

Manejo de sistemas productivos

Artículos de investigación científica y tecnológica

Caracterización agronómica de tres genotipos comerciales de papaya en Michoacán, México

Agronomic characterization of three commercial genotypes of papaya in Michoacan, Mexico

 José Mario Miranda Ramírez^{1*}  Omar Aguilar García²  Diana Miranda Medina¹

¹Tecnológico Nacional de México, Apatzingan, México.

²Tecnológico Nacional de México, Morelia, México

*Autor de correspondencia: Tecnológico Nacional de México / ITS de Apatzingan, Km 3.5, Carretera Apatzingan-Aguililla, C. P. 60710, Apatzingan, Michoacan, México. Ciudad de México, México. jose@itsa.edu.mx

Recibido: 19 de octubre de 2020
Aprobado: 25 de octubre de 2021
Publicado: 01 de febrero de 2021

Editor temático: Gustavo Adolfo Rodríguez Yzquierdo, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria- [AGROSAVIA]

Para citar este artículo: Miranda Ramírez, J. M., Aguilar García, O., & Miranda Medina, D. (2022). Caracterización agronómica de tres genotipos comerciales de papaya en Michoacán, México. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 23(1), e2309. https://doi.org/10.21930/rcta.vol23_num1_art:2309

Resumen: En el valle de Apatzingán, Michoacán, México, se cultiva la papaya (*Carica papaya* L.) Maradol Roja, sin embargo, al tener una producción monovarietal, los productores se enfrentan a un riesgo latente en relación con la sanidad del cultivo y la comercialización en un mercado complejo. Ante ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar agrónomicamente el desarrollo y la fructificación de tres genotipos de papaya en el ejido El Platanal, municipio de Tumbiscatio, Michoacán, México, para determinar su adaptabilidad como alternativa de producción. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, frutos por planta, frutos hermafroditos elongados, frutos pentandrios, altura del primer fruto y hojas por planta. El diseño experimental utilizado consistió en bloques aleatorizados, tres repeticiones por bloque (uno por genotipo) y 20 plantas por bloque con tres hileras. Las comparaciones entre medias se hicieron con la prueba Tukey ($p < 0,05$). Los resultados indicaron que el híbrido Siluet presentó plantas con más de 3 m de altura, la variedad Maradol Roja 2,45 m y el híbrido Amarela 2,32 m. El número total de frutos por planta difirió estadísticamente entre los genotipos: Siluet tuvo 56,93, Maradol Roja 40,82 y Amarela 34,86. La altura del primer fruto para Maradol Roja y Amarela fue de 0,86 y 0,84 m, respectivamente, los cuales resultaron estadísticamente similares. Se concluye que Maradol Roja, Amarela y Siluet comprobaron tener buen potencial de adaptabilidad a esta región, de manera que los híbridos se constituyen en materiales alternativos a la tradicional variedad Maradol Roja.

Palabras clave: adaptabilidad, crecimiento de planta, *Carica papaya* L., genotipos, híbridos, variedades de papaya

Abstract: In the valley of Apatzingán Michoacán, Mexico, the papaya (*Carica papaya* L.) Maradol Roja is cultivated, however, producers face a latent risk due to having a mono varietal production in relation to the health of the crop and the commercialization in a complex market. Given this, the objective of this research was to agronomically evaluate the development and fruiting of three papaya genotypes in the Ejido El Platanal, municipality of Tumbiscatio Michoacán, Mexico to determine their adaptability as a production alternative. The variables evaluated were: plant height, stem diameter, fruits per plant, elongated hermaphrodite fruits, pentandry fruits, height of the first fruit and leaves per plant. The experimental design used was in randomized blocks, three repetitions per block (one per genotype) and 20 plants per block with three rows. Comparisons between means were made with the Tukey test ($p < 0.05$). The results indicated that Siluet presented plants with more than 3 m in height, Maradol Roja 2.45 m and Amarela 2.32 m. The total number of fruits per plant differed statistically between the genotypes showing for Siluet 56.93, Maradol Roja 40.82 and Amarela 34.86. The height of the first fruit for Maradol Roja and Amarela were 0.86 and 0.84 m, respectively, which were statistically similar. It is concluded that Maradol Roja, Amarela and Siluet proved to have good potential for adaptability to this region and they constitute alternative materials to the traditional Maradol Roja variety.

