

Portainjertos promisorios y manejo peculiar de la técnica de injerto para papaya

Juan Carlos Álvarez-Hernández^{1,§}
Carlos Román Castillo-Martínez²

1 Campo Experimental Valle de Apatzingán-INIFAP. Carretera Apatzingán-Cuatro Caminos km 17.5. Antúnez, Parácuaro, Michoacán, México. CP. 60781. (alvarez.jun@inifap.gob.mx).

2 Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales-INIFAP. Av. Progreso No. 5, Colonia Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán, Ciudad de México, México. CP. 04010. (castillo.carlos@inifap.gob.mx).

Autor para correspondencia: alvarez.juan@inifap.gob.mx.

Resumen

La papaya tiene potencial para ser injertada, deriva de que las poblaciones de papaya desarrollan bajo presión edafoclimática y fitosanitaria, características que pueden aprovecharse como portainjertos. Por lo que se requiere la estandarización de un método de injerto para papaya; sin embargo, en etapa inicial es importante evaluar el desarrollo de plántulas para la formación de planta injertada. Los objetivos consistieron en evaluar el comportamiento en campo de diferentes materiales de papaya promisorios; sincronizar el desarrollo de plántulas de materiales prospectos en el uso de portainjertos e injertos; y desarrollar un método de injerto para papaya. Se realizaron ensayos para cada aspecto en 2018. En el primer experimento se establecieron cinco genotipos de papaya, bajo diseño experimental. Se registraron variables morfológicas y productivas. En el segundo experimento se utilizaron materiales derivados del experimento anterior, uno comercial y papaya como testigo, se registró altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas. En el tercer experimento se probaron diferentes métodos de injerto. Se conformaron tres ensayos. Los resultados fueron notables, los genotipos mostraron capacidad de desarrollo, adaptación y productividad, que potencialmente son líneas para uso como portainjertos de papaya. Además, es posible sincronizar la siembra de semilla para generar plantas injertadas de calidad a 35 días, las plántulas de portainjertos e injerto alcanzaron la madurez y tamaño para la injertación. También, se diseñó un procedimiento eficaz para injertar plántula de papaya bajo condiciones ambientales normales, denominado injerto de aproximación modificado, con prendimiento del 92.5% en papaya.

Palabras clave:

Carica papaya, ecotipos de papaya, 'patrón', vigor de planta.



Introducción

En el mundo, papaya es la especie frutícola potencialmente más productiva y comercialmente se produce todo el año. Recientemente, México ocupó el sexto lugar de países con mayor superficie y el cuarto lugar por el volumen de producción (FAOSTAT, 2021). Los principales estados mexicanos en conjunto sumaron 19 698 ha, sobresalen Veracruz, Colima, Michoacán, Oaxaca, Chiapas y Guerrero (SIAP-SADER, 2023).

Carica papaya pertenece al género *Carica* y es el más notable de entre seis géneros de la familia Caricácea (Badillo, 2000; Antunes *et al.*, 2014). Territorialmente su distribución es amplia, pero poco se abordan las cualidades, debido a que comúnmente se observan plantas que se desarrollan bajo presión edafoclimática y fitosanitaria con características sobresalientes transmisibles (Niklas y Marler, 2007), a través de la hibridación o el uso de portainjertos, pero la información sobre caracterización es limitada (Álvarez *et al.*, 2019).

Por ello, el uso de portainjertos ofrece una opción para su establecimiento en suelos bajo condición limitativa y de manejo. En base a lo anterior, la propagación asexual a través del injerto posibilita mejoras en la papaya (Allan, 2007; Senthilkumar *et al.*, 2014). El tema de injerto de papaya es limitado (Van-Hong *et al.*, 2018; Lima *et al.*, 2018), por lo que algunos factores en etapa inicial de plántula como tipo de injerto, compatibilidad, vigor y manejo posinjerto y la sanidad se debe considerar, basado en otras especies (Kawaguchi *et al.*, 2008).

