

Portainjertos e injerto en papaya, productividad y su relación giro peciolar- sexado de planta

Rootstock and grafting in papaya, productivity and its petiolar turn relation - plant sexing

Álvarez-Hernández Juan Carlos ¹

¹ Programa de Investigación Frutales, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Centro de Investigación Regional Pacífico Centro (CIRPAC), Campo Experimental Valle de Apatzingán. Km. 17.5 Carretera Apatzingán - Cuatro Caminos, C. P. 60781. Antúnez, Michoacán, México.

E-mail: alvarez.juan@inifap.gob.mx.

Resumen

La papaya es considerada la especie de mayor potencial productivo, aunque los problemas fitosanitarios y su compleja biología floral están latentes. En genotipos comerciales, solamente las plantas hermafroditas son preferidas por la forma del fruto, pero solo se identifican cuando inicia la floración. De forma práctica, no ha sido posible diferenciar desde principio el sexo de la planta. Una alternativa es la relación peciolar/tipo de flor. También, el injerto ayuda en este aspecto, y favorece la productividad de la planta considerablemente. El objetivo fue evaluar genotipos de papaya sobre portainjertos para papaya. Se realizó un experimento en Antúnez Michoacán, México. El método de injerto empleado fue aproximación modificado. Los tratamientos portainjertos e injertos derivaron de una combinación cuatro portainjertos y dos genotipos comerciales, inicialmente se consideró el giro peciolar. Posteriormente, los tratamientos se compactaron para generar ocho tratamientos de plantas injertadas y dos testigos. En cosecha, se registraron variables productivas. Se determinó que las plantas con giro peciolar a la izquierda coincidieron porcentualmente con el sexo hermafrodita; y en las variables número de frutos y rendimiento por planta se encontraron diferencias significativas. Los tratamientos identificados como portainjertos con y sin calidad presentaron el mayor número de frutos y rendimiento por planta, asimismo, en conjunto todos los tratamientos de plantas injertadas superaron a las plantas sin injertar en 27 y 22% en dichas variables. Se concluye que el giro peciolar izquierdo coincidió con plantas del sexo hermafrodita. El empleo de plantas injertadas contribuyó a mejorar las condiciones del cultivo.

Palabras clave: Carica papaya, biología floral, flor hermafrodita, porte, planta injertada.

Abstract

Papaya is considered the species with the greatest productive potential, although phytosanitary problems and its complex floral biology are latent. In commercial genotypes, only hermaphroditic plants are preferred due to the shape of fruit, but they are only identified when flowering begins. In a practical way, it has not been possible to differentiate the sex plant from the beginning. An alternative is the petiole/flower type relation. Also, the graft helps in this aspect, and favors the productivity of the plant considerably. The objective was to evaluate papaya genotypes on rootstocks for papaya. An experiment was carried out in Antunez Michoacan, Mexico. Grafting method used was a modified approach. The rootstock and graft treatments were derived from a combination of four rootstocks and two commercial genotypes, initially the petiolar turn was considered. Subsequently, the treatments were compacted to generate eight treatments of grafted plants and two controls. In harvest, productive variables were registered. It was determined that plants with a left petiolar turn coincided in percentage with the hermaphroditic sex; and in the variables number of fruits and yield per plant significant differences were found. Treatments identified as Robusta rootstocks with and without quality showed the highest number of fruits and yield per plant, also, as a whole, all the treatments of grafted plants surpassed the plants without grafting by 27 and 22% in these variables. It's concluded that left petiole turn coincided with plants of the hermaphroditic sex. The use of grafted plants contributed to improve the cultivation conditions.

Key words: Carica papaya, floral biology, hermaphrodite flower, size, grafted plant

INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.), por sus elevados rendimientos es considerada la especie de mayor potencial productivo dentro de los frutales tropicales cultivados en el mundo. En el año 2018, 67 países fueron participes en esta actividad agrícola. Pero solo siete países proporcionalmente concentraron la mayor superficie cosechada, encabeza la lista India con el 13.58%, seguido por Nigeria con el 10.67%, Bangladesh con el 2.82%, Brasil con el 2.68%, México con el 1.76%, Perú con el 1.26% y República Democrática del Congo con el 1.24% (FAOSTAT, 2020). En México, 19 estados de 33 producen papaya, sin embargo, solo el 85.6% de las 18,869 ha cosechadas se desarrollaron en los estados mexicanos de Veracruz, Colima, Oaxaca, Michoacán, Chiapas y Guerrero. Específicamente en Michoacán, se produjeron 115,537 ton en 3,196 ha (SIAP-SADER, 2020).

