

ANÁLISIS DE PATRONES PECIOLARES Y SU ASOCIACIÓN CON LA EXPRESIÓN FLORAL EN POBLACIONES DE PAPAYA¹

ANALYSIS OF PETIOLAR PATTERNS AND THEIR ASSOCIATION WITH FLORAL EXPRESSION IN PAPAYA POPULATIONS

Álvarez-Hernández, J.C.*; Pardo-Melgarejo, S.

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, Campo Experimental Valle de Apatzingán. Carretera Apatzingán-Cuatro Caminos, km 17.5, C. P. 60781. Antúnez, Michoacán, México.*

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

Fecha de envío: 31, mayo, 2025

Fecha de publicación: 20, septiembre, 2025

Resumen:

La determinación del sexo en *Carica papaya* es un proceso complejo, dado que las plantas pueden presentar flores masculinas, femeninas o hermafroditas, lo que incide directamente en la productividad y calidad del fruto. La identificación temprana del sexo en plántulas es crucial para optimizar el manejo agronómico y el uso de recursos en campo. Si bien los métodos moleculares como la PCR ofrecen alta precisión, su aplicación está limitada por el costo y la necesidad de infraestructura especializada. Por otro lado, los métodos tradicionales basados en características morfológicas suelen ser poco confiables en etapas tempranas de desarrollo. En este contexto, se exploró el sentido del giro peciolar como un rasgo morfológico asociado al sexo de la planta, aún no estudiado en papaya. El objetivo del presente estudio fue analizar la relación entre la dirección del giro del pecíolo y el tipo de flor en genotipos seleccionados de papaya tipo 'Maradol'. Se evaluaron plantas en etapa de floración y producción, y se registró el sentido del giro peciolar y el tipo floral. Se consideraron cuatro combinaciones: derecha/femenino, derecha/hermafrodita, izquierda/femenino e izquierda/hermafrodita. El análisis estadístico reveló una asociación significativa entre el giro hacia la izquierda y la presencia de flores hermafroditas, con una probabilidad de predicción del 72%. En contraste, el giro hacia la derecha se asoció más frecuentemente con plantas femeninas. Estos resultados sugieren que el sentido del giro peciolar puede ser un indicador morfológico útil para predecir el sexo floral en papaya antes de la floración, facilita la selección temprana de plantas hermafroditas en programas de manejo agronómico y mejora genética.

Palabras clave: *Carica papaya*, biología floral, flor femenina, flor hermafrodita.

¹ Proyecto registrado en el Sistema Institucional de la Gestión Integral (SIGI) del INIFAP, no. 17162937226.

Abstract:

Sex determination in *Carica papaya* is a complex process, given that plants can have male, female, or hermaphrodite flowers, which directly impacts fruit productivity and quality. Early sex identification in seedlings is crucial for optimizing agronomic management and resource use in the field. While molecular methods such as PCR offer high accuracy, their application is limited by cost and the need for specialized infrastructure. Furthermore, traditional methods based on morphological characteristics are often unreliable in early stages of development. In this context, the direction of petiole rotation was explored as a morphological trait associated with plant sex, which has not yet been studied in papaya. The objective of this study was to analyze the relationship between petiole rotation direction and flower type in selected 'Maradol' papaya genotypes. Plants were evaluated at the flowering and production stages, and the direction of petiole rotation and flower type were recorded. Four combinations were considered: right/female, right/hermaphrodite, left/female, and left/hermaphrodite. Statistical analysis revealed a significant association between left-handed rotation and the presence of hermaphrodite flowers, with a prediction probability of 72%. In contrast, right-handed rotation was more frequently associated with female plants. These results suggest that the direction of petiolar rotation may be a useful morphological indicator for predicting floral sex in papaya before flowering, facilitating the early selection of hermaphrodite plants in agronomic management and genetic improvement programs.

Keywords: *Carica papaya*, floral biology, female flower, hermaphrodite flower.

