

Propagación vegetativa de higueras locales: acodo aéreo y miniestacas

Vegetative propagation of local fig trees: aerial layer and mini stake

José Alberto Urrieta Velazquez^{1*}, Hilario Macías Rodríguez¹, Jesús Arcadio Muñoz Villalobos²

¹CENID-RASPA, INIFAP. Km. 6.5 Margen Derecha Canal de Sacramento S/N, Ejido Las Huertas, Gómez Palacio, Durango. CP. 35140.

²CIRNOC-INIFAP, Campo Experimental Delicias; Carretera Delicias-Rosales, km. 2.5, Delicias, Chihuahua. CP. 3300

*Autor para correspondencia: urrieta.jose@inifap.gob.mx

RESUMEN

La demanda de higos en los mercados internacionales causó un incremento en la superficie sembrada en México, aumentando la demanda de planta para establecer altas densidades de plantación y creando la necesidad de propagar higuera. Uno de los problemas de la propagación es que se han desplazado de una región a otra, causando baja adaptabilidad, pérdidas por diversas condiciones de clima y suelo y frenando su éxito comercial. El INIFAP genera tecnologías para la reproducción masiva de higueras locales adaptadas a cada región, y por lo cual el objetivo de ésta investigación fue comparar el crecimiento de acodos aéreos usando enraizadores comerciales y un extracto de ocotillo con la propagación por miniestaca. Así, se enraizaron estacas de la variedad Black mission de 2-3 entrenudos usando una mezcla de peatmoss y perlita (50:50) en bolsas negras (8 litros), mientras que para los acodos se utilizó solo peatmoss número dos humedecido con enraizadores comerciales, extracto de ocotillo (*Fouquieria splendens*) y un testigo con solo agua. Las variables registradas fueron número de callos por entrenudo, número de raíces por entrenudo, diámetro de raíces, biomasa seca de raíz, hojas y tallos, y el costo de acodos y minivareta. Las variables se analizaron realizando un ANOVA y la prueba de Tukey para la comparación de medias. Los resultados mostraron que con el extracto de ocotillo 2 se forman más rápido las raíces y presentan mayor biomasa y diámetro en comparación con los enraizadores comerciales, aunque en las variables registradas no se tuvieron diferencias estadísticas significativas. Por su costo, el acodo aéreo es más barato (\$40.36 MXN) que la minivareta (\$45.10 MXN) debido a que no requiere más manejo agronómico como el riego, fertilización y tratamientos fitosanitarios. El método de propagación vegetativa por acodo aéreo es más recomendable para la multiplicación masiva de higueras locales.

Palabras clave: propagación, enraizador, extracto, ocotillo

ABSTRACT

The demand for figs in international markets caused an increase in the planted area in Mexico, increasing the demand for plants to establish high planting densities and creating the need to propagate the fig tree. One of the problems with the spread is that they have moved from one region to another, causing low adaptability, losses due to various climate and soil conditions, and slowing down their commercial success. INIFAP generates technologies for the mass reproduction of local fig trees adapted to each region, and therefore the objective of this research was to compare the growth of air layering using commercial rooters and an ocotillo extract with propagation by mini-stakes. Thus, cuttings of the Black mission variety with 2-3 internodes were rooted using a mixture of peatmoss and perlite (50:50) in black bags (8 liters), while only peatmoss number two moistened with commercial rooting agents was used for layering. , ocotillo extract (*Fouquieria splendens*) and a control with only water. The variables recorded were number of calluses per internode, number of roots per internode, root diameter, dry biomass of roots, leaves and stems, and the cost of layers and minivareta. The variables were analyzed by performing an ANOVA and the Tukey test for comparison of means. The results showed that with ocotillo 2 extract, roots form faster and have greater biomass and diameter compared to commercial rooters, although there were no significant statistical differences in the recorded variables. Due



to its cost, air layering is cheaper (\$40.36 MXN) than minivareta (\$45.10 MXN) because it does not require more agronomic management such as irrigation, fertilization and phytosanitary treatments. The vegetative propagation method by air layering is more recommended for the massive multiplication of local fig trees.