Por lo que comúnmente se recurre a utilizar métodos de injerto afines, pero, al probarlos en papaya el prendimiento es bajo. Por ello, el desarrollo de un método en papaya viene a mejorar la cadena productiva (Senthilkumar *et al.*, 2016). Para implementar esta estrategia, es importante elegir plántulas que presenten una condición ideal. Por ello, los objetivos fueron: evaluar el comportamiento en campo diferentes materiales promisorios de papaya; sincronizar el desarrollo de plántulas de materiales prospectos como portainjertos y desarrollar un método de injerto para papaya.

Materiales y métodos

Tres experimentos se desarrollaron en el Campo Experimental Valle de Apatzingán (CEVA), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en Antúnez Michoacán México. El clima se cataloga como Bs₁ (García, 2004).

Evaluación de materiales promisorios para uso como portainjertos

En octubre de 2018, se estableció un experimento con materiales de cualidades sobresalientes para uso como portainjertos de papaya, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar. Fueron cinco tratamientos y ocho repeticiones (una planta representó una repetición). Los tratamientos consistieron en los ecotipos de papaya: 1) papaya Robusta con calidad; 2) papaya Robusta sin calidad (RCC, RSC); 3) papaya silvestre peciolo verde; 4) morado (PSV, PSM) y 5) papaya Maradol (PM) como testigo.

El manejo agronómico se realizó, considerando el paquete tecnológico recomendado en la región (Coria *et al.*, 2017). A los 208 días después del trasplante se evaluó la altura de planta, circunferencia de tallo, número y peso de frutos, número de semillas, germinación (%) y vigor de planta. Para esta última variable se diseñó una escala de valoración con modificaciones a lo propuesto por Barchuk y Díaz (2000) (Cuadro 1).



Cuadro 1. Escala ordinal empleada para valorar la calidad de planta.

1.	Planta vigorosa: planta normal, estructura foliar equilibrada, hoja verde intenso, internudos espaciados y uniformes, brote terminal adecuado, botones y flor adheridos al tallo.
2.	Planta con buen vigor: planta normal, estructura foliar equilibrada, hoja verde, internudos espaciados y uniformes, brote terminal normal, botones y flor adheridos al tallo, algunos espacios en tallos ausentes de frutos.
3.	Planta con poco vigor: planta anormal, estructura foliar desequilibrada, hojas verde-claro, internudos cortos, brote terminal compactado, poca presencia de botones y flores y varios espacios en tallos ausentes de frutos.
4.	Planta menos vigorosa: planta débil, estructura foliar desequilibrada, hojas verde-claro, internudos compactados, brote terminal compactado y reducido, sin presencia de botones y flor adheridos al tallo.
5.	Planta raquítica: planta débil, estructura foliar desequilibrada, hojas sin desarrollo de aspecto claro, internudos compactados, brote terminal reducido, sin indicios de botones florales.

Se realizaron análisis de varianza (Anva) para las variables, excepto la variable vigor de plantas, que fue analizada con la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. Los análisis con diferencias se compararon con pruebas de Tukey y Mann-Whitney ($p \leq 0.05$). Los programas SAS (2002) y PAST 3.2 (Hammer, 2018) fueron empleados, respectivamente.

Evaluación de plántulas de genotipos para uso de portainjerto

Esta evaluación se desarrolló en el vivero del CEVAMEX, INIFAP, durante enero y abril de 2019. Como portainjertos se utilizaron dos materiales de papaya derivados de la prueba anterior, Robusta con calidad (RCC) y Robusta sin calidad (RSC) y uno comercial Crispin (Carigen®). Como injerto se utilizó el genotipo Tainung (PT). El diseño experimental fue bloques completos al azar de cuatro tratamientos con 15 repeticiones (plántulas).

