

Propagación de mezquite por acodos aéreos: Supervivencia al trasplante en vivero

Sara Denisse Flores López¹, José Armando Pérez Reyes¹, Fernando Ulises Ortiz Espitia¹, Edgar Eduardo Madrigal Aguilar¹, Marco Antonio Raya Sotomayor¹, Andrés Camilo Rodríguez Bello², Luis Felipe Ramírez Santoyo³ y Rubén Damián Elías Román³

¹Departamento de Agronomía, DICIVA, Campus Irapuato-Salamanca. Ex hacienda el Copal, km 9 la carretera Irapuato-Silao.

²Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Centro de Desarrollo Agropecuario y Agroindustrial (CEDEAGRO) Duitama, Boyacá, Colombia.

³Profesor del Departamento de Agronomía, DICIVA, Campus Irapuato-Salamanca. Ex hacienda el Copal, km 9 la carretera Irapuato-Silao.
sd.floreslopez@ugto.mx¹, ja.perezreyes@ugto.mx¹, ma.rayasotomayor@ugto.mx¹, fu.ortizespita@ugto.mx¹, ee.madrigalaguilar@ugto.mx¹
andrescamilorodriguezbelo9@gmail.com²
santoyo@ugto.mx³; rd.elias@ugto.mx³

Resumen

El mezquite *Prosopis laevigata*, es una especie ampliamente distribuida dentro del estado de Guanajuato, México; es usado principalmente por los propósitos de producción de madera, además de que ayuda a la regulación del cambio climático, controlar la erosión, infiltrar agua de lluvia, fijar nitrógeno y mejorar suelos. Sin embargo, su explotación irracional de esta especie ha conducido a una disminución de sus poblaciones, ocasionando cambios en la estructura y función de los ecosistemas. El propósito de este trabajo fue evaluar la propagación asexual del árbol de mezquite mediante la técnica de acodo aéreo. El presente trabajo se desarrolló en una plantación de mezquite de 14 años de establecida, se utilizaron dos tratamientos; tratamiento 1 (ramas con un valor promedio de 2.6 m de largo) y tratamiento 2 (ramas con promedio de 1.7 m de longitud), los acodos fueron tratadas con 5000 mg de AIB/L; de 30 a 45 días de efectuado el acodo se trasplantaron en vivero (media sombra de árboles de mezquite) y se determinó el porcentaje de supervivencia 40 días posterior al trasplante en contenedores. Se evaluó la supervivencia que tuvo cada árbol nuevo. De los tratamientos evaluados el tratamiento 1, con 7 acodos de ± 2.6 m de longitud, ± 2 cm de diámetro y una supervivencia del 88% fue el más exitoso. La posibilidad de generar plantas equivalentes a las producidas a partir de semilla con una edad de 4 o 5 años constituye una opción prometedora para futuras reforestaciones con un ahorro sustancial de tiempo.

Palabras clave: *Prosopis laevigata*, clonación, aclimatación, cambio climático, deforestación.

Introducción

En México, Guanajuato es uno de los estados con mayor nivel de huella humana asociada a la elevada producción de bienes y servicios, motores del desarrollo económico (Tlapanco, 2016), por lo que es necesario fomentar la recuperación y el manejo adecuado de los recursos bióticos con el fin de alcanzar un verdadero desarrollo sustentable. Una de las líneas de acción de las autoridades estatales y federales ha sido la recuperación de las coberturas vegetales a través de la reforestación de árboles nativos; dentro de las especies nativas más propicias para la reforestación se encuentra el Mezquite (*Prosopis* spp.) debido a sus características presentes como adaptabilidad y resistencia a efectos climáticos adversos, por lo anterior, los árboles nativos representan una opción para la reforestación del Bajío guanajuatense, para lo cual es necesario el entendimiento de la diversidad fenotípica y genética en las poblaciones presentes (Klein *et al.*, 2019).