Keywords: adaptability, *Carica papaya* L., genotypes, hybrids, plant growth, varieties papaya



Introducción

De acuerdo con la Dirección de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT, 2021), en el mundo se producen alrededor de 13,75 millones de toneladas anuales de papaya (*Carica papaya* L.) y los tres principales países productores son India, Brasil y México, con 6,05, 1,16 y 1,08 millones de toneladas anuales, respectivamente. En México la mayor parte de la producción de papaya se concentra en los estados de Veracruz, con una superficie de 3.540 ha, Colima, con 3.438 ha, y Michoacán, con 3.421 ha. Asimismo, en el valle de Apatzingán, Michoacán, durante 2020 se estableció una superficie de 1.805 ha del cultivar Maradol Roja, con un rendimiento promedio de 35,44 t/ha y un valor comercial de 8,21 millones de dólares (Secretaría de Desarrollo Rural- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SADER-SIAP], 2021).

Por otro lado, los patrones tradicionales de producción y comercialización de papaya en el estado de Michoacán, México, se han modificado en los últimos cinco años, lo que trasciende a los productores de papaya del ejido El Platanal, municipio de Tumbiscatio, Michoacán, que enfrentan diferentes problemas fundamentales, como el bajo número de genotipos explotados comercialmente y la falta de una organización adecuada para la comercialización, que se refleja en la oferta de una sola variedad ante un mercado complejo. En relación con la explotación monovarietal basada en el cultivar Maradol, este cultivo está sujeto a serios riesgos relacionados, principalmente, con la incidencia de plagas y enfermedades (Alonso et al., 2008a).

Ante lo anterior, surge la pregunta: ¿Qué aspectos se necesitan para evaluar la adopción de nuevos genotipos de papaya que se puedan cultivar comercialmente como alternativa a la variedad Maradol Roja para el ejido El Platanal, municipio de Tumbiscatio, Michoacán?

Para poder responderla, es necesario conocer las características agronómicas de los genotipos que se pretenden establecer en la región. Al respecto, Ruiz et al. (2018) señalaron que los genotipos con características agronómicas deseables para cultivar papaya son: altura media de la planta de 122 cm; diámetro del tallo de 23,5 cm; número de hojas a los 90 días de 25,3; distancia entre nudos de 2,8 cm; color de la hoja verde; color del peciolo verde claro; altura de la floración de 47,3 cm; tolerancia a virus y enfermedades moderada y forma del fruto piriforme-elongada. Una alternativa viable a los problemas del cultivo de papaya es la ampliación de la base genética, a través de programas de mejoramiento mediante hibridaciones (Alonso et al., 2008b), pues el empleo de híbridos o nuevas líneas de papaya puede constituir una opción con potencial para satisfacer la demanda del cultivo (Alonso et al., 2009). En países como Brasil se han introducido nuevos cultivares con características de buena calidad, lo cual ha derivado en el desarrollo de algunos materiales con potencial comercial (Mora & Bogantes, 2004).

Muchos cultivares de papaya se producen en distintas regiones del mundo, como Hawái y Brasil. Tal es el caso del tipo Solo, que es la variedad más antigua y ha dado lugar a Sunrise Solo, Kapoho Solo, Draw Solo y Waimanalao. De esta manera, el número de variedades cultivadas cada vez es mayor y se cree que estas se cultivaron como resultado de una adaptación después de que fueran introducidas a esas regiones (Nafiu et al., 2019).

Hernández-Salinas et al. (2019) aseguraron que la diversidad morfológica *in situ* de poblaciones de papaya nativas de México está poco explorada y caracterizada en regiones específicas, por lo cual surge la necesidad de estudiar las variaciones de papaya nativa en las diferentes zonas agroecológicas de México.

En lo que respecta a genotipos de papaya comerciales, existen algunos que pueden ser una opción para que sean cultivados en el ejido El Platanal, municipio de Tumbiscatio, Michoacán. En este sentido, establecer los híbridos de papaya Siluet y Amarela en las condiciones agroclimatólogicas del trópico seco permite hacer una caracterización agronómica del desarrollo y fructificación.

El objetivo de este estudio fue evaluar agronómicamente el desarrollo y la fructificación de tres genotipos de papaya en el ejido El Platanal, municipio de Tumbiscatio, Michoacán, México, para determinar su adaptabilidad como alternativa de producción.

Materiales y métodos

Localización y caracterización del agroecosistema

El estudio se estableció en diciembre de 2012, en la parcela ejidal de El Platanal, municipio de Tumbiscatio, Michoacán, México, localizado a 18°48'59.52" de latitud N, 102°15'21.72" de longitud O y altitud 334 m.s.n.m. (Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática [INEGI], 2015), lo que corresponde a una depresión tropical entre los ejes montañosos, que lo limitan al norte y al sur con el eje Neovolcánico y la Sierra Madre del Sur del Pacífico (García, 1988). El tipo de clima es BS1 (h) W (W), que corresponde al grupo de climas secos BS1. Tiene subtipo semiseco y muy cálido con lluvias en verano menores al 5 % (García, 1988; INEGI, 2015).