Las semillas fueron sembradas en bolsa de plástico de 7.8 x 12.4 cm contenidas con sustrato comercial Growing Mix IVM® (Canadian Sphagnum Peat Moss) humedecido. Se desarrollaron tres ensayos de producción de plántulas. El manejo consistió en riegos diarios, complementados con fertilizante nitrogenado, además las plántulas se mantuvieron libres de insectos con aplicaciones de productos químicos ia. cipermetrina y funguicida ia. sulfato tribásico de cobre; además ácidos húmicos y fúlvicos.

El desarrollo duró 35 días aproximadamente y se registró altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS (2002), a través de Anva y comparación de medias por Tukey ($p \leq 0.05$).

Evaluación de técnicas de injerto

En vivero cubierto con malla antiafido en paredes y malla sombra en parte superior, se produjeron plántulas de papaya de manera similar a la prueba anterior. Como portainjerto se utilizó Robusta con calidad (RCC), este se eligió con base a su comportamiento mostrado en evaluación anterior; como injerto se utilizó el genotipo Maradol (PM). Se conformaron tres ensayos desfasados 15 días, cuyos registros de datos se promediaron.

El manejo de plántulas fue igual al reportado en la prueba anterior. Los métodos probados fueron: injerto de aproximación afín (Lee y Oda, 2003) fijado con cinta metálica y con pinza (IAFC e IAFP, respectivamente); injerto de púa afín (Lee y Oda, 2003) fijado con cinta metálica y con pinza (IPFC e IPFP) e injerto de aproximación modificado (IAM).

Este último consistió en que, al momento de la formación de lengüetas mediante cortes en ambos tallos y la sujeción con cinta metálica, se eliminó la apical del portainjerto, seis días posteriores se eliminó el sistema radical del injerto. Se registró el prendimiento porcentual, con base en número de plantas injertadas y número de plantas prendidas. Se realizó Anva, previa transformación de los datos al arcoseno de la raíz cuadrada de la proporción.

El programa estadístico fue SAS (2002) y comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$). También se valoró el vigor de las plántulas injertadas, medido después una semana necesaria para la generación del 'callo' de unión, posterior tres y seis días poscorte, basado en la escala del (Cuadro 1), empleando la prueba de Kruskal-Wallis y comparación de Mann-Whitney ($p \leq 0.05$) con el programa PAST 3.2 (Hammer, 2018).

Resultados

Evaluación de materiales promisorios para uso como portainjertos

Los Anva efectuados presentaron diferencias estadísticas significativas en las variables de desarrollo (Cuadro 2). En la variable altura de planta, plantas de PSV y PSM mostraron 18% más altura que RCC y RSC, las plantas PM mostraron un comportamiento intermedio (Cuadro 2).

Cuadro 2. Caracterización morfológica de genotipos para uso como portainjertos.

Tratamientos	Variables de desarrollo						
	Altura de planta (cm) [†]	Circunferencia de tallo (cm)	Vigor de planta [§]	Frutos/ planta	Peso de fruto (kg)	Núm. de semillas/ fruto	Germinación (%)
RCC	173c	40ab	1.8bc	23.2b	2.09a	209.4b	66.04a
RSC	172.4c	41.6ab	2.2ab	16b	1.86a	215b	62.23 a
PSV	200.4b	48.8a	1.2c	23b	0.3c	307a	53.64a
PSM	221.2a	45.2ab	1.4bc	39.6a	0.12c	259.2ab	53.19a
PM	172.6c	35b	2.8a	19.4b	1.08b	110c	69.96a
CV	3.83	12.5	21.12	23.4	13.97	15.84	22.5
Significancia	***	***	**	***	***	***	NS

[†] Medias dentro de columnas seguidas de la misma letra no difiere (Tukey, 0.05); [§]Kruskal-Wallis (prueba no paramétrica); CV= coeficiente de variación; NS= no significativo; ** = $p \leq 0.01$; *** = $p \leq 0.0001$

Es importante destacar, que es deseable contar con materiales de altura baja, ya que presentan una estructura de soporte más resistente. La variable circunferencia de tallo fue mayor en plantas de PSV y las plantas de RCC, RSC y PSM fueron similares (Cuadro 2). Los frutos de PM fueron los de menor circunferencia (Cuadro 2). Una característica importante de esta variable es que el grosor del tallo representó una condición que favorece el manipuleo en la operación del injerto en la etapa plántula.

