



Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1 (1): 035-046. Enero-Junio, 2010
http://www.rvcta.org
ISSN: 2218-4384 (versión en línea)
© Asociación RVCTA, 2010. RIF: J-29910863-4. Depósito Legal: ppi201002CA3536.

Artículo

Características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) de Tuxpan, Guerrero, México

Phenotypic and agronomic characteristics of six genotypes of papaya (*Carica papaya* L.) from Tuxpan, Guerrero, Mexico

José Ángel **Alcántara Jiménez**¹, Elías **Hernández Castro**^{2*}, Sergio **Ayvar Serna**¹,
Agustín **Damián Nava**³, Tomás **Brito Guadarrama**³

¹Departamento de Fitotecnia, Centro de Estudios Profesionales-Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CEP-CSAEGRO). Avenida Guerrero, N° 81, 1er. piso, C. P. 4000, Iguala, Guerrero, México. E-correo: csaegro@prodigy.nex.mx

²Maestría en Sistemas de Producción Agropecuaria de la Universidad Autónoma de Guerrero. Corregidora No. 55 "a", Barrio de San Mateo, C. P. 39055, Chilpancingo, Guerrero, México.

*Autor para correspondencia: helias1@starmedia.com

³Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero. Periférico Poniente s/n, Colonia Guadalupe, C. P. 40030, Iguala, Guerrero, México.
E-correo: fcaa-uag@hotmail.com

Aceptado 05-Mayo-2010

Resumen

En México la producción de papayo (*Carica papaya* L.) es afectada por factores genéticos, ambientales y bióticos. Destacan los daños provocados por el virus de la mancha anular, el cual reduce considerablemente la cantidad y calidad de la fruta; por eso es muy importante, conocer la productividad de los genotipos en un ambiente determinado. La presente investigación se realizó con el

objetivo de evaluar el desarrollo y las características agronómicas de seis genotipos de papayo. El estudio se llevó a cabo en la localidad de Tuxpan, Guerrero, donde se cultivaron los genotipos: R₄M₃, Maradol, Criolla, Red Lady, Zapote y R₅M₂. Como diseño experimental se utilizó el de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron: altura al primer fruto, diámetro del cuello, altura de la planta, número de días a la cosecha, rendimiento de frutos (t/ha), número, diámetro y longitud de frutos, concentración de azúcares (grados Brix), textura, color de la pulpa y epicarpio de frutos maduros. Los datos de las variables se sometieron a análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey. En relación a la adaptación de los genotipos: todos los genotipos se desarrollaron y produjeron frutos en las condiciones de trópico seco. La variedad Maradol fue la más sobresaliente, presentando un porte menor, mayor precocidad y productividad, textura dura de pulpa, alta concentración de azúcares, buen tamaño y color.

Palabras claves: *Carica papaya*, estudio fenotípico y agronómico, genotipos, Maradol Roja, Red Lady, variedades.

Abstract

In Mexico the papaya production (*Carica papaya* L.) is affected by genetic, environmental and biotic factors; highlight the damages caused by the ring spot virus, which reduces the quantity and quality of the fruit considerably; thus it is very important to know the productivity of the genotypes in a certain atmosphere. The present investigation was carried out with the objective of to evaluate the development and the agronomic characteristics of six papaya genotypes. The study was carried out in the town of Tuxpan, Guerrero, where the genotypes: R₄M₃, Maradol, Criolla, Red Lady, Zapote, and R₅M₂ were cultivated. A complete randomized block experimental design was used, with four repetitions. The evaluated variables were: height to the first fruit, diameter of the neck, height of the plant, number of days to the crop, yield of fruits (t/ha), number, diameter and longitude of the fruits, concentration of sugars (degrees Brix), texture, color of the pulp and epicarp of mature fruits. Variables data were subjected to analysis of variance, and means were compared by Tukey's test. In relation to the adaptation of the genotypes: all the genotypes developed and produced fruits under dry tropical conditions. The variety Maradol was the outstanding, presenting minor vigor, greater precocity and productivity, hard-pulp texture, higher sugars concentration, good size and colour.

Key words: *Carica papaya*, genotypes, Maradol Roja, phenotypic and agronomic study, Red Lady, varieties.

