	Cantidad/árbol
Botón tierno	5.2	1040	6932
Botón maduro	4.9	978	6521
Flor	2.9	570	3798
Fruto pequeño	4.8	910	6069
Fruto mediano	4.3	865	5764
Fruto grande	3.9	777	5199

Fruto chico (0.1 - 1.5 cm de diámetro); fruto mediano (1.6 - 3.0 cm de diámetro); fruto grande (> 3.0 cm de diámetro).

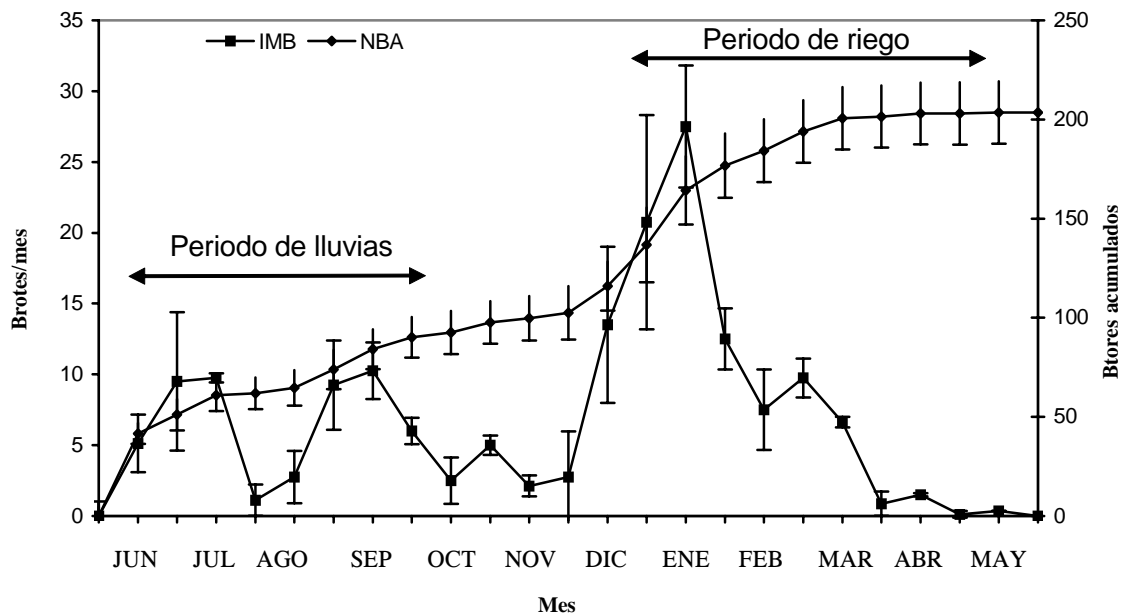


Figura 1. Emergencia de brotes por rama, mensual y acumulada en guayabos de 3.5 años en Iguala, Guerrero. IBM= incremento mensual de brotes; NBA= número de brotes acumulados. Barras verticales indican el error estándar.

