



Estudio de caso de una reforestación con especies nativas del noreste de México

José Manuel Mata-Balderas*,**
ORCID: 0000-0003-4973-446

Tania Isela Sarmiento-Muñoz***
ORCID: 0000-0003-2867-8422

Karen Alejandra Cavada-Prado*
ORCID: 0000-0001-9559-3555

<https://doi.org/10.29105/cienciauanl28.131.6>

RESUMEN

Uno de los principales retos en una reforestación con especies nativas es mantener un bajo porcentaje de mortalidad de la plantación. En el presente estudio se llevó a cabo una reforestación en un predio arrendado, derivada de una compensación ambiental. Se realizaron actividades de mantenimiento y monitoreo, en las que se encontraron afectaciones a las plantas por herbivoría, plagas y estrés hídrico. Se implementaron medidas de control y se resalta la importancia de publicar los resultados con el fin de tomar decisiones oportunas en futuras reforestaciones.

Palabras clave: gestión adaptativa; herbivoría; monitoreo; participación social; restauración ecológica.

ABSTRACT

One of the main challenges in a reforestation with native species is maintaining a low percentage of plant mortality. In the present study, reforestation was carried out on a leased property, derived from environmental compensation. Maintenance and monitoring activities where damage to the plants due to herbivory, pests and water stress were found. Control measures were implemented, and the importance of publishing the results is emphasized in order to make timely decisions on future reforestation projects.

Keywords: adaptive gestation, herbivory, monitoring, community participation, ecological restoration.

El matorral espinoso tamaulipeco (MET) es un ecosistema que se distribuye dentro de la Provincia Llanura Costera del Golfo Norte, entre los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Se caracteriza por su alta diversidad florística, con especies de alto valor silvoagropecuario y etnobotánico (Valdez *et al.*, 2018). No obstante, su aprovecha-

miento desmedido ha provocado la disminución en la productividad de la tierra, lo que ha dado como resultado su abandono. Ejemplo de esto es el municipio de Linares, una de las principales ciudades citrícolas de Nuevo León, que ha perdido más del 50% de sus matorrales debido al acelerado aprovechamiento agropecuario (García y Jurado, 2008).

* Gestión Estratégica y Manejo Ambiental S.C. Apodaca, México.
Contacto: karen.cavada@gemasc.com

** Universidad Autónoma de Nuevo León, Linares, México.
Contacto: manuelmata792@gmail.com

*** Biólogos y Silvicultores Forestales por el Ambiente A.C., Apodaca, México.
Contacto: tania.sarmz@gemasc.com

A nivel nacional se han realizado esfuerzos para contrarrestar los efectos de estos impactos, una muestra son las 100,000 ha reforestadas sólo en 2020 (Flores *et al.*, 2021). Sin embargo, entre los principales problemas se encuentra el bajo porcentaje de sobrevivencia. Existen distintos factores que pueden afectar al crecimiento, los aspectos técnicos incluyen calidad y selección de las especies, y el manejo durante la plantación (Torres, 2021). En las zonas áridas y semiáridas, los factores naturales: temperaturas extremas, suelos con bajos nutrientes, incendios forestales, competencia de recursos o depredación por herbivoría o plagas, generan presión sobre los individuos arbóreos (Mohsin *et al.*, 2021). El aspecto social también debe considerarse, ya que el involucramiento de la población local en las distintas etapas de la reforestación podría dar lugar a la apropiación de estas áreas (Ceccon, 2022).

Lo anterior puede significar una oportunidad de intercambio de conocimientos entre las partes involucradas, y una fuente de empleo para los locatarios. A pesar de todo lo expuesto, las reforestaciones suelen abarcar únicamente el proceso de plantación, excluyendo su mantenimiento y monitoreo. Se deben considerar trayectorias de restablecimiento y una gestión adaptativa en caso de respuestas no esperadas. Además, divulgar los resultados obtenidos es esencial en cualquier experiencia de restauración ecológica, pues no siempre se dan a conocer, y menos si no cumplen las expectativas.

Aunque el número de estudios que evalúan reforestaciones dentro del MET ha ido en aumento en los últimos años (García, 2011; López y López, 2013, Foroughbakhch *et al.*, 2014; Patiño-Flores *et al.*, 2022; Mata *et al.*, 2023), aún existe un déficit de trabajos de restauración ecológica relacionados con las tierras áridas en México (Calva-Soto y Pavón, 2018). Las reforestaciones llevan altos costos, al menos durante el establecimiento y mantenimiento, por lo que es necesario presentar una buena base económica para poder solventarlos.