Keywords: propagation, rooter, ocotillo

INTRODUCCIÓN

La higuera es un frutal que se dispersó al resto del mundo de la región mediterránea, en la cual era deshidratado y usado como alimento para cruzar los desiertos (Janick, 2010; Stover *et al.*, 2007). A México fue introducido durante la conquista y desde entonces se incorporó como una especie de traspatio para aprovechar sus frutos y como planta medicinal (Carrillo, 1991). Recientemente, el higo ha tenido un boom en el mercado nacional e internacional debido a sus propiedades nutraceuticas que ayudan a prevenir algunos tipos de cánceres y otros padecimientos (Badgujar *et al.*, 2014; Çalişkan y Polat, 2011; Pacheco y Arenas, 2017; Rangel y Rosas, 2018). Esto ha generado una gran demanda de fruto, la cual se está tratando de cubrir mediante sistemas intensivos de producción en condiciones protegidas y cultivo hidropónico (Mendoza-Castillo *et al.*, 2019), e incrementando la superficie de cultivo. Con ello ha sido necesario abastecer de planta o material vegetal para las nuevas plantaciones en diferentes regiones, lo cual ha provocado desplazamiento de germoplasma de una región a otra en el territorio nacional. A nivel de campo, esta situación ha tenido dos grandes desventajas: una, es que se han desplazado junto con el material vegetal problemas fitosanitarios, la otra, es que el germoplasma no está adaptado a las regiones donde se desplaza, por lo cual los productores tienen que lidiar con problemas fitosanitarios y falta de producción, como ocurre en el norte del país; donde las bajas temperaturas no han dejado incrementar la superficie y producir higos. La recomendación es que se usen las poblaciones locales o regionales que fueron introducidas desde hace treinta o más años, por lo cual es necesario buscar las higueras de traspatio para su propagación. Por la demanda de planta, es necesario buscar métodos rápidos de propagación para asegurar el abastecimiento. Al respecto, se han utilizado varios métodos con diferentes fines, como lo es la propagación in vitro para obtener plantas libres de virus (Elazab y Shaaban, 2015; Flores *et al.*, 2009), estacas para la producción masiva de planta de vivero y acodos aéreos (Macías *et al.*, 2015). La mayoría de éstos

métodos emplean mezclas de sustancias a base ácido indolacético, ácido naftalenacético y nutrientes como el fósforo, microelemento e incluso ácidos húmicos y fúlvicos (Rajeswara *et al.*, 2008; Srisakanda *et al.*, 2021). Todos ellos relacionados con la estimulación del crecimiento de raíces, formación de callos radicales o formación de pelos radicales (). Con base en ello y para generar una alternativa de propagación masiva de higuera en el norte del país, se planteó como objetivo de esta investigación comparar dos métodos de propagación vegetativa de higuera regional.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó usando germoplasma de higueras de más de treinta años de plantadas en la Región Lagunera. Dicho material genético tenía dos años de plantado en un predio del rancho "La Victoria" ubicado en Parras, Coahuila (25°35'54" LN y 101°55'35" LO), en el cual se hicieron los acodos aéreos y se obtuvieron las miniestacas. Los acodos se hicieron en árboles eligiendo ramas de al menos 1.5 cm de diámetro y mala orientación (crecimiento hacia el suelo o cruzado con otras ramas), debido a que son ramas que serán podadas en la formación de la higuera. Se utilizó peatmoss comercial colocando aproximadamente 300 mL del mismo en una hoja de aluminio resistente, que fue colocado en la rama cuyas hojas fueron retiradas en al menos 5 entrenudos; área en la cual se retiró la corteza para exponer el cambium y aplicar los tratamientos. Los tratamientos consistieron en usar sustancias enraizadoras para humedecer el sustrato y tratar la zona del acodo. Los tratamientos utilizados se describen en el Tabla 1, donde el extracto de ocotillo se hizo quitando la corteza de los tallos de ocotillo (*Fouquieria splendens*) para macerarla y mezclarla con alcohol etílico al 70% (1:4, P:V), el cual se aplicó a las 24 horas después de preparado (extracto 1: sin madurar) y siete días después de haberse mezclado (extracto 2: maduro), para compararlos con dos enraizadores comerciales (enraizador 1: 1200 ppm de auxinas, 45 ppm de citocininas; enraizador 2: 9% de N, 45% P2O5, 0.6% de Mg, 0.8% de azufre, 400 ppm de complejo auxínico) y un testigo. Una vez



cubierto con el papel aluminio y el sustrato, se debe presionar hasta dejarlo compacto y se sujeta con cinta adhesiva canela iniciando de la parte baja hacia la yema apical de la rama acodada.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en acodos aéreos de higuera.

