



DOI: [10.29298/rmcf.v13i70.1264](https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i70.1264)

Nota de Investigación

**Reforestación con esquejes de *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console. en Guanajuato**  
**Reforestation with cuttings of *Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console in Guanajuato**

Ricardo Rivera Vázquez<sup>1\*</sup>

María Guadalupe Herrera Hernández<sup>1</sup>

Salvador Horacio Guzmán Maldonado<sup>1</sup>

**Abstract**

To preserve natural resources, reforestation with useful native species has been proposed. An example of the above is *Myrtillocactus geometrizans*, commonly known as *garambullo*. This cactus grows in arid areas of Mexico and its fruit is considered a nutraceutical food due to its high content of phytochemical compounds. Therefore, the purpose of the project here described was to assess two reforestation direct systems: with cuttings and with cuttings developed at a nursery. Specimens were selected according to the characteristics of the fruits and health conditions of the plant; as a result, 1 000 cuttings were obtained to use in direct reforestation and 1 000 cuttings to be developed in the nursery. There were five rustic nurseries under the same management conditions to produce *garambullo* plants, recording new structures (such as roots) and vigor of the cutting. Reforestation was carried out in the *El Garabatillo* community, *Dolores Hidalgo* municipality, state of *Guanajuato*, where the species grows naturally. In the case of direct reforestation, the survival of the plant was 70.3 % with good plant development, while the survival of the plant at the nursery was 90.6 % with good root growth at the time of planting in the field. It was determined that both systems (direct planting and nursery development) are reliable for reforesting lands with *garambullo*, especially in regions where the species naturally exists.

**Key words:** Plant quality, rooting, cutting, *garambullo*, planting, rustic nursery.

**Resumen**

Para conservar los recursos naturales se ha propuesto la reforestación con especies nativas que tengan una utilidad. Ejemplo de lo anterior es *Myrtillocactus geometrizans*, conocido comúnmente como *garambullo*; esta cactácea crece en zonas áridas de México y su fruto se considera como un alimento nutraceutico por su alto contenido de compuestos fitoquímicos. Por ello, la finalidad del proyecto aquí descrito consistió en evaluar dos sistemas de reforestación directa, con esquejes y con esquejes desarrollados en vivero. Se seleccionaron ejemplares de acuerdo con las características de los frutos y condiciones de sanidad de la planta; como resultado se obtuvieron 1 000 esquejes para usarlos en reforestación directa y 1 000 esquejes para cultivarlos en vivero. Fueron cinco viveros rústicos bajo las mismas condiciones de manejo para producir planta de *garambullo*; se registró el desarrollo de estructuras nuevas (como raíces) y vigor del esqueje. La reforestación se realizó en la comunidad de *El Garabatillo*, municipio *Dolores Hidalgo*, *Guanajuato*, donde crece la especie de forma natural. En el caso de la reforestación directa, la supervivencia de la planta fue de 70.3 % con

una buena evolución de los ejemplares, mientras que la supervivencia de la planta en vivero fue de 90.6 % con un buen desarrollo radicular al momento de la plantación en campo. Se determinó que ambos sistemas (plantación directa y desarrollo en vivero) son confiables para reforestar predios con garambullo, sobre todo en regiones donde la especie existe en forma natural.

**Palabras clave:** Calidad de planta, enraizamiento, esqueje, garambullo, plantación, vivero rústico.

Fecha de recepción/Reception date: 8 de diciembre de 2021

Fecha de aceptación/Acceptance date: 24 de febrero de 2022

---

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, México.

\*Autor para correspondencia; correo-e: [rivera.ricardo@inifap.gob.mx](mailto:rivera.ricardo@inifap.gob.mx)

*Myrtillocactus geometrizans* (Mart. ex Pfeiff.) Console (garambullo) es una planta endémica de México que forma parte de los sistemas naturales, principalmente, en matorral xerófito y áreas de transición con selva baja caducifolia; crece en planicies, mesetas y laderas secas en altitudes de 1 650 a 2 200 m. Su distribución en México incluye los estados de Aguascalientes, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas (Terrones *et al.*, 2014).