INTRODUCCIÓN

La papaya, ampliamente distribuida en regiones tropicales y subtropicales del mundo (Antunes & Renner, 2012) destaca por su elevado potencial productivo. En 2023, México estableció 20,334 ha de papaya, posicionándose en cuarto lugar a nivel mundial (FAOSTAT, 2025). En el país se estima una población superior a 100 millones de habitantes (INEGI, 2020), asociado al consumo *per cápita* estimado fue de 7.3 kg (SIAP, 2024). Asimismo, en 2024, 19 estados mexicanos produjeron 1,148,546 toneladas de papaya, valoradas en 380.25 millones de dólares, de los cuales el 34% correspondió a exportaciones (SIAP-Agricultura, 2025).

Dada la relevancia de este cultivo, los factores agronómicos determinantes para optimizar la productividad, destacan el manejo fitosanitario (Alarcón et al., 2022), la nutrición y mejoramiento del suelo orientados a la producción (Vos & Arancon, 2019), y la gestión del riego (Ferreira et al., 2022). Además, la compleja biología floral de la especie es un factor crucial, pues las variaciones climáticas pueden afectar su desarrollo fisiológico, modificando las formas sexuales (Okereke et al.,

2022; Dos Santos et al., 2022). Generalmente, la papaya desarrolla flores masculinas, femeninas y hermafroditas, con cuatro variantes de esta última (Ramos et al., 2011). Asimismo, estas flores hermafroditas del tipo elongata, generan frutos alargados (Ávila-Hernández et al., 2023), por lo que, comercialmente son preferidas.

En genotipos de papaya compactos, la identificación del sexo es posible después de dos meses del trasplante, cuando emergen los botones florales, ya que en etapas tempranas los rasgos morfológicos son indiferenciados (Barrantes-Santamaría et al., 2019). En poblaciones comunes, la distribución sexual es del orden de 1% de plantas masculinas, 33% de plantas femeninas y 66% de plantas hermafroditas (Barrantes-Santamaría & Sánchez-Barrantes, 2022), esta proporción se mantiene bajo condiciones de polinización controlada (Chen et al., 2019). Para asegurar una proporción adecuada de plantas hermafroditas en campo, es común establecer hasta cuatro plantas por punto de siembra y posteriormente se eliminan las plantas con otros tipos de flor, lo cual incrementa costos de manejo, insumos y tiempo (Foram et al., 2019), constituyendo un problema para el sistema productivo.

Diversos métodos han sido explorados para resolver este desafío, aunque con resultados limitados en la diferenciación clara de plantas hermafroditas (Datta, 1971; Jindal & Singh, 1976; Sriprasertsak et al., 1988). Más recientemente, la PCR ha ofrecido una solución precisa para la determinación del sexo (Aryal & Ming, 2014; Prakash et al., 2018), aunque su aplicación se ve restringida por la necesidad de procesar individualmente cada plántula, lo cual es impráctico en poblaciones amplias. Ante esta limitación, no se ha desarrollado un método práctico y accesible para la diferenciación temprana del sexo en papaya. En este contexto, la asociación entre características florales y ciertos rasgos morfológicos sugieren un acercamiento incierto (Odu et al., 2006), pero la disposición helicoidal de los pecíolos representa una alternativa de interés agronómico. Por ello, el objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre la dirección del giro peciolar y el sexo de la planta en selecciones de genotipos de papaya tipo 'Maradol'.



MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la zona productora de papaya del Valle de Apatzingán, Michoacán, México, mediante exploraciones de campo en parcelas comerciales de

papaya tipo 'Maradol'. Se seleccionaron poblaciones en estado fenológico de diferenciación floral, entre tres y seis meses de edad posterior al trasplante, priorizando plantas con porte sano y vigoroso para el registro de datos. El clima predominante en el área, según García (2004), corresponde al cálido semi secos, con vegetación representativa de selva baja caducifolia (García & Linares, 2012). Los suelos característicos de la región son vertisoles pélicos (INEGI, 2016). Durante los recorridos de campo, se registró la variabilidad climática (Figura 1).