Simbología	Tratamiento	Dosis
T1	Testigo	Solo agua
T2	Enraizador 1	20 mL/L.
T3	Enraizador 2	10 g/L.
T4	Extracto fresco	20 mL/L
T5	Extracto maduro	20 mL/L

Las variables analizadas se registraron a los 60 días después de haber hecho los acodos registrando el número de callos por entrenudo, número de raíces por entrenudo, diámetro de las raíces, biomasa de los acodos y costo del acodo.

Las estacas se obtuvieron de las mismas higueras cortando tallos de 2-3 entrenudos (mini estacas) con crecimiento activo (Chalfun *et al.*, 2003), las cuales fueron sumergidas en una solución de enraizador comercial (11% de N, 55% de P₂O₅, 0.28% de ácido naftalenacético, 0.02% de ácido indolbutírico y 2% de ácidos fúlvicos) y fungicida (1 gr por litro de deprodicto comercial a base de azoxystrobin) durante diez minutos. Posteriormente se colocaron en bolsas de 8 litros en una mezcla de peatmoss y perlita (50:50, V/V) y se humedecieron con agua y el mismo fungicida y enraizador. Se evaluó el costo para tener una planta de vivero. Las variables registradas se analizaron usando el diseño de bloques completos con tratamientos aleatorizados realizando un análisis de varianza y una prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) utilizando el software SAS/STAT v9.3 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los acodos aéreos al momento del muestreo no presentaron diferencias estadísticas significativas en el diámetro del tallo ($\alpha = 0.05$), lo cual nos indica que hubo homogenidad en las ramas seleccionadas para el acodado. Al comparar el número de callos por entrenudo entre los enraizadores comerciales y el testigo con el extracto de ocotillo, tanto maduro como no maduro, no se observaron diferencias estadísticas significativas (Figura 1). El número de callos con el extracto de ocotillo es menor debido a que algunos de ellos ya eran raíces funcionales.

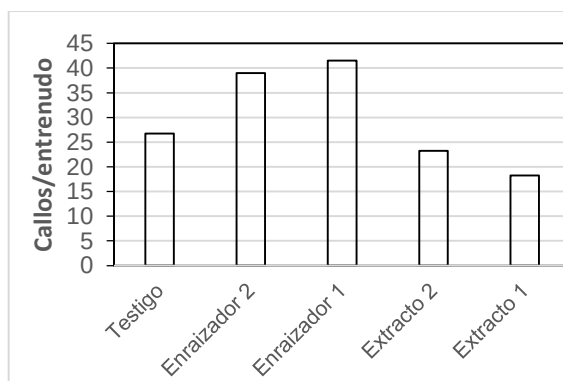


Figura 1. Efecto del extracto de ocotillo en la formación de callos radicales en acodos aéreos de higuera.

A pesar de que todos los tratamientos formaron callos, el enraizador 2 no había formado raíces como se observa en la Figura 2. En el número de raíces por entrenudo (Figura 2), el extracto 2 de ocotillo registró la mayor cantidad de raíces, sin embargo, no se detectaron diferencias estadísticas significativas. No obstante, es mejor aplicar el extracto maduro de ocotillo para un mejor enraizamiento de los acodos por estimular la formación de raíces en menor tiempo.