INTRODUCCION

La papaya o lechosa (*Carica papaya* L.), es una fruta tropical con creciente demanda en los mercados de Estados Unidos y Canadá, siendo México su principal proveedor (Vázquez-García *et al.*, 2008). La superficie

cosechada de papaya en México en el año 2007 fue de 20.946 ha, con una producción anual de 919 mil t, ocupando para ese año el segundo lugar como productor mundial; en el 2008 disminuyó la superficie cosechada a 16.084 ha, para una producción anual de 638 mil t (FAOSTAT, 2008). En México, se cultiva prin-

principalmente en los estados de Veracruz, Chiapas, Michoacán y Oaxaca (SIAP, 2008). La producción en Guerrero se localiza en la zona costera, y regiones Norte y Tierra Caliente, donde se cultivan genotipos criollos que presentan bajo rendimiento y calidad, además de otros materiales con alto potencial productivo, frutos de excelentes características organolépticas y gran aceptación en el mercado (Hernández-Castro *et al.*, 2007).

Uno de los problemas más frecuentes a los que se enfrentan los productores de papaya en México, y que afecta a la productividad, es la pérdida del fruto a causa de una enfermedad originada por el llamado virus de la mancha anular del papayo (VMAP o PRSV por sus siglas en inglés), factor que además disminuye la calidad (Rivas-Valencia *et al.*, 2003). El apoyo con cercos vivos, antes de la siembra de papaya, que al mismo tiempo funcionan como protectores, como es el caso de la Rosa de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), a la que los áfidos vectores del VMAP no se acercan debido a su coloración rojiza, es uno de los esfuerzos que se han venido llevando a cabo (Becerra, 1988; Hernández-Castro *et al.*, 2008). Encontrar alternativas al control de la enfermedad del virus de la mancha anular es solo uno de los factores que pueden colaborar a mejorar la productividad, ya que existen otros factores de índole genético, ambiental y biótico. Al respecto, diversos estudios han indicado que especies silvestres presentan tolerancia al virus, como también algunas variedades mejoradas procedentes de Estados Unidos de América (Red Lady, Betty y Hawaiana, entre otras) y del Caribe (Maradol Roja) (Contreras y Hernández, 1998). Evaluar densidades de plantación en regiones que no cuenten con antecedentes previos del cultivo, es un fin para optimizar el beneficio económico. Resultados de un estudio llevado a cabo por Rivas-Valencia *et al.* (2003) indicaron que las variedades Red Lady y Maradol, por su alto rendimiento, pueden apa-

rentemente compensar la pérdida de producción inducida por el virus y ha sido demostrado que el rendimiento potencial puede variar según regiones y técnicas de manejo empleadas (Mirafuentes, 1997; Sánchez-Sánchez y Samaniego-Russo, 1998); por ejemplo, Tabasco y el sureste del país, presentan diferentes condiciones ambientales en donde se produce papaya, viéndose afectados por las mismas condiciones climáticas, además también por la falta de recursos económicos (Mirafuentes-Hernández y Azpeitia-Morales, 2008).

La introducción de nuevas variedades y su estudio fenotípico conllevan a la disminución de riesgos debido a la explotación monovarietal, ya que permiten la identificación del material vegetal con características comerciales para el mercado, para la investigación y el uso de los productores (Alonso *et al.*, 2008a), además los estudios fenotípicos son relativamente económicos y constituyen la base de la caracterización de las muestras de variedades (Alonso-Esquivel *et al.*, 2009). En Cuba apreciaron un crecimiento y desarrollo vegetativo favorable, así como una excelente productividad en tres cultivares de papaya del grupo Solo, que fueron introducidos y evaluados fenotípicamente, lo que representó un avance para el desarrollo de futuros programas de mejoramiento (Alonso *et al.*, 2008a); e incluso en otro estudio similar determinaron que los frutos de los cultivares de papaya evaluados fueron aptos para el mercado de exportación en función de las características evaluadas (Alonso *et al.*, 2008b). En Costa Rica, donde el consumo per cápita de papaya es muy bajo debido a la pobre calidad organoléptica de las variedades cultivadas, esfuerzos se han realizado desarrollando nuevos materiales con potencial comercial y de adaptación a condiciones edafoclimáticas de la región, evaluando el potencial agronómico bajo condiciones típicas de manejo de un productor (Mora y Bogantes, 2004).

La evaluación de materiales foráneos y criollos permite seleccionar los genotipos que pueden incrementar el rendimiento y calidad en sabor y presentación (Contreras y Hernández, 1998). Por ello, la presente investigación tuvo como objetivo evaluar las características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papayo en clima tropical seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el período junio 2000 a agosto 2001, en la localidad de Tuxpan, Municipio de Iguala de la Independencia, Estado de Guerrero, México; situada entre las coordenadas 18° 21' Latitud Norte y 93° 33' Longitud Oeste; a 635 msnm (INEGI, 1998). El clima es de tipo: Awo (w) (i) g; el menos húmedo de los cálidos, con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 25,7 °C (García, 1983) y la pluviosidad de 1100 mm (HAIL, 2008). El suelo es de tipo vertisol pélico, con más de 10 cm de profundidad, de textura franco-arcilloso y drenaje moderado, con 0,536 a 1,47 % de materia orgánica, 30 % ó más de arcilla, 24,16 % de arena y 41,28 % de limo, en todos sus horizontes, el pH varía de 7,6 a 7,9 y no están afectados por sales solubles ni sodio intercambiable (CNA, 1999).