Material vegetal

Se evaluaron los genotipos híbridos Siluet y Amarela, y la variedad Maradol Roja fue el testigo; todos ellos son materiales comerciales que se adquirieron en la empresa mexicana Semilla del Caribe. El criterio de selección de estos híbridos se sustenta en las características comerciales y morfológicas que ofrece la empresa al mercado consumidor. En el caso de Amarela, este presenta características muy similares a las de la variedad Maradol Roja, excepto que el color de la pulpa de fruto cambia a un color amarillo. El híbrido Siluet presenta características muy diferentes en el porte de la planta y el tamaño, forma, color y sabor de fruto.

Manejo del vivero

El vivero de plántulas de papaya se estableció en el mismo sitio del experimento y durante la producción de plántula se utilizó semilla pregerminada. El proceso inició con la imbibición de la semilla durante 12 horas, en seguida se colocó en una jerga húmeda de 30 x 60 cm y durante seis días seguidos se hidrató mediante aspersiones manuales de agua, en las cuales se suministró

5 mL en intervalos de cuatro horas a una temperatura ambiente media registrada de 36 °C durante el día y de 28 °C por la noche. Durante todo el proceso se cubrieron las plántulas con una malla antiáfidos que se instaló con este propósito.

Antes de llevar la semilla al almácigo, se hizo la última aspersión con un fungicida mancozeb 2 mL/L. En el almácigo, se utilizaron bolsas de plástico transparente de 4 x 12 cm, perforadas previamente, que se llenaron con sustrato peat moss (turba) de fibra fina y vermiculita con pH de 6,5. El almácigo estuvo protegido con una malla antiáfidos, que fue colocada con estacones de ramas y tallos de árboles nativos durante 35 días antes del trasplante. Después de la germinación, a los 10 días se fertilizó con productos orgánicos a base de ácidos húmicos y fúlvicos con dosis de 3 mL/L y extracto de algas marinas con dosis de 3 mL/L cada tres días en los riegos de forma manual hasta el trasplante. Se realizaron aplicaciones foliares de imidacloprid en dosis de 2 mL/L para proteger a las plántulas de las plagas. Finalmente, para prevención-control de enfermedades fungosas se aplicó mancozeb 3 mL/L, lo cual garantizó la obtención de sanidad de las plántulas.

Manejo del huerto

La preparación del suelo en el huerto se hizo con maquinaria agrícola (desmonte, rastreo barbecho y surcado). Durante todo el proceso de producción del cultivo se mantuvo un cerco vivo de maíz (*Zea mays* L.) y Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.), intercalado a una distancia de 2,5 m de este. A una distancia de 10 m se instalaron trampas de plástico amarillo sujetas a dos estacas con resina de pino adherida para monitorear y controlar los áfidos. Se estableció un sistema de ferti-riego localizado a doble cintilla, con emisores a cada 20 cm de distancia.

Para desinfectar el suelo se utilizó extracto de ajo comercial con una concentración del 99,30 % en dosis de 2 L/ha por medio del sistema de riego. Para prevenir y manejar las plagas y enfermedades se utilizaron productos en su mayoría orgánicos, con aplicaciones periódicas de acuerdo con la incidencia que se presentó. Los riegos se determinaron de acuerdo con el consumo de agua diario del cultivo, aplicando una lámina horaria de riego de 1 mm con un tiempo de 3 horas al día.

En cuanto a la fertilización, se realizó un análisis de fertilidad del suelo (1,34 % de materia orgánica, pH 7,74, densidad aparente 1,25 t m³, suelos con alto contenido de potasio, calcio y magnesio) y análisis de concentración mineral como punto de referencia. En total, como fertilizante se aplicó 200 kg de N, 180 kg de P₂O₅, 200 kg de K₂O, 10 kg de Zn y 5 kg ha de azufre agrícola fraccionados mensualmente. Las fuentes de fertilizante utilizadas fueron las fórmulas comerciales 11-52-00, 13-00-44, 00-00-60. En la etapa de floración se hicieron dos aspersiones manuales dirigidas al follaje de boro en dosis de 0,25 g/L con intervalos de aplicación de un mes de diferencia.

Diseño experimental

El diseño experimental consistió en bloques aleatorizados, con tres repeticiones para cada uno de los tres genotipos, 20 plantas por bloque de 5 x 25 m y 60 plantas por genotipo, para un total de 180 plantas evaluadas en los tres genotipos. El marco de plantación fue de 1,2 m entre plantas y 3 m entre hileras, con una densidad poblacional de 2.500 plantas por ha.

Caracterización agronómica

Durante el trasplante se establecieron tres plantas por cepa para después seleccionar el sexo (eliminación de plantas femeninas y masculinas) a los 30 días posteriores al trasplante y dejar una planta hermafrodita.