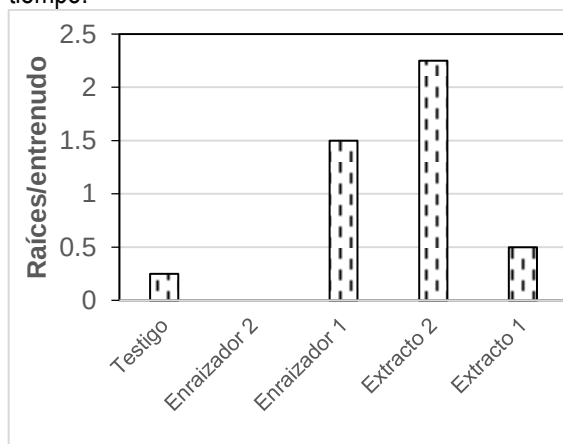


Figura 2. El extracto de ocotillo en la formación de raíces de higuera con resto a enraizadores comerciales.

El diámetro de las raíces fue similar entre los enraizadores comerciales, el testigo y el extracto de ocotillo (Figura 3), no obstante, las raíces en el testigo tienden a ser más delgadas. Es posible que los nutrientes y sustancias orgánicas tanto de los enraizadores comerciales como del extracto de ocotillo estimulen un mayor crecimiento de raíces. Y por lo cual es mejor usar el extracto de ocotillo debido a su costo.

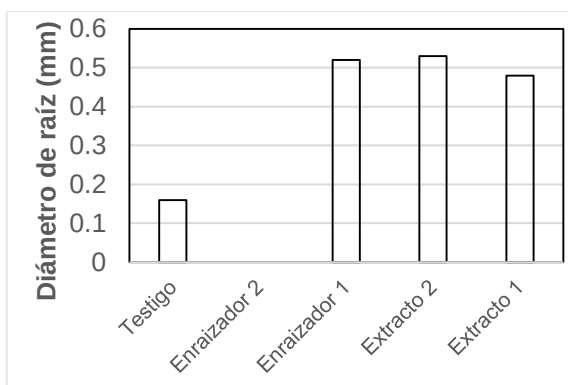


Figura 3. Efecto del extracto de ocotillo en el diámetro de raíz de higuera con respecto a enraizadores comerciales.

En términos de biomasa seca acumulada, los acodos aéreos de higuera tuvieron mejor acumulación de biomasa en tallos, hojas y raíz a pesar de no observar diferencias estadísticas significativas (Figura 4). Este crecimiento en los acodos es importante al momento de cosecharlos y realizar el trasplante, ya que la cantidad de raíz que se tiene en un acodo puede no abastecer de agua a la parte aérea. En este caso es necesario podar algunas hojas (30%) mientras la raíz se aclimata y es totalmente funcional en terreno definitivo, sobre todo en climas cálidos y secos como la Región Lagunera, donde es importante que las higuera tengan un buen contenido de carbohidratos para tolerar las altas temperaturas (Ersoy *et al.*, 2003). Además de la poda, se debe desinfectar el suelo y raíz al momento del trasplante para asegurar el establecimiento de las higuera. En la investigación también se observó una correlación positiva entre el tamaño de la rama acodada y el diámetro del tallo, lo cual puede ser un buen indicador del vigor que se tendrá en los acodos pues, las reservas en esos tejidos, es mayor y tienen más posibilidades de prendimiento de los acodos y sobrevivencia en campo.

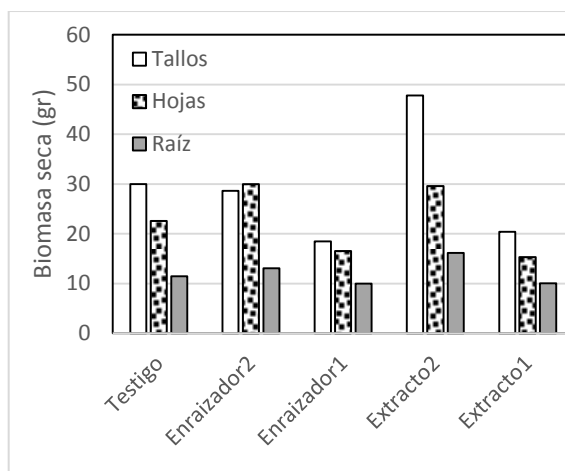


Figura 4. Biomasa seca de acodos aéreos de higuera enraizados con productos comerciales y extracto de ocotillo.

