

Las plantas: una estrategia para prevenir la erosión del suelo

DOI: <https://doi.org/10.29105/cienciauanl26.118-7>

Thais Correa de Assis (ORCID: 0000-0001-6433-5684)*
Laura Sánchez-Castillo (ORCID: 0000-0002-1028-2449)*

* Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, México.
 Contacto: thaiscorreaassis@gmail.com, laura.sanchez@uat.edu.mx

El concepto de erosión se define por el desprendimiento, arrastre y deposición de partículas en lugares distintos a su origen. Este proceso puede suceder de forma natural, siendo lento y gradual, o puede intensificarse por la acción humana, iniciándose así el proceso conocido como degradación.

La degradación se presenta cuando la superficie empieza a perder sus propiedades, lo que significa que tardó mucho tiempo en formarse y ya no tiene las mismas características originales. De acuerdo con información publicada por la FAO (2021), 34% de la tierra cultivable del mundo está degradada. En el caso de México, aproximadamente 24% de su territorio se encuentra degradado (Sánchez-Castillo *et al.*, 2017), debido a distintos factores como la deforestación, la expansión agrícola, la agricultura intensiva, el aumento de la frecuencia de incendios a gran escala, uso de especies invasoras, entre otros. Este fenómeno, a pesar de ser antiguo, iniciado a fines de la Segunda Guerra Mundial, sigue siendo preocupante ya que presenta un crecimiento constante y en niveles alarmantes (Etchevers *et al.*, 2020).

En este sentido, con el fin de promover la conservación de este recurso, surge una alternativa a las técnicas tradicionales de ingeniería, la Bioingeniería de Suelos, una ciencia interdisciplinaria que utiliza el material vegetal como estructura principal para promover la estabilización y un ambiente propicio para el desarrollo de la flora, además de aplicar técnicas de bajo costo y ecológicamente correctas.

La elección de la vegetación como punto central de la restauración es sin duda muy asertiva, porque ésta y la superficie conviven en una relación de ayuda mutua. Mientras las plantas utilizan el sustrato para poder desarrollarse de manera satisfactoria y saludable, debido al aporte de agua y nutrientes, éste se ve favorecido con mejores condiciones para la infiltración del líquido y mayor estabilidad.

CÓMO ACTÚAN LAS PLANTAS EN LA ESTABILIZACIÓN DEL SUELO

La vegetación representa una barrera protectora entre la superficie terrestre y el ambiente que la rodea, cada una de las estructuras presentes en plantas, hojas, tallos y raíces, juega un papel importante en el aumento de la estabilización tanto de forma mecánica como hidráulica (Maffra *et al.*, 2017).

Los efectos mecánicos observados en los sistemas radiculares contribuyen en gran manera a la estabilidad, y están representados por el aumento de la cohesión y anclaje, es decir, el aumento de la densidad de raíces representará un aumento de la estabilidad (Sanhueza y Villavicencio, 2012). Sin embargo, individuos de una misma especie pueden presentar comportamientos diferentes, los estudios demuestran que la edad, el tamaño y la época del año influyen en la resistencia que brindan sus raíces, además, las de mayor tamaño, como arbustos y árboles, brindan mayor resistencia.

Los efectos hidráulicos están directamente relacionados con la forma en que el suelo infiltra-

rá el volumen de agua de las precipitaciones (Hu *et al.*, 2011). El primer elemento que actúa en este mecanismo son las hojas, que mediante la intercepción impiden que parte de la humedad llegue a la superficie y se evapore, el segundo elemento, el tallo, trabaja en conjunto con las hojas, las cuales reducen el impacto de la gota de lluvia al disminuir su velocidad y aumentar su tamaño, de esta manera, cuando la precipitación encuentra la tierra con menor volumen e impacto, las raíces serán capaces de aumentar la infiltración, ya que, a mayor densidad de raíces, mayor capacidad de almacenamiento en las capas del sustrato (Zhang *et al.*, 2019). Todos estos mecanismos en conjunto culminan en una menor pérdida por escorrentía superficial.

Así, para determinar qué variedades tienen mayor capacidad de aportar refuerzo, se deben analizar características morfológicas, como altura, diámetro y peso, longitud, diámetro y número de raíces; además de las propiedades físicas del terreno (Sánchez-Castillo *et al.*, 2019).

ENTENDER EL COMPORTAMIENTO ECOLÓGICO

La selección de especies apropiadas es un paso importante para el éxito de los proyectos de restauración ecológica, de esta manera deben basarse en la capacidad individual de cada una para contener y restaurar el suelo, así como en su adaptación y dominio en el medio en el que se insertan (Zhang *et al.*, 2019). Por ello es fundamental realizar un estudio que señale la capacidad de establecimiento de determinados ejemplares en el lugar a restaurar.

