



## Sección especial sobre restauración ecológica de ecosistemas

## Special section on ecological restoration of ecosystems

Moisés Méndez-Toribio<sup>1,2,4</sup> y Pilar A. Gómez-Ruiz<sup>2,3</sup>

Debido a la creciente degradación y pérdida de los ecosistemas a nivel mundial, la restauración ecológica es una actividad prioritaria. Por ejemplo, en poco más de una década (2010-2021) el mundo perdió 11% de sus bosques, una superficie equivalente a 437 Mha ([Potapov et al., 2022](#)). En el caso de los ecosistemas costeros, se estima que hasta 67% de la cobertura histórica de manglar, 35% de las marismas y 29% de pastos marinos se ha perdido a nivel mundial ([The Blue Carbon Initiative, 2014](#)). En Latinoamérica, algunas estimaciones conservadoras reportan que, entre 1990 y 2015 (25 años), se perdió 10% de los bosques en la región ([Keenan et al., 2015](#)). México es considerado megadiverso por ser el cuarto país con mayor riqueza en especies de plantas vasculares del mundo ([Samain et al., 2022](#)), el segundo en número de reptiles ([Llorente-Bousquets y Ocegueda, 2008](#)) y el tercero por su riqueza de mamíferos ([Ceballos González y Oliva, 2005](#)). Sin embargo, en 11 años perdió 4.48 Mha de cobertura arbórea ([Potapov et al., 2022](#)). Ante este panorama global tan preocupante, la Asamblea General de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) declaró en mayo de 2019 el “Decenio de las Naciones Unidas para la Restauración de Ecosistemas (2021-2030; [United Nations, 2020](#))”. Este acontecimiento sin precedentes hace un llamado a todos los países a nivel mundial para prevenir, detener y revertir la degradación de sus ecosistemas como una medida para combatir el cambio climático y mejorar la seguridad alimentaria, el suministro de agua y la conservación de la biodiversidad.

En este momento histórico es crucial incentivar la generación y difusión de conocimiento con bases científicas rigurosas para sustentar las acciones para la recuperación de los ecosistemas. Es en este contexto que la revista *Acta Botanica Mexicana* y la Red Mexicana para la Restauración Ambiental (REPARA) publicaron en febrero de 2021 una convocatoria abierta para participar en una sección especial sobre restauración ecológica. La respuesta recibida por diversos autores de México y Latinoamérica fue favorable. Durante la primera etapa del proceso editorial se recibieron alrededor de 50 re-

<sup>1</sup>Instituto de Ecología, A.C., Centro Regional del Bajío, Red de Diversidad Biológica del Occidente Mexicano, Av. Lázaro Cárdenas 253, Col. Centro, 61600 Pátzcuaro, Michoacán, México.

<sup>2</sup>Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), Av. Insurgentes Sur 1582, Col. Crédito Constructor, Alcaldía Benito Juárez, 03940, Cd. Mx., México.

<sup>3</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Biología, Gral. Francisco J. Múgica S/N A-1, Felicitas de Río, 58030 Morelia, Michoacán, México.

<sup>4</sup>Autor para la correspondencia: [moises.mendez@inecol.mx](mailto:moises.mendez@inecol.mx)

Editores de sección: Moisés Méndez Toribio, Pilar A. Gómez-Ruiz.

Recibido: 23 de noviembre de 2022.

Revisado: 25 de noviembre de 2022.

Aceptado por Marie-Stéphanie Samain: 28 de noviembre de 2022.

Publicado Primero en línea: 9 de diciembre de 2022.

Publicado: Acta Botanica Mexicana 129 (2022).