Además de su efectividad biológica, otro factor determinante en la adopción de tecnologías para la producción es su costo, el cual se presenta en el Tabla 2 para los acodos aéreos de higuera. Este es muy importante para estimar los costos de establecimiento de higuera para la producción, pues es importante contar con planta de buena calidad, que en el caso de los acodos deben tener raíz sana y con el sustrato cubierto de raíz, además de estar libre de hongos, bacterias o virus. Esto es posible lograrlo con los acodos aéreos porque están aislados del suelo en contraste con la propagación por estaca. Por lo cual en plantaciones recientes en altas densidades de hasta 3000 en campo abierto, el costo mínimo por los acodos sería de \$122,880.00 MXN y el máximo de \$123,630.00 MXN usando enraizadores comerciales, mientras que usando el extracto de ocotillo sería de \$121,080.00 MXN, lo que representa un ahorro por hectárea de \$1,800.00-\$2,550.00 MXN.

Tabla 1. Costo de los acodos de higuera con enraizadores comerciales y extracto de ocotillo.

	Testigo	EN2	EN1	EX2	EX1
Costo	\$0.00	\$2.00	\$2.25	\$1.40	\$1.40
Dosis (gr/L)	0	10	10	20	20
Acodo	\$34.66	\$34.66	\$34.66	\$34.66	\$34.66
Mano de obra	\$3.50	\$3.50	\$3.50	\$3.50	\$3.50
Cosecha	\$0.80	\$0.80	\$0.80	\$0.80	\$0.80
Costo/acodo	\$38.96	\$40.96	\$41.21	\$40.36	\$40.36

EN: enraizador; EX: extracto.

Las minivareta tuvieron un costo de \$6.00 MXN por el material vegetal, \$36.00 MXN por mezcabo de sustrato, \$1.30 MXN por llenado de bolsa, \$1.30 MXN por riego (3 meses), y \$0.50 MXN por fertilización y tratamientos fitosanitarios, dando un total de \$45.10 MXN por planta de vivero lista para el trasplante considerando tres meses para formarla (Figura 5). Con base en ello y la misma densidad de plantación (3000 higueras/ha), el costo por planta sería de \$135,300 MXN, \$14,220 MXN por hectárea más en comparación con acodos enraizados con extracto de ocotillo.



Figura 5. Propagación vegetativa de higuera por miniestaca (a) y estaca normal (b) en vivero.

Así podemos concluir que el método menos costoso para propagar higueras regionales e incrementar las superficies de cultivo es el acodo aéreo, a pesar de que se requiere el mismo tiempo para tener listo el material para su trasplante. Ello debido a que el acodo no requiere cuidados como el riego, fertilización o tratamientos fitosanitarios. También es importante tener en cuenta que las miniestacas una vez listas para el trasplante, es necesario transportarlas a terreno definitivo, mientras que los acodos aéreos pueden ser trasplantados directamente de la planta a la cepa. Aunque fuera necesario transportar los acodos, estos implican menor peso y por lo tanto un manejo más fácil en comparación con las miniestacas en bolsa.

De manera general, los resultados de los tratamientos con enraizadores comerciales y el extracto de ocotillo se observó un mejor crecimiento de la raíz en los acodos, por lo que es una alternativa natural para la propagación vegetativa de la higuera (Figura 6). Además, el costo del acodo usando dicha tecnología es más económico que la propagación con miniestaca por su manejo agronómico.



Figura 6. Higueras listas para trasplante: acodo aéreo (a) y miniestaca (b).

CONCLUSIONES

La formación de raíces y crecimiento de las mismas (diámetro de raíz y biomasa seca) en mejor usando el extracto de ocotillo madurado (Extracto 2) en comparación con enraizadores comerciales. Es más barato propagar vegetativamente higueras regionales usando acodo aéreo (\$40.36 MXN) que minivareta (\$45.10 MXN) con el mismo tiempo hasta obtener una planta lista para trasplante.

Fuente financiadora

Apoyos para la generación de tecnologías en INIFAP. Proyecto No. JAG.200.0204.2022.