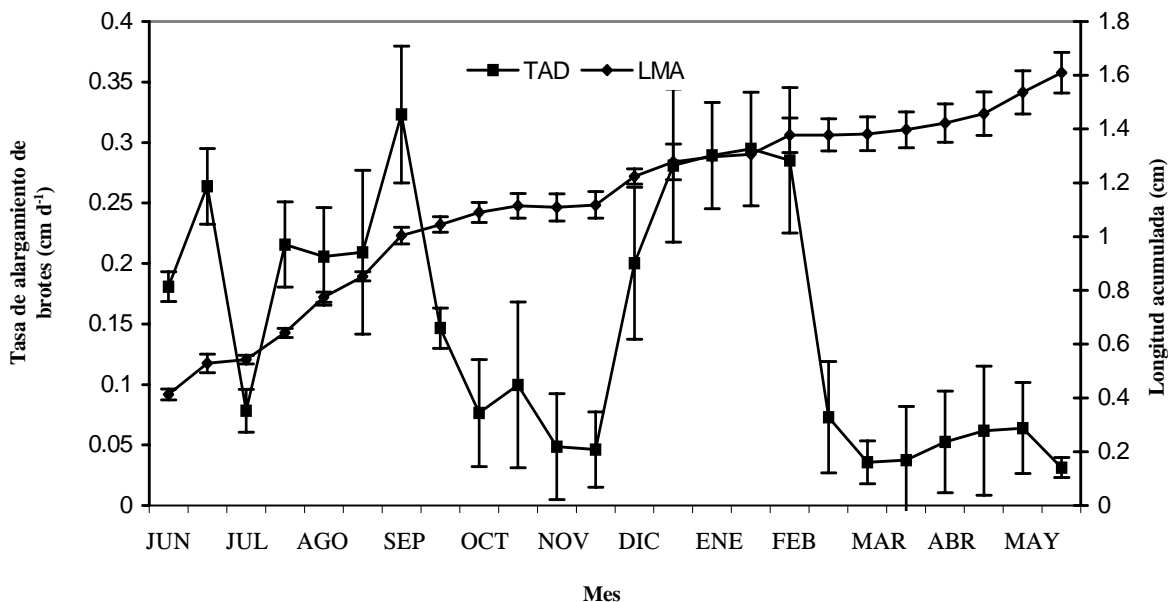


Figura 2. Tasa de alargamiento diaria y longitud acumulada de brotes de guayabos de 3.5 años en Iguala, Guerrero. TAD = tasa de largamiento diaria; LMA = longitud media acumulada. Las barras verticales indican el error estándar.

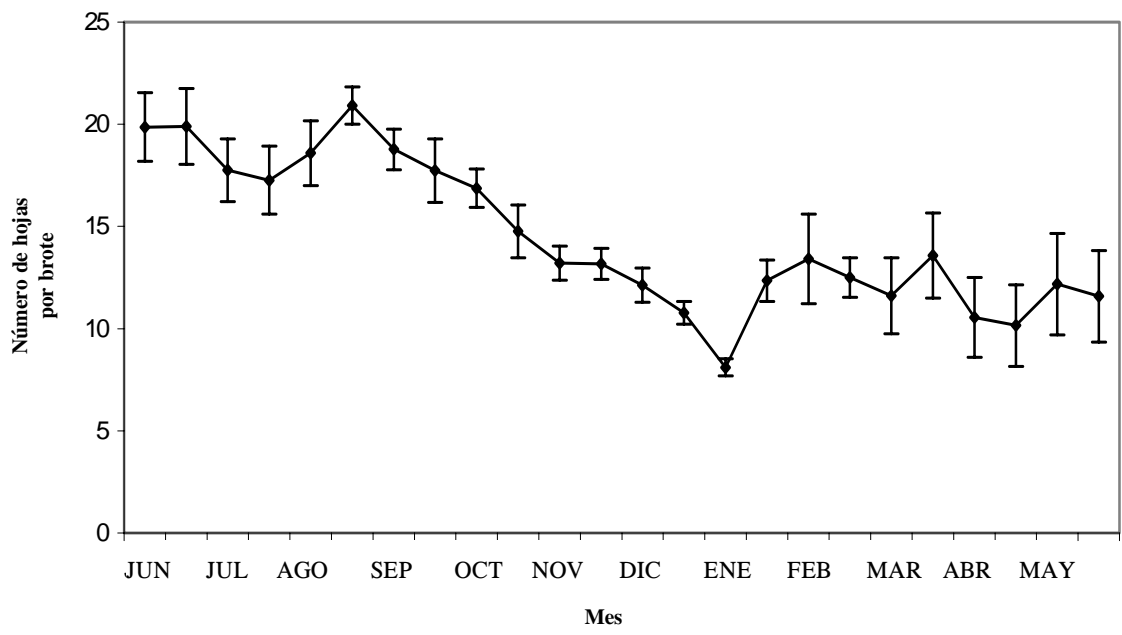


Figura 3. Número de hojas por brote en guayabos de 3.5 años en Iguala, Guerrero. Las barras verticales indican el error estándar.