Además de su importancia económica y ecológica, la elección asertiva garantiza un aumento del refuerzo del campo. En general, en los estudios que evalúan la capacidad de ciertas especies

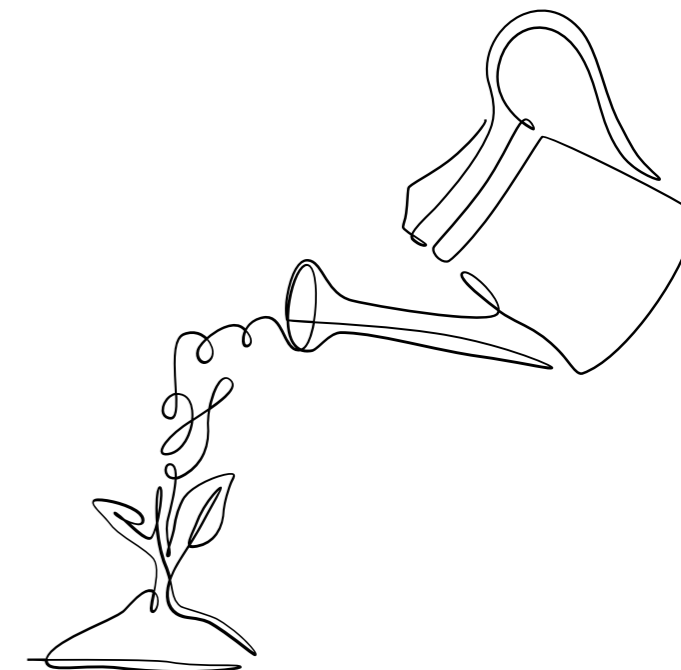
para contener movimientos en masa, el factor ecológico queda a cargo del índice de valor de importancia, que a través de tres indicadores (densidad, dominancia y frecuencias relativas) informa al investigador sobre la dominancia y adaptabilidad de una determinada familia en su lugar de interés.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

La aplicación de técnicas de Bioingeniería de Suelos resulta en ventajas que se clasifican en ecológicas, económicas y de refuerzo. Dado que la premisa de esta ciencia es la aplicación de plantas en sitios afectados por la erosión, la principal ventaja ecológica es la reposición de flora nativa, que mejora las condiciones ambientales y permite el retorno de la fauna silvestre. Además, los efectos hidrológicos ya mencionados disminuyen la escorrentía superficial y aumentan la infiltración de agua (Dhital *et al.*, 2013).

En el ámbito económico, el monitoreo y reemplazo de la vegetación son prácticas de bajo costo y de fácil acceso (Durlo y Sutuli, 2014). Esta afirmación se fortalece cuando se analiza el factor tiempo, debido a que las técnicas tradicionales que utilizan materiales inertes necesitan de mantenimiento para que se mantenga su efectividad, lo que genera sobrecostos.

El refuerzo y la contención de la erosión, además de ser el principal objetivo de la aplicación de dichas técnicas, son ventajas que resultan del establecimiento y desarrollo de sistemas radiculares de las plantas. Se sabe que las áreas que han sufrido un disturbio de pérdida de suelo inician su proceso de recuperación inmediatamente después del daño, el propósito de aplicar los principios de la Bioingeniería es reducir el tiempo y aumentar la efectividad de la recuperación, imitando siempre las condiciones ambientales originales.



Sin embargo, su aplicación también tiene algunas desventajas. Como es un material vivo que toma cierto tiempo para desarrollarse y fortalecerse, el follaje no estabiliza inmediatamente el material, no obstante, la estabilización es un factor de crecimiento (Bischetti *et al.*, 2012).