En el presente estudio se aborda una compensación ambiental mediante una reforestación llevada a cabo en 2022 con especies nativas, sobre un terreno en estado de degradación con antecedentes agropecuarios. El objetivo es analizar los principales daños

y evaluar su influencia en el porcentaje de mortalidad. La importancia radica en la necesidad de dar a conocer resultados de reforestaciones del matorral xerófilo que involucren la participación social.

METODOLOGÍA

El sitio de estudio se ubica en un predio ejidal del municipio de Linares, Nuevo León. Previo a la plantación, se realizaron recorridos dentro y fuera del terreno con el fin de generar un ecosistema de referencia (Aguilar-Garavito y Ramírez, 2015). Se firmó un contrato de arrendamiento con el propietario para evitar el aprovechamiento de los árboles a establecer por al menos dos años. Los recorridos se realizaron en acompañamiento de éste quien compartió experiencias y expectativas relacionadas con el uso del terreno. Posteriormente, se delimitó el predio y se marcaron los puntos donde se excavarián los cajetes de plantación, respetando un diseño de curvas a nivel que disminuyeran la erosión hídrica (Venegas, 2016).

Las especies utilizadas fueron producidas y desarrolladas en el vivero forestal de la empresa GEMA, SC., en la ciudad de Linares, N.L., donde recibieron tratamientos de riego, inoculación con micorrizas y fertilizantes. Estas medidas se aplicaron a las plantas por cuatro años, hasta tener una altura, cobertura y DAP₁₀ promedio de 1.05 m, 0.7 cm y 0.02 m², respectivamente. Para la reforestación, fueron seleccionadas las variedades observadas en el ecosistema de referencia, en concordancia con la disponibilidad del vivero forestal y las acordadas con el propietario del terreno (tabla I). Se realizaron los cajetes de forma manual y se transportaron las plantas a un sitio de acopio dentro del área de reforestación.

Al iniciar la plantación se agregó hidrogel a los cajetes, se introdujo el cepellón sin bolsa de la planta, procurando que no sobrepasara el nivel del suelo y evitar exponer las raíces. Se llenaron los cajetes con la tierra extraída y se realizó una terraza alrededor de la misma con el fin de mejorar la absorción del agua de riego (Venegas, 2016). Se sujetó el tallo a un tutor de madera que promoviera su crecimiento vertical, y se colocaron protectores de plástico hora-

Tabla 1. Afectaciones encontradas en las especies utilizadas en la reforestación y sus medidas de control.

Especie	<i>Neltuma glandulosa</i>	<i>Havardia pallens</i>	<i>Helietta parvifolia</i>	<i>Ebenopsis ebano</i>	<i>Cordia boissieri</i>	<i>Senegalia berlandieri</i>
Descripción	Corte en el brote leñoso	Corte circular anillado	Estrés hídrico	Estrés hídrico	No aplica	No aplica
Medida de control	Protectores metálicos de mayor altura	Insecticida biodegradable	Incremento en el volumen de riego	Incremento en el volumen de riego	No aplica	No aplica

Fuente: elaboración propia.

dado de 0.65 m de diámetro y 0.35 m de alto a los individuos de *Neltuma glandulosa* (mezquite) para evitar herbivoría.

Con la finalidad de asegurar un óptimo desarrollo, se realizaron actividades de mantenimiento y monitoreo durante un año. Se empleó y capacitó al propietario en el desarrollo de éstas, con el fin de promover la apropiación. El cuidado abarcó el riego con treinta litros por planta cada diez días entre abril y septiembre, y cada veinte el resto del año. En caso de observarse alguna especie con afectaciones por estrés hídrico, se le adicionaban diez litros más. Asimismo, se dio mantenimiento a las terrazas y se realizó el deshierbe alrededor de éstas. El monitoreo se llevó a cabo cada dos meses estableciendo 15 líneas de evaluación, donde se calculó la mortalidad. Cada línea de evaluación incluyó dos repeticiones de cada especie, por lo que se evaluó un total de 180 individuos. De igual manera, el propietario del terreno colaboró en el monitoreo al dar aviso sobre alguna anomalía durante los recorridos de mantenimiento.