Citar como: Méndez-Toribio, M. y P. A. Gómez-Ruiz. 2022. Editorial de la Sección especial sobre restauración ecológica de ecosistemas. *Acta Botanica Mexicana* 129: e2157. DOI: <http://doi.org/10.21829/abm129.2022.2157>



Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional).

e-ISSN: 2448-7589





súmenes que incluyeron trabajos que abordaron temáticas como restauración participativa, restauración productiva, restauración del paisaje y ecología de la restauración. De estos trabajos, se recibieron 30 manuscritos completos, los cuales fueron revisados y evaluados por pares, y finalmente se aceptaron 12 de ellos. Los trabajos actualmente publicados (<https://abm.ajs.inecol.mx/index.php/abm/seccion-restauracion>) abordan temas relacionados con los enormes desafíos que se enfrentan durante las distintas etapas involucradas en el proceso de restauración (Murcia et al., 2016; Méndez-Toribio et al., 2021) y fueron desarrollados en diversos ecosistemas.

Las interacciones bióticas con microorganismos en la restauración es uno de los temas incluidos en las investigaciones publicadas. Al respecto, Carrillo-Saucedo y colaboradores (2022) realizaron una revisión de literatura para identificar aquellos aspectos generales del manejo de la simbiosis micorrícica de especies nativas a México. Estos autores ponen en evidencia que los hongos micorrícicos son una herramienta potencialmente útil para mejorar el desarrollo de las especies forestales en áreas bajo restauración y para la recuperación de suelos. El estudio de Beceiril-Navarrete et al. (2022) se desarrolló en el mismo tema. El resultado de esta investigación indicó que la inoculación de hongos en las raíces de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth favorece el despliegue de rasgos funcionales relacionados con la optimización del crecimiento de la planta. Este hallazgo sugiere que el establecimiento de *T. stans* en plantaciones de restauración se vería beneficiado mediante el restablecimiento de la interacción entre el hongo y la planta. Ambos estudios destacan la importancia de considerar los microorganismos en los procesos de restauración.

Las plantaciones de restauración y la siembra de semillas son estrategias que enfrentan grandes desafíos. El conocimiento sobre la reproducción, crecimiento, y sobrevivencia de las especies generalmente es limitado para muchos taxones. Al respecto Custodio-Rodríguez y colaboradores (2022) reportan información sobre la germinación, crecimiento inicial y morfología de *Castilla elastica* Sessé ex Cerv., una especie utilizada en sistemas agroforestales. Por otro lado, en la contribución de Sánchez-Gar-

cía et al. (2022), se hicieron recomendaciones puntuales para incrementar la supervivencia de *Annona glabra* L., especie usada para la recuperación de una selva inundable en pastizales abandonados destinados a la crianza de ganado.

La efectividad ecológica de la siembra de semillas como estrategia de recuperación del bosque tropical caducifolio es un tema abordado por Martínez-Garza et al. (2022). Sus principales hallazgos permiten concluir que durante la siembra es importante: (i) utilizar especies de sucesión temprana y tardía, (ii) establecer una cobertura arbórea con especies de rápido crecimiento para generar un microclima benigno que beneficie a las semillas por la sombra de los árboles y (iii) favorecer la sucesión natural para aumentar la efectividad de la siembra. Pérez y colaboradores (2022) también evaluaron la efectividad ecológica de la siembra directa de semillas, la cual fue contrastada con plantaciones de restauración. Además, ellos compararon el costo económico y la probabilidad de éxito entre ambas estrategias de restauración. La especie utilizada como modelo de estudio fue *Prosopis flexuosa* DC. var. *depressa* F.A. Roig, arbusto importante para la restauración de zonas áridas de Argentina. Sus resultados indicaron que la siembra es 40% menos costosa que la plantación.

En una escala más amplia, de la Peña-Domene y colaboradores (2022) presentaron una propuesta para integrar la conservación en sistemas ganaderos en comunidades rurales de Los Tuxtlas, México, y evaluaron la sobrevivencia de las especies usadas en sistemas silvopastoriles enriquecidos. Los estudios enfocados en el componente vegetal ponen en evidencia que las plantaciones y la siembra de semillas son estrategias importantes para la recuperación de diversos ecosistemas.