El material genético usado fueron los genotipos comerciales: Maradol, Red Lady, Zapote y Criolla (de Tabasco) proporcionados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias de Huimanguillo, Tabasco. Además, los materiales irradiados R₄M₃ y R₅M₂ seleccionados a partir del Criollo tipo Mamey donados por la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero.

Conducción del experimento

Para el establecimiento de las parcelas

de investigación se trasplantaron tres plantas por maceta de los genotipos antes mencionados a 1,60 m entre plantas y 2,10 m entre hileras. Se eliminaron plantas masculinas a los 3 meses y 9 días después del trasplante, una vez iniciada la diferenciación floral, se dejó una planta femenina o hermafrodita por cepa.

Para prevenir enfermedades foliares se aplicó 0,2 g/L de Captan 50® ocho días después del trasplante. Para prevenir pudriciones radicales, después del inicio de la floración (a los 120 días) se asperjó 0,1 g/L de Benlate®, mezclado con 0,9 mL/L de Malathion 1000®.

Para mantener las plantas libre de malezas en los primeros meses de desarrollo del cultivo, se realizó un aporque con tracción animal. Además, se hicieron tres deshierbes con desvaradora manual; a los 98, 147 y 213 días después del trasplante.

Tratamientos y diseño experimental

Los seis genotipos utilizados, se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y seis plantas como unidades experimentales.

Variables registradas del crecimiento de la planta

Altura de la planta: se registró con un estadal, desde la base del suelo hasta la yema apical, al momento de la cosecha. Altura al primer fruto: se midió desde el cuello de la planta hasta el pedúnculo del primer fruto, en la base del tramo fructífero del tallo. Diámetro del cuello de la planta: se midió a nivel del suelo, con un vernier, al momento de la cosecha y días previos a la cosecha del primer fruto. Se tomaron en cuenta los días transcurridos del trasplante a la cosecha del primer fruto.

Variables registradas para el rendimiento de frutos

Número de frutos: se contó el total de frutos del primer tramo fructífero. Rendimiento de fruto: se registró el peso total de los frutos del primer tramo fructífero, de las seis plantas de la unidad experimental.

Variables registradas para conocer la calidad de los frutos

Diámetro del fruto: se midió con un vernier cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica. Longitud del fruto: se midió con una regla en todos los frutos cosechados. Concentración de sólidos solubles (°Bx): se determinó con un refractómetro cuando los frutos alcanzaron la madurez de consumo. Se obtuvo el promedio de las lecturas realizadas en tres frutos cosechados de manera aleatoria. Textura de los frutos: se registró al tacto la textura suave o dura de la pulpa. Color de epicarpio y pulpa de los frutos: los colores del epicarpio y pulpa se determinaron en forma visual en todos los frutos con madurez de consumo (a los 8 meses después del trasplante); se registraron en una muestra de tres frutos por genotipo, seleccionados aleatoriamente.

Análisis estadísticos

Acorde al diseño experimental de bloques completos al azar, a las variables en estudio se les realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$). Se utilizó el paquete Statistical Analysis System, versión 6.03 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Adaptación del material genético

Altura de la planta

Se observó que, el genotipo R₄M₃ fue estadísticamente superior ($p < 0,05$) a los genotipos R₅M₂, Zapote, Criolla y Red Lady que presentaron alturas menores (Cuadro 1); a la vez, estos fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) a Maradol que tuvo la menor altura. Estos resultados coinciden con los señalados por Cárdenas *et al.* (1992), quienes registraron una altura de 1,0 a 2,5 m en la etapa de madurez para el genotipo Cera. Rivas-Valencia *et al.* (2003) publicaron datos de altura de la planta para la variedad Red Lady de 1,88 m y Maradol de 1,75 m los cuales fueron mayores que los presentados en esta investigación, salvo para la variedad R₄M₃.