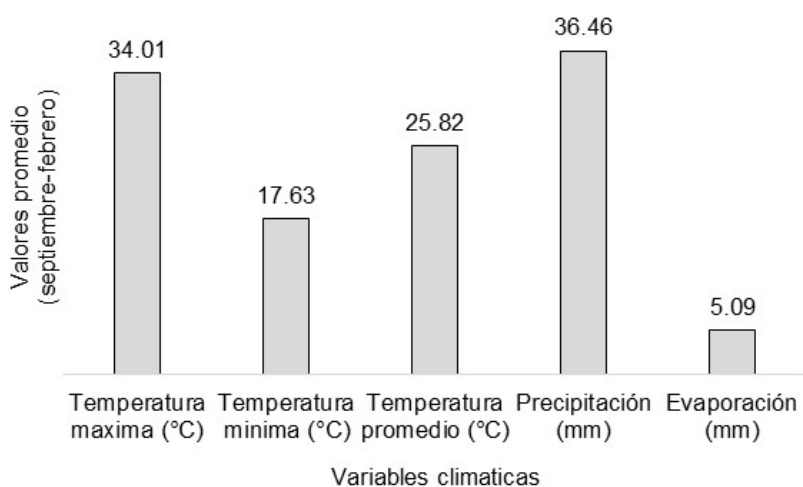


Figura 1. Variación climática durante la experimentación. Fuente: Departamento de Hidrometría. Distrito de Riego 097. CONAGUA, México.

Figure 1. Climate variation during the experiment. Source: Hydrometry Department. Irrigation District 097. CONAGUA, Mexico.

Se muestrearon 13 poblaciones distribuidas en cuatro municipios: Apatzingán (1 población), Múgica (5 poblaciones), Parácuaro (4 poblaciones) y Tepalcatepec (3 poblaciones). En cada población, se seleccionaron aleatoriamente cinco conjuntos de líneas, integrando 100 plantas por conjunto, para tener un total de 1,300 plantas evaluadas. Las observaciones se basaron en la identificación y registro del sentido de giro peciolar en el tallo (definido desde la base hacia el ápice) así como el tipo de flor presente en cada planta. La clasificación consideró cuatro combinaciones posibles entre la dirección del giro peciolar y el sexo de la planta: giro de peciolo a la derecha (D)/sexo femenino (F) D/F; giro de peciolo a la derecha (D)/sexo hermafrodita (H) D/H; giro de peciolo a la izquierda (I)/sexo femenino (F) I/F; giro de peciolo a la izquierda (I)/sexo hermafrodita (H) I/H.

Los datos recolectados fueron expresados en porcentajes y analizados mediante análisis de varianza (ANOVA), tras aplicar la transformación arcoseno de la raíz cuadrada. Se realizaron comparaciones de medias con la prueba de Tukey, $P=0.05$. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el software SAS (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La distribución de ocurrencia de las combinaciones giro peciolar/sexo de flor en el conjunto de las 13 poblaciones estudiadas se presenta en la Figura 2. Se observó que la combinación giro peciolar izquierda/hermafrodita (I/H) fue la más prevalente, con ocurrencias entre 31% y 46%, destacándose consistentemente en todas las poblaciones. En contraste, la combinación giro peciolar izquierda/femenino (I/F) mostró los valores porcentuales más bajos, oscilando entre 9% y 21%. Las combinaciones restantes, giro peciolar derecha/femenino (D/F) y derecha/hermafrodita (D/H), presentaron ocurrencias intermedias en la mayoría de las poblaciones (Figura 2).