Las contribuciones que tienen como elemento central a especies animales fueron realizadas en sistemas acuático-marinos y terrestres. Bajo esta perspectiva destacan dos trabajos. El primero es de Guzmán-Hernández y colaboradores (2022) quienes analizaron la recuperación poblacional de *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), un macroherbívoro en peligro de extinción que anida en playas de México y Cuba, e influye en la vegetación costera con





aportaciones de materia orgánica a la duna costera. Este estudio enfatiza la importancia de recuperar especies de fauna en los ecosistemas que habitan, ya que son elementos clave para una restauración integral. El segundo, de **Zagal-García y colaboradores (2022)**, presenta evidencia de la recuperación de algunos mamíferos medianos en parcelas bajo procesos de restauración. La técnica utilizada para documentar a los mamíferos fue el fototrampeo. Los tratamientos se implementaron en 2006 en un pastizal inducido en Los Tuxtlas, Veracruz, México; paisaje dominado por bosque tropical húmedo. Los resultados de esta investigación indican que, aunque la respuesta de los mamíferos terrestres a la restauración parece ser más lenta que la de otros grupos animales (p. ej., murciélagos; **Rivas-Alonso et al., 2021**), la restauración favorece la presencia de algunas especies en este paisaje ganadero. El estudio de la fauna como parte de la restauración es uno de los componentes que debe ser abordado con mayor frecuencia en las investigaciones sobre ecología de la restauración.

La recuperación de servicios ecosistémicos culturales en los proyectos de restauración ecológica participativa es muy importante. Sin embargo, son escasos los estudios donde se valora su recuperación. El estudio de **González-Molina y colaboradores (2022)** es una excepción, ya que analizaron el papel de los servicios ecosistémicos culturales asociados a actividades de restauración ecológica participativa. La valoración de las percepciones y representaciones de los actores sociales implicados en el proceso de restauración se realizó en el Ecoparque Sabana en el municipio Tocancipá, Colombia. Sus resultados indicaron que las intervenciones de restauración generaron una percepción positiva en la mayoría de los entrevistados (91%). La evaluación de la recuperación de servicios ecosistémicos es clave para determinar la efectividad de las intervenciones desde una perspectiva socioambiental.

Finalmente, los trabajos de **Bonfil et. al. (2022)** y **Márquez-Huitzil et al. (2022)** abordan una temática importante para la restauración y rehabilitación de ecosistemas destruidos por la actividad minera. El primero de estos estudios reportó que la regeneración natural es la principal

fuente para la recuperación de la vegetación (bosque tropical caducifolio o bosque seco) en una mina en Morelos, México. El otro trabajo, mediante una revisión de literatura, propone consideraciones y una metodología para la recuperación ecológica de áreas donde se acumulan materiales tóxicos e inestables desechados por la minería. La propuesta de mitigación de **Márquez-Huitzil y colaboradores (2022)** considera la recuperación de la integridad ecológica del ecosistema y su funcionamiento, y no solo se enfoca en la rehabilitación de las áreas intervenidas por la actividad minera. Ambos estudios tienen implicaciones importantes para diseñar acciones de restauración para la recuperación de canteras.

La publicación de esta sección especial en una revista internacional de alto prestigio editada en México es un hecho sin precedentes. Este es un momento clave para la restauración de ecosistemas en México y en el mundo. Los temas abordados son de gran interés para un gran número de practicantes de la restauración, ecólogos y tomadores de decisiones encargados de financiar e incentivar acciones de restauración ecológica. La generación de conocimiento innovador junto con su aplicación es indispensable para el avance y progreso de las intervenciones de restauración y de esta disciplina científica en México y Latinoamérica. La expectativa es que la discusión en torno a los temas abordados en esta sección especial (y otros relevantes) permita indagar sobre las áreas de investigación que se deben fomentar en el mediano y largo plazo en nuestro país.