Estos árboles tienen un importante papel ecológico debido a que generan un hábitat para la fauna silvestre y doméstica, adicionalmente la microbiota asociada a la rizosfera mejora la fertilidad de los terrenos debido a la capacidad de fijar nitrógeno (Rodríguez *et al.*, 2014). Adicionalmente, se ha demostrado que tienen un elevado potencial como bio-acumuladores de metales pesados y arsénico (Ramírez *et al.*, 2014; Muro *et al.*, 2020; Osuna *et al.*, 2020).

En los viveros forestales, este árbol se reproduce principalmente por semilla (sexual), donde por lo general se presentan problemas con respecto a la germinación de las semillas en condiciones naturales, ya que poseen una cubierta dura e impermeable que impide la imbibición de agua y germinación, lo cual se transforma en un problema al pretender producir árboles a partir de semilla, adicionalmente aquellas semillas que logran germinar tienen un desarrollo y crecimiento muy lento, además de un sin número de predadores herbívoros (Sánchez *et al.*, 2005). Esta situación obliga a generar estrategias y a la búsqueda de diferentes métodos alternos de propagación asexual, para garantizar la producción y supervivencia de los árboles generados y trasplantados, una alternativa viable la constituye la técnica de acodo aéreo, dentro de la cual se pueden seleccionar árboles madre con características determinadas e idóneas, las cuales serán plenamente transmitidas a los árboles obtenidos por acodo, generando así ejemplares de buena calidad y tamaño en un lapso considerablemente menor de tiempo, para de esta manera con plantas de tamaño adecuado que garanticen la sobrevivencia de las reforestaciones.

Materiales y métodos

Sitio experimental

Los ensayos de propagación fueron realizados dentro de la plantación de mezquite de 14 años de establecida en la División de Ciencias de la Vida (DICIVA) ubicada (21° 09' 22" N, 100° 55' 51" W, 1755 msnm) en el Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato en la comunidad El Copal, km 9 de la carretera Irapuato-Silao.

Realización de acodos

A mediados del mes de abril del presente año, se seleccionaron ramas rectas, no juveniles y sanas de árboles de mezquite, con dimensiones de 2.4 a 3.2 m de longitud (plantas comparables con plantas de semilla de 5 años) y 1.7 a 2.1 m de longitud (plantas comparables con plantas de semilla de 4 años) constituyendo respectivamente los tratamientos 1 y 2 (Ramírez *et al.*, 2014; Tarnowski, 2021).

Para la realización del acodo aéreo se empleó la metodología siguiente: con una tijera de podar, se quitaron las hojas y ramas laterales, enseguida se retiró un anillo aproximadamente de 2.5 cm del tallo del árbol, posteriormente se efectuó un ligero raspado en la zona donde se realizó el anillado para eliminar por completo los restos de corteza, floema y cambium, adicionalmente se realizaron en la parte superior del anillo tres incisiones longitudinales de aproximadamente un 1 cm. A continuación, con ayuda de un pincel se aplicó en la zona superior del anillado una solución de 5000 mg de AIB/I, preparado a partir del producto comercial Radix 35% TB®, para la preparación de esta solución se emplearon 714mg de Radix 35% TB y se diluyó en 50 ml (10 ml de alcohol al 70% + 40 ml de agua destilada).

Se colocó un plástico transparente (de aproximadamente 15 cm de longitud) teniendo como centro el anillo tratado con auxinas. El plástico se sujetó firmemente con una rafia plástica, y se colocó dentro el sustrato húmedo (turba y vermiculita en proporción 1:1), posteriormente se ató fuertemente el otro extremo y enseguida se cerró cuidadosamente el área del acodo para evitar la pérdida de humedad del sustrato, finalmente sobre el plástico se colocó papel periódico para evitar la proliferación de agentes protistas. La utilización de plástico transparente fue con la finalidad de realizar la inspección periódica de la presencia de raíces en los acodos o determinar la necesidad de riego.

Trasplante de acodos.