Ante la importancia como especie cultivada, la papaya es muy sensible a variaciones graduales de los factores edáficos y climáticos, además de ser muy demandante de enmiendas y manejo especializado, por lo que cada etapa de desarrollo se ve comprometida. Siendo un cultivo económicamente rentable, los problemas fitosanitarios y su compleja biología floral son factores que están latentes (Álvarez-Hernández, 2020). Generalmente, *C. papaya* presenta tres tipos de flores, clasificados como masculino, femenino y hermafrodita, en este último tipo existen cuatro variantes de flores influenciadas por cambios de temperatura. Por presentar los géneros en diferentes individuos, las poblaciones son consideradas dioicas (Antunes y Renner, 2012).

En los genotipos comerciales, solamente las plantas hermafroditas son las preferidas por el tipo y forma de fruto que producen, pero estas plantas se identifican cuando inicia la floración pudiendo ser entre dos y tres meses después de la etapa de trasplante en campo. Hasta el momento, de forma práctica y eficaz no ha sido posible diferenciar desde un principio el sexo de la planta por lo que la búsqueda de alternativas para abordar esta problemática sigue siendo un reto. Diversos esfuerzos se han hecho sin éxito, los estudios citológicos mediante la búsqueda de cromosomas no apareados, (Datta, 1971), el empleo de colorimetría relacionada al contenido de fenoles identificando plantas femeninas y masculinas, pero no hermafroditas (Jindal y Singh, 1976), la cromatografía a través del ácido trans-cinámico, siendo dominante en hojas de plantas hermafroditas, pero diferencia entre plantas femeninas y masculinas (Paller, 1988), las isoenzimas han sido utilizadas para identificar marcadores que coheredan con el tipo de sexo, el patrón de bandas de la peroxidasa catiónica en las masculinas se diferencian

de las femeninas, pero no de las hermafroditas (Sriprasertsak *et al.*, 1988). Al no contar con resultados contundentes, se han llevado a cabo análisis del ADN utilizando la tecnología de PCR. El principio fundamental es analizar el tejido por cada plántula de papaya. El método es muy efectivo, pero laborioso, es decir, para una hectárea, se deben analizar al menos 3,000 plántulas, aplicando la proporción básica del 66% de presencia de hermafroditismo, para obtener al menos 2000 plantas deseadas (hermafroditas), que son las necesarias para una hectárea. A pesar de ello, es complicado, por lo que se debe explorar otras alternativas. Tal es el caso de la asociación de los tipos florales de papaya con características morfológicas, con resultados poco claros (Odu *et al.*, 2006). Pero algo más próximo es la relación giro peciolar con el tipo de flor. En algunas plantas el giro de la espiral está en sentido de las manecillas del reloj y otras lo expresan de manera contraria.

Por otra parte, en papaya por su carácter polígamo, el injerto sería de gran ayuda, aunque poco se ha explorado esta técnica, particularmente en estos tipos dioicos (Senthilkumar *et al.*, 2016). Sin embargo, son mucho más las ventajas el usar plantas injertadas, pues vigoriza a las plantas, se amplía el ciclo productivo, el sistema radical de los portainjertos es denso y amplio, por tanto, la planta tiene mayor capacidad de exploración en el suelo. Asimismo, algunos reportes señalan incremento en fructificación y rendimiento, además de reducción de altura en materiales altos (Allan, 2007; Lima de *et al.*, 2010; Lange, 1969). Bajo esta perspectiva, se proyecta como una estrategia de manejo integral del cultivo. Con base a lo anterior, el objetivo fue evaluar dos genotipos de papaya sobre portainjertos avanzados, y su relación del giro peciolar con el sexo de planta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Campo Experimental Valle de Apatzingán, localizado en Antúnez, Michoacán México (19° 00' 31.52" Norte y 102° 13' 36.91" Oeste), durante el año agrícola 2018-2019. En el área de estudio predomina el clima Bs₁, el más seco de los cálidos semi-secos (García, 1988), y prosperan especies vegetales de la selva baja caducifolia (García y Linares, 2012) y el suelo es vertisol pelico (INEGI, 2016). Durante la experimentación, la variación climática se comportó como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Variación climática durante el período de experimentación.