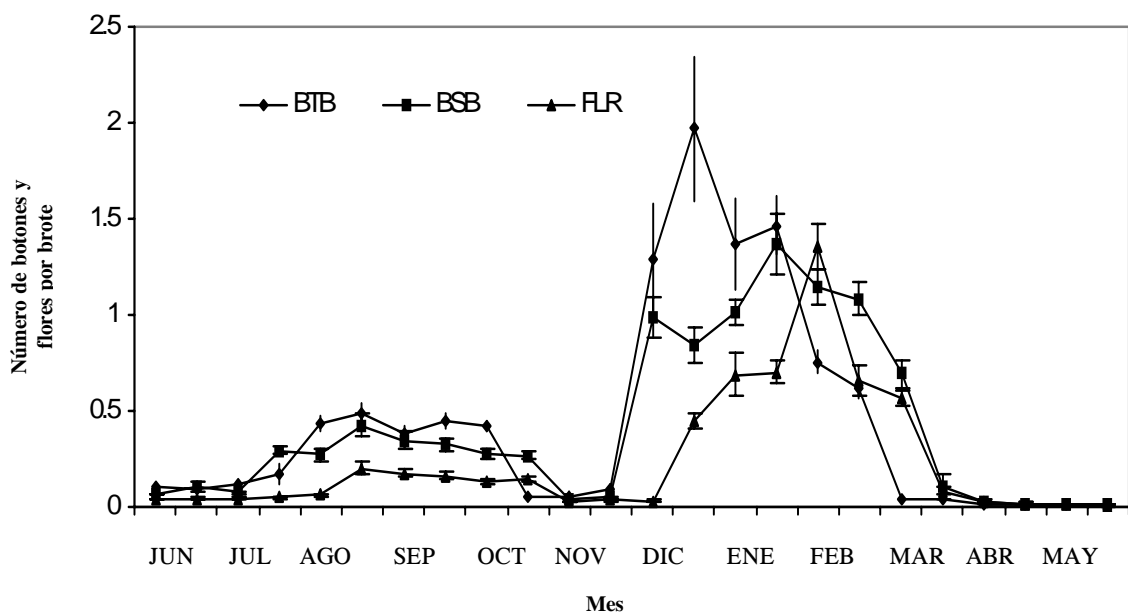


Figura 4. Número de órganos reproductivos por brote en guayabos de 3.5 años en Iguala, Guerrero. BTB= botones tiernos por brote; BSB= botones sazones por brote; FLR= flores por brote. Las barras verticales indican el error estándar.

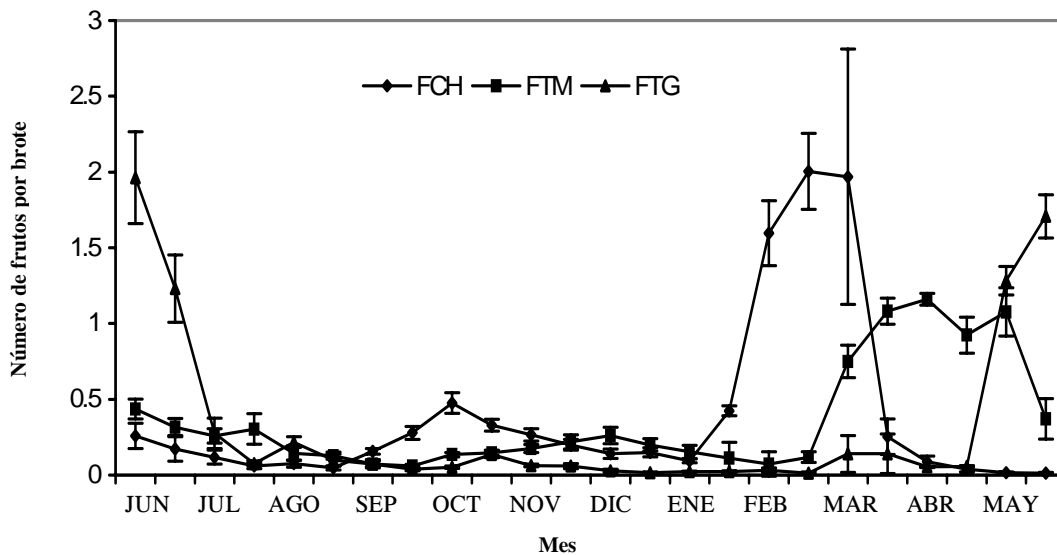


Figura 5. Producción de guayaba en árboles de 3.5 años en función del tamaño de la fruta, en Iguala, Guerrero. FCH= Fruto de 0.1-1.5 cm; FTM= frutos de 1.6-3.0 cm; FTG= Frutos > 3.0 cm. Las barras verticales indican el error estándar.