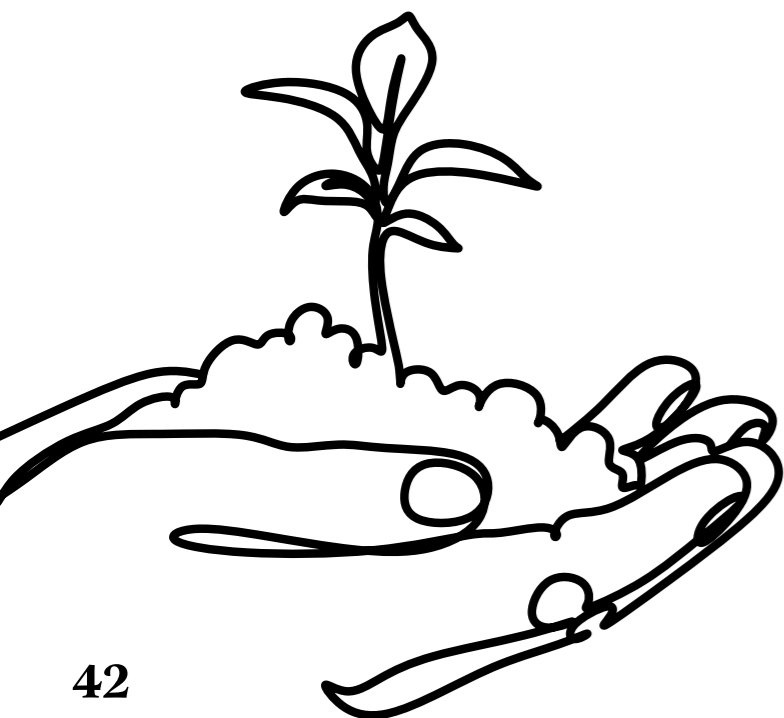
También existe una limitación espacial para esta técnica: los cambios en el medio ambiente y el paisaje limitan la selección efectiva de especies a áreas que tienen las mismas características que el campo de estudio (Zhang *et al.*, 2019).

Finalmente, al analizar el comportamiento mecánico de las plantas, se advierte un efecto adverso en individuos de grandes proporciones, que por su altura y peso pueden generar una sobrecarga de esfuerzo en el terreno cuando se presenta la incidencia de los vientos en su copa (Melo *et al.*, 2013).

EFFECTOS DE LA DEGRADACIÓN DEL SUELO

El primer efecto que siente el ambiente es la remoción de la capa superficial del piso, reduciendo así la capacidad productiva del lugar, ya que es en esta capa donde se concentra el mayor potencial de fertilización (Dyonisio, 2010).

Sin embargo, la disminución de la producción de cultivos es sólo una pequeña parte del problema. En países en vías de desarrollo, como México, la producción agrícola tiene una conexión directa



con la economía, lo que puede retrasar los planes de desarrollo del país, dificultar la vida en las zonas rurales y conducir a más personas a los centros urbanos, en viviendas precarias y barrios marginales, lo que genera descontento social y político (Rojas e Ibarra, 2003).

Con el aumento de la población en los centros urbanos, los límites municipales avanzan hacia

áreas de vegetación nativa, donde se produce la deforestación para la construcción de viviendas, de esta forma se intensifica el proceso de degradación del territorio (Morales, 2005). Este material es conducido y depositado en el fondo de los ríos, reduciendo drásticamente la altura del cauce, provocando inundaciones en ciudades y zonas agrícolas. Este efecto se puede observar en países en desarrollo, como Brasil y Argentina.

ESTUDIOS REALIZADOS PARA MÉXICO

A pesar de ser ampliamente utilizada en países asiáticos y europeos, la primera investigación en Bioingeniería de Suelos realizada en territorio mexicano se llevó a cabo en 2014, y el avance de ésta aún se ve limitada por el

bajo número de investigadores en esta área. Sin embargo, algunos resultados de especies mexicanas pueden ser encontrados en artículos de investigación publicados, los cuales son presentados a continuación:

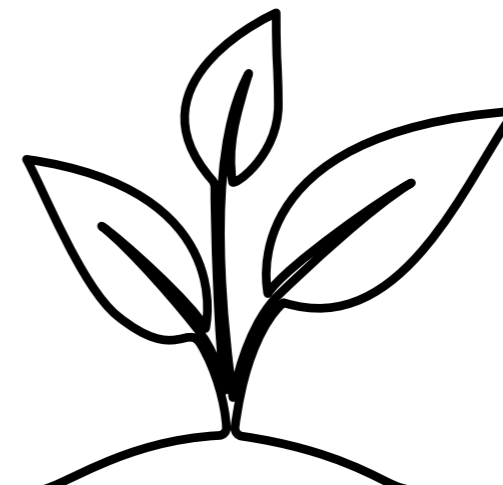
Tabla I. Estudios realizados en México y sus recomendaciones.