Año	Mes	Temperatura		Evaporación (mm)	Precipitación (mm)
		promedio (°C)			
		Máxima	Minima		
2018	Octubre	35	20	4.4	813
	Noviembre	33.5	16	3.32	45.4
	Diciembre	33	16.5	2.99	0
	Enero	33.5	15	3.82	0
	Febrero	35.5	15	5.44	0
2019	Marzo	38.5	16.5	6.61	0
	Abril	39	15	8.17	0
	Mayo	39	21.4	8.69	2.1
	Junio	37.4	23.4	7.29	42
	Julio	36.5	22.2	6.46	55.4

PRSC x IT (izq)	15	PSPM x IT (izq)
PRSC x IT (der)	16	PSPM x IT (der)

Posteriormente, para valorar el comportamiento agronómico de las plantas injertadas y su testigo, los tratamientos fueron compactados indiferenciando el giro peciolar, quedando los tratamientos distribuidos bajo un diseño experimental de bloques completos al azar (Tabla 3).

Tabla 3. Tratamientos evaluados de planta de papaya injertada

No.	Tratamientos	No.	Tratamientos	No.	Tratamientos
1	PRCC x IM	5	PSPV. x IM	9	M
2	PRCC x IT	6	PSPV x IT	10	T
3	PRSC x IM	7	PSPM x IM		
4	PRSC x IT	8	PSPM x IT		

Los planteros se desarrollaron en un vivero cubierto con malla anti “afidos” en las paredes y malla sombra en la parte superior. El contenedor empleado fueron bolsas de plástico transparente con dimensiones 7.8 x 12.4 cm y sustrato Growing Mix IVM® (Canadian Sphagnum Peat Moss) humedecido. Las semillas fueron sembradas y hasta 35 días aproximadamente, las plántulas alcanzaron tamaño y diámetro adecuado para realizar los injertos. La técnica utilizada fue el injerto de aproximación modificado (Álvarez-Hernández, 2020).

Los tratamientos se conformaron por cuatro portainjertos (P) “avanzados” para papaya: portainjerto robusta con calidad (PRC), portainjerto robusta sin calidad (PRSC), portainjerto silvestre peciolo morado (PSPM) y portainjerto silvestre peciolo verde (PSPV); y dos genotipos Tainung (T) y Maradol (M) que fueron empleados como injertos (I) y testigos sin injertar (SI). Para conocer el grado de acierto de la relación giro peciolar con el sexado de planta, en la primera parte se realizó una distribución en campo separando las plántulas con base al giro peciolar, es decir, las que giran a la izquierda (izq) y las que giran hacia la derecha (der). Quedando esta especificación de acuerdo a la Tabla 2.

Tabla 2. Variación de los tratamientos caracterizados con el giro peciolar izquierda/derecha, en planta de papaya injertada.

No.	Tratamientos	No.	Tratamientos	No.	Tratamientos
1	PRCC x IM (izq)	9	PSPV. x IM (izq)	17	M (izq)
2	PRCC x IM (der)	10	PSPV x IM (der)	18	M (der)
3	PRCC x IT (izq)	11	PSPV x IT (izq)	19	T (izq)
4	PRCC x IT (der)	12	PSPV x IT (der)	20	T (der)
5	PRSC x IM (izq)	13	PSPM x IM (izq)		
6	PRSC x IM (der)	14	PSPM x IM (der)		

El distanciamiento de plantas fue establecido a 3 m entre líneas y 2 m entre plantas, y el manejo consistió en labores básicas de labranza, además de riego por goteo a dos cintas se suministró riegos diarios valorando sus necesidades. La fertilización, el manejo de plagas, enfermedades y malezas se siguieron las recomendaciones sugeridas en el paquete tecnológico para este cultivo (Coria *et al.*, 2017).