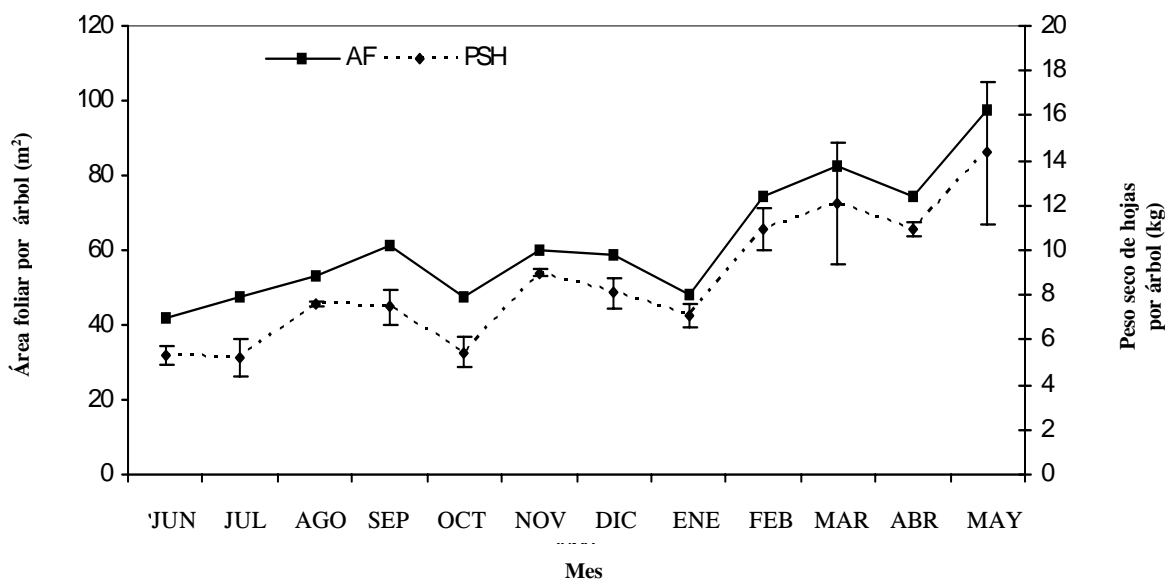


Figura 6. Peso seco y área foliar en guayabos de 3.5 a 4.5 años, en Iguala, Guerrero. AF=Área foliar; PSH= Peso seco de hojas. Las barras verticales indican el error estándar.

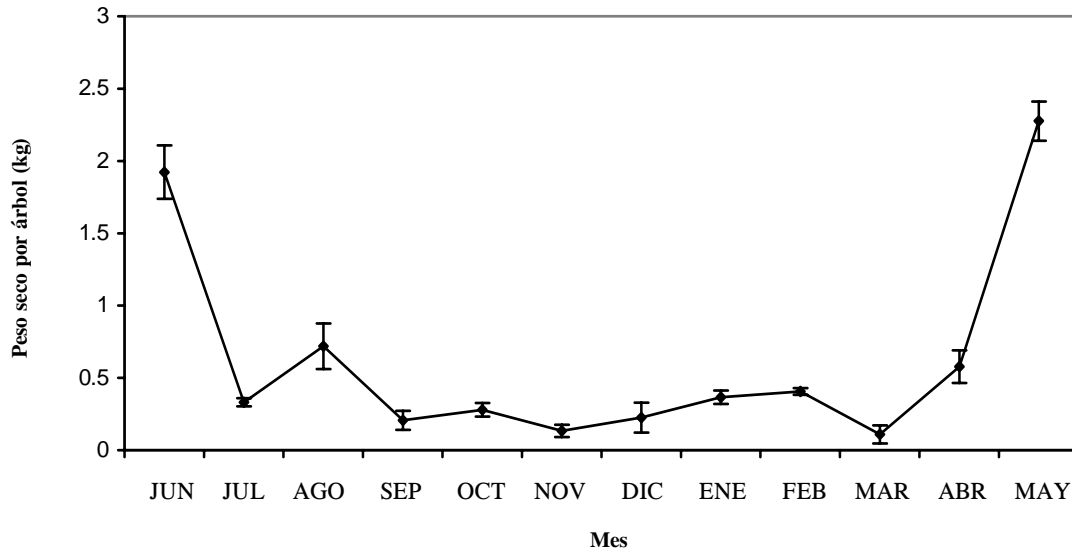


Figura 7. Variación mensual del rendimiento de fruto (en peso seco) de árboles de guayabos en Iguala, Guerrero. Las barras verticales indican el error estándar.