Transcurridos 30 a 45 días, se logró visualizar con claridad las raíces adventicias explorando el sustrato y se procedió a cortar el acodo enraizado de la planta madre. Las ramas enraizadas se transportaron cuidadosamente y se colocaron bajo media sombra de árboles de mezquite para su aclimatación y se les retiraron las vainas, dejándoles solo las hojas; se cortó el tallo al ras del acodo enraizado y posteriormente se sumergió en una solución de fertilizante (Raizal 400® a una concentración de 25 gr en 5 litros de agua) hasta que el sustrato del acodo se hidratara completamente, posteriormente se trasplantaron en contenedores plásticos (30 cm de ancho x 30 cm de altura) negros con sustrato (turba, tezontle, vermiculita y suelo en una proporción 1:1:1:1), ya insertado el acodo en el contenedor se completó el llenado de la bolsa con el sustrato, posteriormente fueron sujetados con rafia a los árboles de mezquite como tutor para evitar que se cayeran y que las raíces se dañaran. Cada ocho días se aplicó 100 ml de Raizal 400® a cada árbol. Al transcurrir aproximadamente 40 días los acodos desarrollaron una cantidad suficiente de raíces para su plantación en el sitio definitivo.

Variables evaluadas

Se determinó la supervivencia (%) de los acodos separados a 40 días posteriores de la separación de la planta madre. Para calcular la supervivencia se estableció una escala numérica de 0 a 10 donde 0= es el acodo muerto, 5= corresponde a una condición media y 10= corresponde a una excelente condición y rebrote, la cual fue multiplicada por 10 para obtener una expresión porcentual. Después del trasplante en contenedores se midió la altura y diámetro de las ramas, para lo cual se utilizó un flexómetro y vernier, respectivamente. Con los datos obtenidos de las variables se realizaron análisis de varianzas y pruebas de medias con ayuda del programa Minitab 19.

Resultados y Discusión

En total se efectuaron 24 acodos en mezquite de los cuales 17 enraizaron (Figura 1), lo anterior debido a la pérdida de humedad en el sustrato por agujeros en el plástico ocasionado por hormigas. Los acodos aéreos del tratamiento 1 (ramas con un valor promedio de 2.6 m de largo) y tratamiento 2 (ramas con promedio de 1.7 m de longitud) tuvieron valores similares en supervivencia (%) después del trasplante. De los 17 acodos trasplantados uno no sobrevivió y dos presentaron defoliación (Tabla 1).



Figura 1. Aspecto de acodo de mezquite enraizado.

Estos resultados mostraron que es posible generar plantas de mezquite a partir de ramas con valores de 2.6 m en longitud y 2.5 cm de diámetro de rama en un tiempo de 95 días (45 días para enraizamiento + 40 días de aclimatación). Varios estudios (Ramírez *et al.*, 2014; Klein *et al.*, 2019 y Tarnowski, 2021) recomendaron para mezquite, acodar ramas de 0.3 a 1 m longitud y con diámetros inferiores a 1 cm de tallo, con lo cual se generaron plantas de un menor tamaño que las obtenidas en el presente estudio (Figura 2).



Figura 2. Planta de mezquite en zona de aclimatación.

De acuerdo con los resultados obtenidos del ensayo, y contrastando con trabajos similares (Ramírez *et al.*, 2014), en ensayos de propagación asexual de *Prosopis laevigata* y *Prosopis chilensis* (Tarnowski, 2021), se desprende la recomendación de estos autores en conjunto hacia la utilización de micro acodos, sin embargo, los árboles generados tienen mayor susceptibilidad a factores bióticos y abióticos al trasplantarse en campo en comparación a los obtenidos en el presente trabajo.

Las variables longitud y diámetro presentaron diferencias estadísticamente significativas en favor del tratamiento 1, con lo cual, al menos bajo las condiciones en las cuales se llevó a cabo el ensayo permiten sugerir a este tratamiento como el mejor, para la producción de árboles de mezquite al asegurar la supervivencia.