Las variables evaluadas fueron las siguientes: la primera parte del estudio, tomando como base la matriz de los 20 tratamientos de la Tabla 2, cuya muestra fue N=10 plantas por tratamiento, se hicieron revisiones visuales para identificar el sexo de la planta tres meses posteriores al trasplante, realizando el registro porcentual clasificando el resultado en concentrados de las cuatro posibles ocurrencias de la expresión giro peciolar y sexo de la planta portainjerto/genotipo. En la segunda parte, tomando como base la matriz de la Tabla 3, se registró el número de frutos por planta, el peso de frutos y el rendimiento por planta.

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey (P=0.05), con el programa estadístico SAS (2002).

RESULTADOS

Primera parte

De las cuatro combinaciones posibles que se formaron con la matriz de 20 tratamientos (tabla 2), tanto para el cv. Maradol como para el cv. Tainung, los análisis de varianza realizados, mostraron diferencias estadísticas significativas. En el cv. Maradol, como se observa en la figura 1, la combinación giro peciolar a la izquierda y sexo de la planta hermafrodita alcanzó el 72% de ocurrencia, en cambio la combinación giro peciolar a la

derecha y sexo de la planta femenino alcanzó el 68% de ocurrencia (Figura 1).

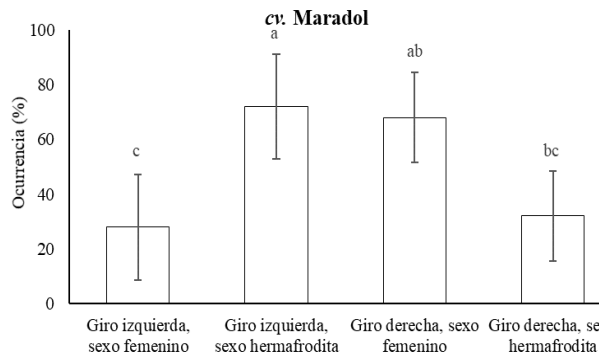


Figura 1. Probabilidad de ocurrencia del giro peciolar y sexo de plantas de papaya cv. Maradol. Letras distintas indican diferencias, Tukey ($P \leq 0.008$).

Por su parte, en el cv. Tainung, la combinación giro peciolar a la izquierda y sexo de la planta hermafrodita, obtuvo el 74% de ocurrencia. En cambio, la combinación giro peciolar a la derecha y sexo de la planta femenino obtuvo el 68% de ocurrencia (Figura 2).

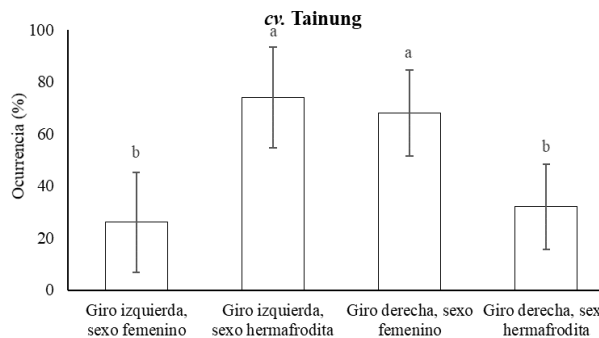


Figura 2. Probabilidad de ocurrencia del giro peciolar y sexo de plantas de papaya cv. Tainung. Letras distintas indican diferencias, Tukey ($P \leq 0.008$).

Segunda parte.

Respecto a las variables productivas en las plantas injertadas y plantas sin injertar, los análisis de los análisis estadísticos revelaron diferencias significativas, solo con excepción de la variable peso de fruto (Figura 3). Como se aprecia, en la variable número de frutos por planta, los tratamientos PRSC x IT y PRSC x IM fueron los que presentaron mayor cantidad de frutos por planta, rondando los 35 frutos. Por su parte, los tratamientos testigo tanto Maradol como Tainung sin injertar, fueron inferiores con 25 y 30 frutos por planta, respectivamente (Figura 3).