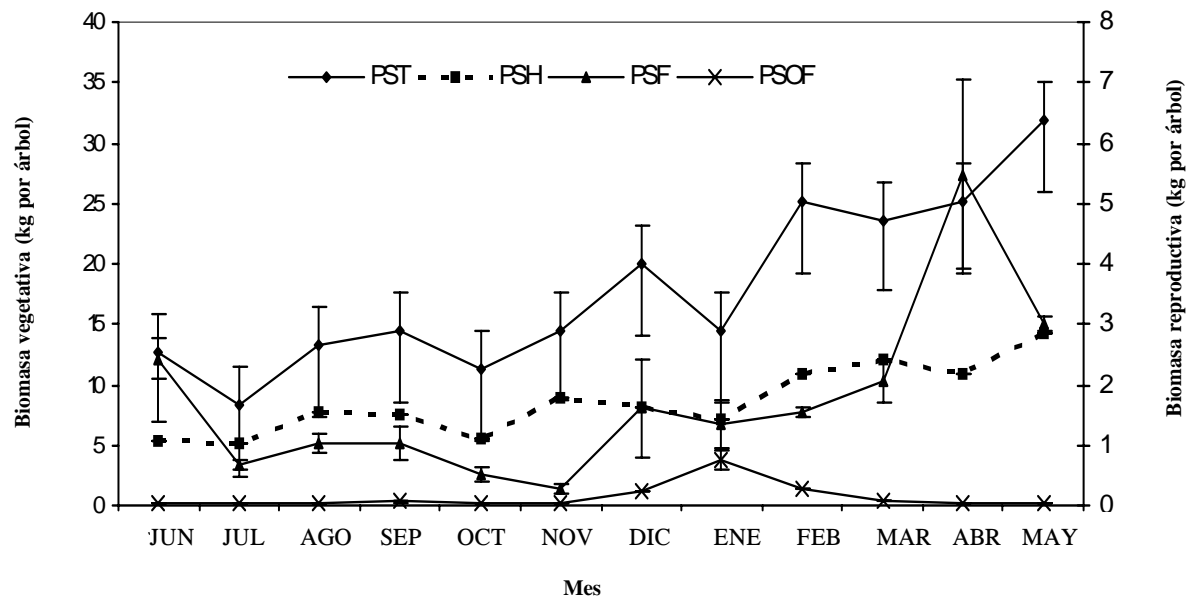


Figura 8. Distribución de biomasa en órganos de guayabo de 3.5 años, en Iguala, Guerrero. PST= Peso seco de tallo; PSH= Peso seco de hojas; PSF= Peso seco de frutos; PSOF = Peso seco de órganos florales. Las barras verticales indican el error estándar.



En relación con el total anual, la producción de frutos se distribuyó de la manera siguiente: de frutos pequeños hubo 6.5 % en junio-julio, 18.2 % en septiembre-noviembre, 73.8 % en diciembre-marzo, y 1.5 % en los otros meses; de los frutos maduros, 79.2 % se cosecharon en mayo-junio, 8 % en agosto-noviembre, 4.1 % en febrero-marzo, y 8.7 % en el resto del año. Tales datos muestran que la producción de frutos por el árbol de guayabo puede ocurrir durante casi todo el año, en Iguala, Gro., en crecimiento libre (sin poda) como se manejó el huerto, aunque la producción de fruto se concentra en el periodo de mayo a junio.

Según Chadha y Pandey (1986), en clima tropical el guayabo florece desde la primavera al otoño, y en invierno presenta letargo por falta de humedad y por bajas temperaturas. Sin embargo, en Iguala la floración más abundante (74 %) ocurrió en invierno, época en que la planta alcanza una plena brotación vegetativa y floral. El comportamiento en Iguala se atribuye a que la planta fue estimulada por una sequía (octubre-noviembre), seguida de riego (a partir del 30 de noviembre), en combinación con un descenso leve de temperatura (de 30 a 25 °C), pues algunos autores consideran que el estrés hídrico antes de la floración (Mata y Rodríguez, 1990) y los descensos moderados en temperatura y humedad (Shigeura y Bullock, 1983) estimulan la floración. Al respecto, Ortega (1971) señala que la floración se presenta dos meses después del inicio de riego, tal como sucedió en la presente investigación. No obstante, conviene mencionar que se desconoce la respuesta del guayabo en Iguala, en ausencia de ese periodo de sequía; en condiciones de riego es posible que el árbol continúe creciendo en el invierno, ya que las temperaturas cálidas lo permitirían.