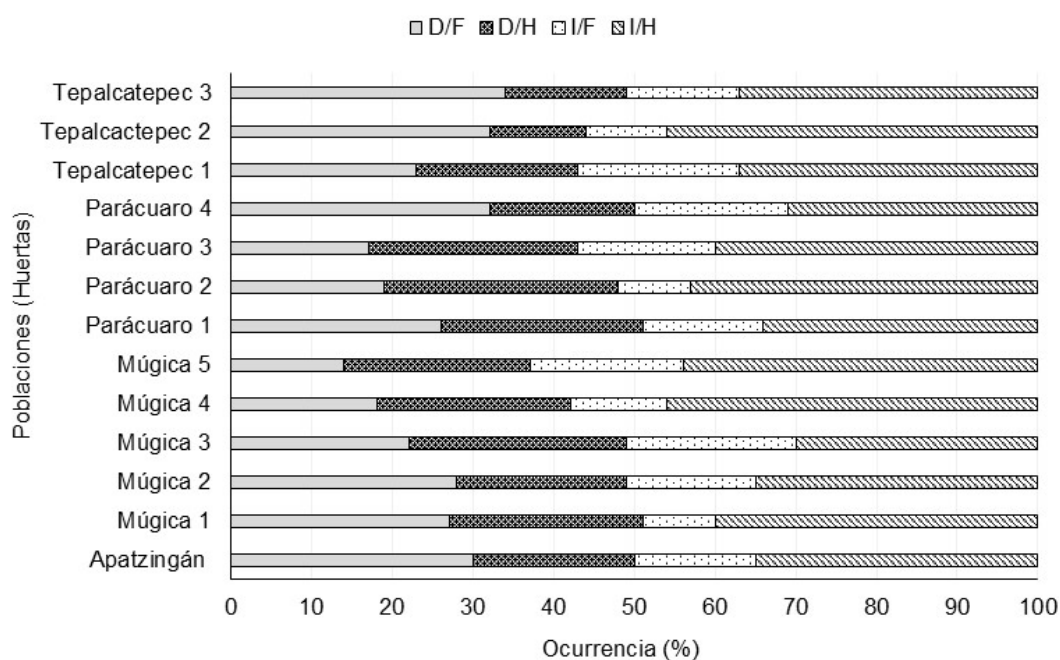


Figura 2. Comportamiento de la combinación giro peciolar/sexo de flor en poblaciones de papaya tipo 'Maradol'. D=Derecha, I=Izquierda, F=Femenina, H=Hermafrodita.

Figure 2. Behavior of the petiole turn/flower sex combination in 'Maradol' papaya populations. D=Right, L=Left, F=Female, H=Hermaphrodite.

Durante las distintas etapas de desarrollo, la papaya enfrenta condiciones ambientales que pueden afectar su productividad y calidad de fruto, dado que presenta una notable sensibilidad a variaciones climáticas. Una dificultad recurrente en su manejo es la inestabilidad sexual, lo cual complica la selección de plantas adecuadas para producción comercial. La selección prioritaria de plantas hermafroditas resulta esencial, pues estas no solo son fértiles, sino que además producen frutos con atributos preferidos por el mercado. El genotipo 'Maradol', ampliamente utilizado por sus frutos de buen tamaño, color y textura, suele manifestar problemas de esterilidad y deformaciones, especialmente en temporadas con temperaturas extremas (Santamaría et al., 2016). Estas dificultades se atribuyen a la inestabilidad en la expresión sexual, condicionada tanto por factores genéticos como ambientales (Ramos et al., 2011), lo que explica los patrones observados en las combinaciones giro peciolar/sexo de flor, particularmente en la variabilidad de las plantas hermafroditas.

El análisis de varianza, basado en las cuatro combinaciones giro peciolar/sexo de flor como tratamientos, mostró diferencias estadísticamente significativas (Figura 3). La combinación I/H fue significativamente superior, con un valor promedio de ocurrencia del 38.31%, seguida por D/F y D/H, que no presentaron diferencias significativas entre sí. La combinación I/F fue la que registró la menor ocurrencia, con un promedio de 15.08% (Figura 3).