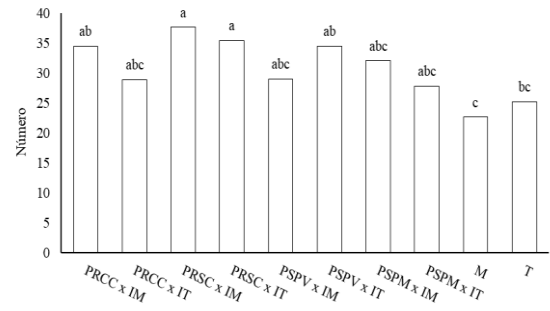


Figura 3. Variable número de frutos por planta en plantas injertadas y sin injertar.

Con relación a la variable peso de fruto, el resultado se presenta en la Figura 4. Como se aprecia, el análisis de varianza no determinó diferencias estadísticas. Por lo tanto, todos los tratamientos se consideran iguales. Sin embargo, se visualiza cierta tendencia en algunos tratamientos, como el PRCC x IT y el PSPM x IT que sobresalen del resto con el mayor peso de fruto, aunque la mayoría supera el kg de peso por fruta (Figura 4).

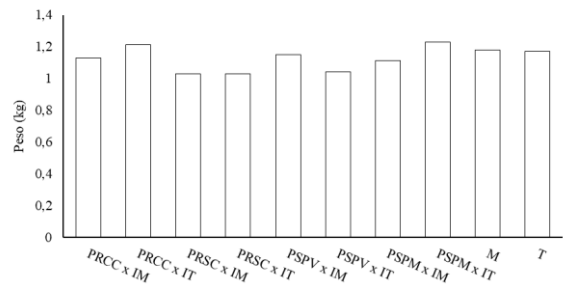


Figura 4. Variable peso de frutos por planta en plantas injertadas y sin injertar.

En cuanto a la variable rendimiento por planta, el análisis de varianza realizado detectó diferencias estadísticas significativas (Figura 5). Como se observa, se resalta al tratamiento PRCC x IM, sobre el resto de los tratamientos, ya que se aproxima a los 40 kg/planta. Asimismo, se observa que en conjunto los tratamientos conformados por las plantas injertadas, superaron a los dos tratamientos testigos, que alcanzaron rendimientos inferiores a los 30 kg/planta (Figura 5).

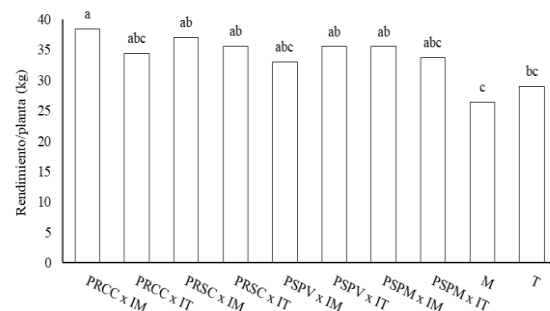


Figura 5. Variable rendimiento por planta en plantas injertadas y sin injertar.

DISCUSIÓN

La papaya como especie de rápido crecimiento y alta actividad fisiológica, no es ajena a variados problemas de plagas, enfermedades y nutrición, ya que la productividad está sujeta a la estrategia de manejo empleada. Por su fisiología, una limitante es el tipo sexual de la planta, ya que, de manera indiferenciada, en etapa temprana las plantas pueden presentar alguno de los tres tipos florales (Ram, 2005). Ante esta causa, diversos esfuerzos se han empleado para acertar al tipo de flor deseada en papaya, pues solamente las plantas con flor hermafrodita son las preferidas porque producen frutos comerciables. Particularmente una característica morfológica es la filotaxia de la papaya. Al observar la coincidencia de un peciolo sobre el tallo con el otro en la misma dirección pasan tres giros y ocho hojas (Campostrini *et al.*, 2018), pero poco se ha dado importancia al sentido de la dirección del giro, pudiendo variar entre derecha e izquierda. Con esa diferencia, en un estudio exploratorio en plantaciones comerciales de papaya, se relacionó el giro peciolar con el sexo de la planta. Se encontró mayor porcentaje de plantas con el giro peciolar a la izquierda que coincidió con flor hermafrodita; al igual que un mayor porcentaje de plantas con el giro peciolar a la derecha coincidió con la flor femenina (Álvarez *et al.*, 2018). Este comportamiento morfológico, se encontró en los genotipos Maradol y Tainung evaluados en este estudio, sin embargo, cabe señalar que, con esta aproximación, es posible ampliar la probabilidad de ocurrencia de la presencia de plantas hermafroditas, cuya proporción en las variedades comerciales y en los híbridos es del 66% y del 50%, respectivamente.