A partir de los siete meses de edad se comenzó a recoger la información en el huerto. La caracterización de los tres genotipos se realizó evaluando las variables: altura de planta (medida desde la base del tallo hasta el crecimiento terminal o ápice en m), diámetro de tallo (medida a los 15 cm sobre la superficie del suelo en cm), frutos por planta (conteo total de frutos), frutos hermafroditos elongados (conteo de frutos alargados), frutos pentandrios (conteo de frutos ovoides), altura a primer fruto (medida desde la base del tallo hasta inicio de tramo de fructificación en m) y número de hojas por planta (conteo total de hojas).

Es importante mencionar que no se consideró como variable sujeta de estudio el Virus de la Mancha Anular de la Papaya (VMAP), debido a que por primera vez se estableció un cultivo de papaya en este lugar. Un factor principal que se debe considerar son las circunstancias que rodean el entorno. En este caso, las condiciones sociales de inseguridad no permitieron cuantificar la variable de rendimiento (kg/ha).

Análisis estadístico

El procesamiento de los datos obtenidos se llevó a cabo mediante el análisis de varianza con nivel de significancia $p \leq 0,05$ para cada una de las variables estudiadas, después de lo cual se hizo la comparación de medias entre genotipos con la prueba Tukey ($p \leq 0,05$). Posteriormente, se efectuó el análisis de correlación de Pearson, con un ordenamiento por genotipo y para cada una de las variables. Todo lo anterior, con apoyo del paquete estadístico Statistica versión 13 (StatSoft Inc., 2017).

Coefficiente de correlación de Pearson

Dada la simpleza del coeficiente de correlación de Pearson, este indicador se calculó para todas las variables de estudio de cada uno de los genotipos para hacer la comparación de forma directa. De esta manera, se cuantificó la intensidad de la relación lineal de dos variables en el análisis de correlación (-1 y +1) y se determinaron las ventajas de una variable sobre otra. Para efectos de practicidad, el coeficiente de correlación de Pearson se puede interpretar de la siguiente manera: cuando la covariación de "X" y "Y" es directa, la correlación es positiva; cuando la covariación es inversa, la correlación es negativa, y cuando las desviaciones se compensan entre sí, la correlación es débil o nula (tabla 1) (Hernández et al., 2018).

Tabla 1. Interpretación del coeficiente de correlación de Pearson

Rango de valores de r_{xy}	Interpretación
$0,00 \leq r_{xy} < 0,10$	Correlación nula
$0,00 \leq r_{xy} < 0,30$	Correlación débil
$0,00 \leq r_{xy} < 0,50$	Correlación moderada
$0,00 \leq r_{xy} < 1,00$	Correlación fuerte

Fuente: Hernández et al. (2018)

Resultados y discusión

Altura de planta

Los resultados de este carácter muestran una diferencia significativa ($p \leq 0,05$) en el híbrido Siluet (3,11 m) en comparación con la variedad Maradol Roja (2,42 m) y el híbrido Amarela (2,35 m), estadísticamente iguales entre sí, de porte más bajo (tabla 2). Lo anterior difiere con los resultados obtenidos por Bueno-Jáquez et al. (2005), quienes reportaron en su investigación sobre fertilización para el cultivar Maradol Roja que la altura de planta varió en un rango de 1,78 a 2,12 m en la región costera del estado de Veracruz. En otra investigación, Martín-Mex al. (2012) obtuvieron una altura de planta de 2,97 m en esta variedad en el estado de Yucatán, México. Cabe señalar que se consideran mejores los cultivares de papaya que presentan porte bajo, lo cual favorece la cosecha de fruta incluso en el segundo ciclo (Alonso et al., 2008c).

Diámetro de tallo

El híbrido Siluet (11,97 cm) y el híbrido Amarela (11,61 cm) son estadísticamente similares ($p \leq 0,05$) en esta variable; la diferencia estadística se encontró en la variedad Maradol Roja (10,26 cm) (tabla 2). Esta comparación es ligeramente inferior a los resultados obtenidos por Rivas-Valencia et al. (2003), que señalaron para la variedad Maradol Roja un valor de 10,49 cm, en condiciones ambientales similares, en el municipio de La Huacana, Michoacán, México. El diámetro de tallo puede ser una variable indicativa del rendimiento, es decir, plantas con tallo más gruesos tienden a ser más productivas y precoces (Mosqueda & Molina, 1973a; Rivas-Valencia, 2003).