La identificación temprana del sexo en papaya representa un desafío debido a la ausencia de rasgos morfológicos distintivos en etapas iniciales y a la complejidad cromosómica asociada (Gangopadhyay et al., 2007; Deputy et al., 2002). Métodos alternativos basados en características morfológicas, como color de testa o forma radicular, han mostrado resultados inconsistentes y falta de validación científica robusta (Kumar, 1951; Choudhary et al., 1957). Más recientemente, Soni et al. (2017) identificaron una posible asociación entre color de semilla y expresión sexual en genotipos dioicos y ginodioicos, aunque estos métodos aún no reemplazan la precisión de técnicas moleculares. En este contexto, los resultados del presente estudio respaldan la necesidad de herramientas confiables para predecir la expresión sexual, aprovechando



diferencias en combinaciones específicas como la I/H para mejorar la selección temprana y, por ende, la eficiencia productiva y genética del cultivo.

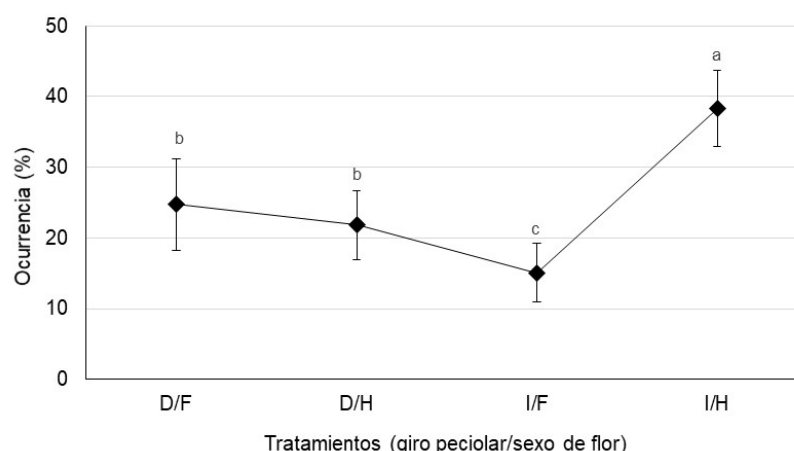


Figura 3. Ocurrencia del giro peciolar y el sexo de flor en poblaciones de papaya tipo 'Maradol'. D=Derecha, I=Izquierda, F=Femenina, H=Hermafrodita.

Figure 3. Occurrence of petiolar rotation and flower sex in 'Maradol' papaya populations. D=Right, L=Left, F=Female, H=Hermaphrodite.

En la figura 4 y 5 se presentan los valores generales de predicción basados en las 1,300 plantas muestreadas. El giro peciolar hacia la izquierda se asoció en un 72% con plantas hermafroditas, mientras que el 28% restante correspondió a flores femeninas. El giro peciolar hacia la derecha predijo flores femeninas con una probabilidad del 53%, aunque el 47% restante correspondió a flores hermafroditas (Figura 4). Esto sugiere que, mediante la selección basada en el giro peciolar, es posible incrementar en 6% la proporción de plantas hermafroditas respecto a la proporción base en genotipos compactos. Asimismo, al considerar el sexo floral como referencia, la probabilidad de observar giro peciolar hacia la derecha en plantas femeninas fue del 62%, mientras que un 38% presentó giro a la izquierda. Para plantas con flores hermafroditas, el giro peciolar hacia la izquierda se presentó en un 64%, con un 36% restante hacia la derecha (Figura 5). Esta información proporciona una estimación valiosa para la predicción sexual en poblaciones de papaya tipo 'Maradol'.