Los sistemas naturales donde existe la especie de interés están en zonas áridas y semiáridas, en donde predomina un clima seco árido, semicálido, con lluvias en verano; precipitación promedio anual entre 380 y 450 mm y temperatura promedio de 21 °C. Los suelos suelen ser pedregosos, arenosos, muy permeables (pH 6.5 a 7.0), sin encharcamientos y contenidos importantes de yeso, caliza y sales (Meyrán y López, 2003).

*M. geometrizans* es una planta suculenta arborescente con un tronco bien definido y ramificación abundante que forma una copa amplia; su altura promedio es de 3 a 4 m. Las ramas principales se separan en estructuras encorvadas de color verde azulado. Cada rama tiene seis costillas redondeadas con espinas radiales y una central más grande. Las flores son de color blanco-verdosas, y el fruto es una baya globosa elipsoide, de color rojo-púrpura de 1 a 2 cm de diámetro, y sin espinas; con semillas pequeñas aplanadas (Bravo y Sánchez, 1978; Terrones *et al.*, 2004).

Una característica sobresaliente del fruto es su calidad nutrimental, pues tiene un alto contenido de fibra (hasta 36.9 %), de vitamina C (26.5 mg 100 g<sup>-1</sup>) y minerales como potasio, hierro y zinc (Guzmán-Maldonado *et al.*, 2010).

La zona de estudio muestra una alta población de garambullos en etapas adultas, pero no así en estadios juveniles, debido al sobrepastoreo que impide la regeneración natural.

Por el potencial productivo del fruto es posible considerar a *M. geometrizzans* como un cultivo alternativo (Moreno-Hernández, *et al.*, 2011), que permita contribuir a la conservación de la biodiversidad, por medio de la reforestación y un plan adecuado de aprovechamiento del fruto; además de mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades, al recibir ingresos por su comercialización. Por lo anterior, la finalidad del proyecto que se describe consistió en evaluar la supervivencia en campo de garambullo mediante dos sistemas de reforestación: con esquejes plantados directamente en el terreno y con planta producida en viveros rústicos.

El trabajo se realizó en la comunidad de Garabatillo, en el municipio Dolores Hidalgo, Guanajuato, México. La comunidad tiene un área de uso común de 300 ha que se ubica entre los 21.317925 N y -100.748816 O. El clima es tipo BShw (semiseco con lluvias en verano), y el tipo de suelo predominante es el Feozem (Inegi, 2017). Las comunidades alrededor del área realizan la recolección del fruto para su venta.

La metodología consistió en seis etapas:

Primera etapa: selección de ejemplares. Con base en la experiencia del productor, se escogieron los primeros individuos de acuerdo con las características deseadas en los frutos (grandes, de buen sabor y de maduración temprana); la actividad se realizó en 2018, durante la época de producción (junio-agosto). Posteriormente, de los ejemplares identificados se hizo una selección de acuerdo con un protocolo simple de recolección de material vegetal (Johnson y Emino, 1979 citado por Villavicencio *et al.*, 2011), en el cual se eligieron plantas adultas con gran número

de ramas, vigorosas, en etapa de producción y sin daños aparentes ocasionados por el sol, plagas o enfermedades (Figura 1).



A



B

A = Selección inicial de ejemplares; B = Selección final de ejemplares.

**Figura 1.** Proceso de selección de ejemplares de garrambullo.

Segunda etapa: recolección de material vegetal. La recolecta se llevó a cabo a finales de la primavera (junio) de 2019. Se cortaron dos mil esquejes que cumplieran con la longitud de 20 a 50 cm en promedio, de forma tangencial a nivel de la base del tallo de la rama, con un machete previamente desinfectado en alcohol. Se transportaron el mismo día del corte (Figura 2), para prevenir problemas fúngicos; para ello, los esquejes se desinfectaron en una solución de hipoclorito de sodio (al 5 % por cinco minutos), se quitó el exceso con agua corriente; enseguida se escurrieron y se dejaron de 15 a 20 días en un área sombreada y con ventilación para permitir la cicatrización del corte. Mil esquejes se destinaron a los viveros y los otros mil a la reforestación directa.