Esta sección especial no hubiera sido posible sin el apoyo de Marie-Stéphanie Samain, editora en jefe de *Acta Botanica Mexicana*. Agradecemos también el apoyo de los directivos del INECOL, de las editoras técnicas, Patricia Mayoral e Ivonne Zavala, de los revisores de los manuscritos y de los miembros de la Red Mexicana para la Restauración Ambiental (REPARA), quienes contribuyeron con la evaluación de trabajos y aportaron valiosas contribuciones. El equipo editorial de *Acta Botanica Mexicana* está comprometido a continuar impulsando la investigación científica de alta calidad para la restauración ecológica de nuestro invaluable patrimonio natural.





## Literatura citada

- Becerril-Navarrete, A., M. Gómez-Romero R. Lindig-Cisneros, A. Blanco-García, J. Villegas y F. Pineda-García. 2022. Interacciones biológicas en la restauración: El caso de *Tecomaria stans* (Bignoniaceae) y hongos micorrílicos. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1937. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1937>
- Bonfil, C., V. Contreras-Rodríguez y B. Barrales-Alcalá. 2022. El papel de las plantaciones y la regeneración natural en la recuperación inicial de la cobertura vegetal en una cantera en Morelos, México. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1965. DOI: <http://doi.org/10.21829/abm129.2022.1965>
- Carrillo-Saucedo, S. M., J. Puente-Rivera, S. Montes-Recinas y R. Cruz-Ortega. 2022. Las micorrizas como una herramienta para la restauración ecológica. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1932. DOI: <http://doi.org/10.21829/abm129.2022.1932>
- Ceballos González, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Fondo de Cultura Económica. México, D.F., México. p. 986.
- Custodio-Rodríguez, J. P., G. Vargas-Simón y W. M. Contreras-Sánchez. 2022. Germinación, crecimiento inicial y morfología de *Castilla elastica* (Moraceae) en Tabasco, México. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1857. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1857>
- de la Peña-Domene, M., L. M. Ayestarán Hernández, J. F. Márquez Torres, F. Martínez Monroy, E. Rivas Alonso, P. V. Carrasco Carballido, M. N. Pérez Cruz, F. A. Chang Landa y C. Martínez-Garza. 2022. Sistemas silvopastoriles enriquecidos: una propuesta para integrar la conservación en la producción ganadera en comunidades rurales de Los Tuxtlas, México. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1925. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1925>
- González-Molina, H. Z., J. M. Trilleras, O. L. Pyszczek y L. P. Romero-Duque. 2022. Restauración ecológica participativa y servicios ecosistémicos culturales: una relación necesaria. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1929. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1929>
- Guzmán-Hernández, V., P. del Monte-Luna, M. C. López-Castro, A. Uribe-Martínez, P. Huerta-Rodríguez, S. A. Gallegos-Fernández, J. Azanza-Ricardo, R. C. Martínez-Portugal, A. K. Barragán-Zepeda, G. P. Quintana Pali, Y. F. Martín-Viaña, P. A. Gómez-Ruiz, H. H. Acosta-Sánchez, M. López-Hernández, D. G. Castañeda-Ramírez y E. Cuevas. 2022. Recuperación de poblaciones de tortuga verde y sus interacciones con la duna costera como línea base para una restauración ecológica integral. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1954. DOI: <http://doi.org/10.21829/abm129.2022.1954>
- Keenan, R. J., G. A. Reams, G. A. Reams, F. Achard, J. V. de Freitas, A. Grainger y E. Lindquist. 2015. Dynamics of global forest area: Results from the FAO global forest resources assessment 2015. *Forest Ecology and Management* 352: 9-20. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2015.06.014>
- Llorente-Bousquets, J. y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota. In: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (ed.). Capital Natural de México, Vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F., México. pp. 283-322.
- Márquez-Huitzil, R., C. Martínez-Garza y M. Osorio Beristain. 2022. Adoptar los objetivos de la restauración ecológica como meta crucial al mitigar desechos mineros: Una propuesta metodológica. *Acta Botanica Mexicana* 129: e2019. DOI: <http://doi.org/10.21829/abm129.2022.2019>
- Martínez-Garza, C., J. Campo-Alves, C. Valenzuela-Galván L. Alba-García y A. Nicólás-Medina. 2022. Siembra directa de árboles nativos para la restauración de la selva estacionalmente seca. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1917. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1917>
- Méndez-Toribio, M., C. Martínez-Garza y E. Ceccon. 2021. Challenges during the execution, results, and monitoring phases of ecological restoration: Learning from a country-wide assessment. *PLoS ONE* 16(4): e0249573. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249573>
- Murcia, C., M. R. Guariguata, A. Andrade, G. I. Andrade, J. Aronson, E. M. Escobar, A. Etter, F. H. Moreno, W. Ramírez y E. Montes. 2016. Challenges and prospects for scaling-up ecological restoration to meet international commitments: Colombia as a case study. *Conservation Letters* 9(3): 213-220. DOI: <https://doi.org/10.1111/conl.12199>
- Pérez, D. R., C. Ceballos y M. E. Oneto. 2022. Costos de plantación y siembra directa de *Prosopis flexuosa* var. *depressa* (Fabaceae) para restauración ecológica. *Acta Botanica*





