



Las ventajas en el uso de leguminosas en la restauración de ecosistemas



Ciencia al Instante

Las leguminosas como los frijoles y lentejas, son protagonistas inesperadas en la restauración de ecosistemas degradados. Estas plantas poseen superpoderes ecológicos: toleran sequías, suelos pobres y condiciones extremas que otras especies no resisten. Su secreto radica en las bacterias que viven en sus raíces, capaces de capturar nitrógeno del aire y fertilizar el suelo. Además, actúan como "plantas nodrizas", creando microclimas protectores donde especies más vulnerables pueden establecerse y crecer. En un mundo amenazado por el cambio climático, plantar leguminosas en las etapas iniciales de reforestación prepara el terreno para recuperar la biodiversidad perdida, convirtiéndolas en verdaderas ingenieras del ecosistema.

Las ventajas en el uso de leguminosas en la restauración de ecosistemas

A small icon of a red and white rocket ship with a blue flame, pointing upwards and to the right.

Cómo citar este artículo: Figueroa-Torres I, Gómez-Romero M. 2025. Las ventajas en el uso de leguminosas en la restauración de ecosistemas. Revista Ciencia y Naturaleza (1192).





Artículo



"El mejor momento para plantar un árbol fue hace 20 años. El segundo mejor momento es ahora". Proverbio chino

L

a recuperación de ecosistemas puede ser muy compleja. Cuando comienza la temporada de lluvias, nos invitan a participar en las campañas de reforestación para adoptar un árbol y plantarlo con el eslogan de "poner nuestro granito de arena para recuperar un bosque".



Pero lo más seguro es que te dieron un pinito, que podría ser una muy buena opción, si hay condiciones de humedad para la planta. Pero... ¿Qué pasó con ese árbol que trasplantamos con mucha ilusión? Probablemente murió, a causa de las condiciones ambientales no favorables. Quizás plantamos un arbolito no nativo del bosque y las condiciones ambientales no las resistió. En un escenario contrario, podría cambiar la dinámica del lugar.

Desafortunadamente, la mayoría de los programas de reforestación masivos, no consideran a las especies originarias (nativas) del lugar y menos las condiciones ambientales actuales. Lo que debe llevarnos a cuestionarnos lo siguiente: ¿Qué tipo de plantas deberíamos considerar a la hora de reforestar?, ¿Deberán ser aquellas que formaban parte del bosque original necesariamente? o ¿Qué debemos de tomar en cuenta a la hora de elegir una especie de planta para una reforestación?



Figura 1. Reforestación con *A. occidentalis*.

Por fortuna, actualmente se sabe que hay una variedad de plantas recomendadas para reforestar. Por ejemplo, una de las familias de plantas que más se recomiendan a la hora de iniciar una reforestación son las **leguminosas** (ver cuadro de conceptos, Figura 1).



La problemática ambiental y la restauración de ecosistemas

En los últimos años, escuchamos y nos quejamos de manera constante por el incremento de la temperatura ambiental y las olas de calor que nos causan incomodidad. Hoy en día, sabemos que parte de ello es por el cambio climático, siendo una de sus principales causas las actividades humanas.



Ejemplo de ello es la contribución en la emisión de los gases de tipo invernadero en la atmósfera en grandes cantidades como el dióxido de carbono (CO_2). Este contribuye a incrementar las temperaturas a nivel global y la incidencia de eventos climáticos que cada vez son más extremos como las sequías prolongadas.



Sumado a ello, la pérdida de los **ecosistemas** naturales que se pierden cada año y cuya reducción es causada por incendios forestales, tala de árboles y el cambio de uso del suelo como la agricultura o el crecimiento de los asentamientos humanos en las ciudades. Esto provoca un desequilibrio en la dinámica y en los servicios ecosistémicos como la infiltración de agua y la purificación de aire, lo que nos lleva a la necesidad de reforestar los sitios que alguna vez formaron parte de un bosque.

Los retos en la restauración ecológica

Para reforestar un sitio que ha sido perturbado o afectado, debemos de considerar acciones como la restauración ecológica. Esta práctica toma en cuenta los principios de la ecología y el conocimiento de las plantas nativas, para su posible recuperación. Con lo anterior, se intenta que el sitio afectado recupere la biodiversidad y funcionalidad que tenía antes del disturbio.

Desafortunadamente no es posible recuperar un ecosistema al 100%, principalmente por el desconocimiento de la complejidad natural de las especies que lo conformaban. Sumado a ello, los retos ambientales a los que las plantas actualmente se enfrentan, pueden jugar un papel negativo en la supervivencia y recuperación de las poblaciones originales.