El vigor de planta en las plantas PSV fue más vigoroso con RCC y PSM, no así PM que fue el tratamiento significativamente menos vigoroso (Cuadro 2). En tanto que los frutos cuajados, destaca plantas PSM con más de 48% de amarre, el resto de los tratamientos tuvieron entre 16 y 23 frutos cuajados (Cuadro 2). Respecto al peso de fruto, los análisis de las plantas RCC y RSC produjeron el mayor peso de fruto, en contraste a las plantas de PSV y PSM que mostraron los frutos más pequeños (Cuadro 2). En el número de semillas por fruto, fue mayor en las plantas PSV y PSM comparado con las plantas RCC y RSC (Cuadro 2), esto puede interpretarse por el 'asilvestramiento' que aún conservan PSV y PSM. No se detectaron diferencias en la germinación (Cuadro 2).

Evaluación de plántulas de genotipos para uso de portainjerto

A 35 días posteriores, las plántulas de portainjertos e injerto alcanzaron la madurez adecuada para realizar la injertación. Se detectaron diferencias significativas en la altura de planta y el diámetro de tallo; el número de hojas no presentó diferencias (Cuadro 3). Como se observó, altura en plantas del tratamiento C superó a las plantas de tratamientos RCC y RSC, en cambio, las plantas del tratamiento PT fueron de menor altura.

Cuadro 3. Variables de desarrollo de plántulas de papaya de diferentes genotipos.

Tratamientos	Altura (cm) †	Diámetro de tallo (cm)	Hojas (núm.)
RCC	6.59 ab	0.17 a	5.03 a
C	6.81 a	0.14 ab	4.73 a
RSC	5.62 bc	0.14 ab	4.9 a
PT	5.16 c	0.12 b	5.36 a
CV	5.87	10.07	6.61
Significancia	NS

† Medias dentro de columnas seguidas de la misma letra no difiere (Tukey, 0.05); CV= coeficiente de variación; NS= no significativo; * = $p \leq 0.05$; *** = $p \leq 0.0001$

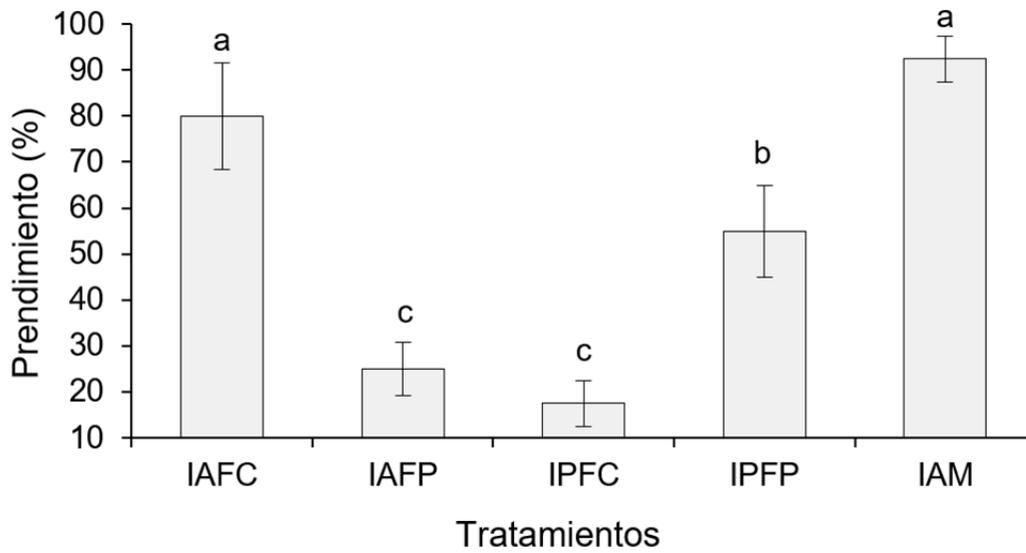
Por otra parte, la variable diámetro de tallo, reflejó diferencias estadísticas. Así, los tratamientos RCC, C y RSC fueron los de mayor grosor de tallo, aunque el mejor tratamiento para diámetro del tallo fue RCC con 0.17 cm. Asimismo, los tratamientos C y RSC, estadísticamente fueron iguales al tratamiento PT. Por su parte, la variable número de hojas, no presentó diferencias (Cuadro 3).