Frutos por planta

Esta variable es la más importante para determinar la productividad de los genotipos de acuerdo con las condiciones específicas de la región. Específicamente, se observó una diferencia estadística significativa ($p \leq 0,05$) entre los tres genotipos estudiados para la variable frutos por planta (tabla 2). El híbrido Siluet mostró ser el más productivo (56,93 frutos), seguido de Maradol Roja (40,82 frutos) y Amarela (34,86 frutos). Esta información difiere con los resultados obtenidos por Alcántara et al. (2010), quienes encontraron que los rendimientos de los genotipos de Papaya Criolla (7 frutos), Maradol Roja (11 frutos), Red Lady (12 frutos) y Zapote (12 frutos) fueron menores en las condiciones agroclimatológicas de Tuxpan,

Guerrero, México, en comparación con Michoacán. Por su parte, Mirafuentes y Santamaría (2014) hallaron para el híbrido MSXJ un total de 39 frutos por planta y para la variedad Maradol Roja un total de 27 en Mocochoá, Yucatán. Sin embargo, Rodríguez et al. (2014) encontraron en esta misma variedad 37,4 frutos por planta en el municipio de San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

Frutos hermafroditos elongados

Los resultados indican que existe diferencia estadística significativa ($p \leq 0,05$) entre el híbrido Siluet (32,10 frutos) y el cultivar Maradol Roja (17,67 frutos), mientras que, en el híbrido Amarela se observa 25,20 frutos, en esta variable de gran importancia en cuanto a la calidad del producto final (tabla 2). Estos hallazgos difieren respecto a los obtenidos por Rodríguez (2002) con el cultivar Baixinho de Santa Amalia (mutante natural del cultivar Sunrise, muy similar a Siluet), en el que el número de frutos hermafroditos por planta fue 150 y 100 frutos en dos ciclos agrícolas en las Islas Canarias de España en condiciones de invernadero.

Por otro lado, este híbrido Siluet evidenció tener frutos más estilizados por su forma elongada, que, de acuerdo con Manica (1996) y Rodríguez et al. (2014), son los que demandan los mercados actuales.

Frutos pentandrios

Los valores medios encontrados muestran que el híbrido Siluet presentó una diferencia de un fruto en comparación con la variedad Maradol Roja y en más del 100 % en relación con el híbrido Amarela, (24,83, 23,15 y 9,66 frutos pentandrios, respectivamente), lo cual evidencia que los dos primeros genotipos fueron más productivos que el híbrido Amarela (tabla 2). Estos resultados pueden corresponder a que en la selección manual el agricultor eliminó las plantas femeninas y masculinas, lo cual se reflejaría principalmente en el menor número de frutos pentandrios del híbrido Amarela. Sin embargo, en otra investigación sobre formas sexuales, Mosqueda y Molina (1973b) encontraron que la planta femenina y la hermafrodita presentan igual comportamiento en cuanto al rendimiento (frutos por planta) y el diámetro de tallo. En cambio, Mirafuentes y Santamaría (2014), hallaron para la zona de Huimanguillo, Tabasco, que el híbrido MSXJ no produjo frutos pentandrios, mientras que la variedad Maradol Roja solamente tuvo cinco.

Altura a primer fruto

Este carácter señala una diferencia estadística significativa ($p \leq 0,05$) entre los tres genotipos: en los valores medios el híbrido Siluet (1,63 m) muestra el valor más alto, que casi duplicó al de la variedad Maradol Roja (0,86 m) y al híbrido Amarela (0,84 m), que no difirieron entre sí (tabla 2). Mirafuentes y Santamaría (2014) encontraron para el híbrido MSXJ un valor de 0,44 m y para la variedad Maradol Roja un valor de 0,48 m en Huimanguillo, Tabasco, mientras que en Mocochoá, Yucatán, reportaron valores de 0,7 y 0,69 m. Cabe señalar que una baja altura al inicio del tramo de fructificación se considera una característica agronómica favorable para cualquier genotipo, pues está asociada a precocidad y facilidad de cosecha, como fue el caso del

híbrido Amarela. Sin embargo, una excesiva precocidad también puede estar asociada a una vida útil menor de la plantación (Mora & Bogantes, 2002, citado por Mora & Bogantes, 2004).

Hojas por planta

La comparación referida a este carácter mostró que el cultivar Maradol Roja presentó un número significativamente mayor de hojas (41,40) en relación con los híbridos Siluet (30,65) y Amarela (30,38) (tabla 2). Lo anterior difiere con los resultados encontrados por Alonso et al. (2008c) en Matanzas, Cuba, que reportaron un mayor número de hojas para los cultivares Sunset (124,5), BH-65 (126,4) y Baixinho de Sta Amália (113,5). Al respecto, Alonso et al. (2008c), Mahouachi et al. (2005) y Storey (1969) consideran que la sección de los cultivares con un mayor crecimiento vegetativo, con un número de 100 hojas producidas por año, es un buen indicador de productividad.