La supervivencia de los acodos obtenidos no presentó diferencias estadísticamente significativas para los dos tratamientos, sin embargo, existieron diferencias numéricas a favor del tratamiento 1, lo cual se justificaría desde el punto de vista fisiológico, pues al contar con un mejor desarrollo de los tejidos vasculares xilema y floema, puede establecerse y lograrse un mejor balance fuente-demanda para el futuro árbol, como lo señaló Rodríguez *et al.* (2014) y considerar el diámetro de la rama como criterio de selección para efectuar el acodo.

Con la finalidad de favorecer la supervivencia de los acodos, se sugiere proveer de riego cada tercer día y realizar la aplicación semanal de algún fertilizante, por ejemplo, Raizal 400[®], para promover el desarrollo radical a las plantas generadas.

Adicionalmente debido al porte de las plantas obtenidas en el presente trabajo es recomendable colocar un tutor en los acodos para su establecimiento en campo.

Tabla 1. Características de los acodos aéreos obtenidos de mezquite

Tratamiento (plantas comparables a las de)	Longitud (m)	Diámetro (cm)	Supervivencia (%)
1(5 años) n=7	2.6 a	2.6 a	90.7a
2(4años) n=10	1.7 b	1.9 b	79.0a

Las medias que no comparten una letra en columna son significativamente diferentes (Tukey 95%).

En conclusión:

La posibilidad de generar plantas equivalentes a las que se producirían de semilla después de 5 y 4 años respectivamente constituye una opción prometedora de propagación de árboles viables, con un sustancial ahorro de tiempo, para atender las crecientes necesidades de áreas que requieren reforestación.

Se recomienda poner especial atención en factores tales como: el diámetro de la rama seleccionada para el acodo, la cual deberá tener un grosor de al menos de una pulgada (2.5 cm) o más, para garantizar con ello que los tejidos de xilema y floema estén plenamente desarrollados y puedan cumplir con el abastecimiento de agua y nutrientes del futuro árbol una vez separado de la planta madre.

Otro factor importante por considerar en el proceso es la estacionalidad de este (preferentemente debe realizarse en primavera-verano) con especial atención y cuidado en la aclimatación y trasplante de los árboles obtenidos.

Referencias

- Klein, L., Spoljaric, M., y Torales, S. (2019). Identificación de genotipos estables en 19 familias de *Prosopis alba* usando marcadores de microsatélites y parámetros de productividad. *Quebracho*, 27, 26-36. <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/vol27n1a04.pdf>
- Muro, D., Mussali, P., Valencia, L., Flores, K., y Tovar, E. (2020). Morphological, physiological, and genotoxic effects of heavy metal bioaccumulation in *Prosopis laevigata* reveal its potential for phytoremediation. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 2-5 <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10026-5>

- Osuna, C., Armienta, M., Bergés, M., y Páez, F. (2020). Arsenic in waters, soils, sediments, and biota from Mexico: An environmental review. *Science of The Total Environment*, 752(15), 2-7. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142062>
- Ramírez, R., Delgado, E., Borodanenko, A., Pérez, L., Barrera, J., Núñez, H., y Ochoa, N. (2014). Air Layering and Tiny-Air Layering Techniques for Mesquite [*Prosopis laevigata* (H. B. ex Willd.) Johnst. M. C.] Tree Propagation, *Arid Land Research and Management*, 28(1), 118-128, <https://doi.org/10.1080/15324982.2013.813609>
- Rodríguez, E., Rojo, G., Ramírez, B., Martínez, R., Hermida, M., Medina, S., y Piña, H. (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. *Ra Ximhai*, 10(3), 173-194. <https://doi.org/10.35197/rx.10.01.e.2014.13.er>
- Tarnowski, C. (2021). Evaluación de dos técnicas de acodamiento para la propagación vegetativa del algarrobo *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz. *FAVE-Ciencias Agrícolas*, 20(1):305-315. <https://doi.org/10.14409/fa.v20il.10272>
- Tlapanco, R. (2016). El impacto de los parques científicos y tecnológicos del estado de Guanajuato en el desarrollo tecnológico y económico regional (Tesis de doctorado). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México, 33-56.