Altura al primer fruto

En el análisis de varianza de la variable altura al primer fruto se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$). En el Cuadro 1 se muestran los valores medios de la altura al primer fruto de los genotipos de papayo; se observa que R₄M₃, R₅M₂, Zapote y Criolla con valores de 108,8; 104,2; 88,7 y 85,7 cm; respectivamente, fueron estadísticamente iguales ($p > 0,05$), pero diferentes de manera significativa a Maradol y Red Lady ($p < 0,05$) con valores de 63,7 y 77,1 cm, respectivamente; es decir, que las variedades Maradol y Red Lady inician su tramo de fructificación en un punto de la planta de papaya mucho más bajo que los demás genotipos; estos resultados son coincidentes con los nueve híbridos evaluados por Mora y Bogantes (2004) en Costa Rica quienes presentaron valores desde 53 a 82 cm. El comportamiento de estas dos variedades contrasta en forma considerable con las alturas de 157,0 y 159,2 cm desarrolladas por estos mismos materiales en las regiones productoras de papaya en Sonora (Sánchez-Sánchez y Samaniego-Russo, 1998). En el Estado de Ta-

basco, Mirafuentes (1997) encontró que las plantas de Zapote, Maradol y Criolla presentaron promedios respectivos de 50, 70 y 110 cm, similares a los hallados en el presente estudio.

Los valores obtenidos en los materiales irradiados R₄M₃ y R₅M₂, son similares a la altura promedio al primer fruto (105 cm) del tipo Mamey indicada por Mandujano (1998). Esto pudiera explicarse porque a partir del tipo Mamey se seleccionaron.

Una baja altura de inicio de fructificación puede ser positiva por estar asociada a precocidad y facilidad de cosecha, sin embargo en condiciones de alta pluviosidad (4000 mm), como consecuencia del salpique de la lluvia sobre el suelo, se puede favorecer la diseminación de *Phytophthora* sp. sobre los frutos dando origen a epidemias; siendo recomendado en estos casos, la siembra de plantas con alturas de inicio de fructificación mayores a 80 cm (Mora y Bogantes, 2004). Asimismo, las precipitaciones recomendadas están en el orden de los 1200 a 2000 mm anuales y en zonas donde son menores a 1200 mm se pueden producir cortos períodos de estrés hídrico que reducen la floración y la producción de frutos por planta; por lo que es requerido disponer de fuentes de abastecimiento de agua que garanticen un suministro estable durante todo el ciclo de cultivo (Alonso *et al.*, 2008a). En el Estado de Guerrero el recurso hídrico es abundante y con una red hidrográfica bastante desarrollada con capacidad de satisfacer no solo las necesidades como el abastecimiento y riego, sino contribuir al desarrollo de estados vecinos (Perevochtchikova y García-Jiménez, 2006). En la localidad de Tuxpan (región Norte) la pluviosidad es de 1100 mm (HAIL, 2008), por lo que desde estos puntos de vista, todos los genotipos estudiados presentan viabilidad para el desarrollo del cultivo en la región. Es de hacer notar, en cuanto a datos de la variable

climática, que en la región de Tierra Caliente, que es otra zona importante de cultivo del papayo en el Estado de Guerrero (Hernández-Castro *et al.*, 2007), la pluviosidad es de 1005 mm (GEG, 2010), lo cual es otro dato favorable que permitiría promover la evaluación de los genotipos estudiados en esta investigación, en esa región.

Diámetro del cuello de la planta

Esta variable presentó variaciones significativas entre los materiales estudiados (Cuadro 1). Los valores medios del diámetro del cuello de los genotipos de papayo R₄M₃ y R₅M₂ presentaron los diámetros mayores (13,5 y 12,5 cm; respectivamente); los cuales fueron estadísticamente superiores a los otros cuatro genotipos ($p < 0,05$). El material Criolla (de Tabasco) alcanzó solo 9,8 cm y estadísticamente fue inferior a todos los demás materiales ($p < 0,05$); es decir, que a este genotipo probablemente le afectó el tipo de suelo o las condiciones ambientales del trópico seco; pudiendo quizás, responder a altas densidades de plantación por el menor porte desarrollado; este resultado concuerda con el encontrado por Pereira (1986), quien evaluó la respuesta de la papaya a la humedad residual aprovechable, encontrando que las plantas desarrollaron tallos de 9,36 cm de diámetro, medidos a 15 cm del nivel del suelo; y coincide con el señalado por Rivas-Valencia *et al.* (2003) para la variedad Maradol de 9,2 cm y el presentado por Alonso-Esquivel *et al.* (2008) de 10,2 cm para un cultivar de Maradol Roja.