Tabla 2. Comparación de medias de los tres genotipos de papaya para altura de planta, diámetro de tallo, frutos por planta, frutos hermafroditos elongados, frutos pentandrios, altura a primer fruto y hojas por planta

Variable	Siluet	Maradol Roja	Amarela
Altura de planta (m)	3,11 a	2,42 b	2,35 b
Diámetro de tallo (cm)	11,97 a	10,26 b	11,61 a
Frutos por planta (n)	56,93 a	40,82 b	34,86 c
Frutos hermafroditos elongados (n)	32,10 a	17,67 b	25,20 a
Frutos pentandrios (n)	24,83 b	23,15 b	9,66 c
Altura a primer fruto (m)	1,63 a	0,86 b	0,84 b
Hojas por planta (n)	30,65 b	41,40 a	30,38 b

Nota: Medias con distinta letra en la fila son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

Análisis de correlación de Pearson

En el análisis correlacional se obtuvieron 21 coeficientes de correlación simple para las siete variables en cada uno de los genotipos evaluados.

Siluet

En la variable de rendimiento frutos por planta existe una correlación positiva fuerte con los frutos hermafroditos elongados (0,579*). Esto demuestra que hay una asociación entre frutos por planta (cantidad) y frutos hermafroditos elongados (calidad). Sin embargo, en los frutos hermafroditos elongados se manifestó la influencia de la aptitud genética de este híbrido con el coeficiente de correlación negativo más alto -0,797* con la variable de frutos pentandrios (tabla 3).

Tabla 3. Correlación de Pearson entre variables para Siluet

Variable	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
(A)		0,073	0,022	-0,157	0,311	0,409	0,188
(B)	0,577 [¶]		0,404	0,45	-0,073	0,078	0,464
(C)	0,869 [¶]	0,001 [¶]		0,579*	0,329	-0,448	0,192
(D)	0,247 [¶]	0,0005 [¶]	0,0000 [¶]		-0,797*	-0,186	0,222
(E)	0,042 [¶]	0,6412 [¶]	0,0312 [¶]	0,0000 [¶]		-0,353	-0,033
(F)	0,001 [¶]	0,555 [¶]	0,0003 [¶]	0,169 [¶]	0,020 [¶]		-0,024
(G)	0,15 [¶]	0,0001 [¶]	0,142 [¶]	0,100 [¶]	0,832 [¶]	0,858 [¶]	

Nota: Las correlaciones marcadas con * son significativas ($p \leq 0,050$)[†], (valor p).

[†](A) Altura de planta; (B) diámetro de tallo; (C) frutos por planta; (D) frutos hermafroditos elongados; (E) frutos pentandrios; (F) altura a primer fruto; (G) hojas por planta.

Fuente: Elaboración propia

Maradol Roja

Los frutos hermafroditos elongados mostraron una correlación negativa alta de -0,805* con los frutos pentandrios (tabla 4). Este coeficiente de correlación encontrado probablemente se puede deber a la selección manual que realiza el agricultor sobre las plantas masculinas y femeninas eliminando estas en la práctica de sexado.

Tabla 4. Correlación de Pearson entre variables para Maradol Roja

Variable	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
(A)		0,272	0,19	0,149	-0,062	0,403	0,115
(B)	0,035 ^p		0,452	0,123	0,09	0,27	0,251
(C)	0,144 ^p	0,0002 ^p		0,152	0,407	0,004	0,275
(D)	0,272 ^p	0,365 ^p	0,261 ^p		-0,805*	0,173	0,109
(E)	0,636 ^p	0,493 ^p	0,001 ^p	0,0000 ^p		-0,174	0,048
(F)	0,001 ^p	0,036 ^p	0,977 ^p	0,202 ^p	0,184 ^p		-0,049
(G)	0,383 ^p	0,053 ^p	0,033 ^p	0,425 ^p	0,718 ^p	0,709 ^p	

Nota: Las correlaciones marcadas * son significativas ($p \leq 0,050$)[§], (valor p) ^p.

[§] (A) Altura de planta; (B) diámetro de tallo; (C) frutos por planta; (D) frutos hermafroditos elongados; (E) frutos pentandrios; (F) altura a primer fruto; (G) hojas por planta.

Fuente: Elaboración propia

Amarela

Las variables frutos por planta y frutos hermafroditos elongados son muy importantes para el efecto de la producción. Esto se manifiesta de manera directa a través de una correlación positiva alta (0,69*), lo cual parece ser un buen indicador, es decir, la influencia que pueda

tener es prácticamente significativa. El coeficiente de correlación para las variables frutos hermafroditos elongados y frutos pentandrios fue un valor negativo alto de -0,5* (tabla 5).