C D  
C = Recolecta de esquejes; D = Traslado de esquejes.

**Figura 2.** Recolecta y transporte de los esquejes.

Tercera etapa: establecimiento en viveros rústicos. Se establecieron mil esquejes en cinco viveros rústicos, considerados así porque se tenía una sombra natural bajo árboles y otros garambullos de mayor porte, con capacidad de 200 ejemplares en cada uno; estos viveros estuvieron a cargo de cinco mujeres que recolectan el fruto de garambullo cotidianamente. Las condiciones de suelo y manejo fueron similares en los cinco viveros. Se les aplicaron riegos quincenales ligeros y deshierbes manuales. En cada cama de producción del vivero se utilizó como sustrato el mismo suelo que estaba en el área, el cual se “solarizó” durante 30 días; es decir, se incrementó su temperatura para provocar la muerte de microorganismos; en este caso se usó un plástico negro en la parte baja y un plástico transparente en la parte superior, se taparon las orillas para evitar la aireación. Al momento del establecimiento de los esquejes en el sustrato, se sumergió la base del esqueje en un enraizador en polvo (Rootex® 300ppm).

El periodo de los esquejes en el vivero fue de un año; al finalizar, se hizo una evaluación de los ejemplares vivos destinados a la reforestación (Figura 3). Se descartaron los que pasaban por un proceso de pérdida de turgencia (no enraizaban), que no tenían brotes nuevos, y que, al sacarlos del suelo, el sistema radicular estaba poco desarrollado.



E



F

E = Establecimiento en vivero; F = Evaluación en vivero.

**Figura 3.** Seguimiento y evaluación de esquejes en los viveros rústicos.

Cuarta etapa: reforestación con esquejes sin enraizar. Mil esquejes se usaron para hacer una reforestación directa en el área donde existe la especie, pero casi sin existencias. Este trabajo se llevó a cabo a principios de la temporada de lluvias (junio de 2019), mediante un cajete de 40 × 40 × 40 cm en el que se incorporaba un tercio del esqueje en el suelo. Se procuró establecerlos, en la mayoría de los casos, junto a plantas “nodrizas” para protegerlos del sol. Una planta nodriza se considera cualquier planta que provee sombra y mejora el microclima en cuanto a temperatura y humedad. De acuerdo con Neri-Luna *et al.* (1993), las plantas en etapas tempranas son sensibles al exceso de radiación solar que provoca que la clorofila se foto-oxide.

Quinta etapa: reforestación con esquejes enraizados. Antes de finalizar el periodo de enraizado en cada vivero, se evaluó la supervivencia de los esquejes en vivero (200 en cada uno) mediante un registro del número de esquejes vivos a los meses seis, siete, ocho, diez y doce (Cuadro 1). El promedio de supervivencia fue de 62.6 %, valor aceptable cuando no se tienen antecedentes de su propagación por esquejes, pero puede mejorar el proceso en cuanto al sustrato o manejo.

**Cuadro 1.** Supervivencia de esquejes en los viveros establecidos.

Mes	Porcentaje de esquejes vivos					Esquejes Promedio (%)
	Vivero 1	Vivero 2	Vivero 3	Vivero 4	Vivero 5	
6	88.0	79.0	89.0	90.0	80.0	85.2
7	78.5	70.0	76.0	86.5	72.0	76.6
8	74.0	61.5	71.5	78.5	64.0	70.1
10	69.0	56.5	68.0	71.0	57.5	65.0
12	66.5	54.5	65.0	69.0	55.0	62.6

Para seleccionar los esquejes que se usarían en la reforestación, se determinó la calidad de planta con base en los parámetros descriptivos de vigor o apariencia (Buena: turgencia y color definido, Regular: turgencia y color indefinido, Malo: poca turgencia y color opaco), de crecimientos nuevos (Presencia: con desarrollo de hojas y flores, No presencia: sin hojas y flores), desarrollo de raíz (Buena: alta presencia de raíces, Regular: poca cantidad de raíces, Mala: sin presencia de raíces) y plagas o enfermedades (Presencia: con áreas dañadas por plagas o enfermedades, No presencia: sin áreas dañadas por plagas o enfermedades). La calidad fue alta solo en un vivero, en el cual se registraron los cuatro parámetros en el valor máximo, mientras que en los cuatro restantes se estimó una calidad media por fallar en algunos de los parámetros; sin embargo, en términos generales se apreció un buen crecimiento, por lo que se decidió que era posible su trasplante al campo (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Calidad de planta producida en vivero.