Días a la cosecha del primer fruto

En esta característica fenológica de la planta no se detectaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ($p > 0,05$). Sin embargo, tomando en cuenta las diferencias reales entre los valores

Cuadro 1.- Valores medios de las variables evaluadas para conocer la adaptación y rendimiento de los seis genotipos de papayo establecidos en la localidad de Tuxpan.*

| Genotipo | Altura de la planta (cm) | Altura al primer fruto (cm) | Diámetro del cuello de la planta (cm) | Días a la cosecha del primer fruto | Número de frutos (unidades) | Rendimiento de frutos (t/ha) |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| R ₄ M ₃ | 199,7 ^a | 108,8 ^a | 13,5 ^a | 326 ^a | 12 ^a | 56,722 ^a |
| Maradol | 132,4 ^c | 63,7 ^c | 10,7 ^b | 314 ^a | 11 ^a | 46,072 ^a |
| Criolla | 155,3 ^{b,c} | 85,7 ^{a,b,c} | 9,8 ^c | 326 ^a | 7 ^a | 29,609 ^{ab} |
| Red Lady | 151,6 ^{b,c} | 77,1 ^{b,c} | 10,5 ^{b,c} | 318 ^a | 7 ^a | 15,003 ^b |
| Zapote | 165,8 ^b | 88,7 ^{a,b} | 10,8 ^{b,c} | 326 ^a | 12 ^a | 40,401 ^a |
| R ₅ M ₂ | 171,6 ^b | 104,2 ^a | 12,5 ^{a,b} | 326 ^a | 9 ^a | 26,253 ^{ab} |

* Valores con letras iguales en las columnas no son estadísticamente significativos ($p > 0,05$).

promedio, se puede observar que los materiales Maradol y Red Lady tendieron a ser ligeramente más precoces para iniciar la producción, a los 314 y 318 días, respectivamente, en comparación con los demás materiales que requirieron de 12 ó 9 días más. Al respecto, Sánchez-Sánchez y Samaniego-Russo (1998) informaron que en la localidad del Valle del Mayo, en Sonora, cosecharon frutos del genotipo Criolla, a los 282 días. En forma similar, Mirafuentes (1997) determinó que los genotipos Zapote, Criolla y Maradol, necesitaron 210, 230 y 210 días respectivamente, para producir frutos aptos para la cosecha en Tabasco. Estas evidencias confirman la importancia que tiene el clima de esta región en la maduración de los frutos de papayo.

Rendimiento de los genotipos evaluados

Número de frutos

En el análisis de varianza no se detectaron diferencias estadísticas en las medias de la cantidad de frutos producidos por los materiales estudiados (Cuadro 1); sin embargo, las plantas de las variedades Zapote, R₄M₃ y

Maradol presentaron una tendencia a ser más productivas con 12, 12 y 11 frutos, respectivamente, valores que difieren de las cantidades indicadas por Alonso-Esquivel *et al.* (2008), quienes evaluaron dos híbridos derivados de Maradol, así como a su progenitor Maradol Roja obteniendo 34, 36 y 40 frutos por planta, respectivamente. Por otra parte, el genotipo Criolla (de Tabasco) y el cultivar hawaiano Red Lady produjeron las menores cantidades de frutos por planta.

Es preciso aclarar que en el presente estudio existió una marcada escasez de agua, propia del estiaje, combinada con las altas temperaturas que se registraron en los meses de febrero a mayo, las que coincidieron con las etapas de floración y fructificación, lo que ocasionó aborto de flores y abscisión de frutos; eventos fisiológicos que afectaron el amarre y desarrollo de frutos en todos los genotipos experimentales; pero sobre todo, en los cultivares Criolla y Red Lady. Por tal razón, posteriores estudios deben realizarse.

Rendimiento de frutos

Esta variable es la más importante para determinar la adaptabilidad y productividad de

las plantas, de los seis genotipos investigados, en las condiciones de clima y suelo de la Región Norte de Guerrero. El propósito de todo fruticultor es obtener los más altos volúmenes de fruta fresca en el menor tiempo posible y comercializarla al mejor precio en el mercado.

Los resultados obtenidos confirman que hubo diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el rendimiento medio de frutos, el cual fluctuó de 15,00 a 56,72 t/ha (Cuadro 1). Tuvieron mayor productividad: R₄M₃ (56,72 t/ha), Maradol (46,07 t/ha) y Zapote (40,40 t/ha); mientras que Red Lady registró la más baja producción, con 15,00 t/ha. Estos resultados de los genotipos experimentales, se consideran muy bajos, si se contrastan con los señalados por Sánchez-Sánchez y Samaniego-Russo (1998) y Rivas-Valencia *et al.* (2000), quienes en Red Lady y Maradol obtuvieron 195,9 y 153,3 t/ha, respectivamente; mientras que, Mirafuentes en 1997, indicó en Zapote, Criolla y Maradol 97,0; 73,0 y 63,0 t/ha; y en 1998 registró 100 y 80 t/ha en Zapote y Maradol, respectivamente. Por su parte, Mandujano (1998), obtuvo de 50 a 80, 80 a 150 y 50 a 80 t/ha de frutos en Maradol Roja en los Estados de Veracruz, Chiapas y Jalisco, respectivamente. Sin embargo, cabe destacar que el rendimiento obtenido para el genotipo R₄M₃ (56,72 t/ha) se encuentra entre los valores de referencia de otras variedades híbridas que se comercializan en el mercado internacional con productividades de 50 a 60 t/ha (Mora y Bogantes, 2004), por lo que este material reviste interés comercial para la región.