Por otra parte, el uso de injertos en hortalizas y frutales es una estrategia para el manejo de factores limitantes bióticos y abióticos (Gonzalez *et al.*, 2008). Aunque poco se ha explorado en papaya como especie hortícola, esta responde positivamente al uso de injerto (Honorié *et al.*, 2020), y algunos casos reportan mejoras sustanciales (Lima *et al.*, 2010; Allan, 2007; Chong *et al.*, 2008). Esta tendencia, se vio reflejada en el presente estudio, pues los tratamientos en conjunto de las plantas injertadas incrementaron el número de frutos por planta y el rendimiento por planta en 27% y 22%, respectivamente, sobre las plantas no injertadas (Figura 3). En cambio, en la variable peso de fruto, el injerto no fue influyente.

Ante la situación fitosanitaria del cultivo, el uso de portainjertos con características específicas, ofrecen una opción para su manejo. Sin embargo, el desarrollo de materiales de portainjertos específicos son un factor

importante a considerar. Se han evaluado algunos materiales promisorios para uso de portainjertos en papaya, como los denominados Robusta con y sin calidad y papaya silvestre peciolo morado y peciolo verde, que presentan características sobresalientes (Álvarez, 2019). Los portainjertos Robusta con y sin calidad respondieron favorablemente a los materiales evaluados, ya que el rendimiento fue mayor principalmente en el genotipo Maradol, pues rindió 38 y 37 kg/planta, respectivamente. El mismo genotipo Maradol sin injertar, solo rindió 26 kg (Figura 5). Estas mejoras por el empleo de portainjertos, se atribuyen al sistema radical que presentan, es denso, amplio y resistente, por lo tanto, la planta tiene mayor capacidad de exploración en el suelo, y a su vez mayor absorción de agua y nutrientes.

CONCLUSIONES

La separación de plantas por el sentido del giro peciolar permitió tener una aproximación probabilística relacionada con el tipo de flor deseada en la planta. En mayor proporción, el giro peciolar a la izquierda coincidió con plantas del sexo hermafrodita. El empleo de plantas injertadas contribuyó a mejorar las condiciones del cultivo. El número de frutos y el rendimiento por planta se mejoró en las plantas injertadas a diferencia de las plantas no injertadas. Los tratamientos portainjertos Robusta con calidad y Robusta sin calidad como “patrón” del genotipo Maradol presentaron los mayores rendimientos cercanos a los 40 kg.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, por el apoyo otorgado y las facilidades concedidas para llevar a cabo esta investigación.

BIBLIOGRAFIA

- Álvarez-Hernández, J. C. 2020. Grafting in horticultural crop species, effective pest and disease management technique with potential in Michoacan Mexico. pp. 49-69. *In*: Kossi, B. H. (ed.). Horticulture. 1st. ed. Ed. INTECHOPEN. United Kingdom.
- Álvarez, H. J. C. 2019. Evaluación *ex situ* de ecotipos de *Carica papaya* promisorios para uso como portainjertos. Cuarta Reunión Interinstitucional sobre Diversidad Biológica. Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México.
- Álvarez, H. J. C., Castellanos, R. J. Z. y Aguirre, M. C. L. 2018. Relación entre el “sexo” de plantas y el “enrocetado” peciolar en genotipos de papaya. Memorias del Congreso Internacional de