Calidad de planta	Parámetros	Vivero 1	Vivero 2	Vivero 3	Vivero 4	Vivero 5	Promedio
Vigor	Buena, Regular, Malo	B	B	R	B	R	B
Crecimientos nuevos	Presentes, No presentes	P	P	P	P	P	P
Desarrollo de raíz	Buena, Regular, Mala	R	R	R	B	R	R
Plagas y enfermedades	Presentes, No presentes	Np	P	Np	Np	Np	Np
Calidad promedio	Alta, Media, Baja	M	M	M	A	M	M

Los esquejes enraizados procedentes de los viveros se llevaron al campo durante el inicio de la temporada de lluvias del 2020 (junio) para reforestar las áreas en donde crece la especie de manera natural, con el mismo método de los esquejes plantados directamente; no se realizaron actividades culturales posteriores (Figura 4).



G



H

G = Reforestación con esquejes; H = Evaluación de la supervivencia.

**Figura 4.** Reforestación de garambullo a través de esquejes.

Sexta etapa: evaluación de la reforestación. Al final de cada proceso de reforestación (directa o por planta enraizada en vivero), se evaluó la supervivencia de los esquejes. Se aplicó el sistema propuesto por la Comisión Nacional Forestal (Conafor, 2010) que recomienda contar el número de plantas vivas y el número de plantas totales plantadas; el proceso se efectuó en tres sitios diferentes y en dos periodos (repeticiones).

Para ello, se hicieron dos muestreos aleatorios en tres sitios de observación para cada tipo de esqueje. Sobre las líneas de reforestación se tomaron 100 plantas por sitio; el primer muestreo se hizo en el mes tres después de la reforestación y una segunda revisión en los mismos sitios al sexto mes. Los resultados indicaron que plantar los esquejes enraizados en viveros rústicos ofrece mayor porcentaje de supervivencia en campo (90.6 %), comparado con los esquejes plantados directamente después de recolectados (70.3 %) (Cuadro 3).



**Cuadro 3.** Porcentaje de supervivencia de las reforestaciones.

Mes de evaluación	Esquejes plantados después de la recolecta (%)			Mes de evaluación	Esquejes enraizados en vivero (%)		
	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3		Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6
3	88.0	74.0	76.0	1	95.0	90.0	92.0
6	74.0	61.0	76.0	2	92.0	88.0	92.0
Promedio	81.0	67.5	76.0	Promedio	93.5	89.0	92.0

La reforestación de garambullo mediante esquejes es viable en ambos sistemas de reforestación (Osuna *et al.*, 2016); sin embargo, se obtuvieron mejores resultados en campo cuando se enraizaron previamente los esquejes en vivero, que los plantados de forma directa en campo. Pero aún falta analizar las particularidades en ambos procesos, ya que plantar directamente los esquejes, aunque se pierdan más plantas en el lugar de destino, hay un mayor número en términos absolutos al comparar con la cantidad de los esquejes desarrollados en vivero, aunque tengan una supervivencia más exitosa en campo. Además, el manejo en vivero puede mejorarse con una mayor inocuidad del sustrato, aplicar enraizadores líquidos, o riegos de mejor forma (Monreal *et al.*, 2014) para tener mayor cantidad de esquejes enraizados en vivero.

### Agradecimientos

Se agradece al INIFAP por el proyecto fiscal 13375634106 “Establecimiento de viveros, determinación de la calidad de cosecha y generación de productos industriales del garambullo (*Myrtillocactus geometrizans*)” y a las productoras de garambullo de la comunidad del Garabatillo.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### **Contribución por autor**

Ricardo Rivera Vázquez: desarrollo de la investigación, interpretación de resultados; María Guadalupe Herrera Hernández: corrección del manuscrito; Salvador Horacio Guzmán Maldonado: corrección del manuscrito.