Evaluación de técnicas de injerto

El porcentaje de prendimiento en IAM e IAFC, alcanzaron 92.5% y el 80% de prendimiento, respectivamente; por lo que el primer tratamiento supera las expectativas de un injerto hortícola (Figura 1). Las plantas de IAFP, IPFC e IPFP, mostraron los porcentajes de prendimiento menores (Figura 1).

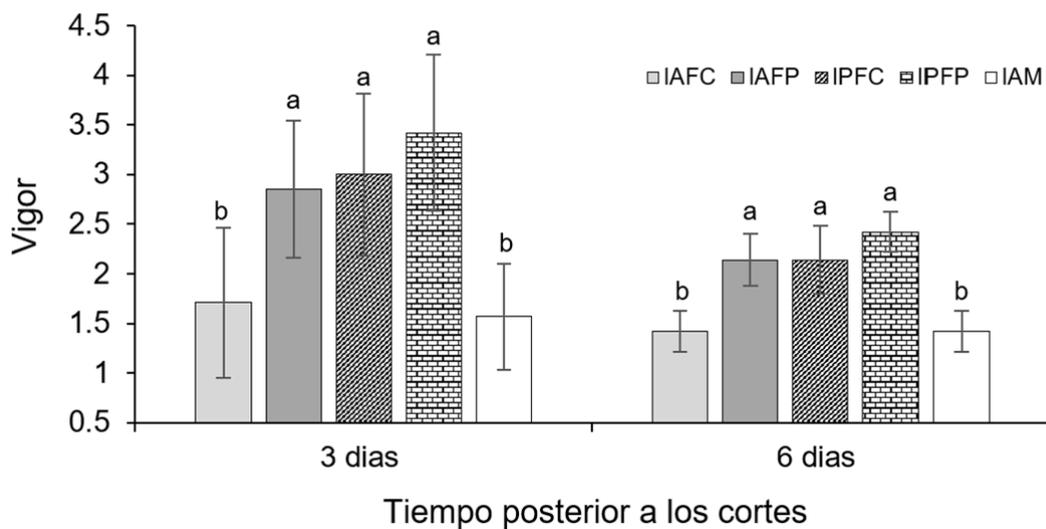


Figura 1. Prendimiento de métodos de injertos para papaya. Cada barra simboliza la media de n= 40 y DS. Letras diferentes indican diferencias (Tukey, 0.05).



Por otra parte, las plantas de IAM e IAFC presentaron el vigor de plántula mayor que el resto de los tratamientos (Figura 2).

Figura 2. Vigor de plántulas injertadas en dos tiempos de observación. Cada barra simboliza la media y DS. Letras diferentes indican diferencias (Tukey, 0.05).



Discusión

Los materiales denominados RCC y RSC, presentaron desarrollo semejante al tratamiento testigo, principalmente en variables morfológicas y algunas productivas. Esta condición es importante, ya que la similitud de tamaños permite uniformizar estos parámetros para asegurar el éxito de injertos. Como lo señala Niklas y Marler (2007), los materiales diferentes son considerados fuente de riqueza natural, además, son de interés agronómico para fines de mejoramiento y desarrollo agrícola (Hunter y Heywood, 2011).