- Investigación Academia Journals. 10(8): 171-176. ISSN 1946-5351.
- Allan, P. 2007. Phenology and production of *Carica papaya* Honey Gold under cool subtropical conditions. *Acta Horticulturae*. 740: 217-223.
- Antunes, C. F. and Renner, S. S. 2012. A dated phylogeny of the papaya family (Caricaceae) reveals the crop's closest relatives and the family's biogeographic history. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 65: 46–53.
- Campostrini, E., Schaffer, B., Ramalho, J. D. C., González, J. C., Rodrigues, W. P., da Silva, J. R., and Lima, R. S.N. 2018. Environmental factors controlling carbon assimilation, growth, and yield of papaya (*Carica papaya* L.) under water-scarcity scenarios pp. 481-505. In: García, T. I. F. and Durán, Z. V. H. (ed). *Water Scarcity and Sustainable Agriculture in Semiarid Environment*. Elsevier. United Kingdom. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813164-0.00019-3>.
- Chong, S. T., Prabhakaran, R., Lee, H. K. 2008. An improved technique of propagating 'Eksotika' papaya. *Acta Horticulturae*. 787: 273-276. doi:10.17660/ActaHortic.2008.787.30.
- Coria, A. V. M., Álvarez, H. J. C., Venegas, G. E., Vidales, F. I. 2017. *Agenda Técnica Agrícola de Michoacán*. SAGARPA, COFUPRO, INIFAP. 270 p.
- Datta, P. C. 1971. Chromosomal biotypes of *Carica papaya* Linn. *Cytologia* 36: 555-562.
- FAOSTAT. 2020. Estadísticas de la producción mundial de papaya. Datos disponibles en internet. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 4ta. ed. UNAM. México. 246 p.
- García R.I. y Linares. L. A. 2012. Árboles y arbustos de la cuenca del río Tepalcatepec (Michoacán y Jalisco, México) para uso urbano. 1ra ed. El Colegio de Michoacán A. C. e Instituto Politécnico Nacional. México. 304 p.
- González, F. M., Hernández, A., Casanova, A., Depestre, T., Gómez, L. and Rodríguez, M. G. 2008. Vegetable grafting: alternative for the management of soil pests. *Revista de Protección Vegetal*. 23(2): 69-74. ISSN 2224-4697.
- INEGI. Anuario estadístico y geográfico de Michoacán de Ocampo. 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 723 p.
- Jindal, K. K. and Singh .R.N. 1976. Sex determination in vegetative seedlings of *Carica papaya* by phenolic tests. *Scientia Horticulturae* 4: 33-39.
- Lange, A. H. 1969. Reciprocal grafting of normal and dwarf solo papaya on growth and yield. *HortScience*. 4(4):304-306.
- Lima de, L. A., Naves, R. V., Yamanishi, O. K. and Pancoti. H. L. 2010. Behavior of three papaya genotypes propagated by grafting in Brazil. *Acta Horticulturae*. 851: 343-348.
- Odu, E. A., Adedeji, O. and Adebawale, A. 2006. Occurrence of hermaphrodite plants of *Carica papaya* L. (Caricaceae) in Southwestern Nigeria. *Journal of Plant Sciences*. 1(3): 254-263.
- Paller, E. 1988. Difference in phenol content of the male, female and hermaphrodite trees of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.), pili (*Canarium ovatum* Engl.) and papaya (*Carica papaya* L.) through paper chromatographic analysis. University of the Philippines at Los Banos, Philippines. Unpublished B. Sc. Thesis.
- Ram M. 2005. Papaya. Indian Council of Agricultural Research, New Delhi. 1st. Ed. India. 189 p.
- SAS Institute Inc. 2002. The SAS System for Windows 9.0. Cary, N.C. USA. 421 p.
- Senthilkumar, S., Kumar, N., Soorianathasundaram, K., Arun-Kumar. K. 2016. Grafted papayas: a boon for dioecious papaya industry. *Current Science*. 111 (8): 1287-1288
- Sriprasertsak, P., Burikam, S., Attathom S. and Piriya-surawong, S. 1988. Determination of cultivar and sex of papaya tissues derived from tissue culture. *Kasetsart Journal (Natural Science Supplement)* 22: 24-29.
- SIAP-SADER. 2020. Estadísticas de la producción nacional de papaya. Datos disponibles en internet. http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do.