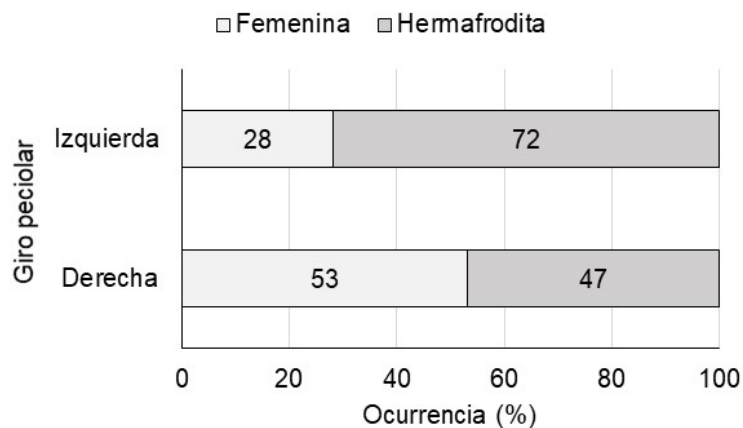


Figura 4. Distribución por grupo de la ocurrencia giro peciolar / sexo de flor.

Figure 4. Distribution by group of the occurrence of petiolar turn/flower sex.

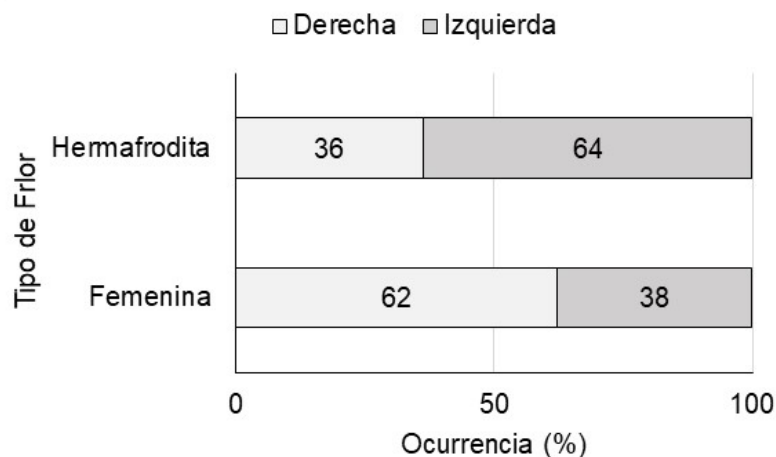


Figura 5. Distribución por grupo de la ocurrencia sexo de flor / giro peciolar.

Figure 5. Distribution by group of the occurrence of flower sex / petiolar turn

La complejidad del sistema sexual en papaya, caracterizado por la coexistencia de flores masculinas, femeninas y hermafroditas, plantea un reto agronómico significativo, ya que afecta directamente la calidad, forma y rendimiento de los frutos (Ávila-Hernández et al., 2023). La identificación precoz del tipo sexual permitiría optimizar el manejo, evitando la eliminación tardía de plantas no deseadas, principalmente masculinas. Además, la reversión sexual, común en plantas masculinas y hermafroditas y modulada por condiciones ambientales (Shukoor et al., 2023), añade otra capa de complejidad, en contraste con la mayor

estabilidad sexual de plantas femeninas (Prakash et al., 2018). A pesar de la efectividad de métodos moleculares como PCR, su alto costo y la necesidad de infraestructura especializada limitan su uso a gran escala. En este sentido, la correlación significativa encontrada entre el giro peciolar y el sexo floral ofrece una alternativa accesible y práctica para la predicción temprana del sexo en papaya. En particular, el giro hacia la izquierda mostró mayor coincidencia con flores hermafroditas, lo que podría servir para implementar modelos predictivos que complementen los programas de selección precoz y mejoramiento genético en la producción comercial.

CONCLUSIÓN

El giro peciolar hacia la izquierda se asoció predominantemente con plantas hermafroditas, mientras que el giro hacia la derecha estuvo mayoritariamente vinculado a flores femeninas. Esta asociación fue consistente al considerar tanto la observación del giro peciolar como la del tipo de flor, lo que indica que ambos rasgos pueden ser utilizados como indicadores fiables de la expresión sexual en papaya.

Agradecimientos

Esta investigación fue financiada por el Instituto de Ciencia, Tecnología e Innovación del Estado de Michoacán, en el marco de la Convocatoria “Apoyo para la continuidad de proyectos de investigación científica de impacto regional 2022”, con folio PICIR22-076-C; y se agradece al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias por las facilidades concedidas y registro de proyecto SIGI-INIFAP 17162937226.