Calidad de frutos de los genotipos evaluados

Diámetro del fruto

El análisis de varianza del diámetro del fruto no detectó diferencias significativas en los valores promedio de los genotipos evaluados,

cuyas medias variaron de 8,9 (Red Lady) a 11,3 cm (Criolla), como se puede observar en el Cuadro 2. Estos valores son menores que los diámetros de 14, 16 y 13 cm presentados por Mirafuentes (1997), en las variedades Zapote, Criolla y Maradol, respectivamente, y mayores a los indicados por Alonso *et al.* (2008b) de 5,70 a 8,88 cm en variedades del grupo Solo en Cuba.

Longitud del fruto

Se detectaron diferencias significativas en las medias de la longitud de los frutos producidos por los genotipos. Resultados que confirman la gran variación existente en el tamaño y presentación del producto.

En el Cuadro 2 se muestran los valores medios de esta variable, donde se aprecia que los frutos producidos por los genotipos R₄M₃, Criolla y R₅M₂ alcanzaron 25,8; 24,4 y 23,3 cm de longitud respectivamente; los cuales fueron estadísticamente diferentes ($p < 0,05$) a los cosechados en Red Lady, Zapote y Maradol, que presentaron promedios de 18,9; 18,4 y 16,9 cm, respectivamente. Los valores citados, son superiores a los presentados por Alonso *et al.* (2008b) de 14,16 y 16,10 cm en variedades de papaya del grupo Solo en Cuba.

Los resultados descritos, fueron obtenidos en condiciones de clima tropical seco y suelo arcilloso y son diferentes a los publicados por Mirafuentes (1997), quien en un ensayo de campo obtuvo frutos de 32, 25 y 20 cm de longitud, producidos por plantas de las variedades Zapote, Criolla y Maradol, respectivamente, en el Estado de Tabasco, donde prevalece un clima típicamente tropical húmedo y suelos que propician un mayor desarrollo y producción del cultivo. Al respecto, Sánchez-Sánchez y Samaniego-Russo (1998) expresan que cosecharon 73 y 66 frutos por planta de Red Lady y Maradol en el Valle del Mayo, Sonora; mientras que, Mirafuentes

Cuadro 2.- Valores medios de las variables de diámetro y longitud de frutos, de los genotipos de papayo, establecidos en la localidad de Tuxpan.*

| Genotipo | Diámetro del fruto(cm) | Longitud del fruto (cm) |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|
| R ₄ M ₃ | 10,842 ^a | 25,8 ^a |
| Maradol | 9,850 ^a | 16,9 ^c |
| Criolla | 11,330 ^a | 24,4 ^{a,b} |
| Red Lady | 8,922 ^a | 18,9 ^{b,c} |
| Zapote | 9,390 ^a | 18,4 ^{b,c} |
| R ₅ M ₂ | 9,887 ^a | 23,3 ^{a,b} |

* Valores con letras iguales en las columnas no son estadísticamente diferentes ($p > 0,05$).

(1997) obtuvo 35, 17 y 27 frutos en Zapote, Criolla y Maradol, respectivamente en los cuatro primeros meses en Tabasco; y comparativamente, en el presente estudio realizado en Tuxpan, Guerrero, se obtuvo menor número de frutos en estos mismos cultivares.

Concentración de sólidos solubles (grados Brix)

En relación a las concentraciones de sólidos solubles de los genotipos en estudio (Cuadro 3), no se pudieron establecer diferencias estadísticas entre las variedades debido a que los valores de $F_{calculado}$ (0,0493) y las sumas de cuadrados dentro de grupos y entre

grupos fueron muy pequeños. Entre grupos, los valores fluctuaron en estrechos límites de 10,3 a 13,9 °Bx. Los frutos de los genotipos que tuvieron mayor concentración de azúcares solubles fueron Maradol y Red Lady, con 13,9 y 13,5 °Bx, respectivamente; mientras que hubo menos concentración de estos azúcares en la pulpa de frutos de la variedad Zapote (10,3 °Bx). Estos valores son similares a los de 10,6 y 13,3 °Bx en variedades del grupo Solo en Cuba y se consideran altos ya que el mercado de exportación recomienda 11,5 °Bx (Alonso *et al.*, 2008b).