LITERATURA CITADA

- Badgujar S. B., Patel V. V., Bandivdekar A. H., Mahajan R. T. (2014) Traditional uses, phytochemistry and pharmacology of *Ficus carica*: a review. *Pharmaceutical Biology*. 52: 11: 1487-1503. 10.3109/13880209.2014.892515
- Çalışkan O., Polat A. A. (2011) Phytochemical and antioxidant properties of selected fig (*Ficus carica* L.) accessions from Eastern Mediterranean region of Turkey. *Scientia Horticulturae* 128, 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.02.023>
- Carrillo T. C. (1991) La conquista biológica de América. *Ciencias* 23, 42-58. ISSN: 0187-6376. En línea: <https://www.revistaciencias.unam.mx/es/171-revistas/revista-ciencias-23/1558-la-conquista->

- biol%C3%B3gica-de-am%C3%A9rica.html
- Chalfun N. N. J., Pasqual M., Norberto P. M., Dutra L. F., Cavalcante-Alves J. M. (2003) Rooting of fig (*Ficus carica* L.) cuttings: cutting time and IBA. *Acta Horticulturae* 605, 137-140. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.605.21>
- Elazab D. S., Shaaban M. M. (2015) The impact of sucrose concentration on root growth and development in fig (*Ficus carica* L.) *In vitro*. *Assiut Journal of Agricultural Sciences* 46(6), 67-75. https://ajas.journals.ekb.eg/article_521_02c65239bfa050a6cc86d8a2abe8d8.pdf
- Ersoy N., Gozlekci S., Kaynak L. (2003) studies on changes of carbohydrates in the leaves of fig (*Ficus carica* L. cv. Beyaz Orak) grown in the Mediterranean conditions. *Acta Horticulturae* 605, 236-267. [10.17660/ActaHortic.2003.605.40](https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.605.40)
- Flores M. D. M., Jiménez B. V., Chacón C. R. 2009. Cultivo de tejidos en *Ficus carica* con miniestacas. *Agronomía Mesoamericana*. 20: 2: 319-325. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43713059012>
- Janick J. (2010) Fruits of the Bibles. *HortScience* 42 (5), 1072-1076. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.5.1072>
- Macías R. H., Rivera G. M., Palomo R. M., Muñoz V. J. A., Villa C. Ma. M. (2015) Acodo aéreo: alternativa para la producción intensiva de higo desde el primer año de plantación en macrotúneles. *AGROFAZ* 15 (2), 81-89.
- Mendoza-Castillo V. M., Pineda-Pineda J., Vargas-Canales J. M., Hernández-Arguello E. (2019) Nutrition of fig (*Ficus carica* L.) under hydroponic and greenhouse conditions. *Journal of Plant Nutrition* 42(11-12), 1350-1365. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1609510>
- Pacheco de la R. G. E., Arenas Reyes H. (2017) Diversificación de mercados: estrategia para el sector agroalimentario. In: Oportunidades de exportación ante la creciente demanda mundial de alimentos. *Claridades Agropecuarias* 276, 11-19. En línea: <https://info.aserca.gob.mx/claridades/marcos.asp?numero=276>
- Rajeswara R. K. V., Pulla R. Ch., Goud P. V. (2008) Effect of auxins on the rooting of fig (*Ficus carica* L.) hardwood and semi hardwood cuttings. *Indian Journal Agricultural Research* 42(1), 75-78. <https://arccarticles.s3.amazonaws.com/webArticle/articles/ijar2421009.pdf>
- Rangel H., Rosas O. 2018. El cultivo de higo, alternativa y rentable agronegocio. (Entrevista de radio Agro21, 31 de octubre de 2018). En línea: <https://www.inforural.com.mx/el-cultivo-de-higo-alternativa-y-rentable-agronegocio/>
- SAS Institute Inc. (2002-2010) SAS/STAT para Windows versión 9.3. Cary, N. C., USA.
- Sriskanda D., xuan L. Y., Ping K. S., Merican F., Subranmaniam S., Lynn C. B. (2021) An efficient micropropagation protocol for *Ficus carica* cv. Golden Orphan suitable for mass propagation. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 38, 102225. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102225>
- Stover E., Aradhya M., Ferguson L., Crisosto C. H. (2007) The fig: overview of an ancient fruit. *HortScience*. 42(5), 1083-1087. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.5.1083>