LITERATURA CITADA

- Alarcón, P. S. A., Hernández, S. M. de L. L., González, C. J. C., Enríquez, G. F., & Velázquez G. E. P. (2022). Producción y manejo del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.). *Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan*, 10(1), 164-169. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v10i1.414>.
- Antunes, C. F., & 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.

- Aryal, R., & Ming, R. (2014). Sex determination in flowering plants: Papaya as a model system. *Plant Science*, 217-218, 56-62.
- Ávila-Hernández, J. G., Cárdenas-Aquino, M. A., Camas-Reyes, A., & Martínez-Antonio, A. (2023). Sex determination in papaya: Current status and perspectives. *Plant Science*, 335, 111814. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2023.111814>.
- Bandyopadhyay, T., Basu, D., & Mukherjee, K. K. (2007). Sex detection of *Carica papaya* and *Cycas circinalis* in pre-flowering stage by ISSR and RAPD. *Current Science*, 92, 524-6.
- Barrantes-Santamaria, W., Loria-Quiros, C., & Gomez-Alpizar, L. (2019). Evaluación de dos sistemas de sexado en plantas de papaya (*Carica papaya*) híbrido Pococí. *Agronomía Mesoamericana*, 30(2), 437-446. <http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.34916>.
- Barrantes-Santamaría, W., & Sánchez-Barrantes, E. M. (2022). Análisis de curvas de fusión de alta resolución para identificar el sexo en papaya (*Carica papaya* L.). *Agronomía Mesoamericana*, 33(3), 48750. <https://doi.org/10.15517/am.v33i3.48750>.
- Chen, J. R., Urasaki, N., Matsumura, H., Chen, I. Ch., Lee, M. J., Chang, H. J., Chung, W. Ch., & Ku, H. M. (2019). Dissecting the all-hermaphrodite phenomenon of a rare X chromosome mutant in papaya (*Carica papaya* L.). *Molecular Breeding*, 39(1), <https://doi.org/10.1007/s11032-018-0918-7>.
- Choudhary, R. S., Garg, O. K., & Borah, P. C. (1957). Physiological changes in relation to sex in papaya. *Phyton*, 9, 137-141.
- Datta, P. C. (1971). Chromosomal biotypes of *Carica papaya* Linn. *Cytologia*, 36, 555-562.
- Deputy, J. C., Ming, R., Ma, H., Liu, Z., Fitch, M. M. M., Wang, M., Manshardt, R., & Stiles, J. I. (2002). Molecular markers for sex determination in papaya (*Carica papaya* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 106, 107-11.
- Dos Santos, da S. N., Da Paixão, M. H. C., Da Conceição, S. T. M., Marmolejo, C. D. F., Santana, L. L., Miranda, dos S. M. L., Lopes, P. J. da S., & Silva, L. C. A. (2022). Papaya flowering as a subsidy for the plant breeding of the crop – literature review. *Research, Society and Development*, 11(14), e174111436642. DOI: 10.33448/rsd-v11i14.36642.
- FAOSTAT. (2025). Estadísticas de la producción mundial de papaya. Disponibles: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize> [Última consulta: 7 de marzo de 2025].
- Ferreira, C. E., Lima, S. D., Wisner, F. de L. L., Castricini, A., Lima, B. D., Filgueiras, R., & França, da C. F. (2022). Water regimes on soil covered with plastic film mulch and relationships with soil water availability, yield, and water use efficiency of papaya trees. *Agricultural Water Management*. 269, 107709. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107709>.