Textura y color del epicarpio y pulpa de los frutos

En el Cuadro 3 se muestran algunas características determinadas en los frutos maduros de los seis genotipos de papayo evaluados.

La pulpa de los frutos Maradol y Criolla, presentó una textura dura que los hace más resistentes al manejo durante la cosecha, empaque y transporte, permitiendo una vida en anaquel más prolongada; y una coloración anaranjada y amarilla del epicarpio, que los hace más atractivos a la vista de los consumidores.

En los resultados presentados de los seis cultivares estudiados, las características son similares a las observadas por Mirafuentes (1997), en las mismas variedades Zapote, Criolla y Maradol cultivadas en Tabasco.

Cuadro 3.- Características cualitativas de los genotipos de papayo, establecidos en la localidad de Tuxpan.

| Características | R ₄ M ₃ | Maradol | Criolla | Red Lady | Zapote | R ₅ M ₂ |
|------------------------|-------------------------------|----------|---------|----------|---------|-------------------------------|
| Sólidos solubles (°Bx) | 12 | 13 | 11 | 13 | 10 | 11 |
| Textura de la pulpa | Suave | Dura | Dura | Suave | Suave | Suave |
| Color del epicarpio | Anar. | Anar. | Ama. | Anar. | R. sal. | Ama. |
| Color de la pulpa | Roja | Ama-ana. | Ama. | Ama. | R. sal. | Ama. |

Anar. = Anaranjado; Ama. = Amarillo; R. sal. = Rojo salmón; Ama-ana = Amarillo anaranjado.

CONCLUSIONES

De los materiales evaluados las variedades de papaya Maradol y Red Lady mostraron puntos de fructificación más bajos respecto a los otros genotipos. Los genotipos con mayor rendimiento fueron el R₄M₃, Maradol y Zapote, siendo además los más vigorosos presentando mayor diámetro del tallo y altura de la planta; comportamiento que implica cultivar a menor densidad de población y más dificultad en el manejo del cultivo, sin embargo el cultivar Maradol presentó una tendencia a sobresalir en cuanto a menor porte de la planta, mayor precocidad y mejor calidad de fruta. El material experimental R₄M₃ presentó potencial comercial por lo que se sugiere seguir con su evaluación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, Maruchi; Tornet, Y.; Ramos, R.; Farrés, E.; Castro, J. y Rodríguez, María C. 2008a. Evaluación de tres cultivares de papaya del grupo Solo en caracteres de crecimiento y productividad. *Cultivos Tropicales*. 29(2):59-64.
- Alonso, Maruchi; Tornet, Yoel; Aranguren, Maikel; Ramos, Roberto; Rodríguez, Katia y R-Pastor, María Cristina. 2008b. Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo Solo introducidos en Cuba. *Revista Agronomía Costarricense*. 32(2):168-175.
- Alonso-Esquivel, Maruchi; Bautista-Alor, Martín; Ortiz-García, Matilde; Quiroz-Moreno, Adriana; Rohde, Wolfgang y Sánchez-Teyer, Lorenzo Felipe. 2009. Caracterización de accesiones de papaya (*Carica papaya* L.) a través de marcadores AFLP en Cuba. *Revista Colombiana de Biotecnología*. XI(2):31-39.
- Alonso-Esquivel, Maruchi; Tornet-Quintana, Yoel; Ramos-Ramírez, Roberto; Farrés-Armenteros, Emilio; Aranguren-González, Maikel y Rodríguez-Martínez, Douglas. 2008. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agricultura Técnica en México*. 34(3):333-339.
- Becerra, N.L. 1988. Ensayo de barreras de jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y preferencia al color de papayo (*Carica papaya*) por áfidos vectores del virus de la mancha anular del papayo. En XV Congreso Nacional de Fitopatología. Xalapa, México.
- Cárdenas, S.E.; Téliz, O.D. y Rodríguez M.R. 1992. Dispersión espacial de la mancha anular del papayo en cuatro plantaciones de papaya en Veracruz, México. En Resúmenes del XIX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología (pp. 19). Saltillo, Coah, México.
- CNA. 1999. Comisión Nacional del Agua. Área de Climatología. Distrito de Riego N° 068. Iguala, Guerrero, México.
- Contreras, M.R. y Hernández, R.O. 1998. Evaluación de siete variedades de papaya en la región Huasteca. IX Congreso Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Conkal, Yucatán, México. 126 p.
- FAOSTAT. 2008. Base de Datos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estadísticas actualizadas el 16 de noviembre de 2009. <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=567&lang=es#ancor>
- García de Miranda, Enriqueta. 1983. Apuntes de climatología. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. (4ta. ed.). D. F., México. pp. 153.
- GEG. 2010. Gobierno del Estado de Guerrero. Geografía del Estado de Guerrero. Clima. <http://www.guerrero.gob.mx/?P=readart&ArtOrder=ReadArt&Article=112#clima>
- HAIL. 2008. H. Ayuntamiento de Iguala de la Independencia. Geografía. Clima, Exten-