Tabla 5. Correlación de Pearson entre variables para Amarela

Variable	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)
(A)		0,34	0,042	0,369	-0,472	0,086	0,391
(B)	0,007 ^{††}		-0,105	0,009	-0,11	0,273	0,186
(C)	0,751 ^{††}	0,425 ^{††}		0,69*	0,05	-0,323	-0,196
(D)	0,004 ^{††}	0,946 ^{††}	0,0000 ^{††}		-0,5*	-0,135	0,111
(E)	0,0005 ^{††}	0,447 ^{††}	0,73 ^{††}	0,0002 ^{††}		-0,141	-0,376
(F)	0,512 ^{††}	0,034 ^{††}	0,011 ^{††}	0,309 ^{††}	0,329 ^{††}		0,108
(G)	0,002 ^{††}	0,154 ^{††}	0,133 ^{††}	0,401 ^{††}	0,007 ^{††}	0,412 ^{††}	

Nota: Las correlaciones marcadas * son significativas ($p \leq 0,050$) α , (valor p) $\dagger\dagger$.

α (A) Altura de planta; (B) diámetro de tallo; (C) frutos por planta; (D) frutos hermafroditos elongados; (E) frutos pentandrios; (F) altura a primer fruto; (G) hojas por planta.

Conclusiones

Todos los genotipos presentaron un buen potencial de adaptabilidad a la región. Siluet presentó las mejores características agronómicas deseables para su establecimiento comercial, como son número de frutos, diámetro de tallo y tipo de frutos mayor.

El híbrido Siluet difiere con la variedad Maradol Roja respecto a su morfología, y puede representar una alternativa viable por su porte alto, vigoroso, y con tendencia a ser más productivo respecto a los otros dos genotipos estudiados.

El híbrido Amarela mostró una correlación positiva alta para las variables frutos por planta y frutos hermafroditos elongados, una relación significativa, probablemente debido a su constitución genética. Además, mostró tener características agronómicas similares a Maradol Roja.

Por su parte, Maradol Roja mostró en la mayoría de las variables de estudio una correlación moderada, por tanto, sigue siendo una buena opción en relación con el manejo agronómico que ofrece esta variedad.

Para complementar la parte de comercialización para el híbrido Siluet, es recomendable en lo sucesivo realizar un estudio de comercialización que identifique la demanda de mercado en las diferentes plazas para su comercialización.

Finalmente, es necesario realizar otras evaluaciones de adaptabilidad de nuevos híbridos de papaya e incluir a Siluet para esta región, en relación con el comportamiento de plagas,

enfermedades y nutrición. Cabe señalar que este último aspecto es fundamental en los requerimientos para obtener rendimientos óptimos y determinar la rentabilidad del cultivo.

Agradecimientos

Los autores agradecen al ejido El Platanal del municipio de Tumbiscatio, Michoacán, México, por las facilidades otorgadas para la realización de este estudio y por la disposición de la parcela ejidal.

Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento, están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

Referencias

- Alcántara, J. A., Hernández, E., Ayvar, S., Damián, A., & Brito, T. (2010). Características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) de Tuxpan, Guerrero, México. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 35-46. <http://oaji.net/articles/2017/4924-1495199597.pdf>
- Alonso, M., Tornet, Y., Aranguren, M., Ramos, R., Rodríguez, K., & Pastor, M. C. (2008a). Caracterización de los frutos de cuatro cultivares de papaya del grupo Solo, introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense*, 32(2), 169-175. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43632212>
- Alonso, M., Tornet, Y., Ramos, R., Farrés, E., Aranguren, M., & Rodríguez, D. (2008b). Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agricultura Técnica en México*, 34(3), 333-339. <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v34n3/v34n3a8.pdf>
- Alonso, M., Tornet, Y., Ramos, R., Farrés E., Castro, J., & Rodríguez, M. C. (2008c). Evaluación de tres cultivares de papaya del grupo Solo basada en caracteres de crecimiento y productividad. *Cultivos Tropicales*, 29(2), 59-64. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193214882009>
- Alonso, M., Tornet, Y., Ramos, R., Farrés, E., & Rodríguez, D. (2009). Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense*, 33(2), 267-274. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43613279010>
- Bueno-Jáquez, J. E., Alonso-López, A., Volke-Haller, V.; Gallardo-López, F., Ojeda-Ramírez, M. M., & Mosqueda-Vázquez, R. (2005). Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol. México. *Terra Latinoamericana*, 23(3), 409-415. <https://www.uv.mx/personal/mojeda/files/2012/04/Respuesta-del-papayo-a-la-fertilizacion-2004.pdf>
- Díaz, G. (2001). *Guía para producir papaya en la Región del Pacífico Centro de México* [Folleto técnico]. SAGARD-INIFAP-CIRPAC-CE.
- Dirección de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAOSTAT]. (2021). Producción de los cinco principales productores. En