RESULTADOS

Se plantaron 1,477 árboles en total. El costo fue de \$73,164.00 pesos mexicanos por hectárea, abarcando desde el crecimiento en vivero hasta el mantenimiento y monitoreo. Por su parte, las evaluaciones de mortalidad resultaron en nueve plantas muertas, distribuidos entre barreta (5), mezquite (2), tenaza

(1) y ébano (1). En el transcurso del primer mes posterior a la plantación, se identificó en ejemplares de *N. glandulosa* la depredación por ramoneo en las partes sobresalientes del protector de plástico. Esto conllevó al reemplazo por protectores cilíndricos de malla ciclónica más altos (0.55 x 0.90 m). Por su parte, individuos de *Havardia pallens* tuvieron cortes en el tallo a una altura media de 30 cm. Como método de control, se aplicó insecticida biodegradable únicamente a los árboles de *H. pallens*. Asimismo, algunos ejemplares de *H. parvifolia* y *E. ebano* tenían indicios de estrés hídrico, por lo que se incrementó su volumen de riego. Las especies restantes se desarrollaron sin afectaciones significativas.

DISCUSIÓN

En el presente caso, el costo de reforestación por hectárea es mayor a los de referencia en ambientes áridos señalados por dependencias gubernamentales (Semarnat-Conafor, 2023). Cabe destacar que en éstos no se menciona el tamaño de la planta, tampoco se consideran los recorridos previos, riegos, protección individual frente a herbivoría, mano de obra, costos de monitoreo, deshierbe, control de plagas, entre otras. En cuanto a la mortalidad, la especie con mayores afectaciones fue *H. parvifolia*. Aunque en un principio se atribuía el mal estado de ésta al estrés hídrico, la presencia de barreta se ha documentado en áreas bien conservadas, con poco o nulo disturbio y cierta cantidad de sombra (Pequeño *et al.*, 2021).

Por el contrario, el área de estudio de este trabajo tenía antecedentes recientes de aprovechamiento agropecuario. Aunque algunos individuos de *E. ebano* exhibieron daños como ramas secas y defoliación, sólo se encontró uno muerto en las evaluaciones. Anteriormente se han descrito los mecanismos de adaptación ante el estrés hídrico, siendo uno de ellos el desprendimiento de las hojas (López *et al.*, 2015).

En cuanto a *N. glandulosa*, el tipo de corte que presentan (heridas en el brote leñoso limpias, oblicuas respecto al eje del retoño, aproximadamente a 70 cm del suelo), indica el ramoneo por Lepóridos (Van Lerberghe, 2015). Específicamente se atribuye a *Lepus californicus* (liebre), debido a su recurrente observación directa y rastros en el área de estudio. El ramoneo por liebres se ha documentado anteriormente en una reforestación de mezquites en Durango, donde fue una de las mayores afectaciones a la sobrevivencia de los árboles (Ríos-Saucedo *et al.*, 2012). En Zacatecas se observó un elevado porcentaje de mortalidad por depredación de liebres en mezquites sin protectores en los municipios de Río Grande (Rubio, 2018) y Calera (Rubio y Olvera, 2019). En un diseño experimental de plantación de mezquites en Saltillo, se demostró que la efectividad de los protectores físicos ante Lepóridos aumenta si la elevación es mayor a 90 cm, ya que alturas menores no mostraron eficacia (Velasco, 2009). Este resultado se comprobó al cesar la depredación por herbivoría al implementar protectores más altos en *N. glandulosa* (figura 1).

Por otro lado, debido al corte (circular anillado) y la observación empírica, se adjudica a los individuos de tenaza, a un insecto de la familia *Cerambycidae*, del orden Coleóptera (Velasco-García *et al.*, 2019), de los que se encontraron estudios que registran lesiones similares a las leguminosas por el género *Oncideres*. Éstas son causadas por las hembras adultas, que usan sus mandíbulas para cortar de forma circundante las



Figura 1. Protectores metálicos en *N. glandulosa* (fuente: elaboración propia).

ramas o plántulas vivas, y posteriormente depositan sus huevos en el tejido fresco (Lemes *et al.*, 2012). *Oncideres pustulata* se puede encontrar al noreste de México y sur de Texas, hospedándose en leguminosas como *Vachellia farnesiana*, *Senegalia berlandieri*, *Parkinsonia aculeata* o *N. glandulosa* (Rice, 1989). La ocurrencia de esta variedad se registró en casi un millón de hectáreas al norte de Tamaulipas (Rodríguez-del-Bosque y Garza-Cedillo, 2008). En el desierto Chihuahuense se encontraron afectaciones a *N. glandulosa* var. *torreyana* por *Oncires rhodisticta* (Martínez *et al.*, 2009). Cabe destacar que no se encontraron estudios que registraran daños de este grupo hacia *H. pallens*, y que el resto de las leguminosas no los presentaron.