En cuanto a peso de fruto, los tratamientos RCC y RSC presentaron frutos grandes de 2.09 y 1.8 kg, pero también los tratamientos PSV y PSM, presentan frutos de tamaño inferior pero sobresalientes. Al respecto, Manshardt (2014), reporta poblaciones de papaya con peso de fruto inferior a 100 g, lo cual asemeja a lo encontrado en el presente estudio. Aunque el número de semillas, los frutos de PSV y PSM aun con menor tamaño, tuvieron la mayor cantidad de semillas, por lo que es posible que los materiales de estos tratamientos aun conserven nivel de 'asilvestramiento'.

Pero, la semilla es una característica distinguible, ya que plantas silvestres contienen mayor número de semilla que poblaciones cultivadas, pero de menor tamaño (Paz y Vázquez-Yanes, 1998). La germinación fue parecida los tratamientos, aunque esto dependerá de factores, ambientales, al respecto Soriano-Melgar *et al.* (2016) reportaron porcentajes de germinación entre 10 a 47%. Por lo que respecta al vigor de planta como variable que refleja el estado y porte de las plantas, los portainjertos fueron muy estables.

Sobre la valoración del desarrollo inicial de plántula de papaya para uso como portainjerto e injerto, es importante señalar que independientemente si se desean plántula para injertar o no, se debe producir plántulas de calidad. Para esto, la elección de medios de crecimiento debe ser adecuados, ya que influirán directamente en la germinación, enraizamiento y desarrollo de plántulas (Meena *et al.*, 2017), incluso, algunos aditivos a suministrar, principalmente enmiendas orgánicas y biorreguladores favorecen positivamente la germinación, el desarrollo y la calidad radical (Desaid *et al.*, 2017).

Por lo anterior, en la producción de plántula, además de la variable altura de planta como indicador de estado, es importante que las plántulas presenten grosor en el diámetro tallo, con ello, se facilitan, la manipulación de plántulas, los cortes y la fijación de dispositivos (Kumar y Sanket, 2017), característica que presentaron los tratamientos RCC, C y RSC. Por otra parte, las técnicas de injerto de aproximación e injerto de púa (Lee y Oda, 2003) son los de mayor afinidad; no obstante, varios son los factores involucrados que facilitan la calidad de los injertos.

De hecho, en papaya un factor implicado e importante es la contaminación bacterial (Allan *et al.*, 2010), aunque en este trabajo no se presentó. Como se observó el prendimiento por operación del injerto bajo los métodos IAFC e IAM alcanzaron valores de 80% y el 92.5% de prendimiento, respectivamente y el vigor de plántula injertada tendieron a contener más vigor de plántula, con ello, se asegura el éxito en proyecciones de producción de plántula de papaya de calidad a escala mayor.

Los otros tratamientos, donde se incluye el injerto de púa, también respondieron en papaya, aunque con porcentaje de prendimiento bajo y menor vigor de plántula post-injerto, por lo que es posible mejorarlos con otras estrategias (Van-Hong y Chung-Ruey, 2018). La desventaja del injerto de púa es que es necesario el control de temperatura y humedad, en cambio el método de injerto de aproximación es posible desarrollarlo sin necesariamente cumplir estas condiciones; sin embargo, la calidad de las plántulas está muy influenciada por los medios de crecimiento (Agbo y Omaliko, 2006).

Cabe señalar que este método de injerto de púa generalmente se emplea en otras especies (Haghighi *et al.*, 2016); sin embargo, en papaya respondió bien, pero es de destacar que las condiciones de desarrollo no implicaron el control de temperatura y humedad como se detalla en otras especies y estrictamente como se establece en la literatura (Hassell *et al.*, 2008), lo que hace interesante este trabajo, ya que incluso uno de los injertos de púa, tuvieron prendimiento. El injerto

en otras especies, sobre el tiempo de recuperación incrementa la uniformidad, vigor de plántula y resisten mayormente los estreses bióticos y abióticos (Leonardi y Romano, 2004), lo que asemeja con los resultados obtenidos.