Puesto que en la mayoría de los cultivares de guayabo la antesis ocurre por la mañana de 4:30 a 6:30 h, 80 % de las cuales es a las 5:30 h, y la flor sólo se encuentra abierta un día (Mata y Rodríguez, 1990; Nakasone y Paul, 1998), con los muestreos quincenales no fue posible contabilizar con precisión todas las flores producidas por árbol. En Zulia, Venezuela el periodo de botón floral a fruto cuajado es de 15 d, y la aparición de botones florales se registró por un periodo de 15 a 45 d, y la de flores por 15 a 30 d (Marín *et al.*, 2000). Por tanto, para evaluar la cantidad total de flores, es necesario hacer conteos más frecuentes.

El periodo de flor a fruto del guayabo en Iguala tiene una duración de 5 a 7 meses. Sin embargo, en otras regiones como Zacatecas, el mismo periodo es de 7 a 8 meses (Cortés, *op. cit.*), de modo que en Iguala el desarrollo del fruto se reduce en dos meses.

En la región de Calvillo-Cañones (Aguascalientes-Zacatecas), el área compacta más importante en la producción de guayaba en México (González *et al.*, 2002), el árbol tiene dos épocas de crecimiento del fruto. La principal época es de abril a julio y el fruto se cosecha de septiembre a diciembre, cuando el precio es menor. En la segunda época, el crecimiento del fruto es de agosto a marzo y se cosecha de enero a abril. En consecuencia, la cosecha de septiembre-diciembre en la región Calvillo-Cañones no coincide con la producción principal en Iguala (mayo-julio), aunque la cosecha secundaria (agosto a marzo) coincide con la cosecha menor de Iguala. Entonces, la producción de guayabo en Iguala podría tener ventajas de mercado, debido a que en su principal cosecha es cuando el precio de la fruta se eleva debido a que la oferta de fruta disminuye (González *et al.*, 2002). Adicionalmente, en Guerrero existe una fuerte demanda de fruta fresca de guayaba durante todo el año, sobre todo en sus centros turísticos, por lo que parece conveniente ampliar la superficie cultivada en esta entidad.

#### Crecimiento y distribución de la biomasa

A lo largo de un año el árbol de guayabo produjo 9 kg de biomasa foliar, al pasar de 5 a 14 kg, correspondiente a un crecimiento de 60 m<sup>2</sup> de área foliar en el mismo periodo (Figura 6). Tal crecimiento anual ocurrió principalmente en los meses de junio a septiembre y de enero a mayo, periodos en los que también hubo la mayor formación de brotes (Figura 1).

En plena concordancia con lo observado en el número de frutos, el rendimiento de fruto maduro (3 a 6 cm de diámetro ecuatorial) muestra que en Iguala hay producción durante casi todo el año, con máxima fructificación en mayo y junio (Figura 7), meses en que se cosechan 2 kg de peso seco por árbol por mes, que equivale a 7.9 kg de peso fresco con un tamaño promedio del fruto de 1.7 g. Además, en agosto y febrero el rendimiento por árbol es de 0.8 y 0.5 kg de peso seco, respectivamente. La cosecha de fruto fresco de mayo-junio fue de 43 kg/árbol, lo que representa 12 t ha<sup>-1</sup> para la principal cosecha, en una plantación de 6 x 6 m de distancia entre árboles.

En cuanto a la distribución de biomasa entre los diferentes órganos de la planta, se descubrió que el tallo acumuló la mayor cantidad de biomasa producida durante casi todo el año, con 52 % del total, seguido de las hojas con 39 %. Los órganos reproductores apenas representaron un promedio de 9 % de la biomasa total, de la cual 8 % correspondió al fruto (en todos sus tamaños) y apenas 1 % a flores y botones.