- Mexicana 129: e1888. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1888>
- Potapov, P., M. Hansen, A. Pickens, A. Hernandez-Serna, A. Tyukavina, S. Turubanova, V. Zalles, X. Li, A. Khan y F. Stolle. 2022. The global 2000-2020 land cover and land use change dataset derived from the landsat archive: First results. *Frontiers in Remote Sensing*. 3: 856903. DOI: <https://doi.org/10.3389/frsen.2022.856903>
- Rivas-Alonso, E., C. Martínez-Garza, M. de la Peña-Domene y M. Mendez-Toribio. 2021. Large trees in restored tropical rainforest. *Forest Ecology and Management* 498: 119563. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119563>
- Samain, M. S., S. Guzmán Díaz, K. Machuca Machuca, A. C. Dolores Fuentes, A. G. Zacarías Correa, D. Valentín Martínez, F. A. Aldaba Núñez, R. Redonda-Martínez, S. F. Oldfield y E. M. Martínez Salas. 2022. Meta-analysis of Red List conservation assessments of Mexican endemic and near endemic tree species shows nearly two thirds of these are threatened. *Plants, People, Planet*: 1-19. DOI: <https://doi.org/10.1002/ppp3.10308>
- Sánchez-García, E. A., H. López Rosas, V. J. Sosa, R. Lindig-Cisneros y P. Moreno-Casasola. 2022. Towards the restoration with *Annona glabra* (Annonaceae) of a freshwater swamp: seedling establishment and growth, and the accompanying vegetation change. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1923. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1923>
- The Blue Carbon Initiative. 2014. Coastal ecosystems: Why sound management of these key natural carbon sinks matter for greenhouse gas emissions and climate change? Frequently Asked Questions. The Blue Carbon Initiative [https://www.car-spaw-rac.org/IMG/pdf/BC\\_FAQ\\_UNFCCC-2.pdf](https://www.car-spaw-rac.org/IMG/pdf/BC_FAQ_UNFCCC-2.pdf) (consultado noviembre 2022).
- United Nations. 2020. Decade on ecosystem restoration 2021-2030. United Nations. <https://www.decadeonrestoration.org/> (consultado agosto 2022).
- Zagal-García, K. V., C. Martínez-Garza y D. Valenzuela-Galván. 2022. Captura fotográfica de mamíferos medianos en parcelas experimentales de restauración ecológica en un paisaje agropecuario en Los Tuxtlas, Veracruz, México. *Acta Botanica Mexicana* 129: e1951. DOI: <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1951>