Conclusiones

Los genotipos mostraron capacidad de desarrollo y productividad, por lo que son líneas con potencial para empleo como portainjertos, ya que, las características morfológicas se asemejan a los calibres que presentan los materiales comerciales sujetos a injertar. Respecto al estado de plántula, los materiales de portainjertos presentaron desarrollo apropiado en todas las variables, por lo que, es posible programar su establecimiento de siembra, a fin de sincronizar el proceso de injerto en plántulas de papaya.

Con relación al método de injerto para papaya, el injerto de aproximación modificado (IAM) fue sobresaliente, por su alto porcentaje de prendimiento (92.5%); asimismo, las plántulas injertadas bajo este método fueron vigorosas a los tres y seis días posterior al corte.

Agradecimientos

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

Bibliografía

- 1 Agbo, C. V. and Omaliko, C. M. 2006. Initiation and growth of shoots of *Gongronema latifolia* Benth stem cutting in different rooting media. *African Journal of Biotechnology*. 5(5):425-428.
- 2 Antunes, C. F.; Filerb, D. and Renner, S. S. 2014. Taxonomy in the electronic age and e-monograph of the papaya family (Caricaceae) as an example. *Cladistics*. 31(3):321-329.
- 3 Allan, P. 2007. Phenology and production of *Carica papaya* 'Honey Gold' under cool subtropical conditions. *Acta Horticulturae*. 740:217-223.
- 4 Allan, P.; Clark, C. and Laing. M. 2010. Grafting papayas (*Carica papaya* L). *Acta Horticulturae*. 851:253-258.
- 5 Álvarez-Hernández, J. C.; Castellanos-Ramos, J. Z.; y Aguirre-Mancilla, C. L. 2019. Exploración y caracterización de poblaciones de *Carica papaya* y *Jacaratia mexicana*: particularidades de frutos. *Polibotánica*. 48:43-57.
- 6 Badillo, V. M. 2000. *Vasconcella* St.-Hil. (Caricaceae) con la rehabilitación de este último. *Ernstia*, ser. 2. 10:74-79.
- 7 Barchuk, A. H. and Diaz, M. P. 2000. Growth vigour and survival of *Aspidosperma quebracho-blanco* and *Prosopis chilensis* plantations in the arid Chaco. *Quebracho*. 8:17-29.
- 8 Coria, A. V. M.; Álvarez, H. J. C.; Venegas, G. E. y Vidales, F. I. 2017. Agenda técnica agrícola de Michoacán. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, (COFUPRO), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). México. 270 p.
- 9 Desaid, A.; Pachal, B.; Trivedi, A. and Prajapati. D. 2017. Studies on seed germination and seedling growth of papaya (*Carica papaya* L.) cv. Madhubindu' as influenced by media, GA3 and cow urine under net house conditions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 6(4):1448-1451.
- 10 FAOSTAT. 2021. Estadísticas de la producción mundial de papaya. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>.