Los tallos y hojas mostraron un incremento gradual en biomasa durante el año; el tallo logró una ganancia de 19 kg, al pasar de 13 a 32 kg en 12 meses, y al mismo tiempo las hojas ganaron 9 kg, al subir de 5 a 14 kg. El peso seco sumado de los diversos tamaños de frutos durante el año fue variable, con tres picos sobresalientes en agosto-septiembre (1.0 kg por árbol), diciembre y febrero (1.5 kg por árbol) y de marzo a junio (2 a 5 kg por árbol). El mayor peso seco de órganos florales (botones tiernos y sazones, y flores) fue en diciembre (con 0.3 kg/árbol), enero (0.7 kg/árbol) y febrero (0.3 kg/árbol) (Figura 8).

### CONCLUSIONES

El árbol del guayabo en Iguala, Gro., en crecimiento libre (sin poda, ni fertilización) y en condiciones de riego durante el invierno después de un periodo de dos meses de sequía, dio la mayor formación de brotes vegetativos y florales en enero, seguida de dos picos menores en junio y septiembre. El crecimiento foliar anual fue de 60 m<sup>2</sup>/árbol, equivalente a 9 kg de materia seca/árbol. La principal época de floración ocurrió en diciembre-febrero, antecedida por otro pico menor en agosto-octubre, además de una pequeña cantidad de flores producidas durante el resto del año. En consecuencia, hubo tres épocas de cosecha de fruto: la principal en mayo y junio, y las dos secundarias de julio a noviembre y en marzo. Pero también evidenció potencial para producir fruto en cualquier época del año.

### BIBLIOGRAFÍA

- Almela O V, M Agustí F (1992)** Los Agrios. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 55 p.
- Ascón-Bieto J, M Talón (1993)** Fisiología y Bioquímica Vegetal. McGraw-Hill- Interoamericana de España. Madrid, España. 581 p.
- Avilán L, F Leal, D. Bautista (1989)** Manual de Fruticultura. Ed. América C. A. Caracas, Venezuela. pp:787-803.
- Chadha L K, M R Pandey (1986)** *Psidium guajava* L. In: Handbook of Flowering. A A Halevy (ed). CRC Press Inc. India. Vol. 5:287-293.
- García de M E (1981)** Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen. México D. F. 241 p.
- González G E, J S Padilla R, L Reyes M, M A Perales de la C, F Esquivel V (2002)** Guayaba su Cultivo en México. Libro Técnico Núm. 1. Campo Experimental Pabellón. INIFAP. Pabellón, Aguascalientes, México. 182 p.
- Hunt H (1990)** Basic Growth Analysis. Unwin Hyman. London. 132 p.
- Marín M, A Casassa, A Rincón, J Labarca, Y Hernández, E Gómez, Z Viloria, B Bracho, J Martínez (2000)** Comportamiento de tipos de guayabo (*Psidium guajava* L.), injertados sobre *Psidium friedrichsfhalianum* Brrg-Niedenzu. Rev. de la Facultad de Agronomía (Luz) (Caracas, Venezuela) 17:384-392.
- Mata B I, A M Rodríguez (1990)** El Guayabo: Aspectos de su Cultivo y Producción. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. México. 160 p.
- Nakasone H Y, R E Paul (1998)** Guava. In: Tropical Fruits. J Atherton (ed). Crop Production Science in Horticulture Series. CAB International. Honolulu, Hi, USA. pp:149-172.
- Ortega O C (1971)** Relación entre la fecha de inicio del riego y las fechas de floración y fructificación de la guayaba en Calvillo, Ags., México. Rev. Fitotec. Mex. 2:34-35.
- Quijada Q, F Araujo, P Corzo (1999)** Efecto de la poda y la cianamida hidrogenada sobre la brotación, producción y calidad de frutos de guayabo (*Psidium guajava* L) en el Municipio de Mara del Estado de Zulia. Revista Facultad de Agronomía (Luz) (Caracas, Venezuela) 16: 276-290.
- Rathore D S (1976)** Effect of season on the growth and chemical composition of guava (*Psidium guajava* L.) fruits. J. Hort. Sci. 51:41-47.
- Shigeura G T, R M Bullock (1983)** Guava in Hawaii. History and production. Research Extension. Series 035. University of Hawaii. 28 p.
- Salazar-García S. (2000)** Fisiología reproductiva del aguacate. In: El Aguacate y su Manejo Integrado. D Téliz (ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México, DF. 65 p.