CONCLUSIONES

Las acciones de evaluación y mantenimiento evidenciaron la importancia de dar un seguimiento a las reforestaciones ya establecidas, con el fin de tomar decisiones oportunas ante eventos inesperados. Debido a los altos costos de ejecución y su

posterior mantenimiento, es recomendable evaluar la prioridad en la implementación de acciones correctivas. La participación de los propietarios o productores de la tierra en el proceso de plantación, mantenimiento y evaluación, es de alta importancia para promover la apropiación de la misma y por lo tanto su permanencia a largo plazo.

REFERENCIAS

- Aguilar-Garavito, Mauricio, y Ramírez, Wilson. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres*, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH), <https://acortar.link/VDbdQr>
- CalvaSoto, Karina, y Pavón, Numa P. (2018). La restauración ecológica en México: una disciplina emergente en un país deteriorado, *Madera y Bosques*, 24(1), e2411135.
- Ceccon, Eliane. (2022). La dimensión social en la restauración ecológica: un reto y una posible solución a la crisis ecológica, *Boletín de la SCME*, 2(1), 34-41. <https://acortar.link/eBGHU>
- Flores, Andrés, Romero-Sánchez, Martín E., Pérez-Miranda, Ramiro, *et al.* (2021). Potencial de restauración de bosques de coníferas en zonas de movimiento de germoplasma en México, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(63), 4-27, <https://doi.org/10.29298/rmcfy12i63.813>
- Foroughbakhch, Rahim, Hernández-Piñero, Jorge L., y Carrillo-Parra, Artemio. (2014). Adaptability, growth and firewood volume yield of multipurpose tree species in semiarid regions of Northeastern Mexico, *International Journal of Agricultural Policy and Research*, 2(12), 444-453, <https://doi.org/10.15739/IJAPR.016>
- García-Hernández, Jorge, y Jurado, Enrique. (2008). Caracterización del matorral con condiciones prístinas en Linares, N.L., México, *Ra Ximhai. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 4(1), 1-21, <https://www.redalyc.org/pdf/461/46140101.pdf>
- García, Jaime F. (2011). Can environmental variation affect seedling survival of plants in northeastern México?, *Archives of Biological Sciences*, 63(3), 731-737. <https://doi.org/10.2298/ABS1103731G>
- Hernández, Y., Boege, Karina, Linding-Cisneros, Roberto, *et al.* (2014). Lepidopteran herbivory in restored and successional sites in a tropical dry forest, *The Southwestern Naturalist*, 59(1), 66-74.
- Lemes, Pedro G., Ronan, Afonso, Dos Anjos, Norivaldo, *et al.* (2012). First Host Record of *Oncideres mirim* Martins and Galileu 1996 (Coleoptera: Cerambycidae) on *Acacia mangium* Willd. (*Fabaceae*), *The Coleopterists Bulletin*, 66(2), 173-176.
- López, A., Ricardo, y López G., Mariana. (2013). Evaluación y comportamiento paisajístico de especies nativas en Linares, N.L., 16 años de evaluación, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(17), 164-173, <https://doi.org/10.29298/rmcfy4i17429>
- López H., Juan M., González R., Humberto, Ramírez L., Roque G., *et al.* (2015). Producción de hojarasca y depósito potencial de nutrientes de las hojas en el Matorral Espinoso Tamaulipeco, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(30), 74-89, https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000400007
- Mata-Balderas, Manuel, González-Sánchez, Carla S., Cavada-Prado, Karen A., *et al.* (2023). Evaluación de una reforestación y regeneración del matorral espinoso tamaulipeco en el noreste de México, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 14(79), 180-212, <https://doi.org/10.29298/rmcfy14i79.1340>
- Martínez, Armando J., López-Portillo, J., Eben, A. *et al.* (2009). Cerambycid girdling and water stress modify mesquite architecture and reproduction, *Popul Ecol.*, 51, 533-541.
- Méndez-Toribio, Moisés, Martínez-Garza, Cristina, Ceccon, Eliane, *et al.* (2018). *La restauración de ecosistemas terrestres en México: estado actual, necesidades y oportunidades*, Centro para la Investigación Forestal Internacional
- Mohsin, Faeqa, Arias, Mylen, Albrecht, Clifton, *et al.* (2021). Species-specific responses to restoration interventions in a Tamaulipan thornforest, *Forest Ecology and Management*, 491, 1-13.
- Patiño-Flores, Ana M., Alanís-Rodríguez, Eduardo, Molina-Guerra, Víctor M., *et al.* (2022). Regeneración natural en un área restaurada del matorral espino-tamaulipeco del noreste de México, *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 9(1), e2853, <https://doi.org/10.19136/era.a9n1.2853>
- Pequeño L., Miguel Á., Alanís R., Eduardo, Molina G., Víctor M., *et al.* (2021). Estructura y diversidad de un matorral dominado por *Helietta parvifolia* (A. Gray ex Hensl.) Benth, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(63), 88-113, <https://doi.org/10.29298/rmcfy12i63.762>