- 11 García, A. E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 246 p.
- 12 Hassell, R. L.; Memmott, F. and Liere, D. G. 2008. Grafting methods for watermelon production. *HortScience*. 43(6):1677-1679.
- 13 Haghighi, M.; Sheibanirad, A. and Pessaraki, M. 2016. Cucurbit Grafting: methods, physiology, and responses to stress. *In*: Pessaraki, M. Ed. Handbook of cucurbits. Growth, cultural practices, and physiology. CRC Press, Taylor and Francis Group. FL US. 255-272 pp.
- 14 Hammer, Ø. 2018. PAST V. 3.2 Reference manual. Natural History Museum, University of Oslo. 262 p.
- 15 Hunter, D. and Heywood, V. 2011. Crop wild relatives. A manual of *in situ* conservation. Biodiversity International. Earthscan. London, UK. 414 p.
- 16 Kawaguchi, M.; Taji, A.; Backhouse, D. and Oda, M. 2008. Anatomy and physiology of graft incompatibility in solanaceous plants. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*. 83(5):581-588.
- 17 Kumar, B. A. and Sanket, K. X. 2017. Grafting of vegetable crops as a tool to improve yield and tolerance against diseases: a review. *International Journal of Agriculture Sciences*. 9(13):982-987.
- 18 Lee, J. M. and Oda, M. 2003. Grafting of herbaceous vegetables and ornamental crops. *Horticultural Reviews*. 28:61-124.
- 19 Leonardi, C. and Romano, D. 2004. Recent issues on vegetable grafting. *Acta Horticulturae*. 631:163-174.
- 20 Lima, L. A.; Naves, R. V.; Ramos, M. F. and Yamanishi, O. K. 2018. Evaluation of growth of papaya (*Carica papaya* L.) fruits in plants propagated from seeds and by grafting, because of the accumulated degree-days. *Acta Horticulturae*. 1229:163-170.
- 21 Manshardt, R. 2014. History and future of the solo papaya. *In*: Ming, R. and Moore, P. H. Ed. Genetics and genomics of papaya. Springer New York. Heidelberg Dordrecht London. 95-113 pp.
- 22 Meena, A. K.; Garhwal, O. P.; Kumar, M. A. and Sing, S. P. 2017. Effect of different growing media on seedling growth parameters and economics of papaya (*Carica papaya* L.) cv. Pusa Delicious'. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 6(6):2964-2972.
- 23 Niklas, K. J. and Marler, T.E. 2007. *Carica papaya* (caricaceae): a case study into the effects of domestication on plant vegetative growth and reproduction. *American Journal of Botany*. 94(6):999-1002.
- 24 Paz, L. and Vázquez-Yanes, C. 1998. Comparative seed ecophysiology of wild and cultivated *Carica papaya* trees from a tropical rain region in Mexico. *Tree Physiology*. 18(4):277-280.
- 25 SAS Institute Inc. 2002. The SAS System for Windows 9.0. Cary, N.C. USA. 421 p.
- 26 Senthilkumar, S.; Kumar, N.; Soorianathasundaram, K. and Jeya-Kumar, P. 2014. Aspects on asexual propagation in papaya (*Carica papaya* L.) a review. *Agricultural Review*. 35(4):307-313.
- 27 Senthilkumar, S.; Kumar, N.; Soorianathasundaram, K. and Arun-Kumar, K. 2016. Grafted papayas: a boon for the dioecious papaya industry. *Current Science*. 111(8):1287-1288.
- 28 SIAP-SADER. 2023. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Estadísticas de la producción nacional de papaya. <https://nube.siap.gob.mx/avance-agricola/>.

- 29 Soriano-Melgar, L. L. A.; Alcaraz-Meléndez, L.; Rodríguez-Álvarez, M. y Real-Cosío, S. 2016. Colecta y conservación *in vitro* y *ex situ* de recursos fitogenéticos de *Carica papaya* L. Agroproductividad. 9(4):28-32.
- 30 Van-Hong, N. and Chung-Ruey, Y. 2018. Rootstock age and grafting season affect graft success and plant growth of papaya (*Carica papaya* L.) in greenhouse. Chilean Journal of Agricultural Research. 78(1):59-67.



Portainjertos promisorios y manejo peculiar de la técnica de injerto para papaya

Journal Information
Journal ID (publisher-id): remexca
Title: Revista mexicana de ciencias agrícolas
Abbreviated Title: Rev. Mex. Cienc. Agríc
ISSN (print): 2007-0934
Publisher: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Article/Issue Information
Date received: 01 January 2025
Date accepted: 01 March 2025
Publication date: 26 March 2025
Publication date: Feb-Mar 2025
Volume: 16r
Issue: 1
Electronic Location Identifier: e3363
DOI: 10.29312/remexca.v16i2.3363

Categories

Subject: Artículo

Palabras clave:

Palabras clave:

Carica papaya
ecotipos de papaya
'patrón'
vigor de planta

Counts

Figures: 2
Tables: 3
Equations: 0
References: 30
Pages: 0