- sión, Hidrografía, Flora y Fauna. Clima. <http://www.igualaguerrero.gob.mx/?P=readart&ArtOrder=ReadArt&Article=48>
- Hernández-Castro, E.; Damián-Nava, A.; Brito-Guadarrama, T.; García-Sánchez, F. y Moreno-Martínez, A. 2007. Validación del manejo integrado del virus de la mancha anular del papayo (*Carica papaya* L.) cv. Maradol roja en la Costa de Guerrero, México. *Revista CitriFrut.* 24(2):69-74.
- Hernández-Castro, Elías; Martínez-Dávila, Juan Pablo; Gallardo-López, Felipe y Villanueva-Jiménez, Juan A. 2008. Aceptación de nueva tecnología por productores ejidales para el manejo integrado del cultivo de papayo. *Tropical and Subtropical Agroecosystems.* 8(3):279-288.
- INEGI, 1998. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Anuario estadístico del Estado de Guerrero. Gobierno del Estado de Guerrero. México.
- Mandujano, B.R.A. 1998. El papayo y su producción en México. En XI Curso Internacional de actualización, fruticultura avanzada, cultivo, manejo y exportación. (pp. 86-106). Fundación Salvador Sánchez Colín. CICTAMEX, S. C. Ixtapan de la Sal, México.
- Mirafuentes, H.F. 1997. Manual para producir papaya en Tabasco. Instituto Para el Desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo. Folleto para Productores No. 9. División Agrícola. INIFAP CIRGOC. Huimanguillo, Tabasco, México. 24 p.
- Mirafuentes, H.F. 1998. El cultivo de papaya *Carica papaya* L. en Tabasco como un agronegocio. Memoria de la XI Reunión Científica, Tecnológica, Forestal y Agropecuaria. (pp. 295-297). Villahermosa, Tabasco, México.
- Mirafuentes-Hernández, Felipe y Azpeitia-Morales, Alfonso. 2008. "Azteca", primer híbrido de papaya para el trópico de México. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 31(3):291-293.
- Mora, Eric y Bogantes, Antonio. 2004. Evaluación de híbridos de papaya (*Carica papaya* L.) en Pococí, Limón, Costa Rica. *Revista Agronomía Mesoamericana.* 15(1):39-44.
- Pereira, M. 1986. Respuesta de la papaya *Carica papaya* L. a la humedad aprovechable residual en el suelo al momento de riego y fertilización nitrogenada y fosfórica. Tesis de Maestría, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 164 p.
- Perevochtchikova, María y García-Jiménez, Fermín. 2006. Análisis cualitativo de la red hidrométrica actual del Estado de Guerrero, México. *Investigaciones Geográficas.* 61:24-37.
- Rivas-Valencia, P.; Mora-Aguilera, G.; Téliz-Ortiz, D.; Mora-Aguilera, A. y Acosta-Zamudio, C. 2000. Respuesta de cuatro variedades de papayo bajo un sistema de manejo integrado. En Memorias del XXVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, Puerto Vallarta, Jalisco, México. 64 p.
- Rivas-Valencia, Patricia; Mora-Aguilera, Gustavo; Téliz-Ortiz, Daniel y Mora-Aguilera, Antonio. 2003. Influencia de variedades y densidades de plantación de papayo (*Carica papaya* L.) sobre las epidemias de mancha anular. *Revista Mexicana de Fitopatología.* 21(2):109-116.
- Sánchez-Sánchez, E. y Samaniego-Russo, A. 1998. Comportamiento fenológico de variedades de papayo en el sur de Sonora. Memoria del XVII Congreso de Fitogenética. Acapulco, Guerrero, México. 75 p.
- SIAP. 2008. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Anuario

Estadístico de la Producción Agrícola. Producción Agrícola. Ciclo: Cíclicos y Perennes. Modalidad: Riego + Temporal. Papaya. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=289

Vázquez-García, Enrique; Román-Avendaño, Erick E. y Ariza-Flores, Rafael. 2008. Fenología y unidades calor de genotipos de papayo en el sur de Tlaxcala, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 31(Nº Especial 3):45-48.