- Rice, Marlin E. (1989). Branch Girdling and Oviposition Biology of *Oncideres pustulatus* (Coleoptera: Cerambycidae) on *Acacia farnesiana*, *Annals of the Entomological Society of America*, 82(2), 181-185.
- Ríos-Saucedo, Julio C., Riviera-González, Miguel, Valenzuela-Nuñez, Luis M., et al. (2012). Diagnóstico de las reforestaciones de mezquite y métodos para incrementar su sobrevivencia en Durango, México, *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 11(2), 63-67.
- Rodríguez-del-Bosque, L.A. y Garza-Cedillo. R.D. (2008). Survival, emergence, and Damage by *Oncideres pustulata* (Coleoptera: Cerambycidae) on Huisache and Leucaena (Fabaceae) un México, *Southwestern Entomologist*, 33(3), 209-217.
- Rubio Aguirre, Francisco A. (2018). *Reforestación con plantas de mezquite en un terreno agrícola en el municipio de calera de V.R., Zacatecas*, en XIV Congreso Nacional Sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas. Bermejillo, Durango, Universidad Autónoma Chapingo.
- Rubio Aguirre, F.A. y Olvera Leal, I. (2019). *Producción de semilla de pasto banderilla Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr. bajo diferentes densidades de población en tres años de evaluación en el altiplano zacatecano*, IV Congreso Internacional y XV Congreso Nacional sobre Recursos Bióticos de Zonas Áridas. Gómez Palacio, Durango, Universidad Autónoma Chapingo.
- Semarnat-Conafor. (2023). Acuerdo mediante el cual se expedirán los costos de referencia para la compensación ambiental por cambio de uso de suelo en terrenos forestales y la metodología para su estimación, *Diario Oficial de la Federación*, <https://acortar.link/FSWgwY>
- Torres Rojo, Juan M. (2021). Factores ambientales y físicos que afectan a la supervivencia de siete especies forestales en el Estado de México, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 12(64), 66-91.
- Valdez M., Carlos. G., Guzmán L., Marco A., Valdés G., Arcadio, et al. (2018). Estructura y diversidad de la vegetación en un matorral espinoso prístino de Tamaulipas, México, *Revista de Biología Tropical*, 66(4), 1674-1682, <https://doi.org/10.15517/rbtv66i4.32135>
- Van Lerbergue, Philippe. (2015). *Proteger los árboles contra los daños de la fauna cinegética. Los protectores de malla*, Institut pour le Développement Forestier (IDF), pp. 67.
- Vanegas L., Magda. (2016). *Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación sólo especies nativas en zonas prioritarias*, Conafor, Conabio, GEF-PNUD, <https://acortar.link/LB37zj>
- Velasco, Jorge L. (2009). *Mecanismos de protección contra roedores y lagomorfos en una plantación de Prosopis glandulosa, en el municipio de Saltillo, Coahuila*, Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro", División de Agronomía, Saltillo, Coahuila.
- Velasco-García, Mario L., Hernández-Hernández, María L., Ramírez-Herrera, Carlos, et al. (2019). Mortalidad y sanidad de procedencias de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. en la costa de Oaxaca, *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(56), 196-217, <https://doi.org/10.29298/rmcfy10i56462>

Recibido: 14/02/2024
Aceptado: 28/05/2024

Descarga aquí nuestra versión digital.