- Cultivos y productos de ganadería* [Base de datos]. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- García, E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen* (4.ª ed.). UNAM. <https://www.igg.unam.mx/geoigg/biblioteca/archivos/memoria/20190917100949.pdf>
- Hernández, J. D., Espinosa, F., Rodríguez, J., E., Chacón, J. G., Toloza, C. A., Arenas, M. K., Carrillo, S. M., & Bermúdez, V. J. (2018). Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: Definición, propiedades y suposiciones. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 37(5), 587-601. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/559/55963207025/55963207025.pdf>
- Hernández-Salinas, G., Soto-Estrada, A., García-Pérez, E., Pérez-Vázquez, A., Rocandio-Rodríguez, M., & Córdoba-Télez, L. (2019). Variación morfológica *in situ* de *Carica papaya* L. nativa de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 42(1), 47-55. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802019000100047
- Instituto Nacional de Geografía Estadística e Informática [INEGI]. (2015). Climas, edafología. En *Mapa digital de México* [Base de datos]. <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjE4Ljc3ODM1LGxvbjotMTAyLjI1ODAwLHo6OSxsOmMOMTY=>
- Mahouachi, J., Pio, A., Socorro, C., Regalado, C., Rodríguez, C., & Telón, M. (2005). Respuestas de la papaya (*Carica papaya* L.) frente al estrés hídrico: Crecimiento vegetativo y contenido de elementos minerales. En *V Congreso Ibérico de Ciências Hortícolas; IV Congresso Iberoamericano de Ciências Hortícola* [serie *Actas Portuguesas de Horticultura*] (vol. 2, pp. 193-199). Associação Portuguesa de Horticultura. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=6472#volumen13731>
- Manica, I. (1996). Cultivares y la mejora de papaya. En L. G. Mendes, J. L. L. Dantas, & C. F. G. Morales (Eds.), *Papaya en Brasil* (pp. 121-143). EMBRAPA-CNPMPF.
- Martín-Mex, R., Nexticapan-Garcéz, A., Herrera-Tuz, R., Vergara-Yoisura, S., & Larequé-Saavedra, A. (2012). Efecto positivo de aplicaciones de ácido salicílico en la productividad de papaya (*Carica papaya*). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(8), 1637-1643. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n8/v3n8a13.pdf>
- Mirafuentes, F., & Santamaría, F. (2014). MSXJ, híbrido de papaya sin carpeloidía para el sureste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7, 1297-1301. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v5nspe7/v5spe7a1.pdf>
- Mora, E., & Bogantes, A. (2004). Evaluación de híbridos de papaya (*Carica papaya* L.) en Pococí, Limón, Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*, 15(1), 39-44. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43715106>
- Mosqueda, R., & Molina, J. (1973a). Estudio de caracteres correlacionados y análisis de componentes empleando coeficientes de sendero en *Carica papaya* L. *Agrociencia*, 11, 3-14. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302783054>
- Mosqueda, R., & Molina, J. (1973b). Formas sexuales, sus referencias y su relación con otras características en *Carica papaya* L. *Agrociencia*, 11, 73-83. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201302783059>
- Nafiu, A., Alli-Oluwafuyi, A., Haleemat, A., Olalekan, I., & Rahman, M. T. (2019). Chapter 3.32 -Papaya (*Carica papaya* L., Pawpaw). En S. M. Nabavi, & A. S. Silva (Eds.), *Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements* (pp. 335-359). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812491-8.00048-5>

- Rivas-Valencia, P., Mora-Aguilera, G., Téliz-Ortiz, D., & Mora-Aguilera, A. (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. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61221203>
- Rodríguez, J., Díaz, Y., Pérez, A., Cruz, Z., & Rodríguez, P. (2014). Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (*Carica papaya* L.) de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 35(3), 36-44. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193232155004>
- Rodríguez, M. C. (2002). Consideraciones sobre la utilización de diferentes densidades en el cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) “Baixinho de Santa Amalia” en Islas Canarias. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(3), 707-710. <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v24n3/15119.pdf>
- Ruiz, E., Caballero, M. W., Rodríguez, S. J., & Rodríguez, Y. (2018). “INIVIT fb-4”: Nuevo cultivar de papaya (*Carica papaya* L.) para la agricultura cubana. *Cultivos Tropicales*, 39(4), 91. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20193105797>
- Secretaría de Desarrollo Rural, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera [SADER-SIAP]. (2021). *Anuario Estadístico de Producción Agrícola* [Base de datos]. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- StatSoft Inc. (2017). *Statistica: Data analysis software system* (Version 13 for Windows) [Computer Software]. StatSoft Inc. <http://statistica.io>
- Storey, W. (1969). Papaya. En F. D. Ferwerda, & F. Wit (Eds.), *Outlines of perennial crop breeding in the tropics* (pp. 389-340). Landbouwhogeschool Wageningen. <https://edepot.wur.nl/455436>