Área de estudio	Región fisiográfica	Tipo de vegetación	Recomendación de especies	Referencia
Iturbide, N.L.	Sierra Madre Oriental	Sotobosque	<i>Abutilon incanum</i>	Sánchez-Castillo et al., 2014
Linares, N.L.	Sierra Madre Oriental	Sotobosque	<i>Melochia tormentosa</i>	Sánchez-Castillo et al., 2014
Parque Nacional Chipinque, Monterrey, N.L.	Sierra Madre Oriental	Bosque de pino-encino	<i>Acacia berlandieri</i> <i>Quercus rysophylla</i> <i>Pinus pseudostrobus</i> <i>Ligustrum lucidum</i>	Sánchez-Castillo et al., 2017
Iturbide, N.L.	Sierra Madre Oriental	Bosque de pino-encino y matorral espinoso tamaulipeco	<i>Acacia berlandieri</i> <i>Acacia rigidula</i> <i>Quercus rysophylla</i>	Zavala-González et al., 2019
Veracruz	-	-	<i>Jatropha curcas</i> <i>Ricinus communis</i>	Valdés-Rodríguez et al., 2020

CONCLUSIÓN

Conocer la información relacionada con las especies presentes en cada sitio, su capacidad de supervivencia y las propiedades físicas del suelo es de suma importancia para el éxito de los proyectos de restauración ecológica y la contención de la degradación.

El avance de estudios relacionados a la Bioingeniería de Suelos, especialmente en nuestro país, es sumamente importante, además, es necesario comprender la gran diversidad de campos que abarca esta ciencia y que permitirán al investigador tener una visión más holística.



Descarga aquí nuestra versión digital



REFERENCIAS

- Bischetti, G.B., Dio, M.D.F., y Florineth, F. (2012). On the origin of soil bioengineering. *Landscape Research*. 39(5):583-595.
- Dhital, Y.P., Kayastha, R.B., Shi, J. (2013). Soil Bioengineering Application and Practices in Nepal. *Environmental Management*. 51:354-364.
- Durlo, M.A., Sutili, F.J. (2014). *Bioengenharia*. Brasil. 191 p.
- Dyonisio, H.A.F. (2010). Erosão Hídrica: suscetibilidade do solo. Thesis. 13:15-25.
- Etchevers B., J.D., Cotler, H., Hidalgo, C. (2020). Salir de la invisibilidad: nuevos retos para la ciencia del suelo. *Terra Latinoamericana*. 38:931-938.
- FAO (2021). El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. Disponible en: <https://www.fao.org/3/cb7654es/cb7654es.pdf>
- Hu, T., Kang, S., Li, F., et al. (2011). Effects of partial root-zone irrigation on hydraulic conductivity in the soil-root system of maize plant. *Journal of Experimental Botany Advance*. 62:1-10.
- Maffra, C.B.B., Moraes, M.T., Souza, R.S., et al. (2017). Métodos de avaliação da influência e contribuição das plantas sobre a estabilidade de taludes. *Revista Scientia Agraria*. 18(4):129-143.
- Melo, F.L., Simão, J.B.P., Caiado, M.A.C., et al. (2013). Vegetação como instrumento de proteção e recuperação de taludes. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*. 8(5):116-124.
- Morales, C. (2005). Pobreza, desertificación y degradación de tierras. In: C. Morales, S. Parada (eds.). *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales* (25-58). México: Cepal.
- Rojas, A.E., e Ibarra, J. (2003). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y Desarrollo*. 25:4-9.
- Sánchez-Castillo, L., Kosugi, K., Masaoka, N., et al. (2019). Eco-morphological characteristics of fern species for slope conservation. *Journal of Mountain Science*. 16(3):504-515.
- Sánchez-Castillo, L., Kubota, T., Cantu-Silva, I., et al. (2017). Comparisons of the root mechanical properties of three native Mexican tree species for soil bioengineering practices. *Botanical Sciences*. 95(2):259-269.
- Sánchez-Castillo, L., Kubota, T., Silva, I.C. (2014). Root Strength Characteristics of Understory Vegetation Species for Erosion Mitigation on Forest Slopes of Mexico. *Ecology & Development*. 28(2):1-8.
- Sanhueza, C., Villavicencio, G. (2012). Influencia de la cohesión aparente generada por raíces sobre la estabilidad de un talud natural en las dunas de Reñaca. *Revista de la Construcción*. 11:17-31.
- Valdés-Rodríguez, O.A., Alonso, A.E.J., Martínez, A.S., et al. (2020). Ensayos de tensión y flexión en raíces de especies tropicales. *Madera y Bosque*. 26(2):1-13.
- Zavala-González, R., Cantú-Silva, I., Sánchez-Castillo, L., et al. (2019). Ten native tree species for potential use in soil bioengineering in northeastern Mexico. *Botanical Sciences*. 97(3):291-300.
- Zhang, C., Li, D., Jiang, J., et al. (2019). Evaluating the potential slope plants using new method for soil reinforcement program. *Catena*. 180:346-354.