- Foram, V., Pooja, K., Ram, V. R., & Dave, P. N. (2019). Sex Determination in Papaya: A mini review. *Progress in Chemical and Biochemical Research*, 2(4), 228-234.
- García, E. (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 5ta. ed. UNAM. México. 246 p. ISBN: 970-32-1010-4.
- García, R. I., & Linares, L. A. (2012). Árboles y arbustos de la cuenca del río Tepalcatepec (Michoacán y Jalisco, México) para uso urbano. El Colegio de Michoacán A. C. e Instituto Politécnico Nacional. México. 304 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2016). Anuario estadístico y geográfico de Michoacán de Ocampo 2016. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 723. p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2020). Demografía y sociedad, población. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/estructura/> [Última consulta: 14 de marzo de 2025].
- Jindal, K. K. & Singh .R. N. (1976). Sex determination in vegetative seedlings of *Carica papaya* by phenolic tests. *Scientia Horticulturae*, 4, 33-39.
- Kumar, V. (1951). Studies of *Carica papaya* L. preliminary observations on the relation of sex to the preflowering growth of papaya seedlings and external characters of seeds. *Indian Journal of Horticulture*, 8, 26-33.
- Odu, E. A., Adedeeji, O., & Adebawale, A. (2006). Ocurrance of hermafrodite plants of *Carica papaya* L. (Caricaceae) in Southwestern Nigeria. *Journal of Plant Sciences*, 1(3), 254-263. DOI: 10.3923/jps.2006.254.263.
- Okereke C. N., Kaurilind, E., Liu, B., Kanagendran, A., Pazouki, L., & Niinemets, Ü. (2022). Impact of heat stress of varying severity on papaya (*Carica papaya*) leaves: Major changes in stress volatile signatures, but surprisingly small enhancements of total emissions. *Environmental and Experimental Botany*, 195, 104777. <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104777>.
- Prakash, J., Soni, A., & Singh, P. (2018). Sex differentiation in papaya (*Carica papaya* L.): A review. *Progressive Horticulture*, 50(1&2), 47-52.
- Ramos, H. C. C., Pereira, M. G., Silva, F. F., Viana, A. P., & Ferreguetti, G. A. (2011). Seasonal and genetic influences on sex expression in backcrossed segregating papaya population. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 11, 97-105. <https://doi.org/10.1590/S1984-70332011000200001>
- SAS Statistical Analysis System Institute Inc. (2002). The SAS System for Windows 9.0. Cary, N.C. USA.
- Santamaría, B. F., Mirafuentes, H. F., Guerrero, S. B. H., & Vazquez, H. M. V. (2016). Genotipos de papaya con alta producción de frutos alargados. In: Gallardo-López, F. (comp.). Innovando el Agro Veracruzano. Memoria Técnica-Científica (pp. 1430). Colegio de Postgraduados. Veracruz, México.

- Shukoor, A., Laya, P., Shikha, J., & Poonam, M. (2023). Sex reversal in papaya (*Carica papaya*). *Just Agriculture, multidisciplinary e-Newletter*, 4(1), 474-480.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). (2024). Panorama agroalimentario. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México. 210 p. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/panorama-agroalimentario> [Última consulta: 7 de marzo de 2025].
- SIAP-Agricultura. (2025). Estadísticas de la producción nacional de papaya. Disponible en: https://nube.agricultura.gob.mx/avance_agricola/ [Última consulta: 7 de marzo de 2025].
- Soni, A., Prakash, J., Kaluram, S. S.K., & Goswami, A. K. (2017). Efficiency of morphological, physiological and biochemical parameters related to sex expression in papaya. *Indian Journal of Horticulture*, 74(1), 6-10. DOI : 10.5958/0974-0112.2017.00005.6
- Sriprasertsak, P., Burikam, S., Attathom S. & Piriyaawong, S. (1988). Determination of cultivar and sex of papaya tissues derived from tissue culture. *Kasetsart Journal (Natural Science Supplement)*, 22, 24-29.
- Vos, C., & Arancon, N. (2019). Soil and plant nutrient management and fruit production of papaya (*Carica papaya*) in Keaau, Hawaii. *Journal of Plant Nutrition*, 43(3), 384-395. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1677712>