### **Referencias**

Bravo H., H. y H. Sánchez M. 1978. Las cactáceas de México. Vol. 1. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F., México. 743 p.

Comisión Nacional Forestal (Conafor). 2010. Prácticas de reforestación: manual básico. Conafor, Semarnat. Zapopan, Jal., México. 64 p.

Guzmán-Maldonado, S. H., G. Herrera-Hernández, D. Hernández-López, R. Reynoso-Camacho, A. Guzmán-Tovar, F. Vaillant and P. Brat. 2010. Physicochemical, nutritional and functional characteristics of two underutilised fruit

cactus species (*Myrtillocactus*) produced in central Mexico. Food Chemistry 121 (2): 381-386. Doi: 10.1016/j.foodchem.2009.12.039.

Instituto Nacional de estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Guanajuato 2017. INEGI. Aguascalientes, Ags., México. 604 p.

Meyrán, G. J. y L. López C. 2003. Las Crassuláceas de México. Sociedad Mexicana de Cactología, A.C. México, D. F., México. 234 p.

Monreal-Vargas, C. T., E. Espitia M. y O. Escandón Q. 2014. Hongos patógenos del garmbullo *Myrtillocactus geometrizan* (Mart. ex. Pfeiff) Console en Mexquitic de Carmona, San Luis Potosí, México. Revista Iberoamericana de Ciencias 1(6):45-59. <http://www.reibci.org/publicados/2014/noviembre/0600118.pdf> (20 de diciembre de 2021).

Moreno-Hernández, A., N. Estrella-Chulim, S. Escobedo-Garrido, A. Bustamante-González y P. W. Gerritsen 2011. Prácticas de manejo agronómico para la sustentabilidad: características y medición en *Agave tequilana* Weber en la región Sierra de Amula, Jalisco. Tropical and Subtropical Agroecosystems 14:159–169. Doi: 10.29312/remexca.v8i18.216.

Neri-Luna, C., E. Pimienta-Barrios y C. Robles M. 1993. Cambios fisiológicos durante el proceso de senescencia en cladodios jóvenes de nopal (*Opuntia ficus-indica* L. Miller). Agrociencia 4(1):7-18. [https://www.researchgate.net/publication/289507596\\_Cambios\\_fisiologicos\\_durante\\_el\\_proceso\\_de\\_senescencia\\_en\\_cladodios\\_jovenes\\_de\\_nopal\\_Opintia\\_ficus-indica\\_L\\_Miller](https://www.researchgate.net/publication/289507596_Cambios_fisiologicos_durante_el_proceso_de_senescencia_en_cladodios_jovenes_de_nopal_Opintia_ficus-indica_L_Miller) (15 de noviembre de 2021).

Osuna F., H. R., A. M. Osuna F. y A. Fierro A. 2016. Manual de propagación de plantas superiores. Universidad Nacional Autónoma de México, Universidad Autónoma Metropolitana. Ciudad de México, CDMX., México. 90 p.

Terrones, R. T. del R. L., C. González S. y S. A. Ríos R. 2004. Arbustivas nativas de uso múltiple en Guanajuato. Libro técnico Núm. 2. INIFAP, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto., México. 216 p.

Terrones R., T., V. Partida P. F., C. González S. y M. Tovar H. 2014. Plantas Silvestres en el Paisaje Urbano del Municipio de León, Gto. Publicación Técnica del Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN). León, Gto., México. 211 p.

Villavicencio G., E. E., A. González C., A. Arredondo G., L. Iracheta D., S. Campanan S. y R. Casique V. 2011. Micropropagación de *Turbinacarpus knuthianus* (Boed.) John & Riha Cactacea ornamental del Desierto Chihuahuense, en estado de riesgo. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 2(6): 37-54. Doi:[10.29298/rmcf.v2i6.573](https://doi.org/10.29298/rmcf.v2i6.573).



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.