El cambio climático, ha generado la necesidad de encontrar especies más tolerantes y que en un futuro puedan ser de gran ayuda para las especies más sensibles.

Ante el aumento de la temperatura y la disminución de la humedad en temporadas de lluvias más cortas, causa que las plantas entren en un estado de estrés por sequía (**estrés hídrico**). El cual se presenta cuando la planta pierde más agua de la que tiene disponible, lo que desencadena una serie de cambios anatómicos y fisiológicos para sobrevivir o morir ante la sequía.



¿Qué le pasa a la planta cuando se estresa por falta de agua? La planta cierra sus **estomas** deteniendo el intercambio de gases y la fotosíntesis. Al no alimentarse adecuadamente, su crecimiento se ve limitado tanto en altura, grosor del tallo y follaje y ante la necesidad de encontrar agua, aumenta el crecimiento y forma de las raíces. En el caso de no encontrar agua, las plantas pueden presentar problemas como burbujas de aire en los tallos, a esto se le conoce como embolismos vasculares y puede propiciar la muerte.

Varias especies de leguminosas, han desarrollado estrategias para evadir los efectos negativos de la sequía. Por ello, en la restauración ecológica se les considera ideales en las plantaciones. Para planear un proyecto de restauración, es importante tomar en cuenta el grado de daño o perturbación del sitio. Lo que nos lleva a una de las preguntas principales ¿Qué tipo de plantas debemos elegir? (Figura 2). Primeramente, debemos plantearnos cuales fueron las especies que habitaban el lugar y que requerimientos tienen para poder establecerse y sobrevivir.



Figura 2. Primeras etapas del proceso de una restauración.



Algunas veces, se pueden utilizar especies no nativas en las primeras etapas de la restauración. En este caso se deben seleccionar aquellas que no son invasivas y que en un futuro no causen un problema mayor. Por otra parte, si el área fue severamente degradada, se deben considerar como especies pioneras, aquellas que puedan tolerar la radiación solar prolongada, poca humedad, temperaturas elevadas, suelos compactados y escasos de nutrientes. ¡Sorpresa! las leguminosas se pueden establecer en las condiciones anteriormente mencionadas.

Las leguminosas están más allá de tu cocina

Las leguminosas en la restauración

La familia de las leguminosas (Fabaceae), así como los frijoles, las lentejas y las habas que comemos (Figura 3).

Abarca una gran variedad de especies, que forman parte importante de los ecosistemas. Razón por la que es importante considerarlas en los proyectos de restauración ecológica. La implementación de este grupo de plantas como pioneras, surge a partir de entender la **sucesión ecológica** de los bosques.

Imaginemos un escenario en el que un ecosistema sufre un disturbio causado por un fenómeno natural como un huracán, la erupción de un volcán o un incendio forestal.



Figura 3. Semillas y vainas de leguminosas que encontramos en casa.



Cuya naturaleza, provocó grandes daños en la comunidad de plantas y otros organismos que habitaban en el lugar, en algunos casos, el daño es tanto que no queda nada y se reinicia la dinámica del lugar.

Las leguminosas, juegan un papel importante en los ecosistemas que vuelven a comenzar

La naturaleza, tiene la capacidad de regenerar parte del ecosistema anterior de forma paulatina, iniciando con las plantas pioneras. Conocidas por tolerar ambientes con radiación solar directa, suelos duros, escasez de nutrientes y poca humedad.

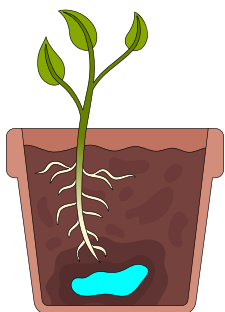


Algunas leguminosas pioneras son los tréboles (género *Trifolium*) y los huizaches (ej. *Vachellia farnesiana*), plantas de crecimiento herbáceo y arbustivo, respectivamente (Figura 4).

Si consideramos el cambio climático y sus efectos secundarios, las leguminosas tienen a su favor las adaptaciones que les ha dado su historia biológica y evolutiva, debido a que han logrado establecerse en una diversidad de ecosistemas. Destacando aquellas que crecen en zonas secas o con pocos nutrientes, les ha dado ventajas para evitar y tolerar las condiciones adversas. En un sitio con una degradación alta y las condiciones climáticas cambiantes actuales, tienen mayor ventaja a la hora de establecerse en comparación con otras especies más sensibles.



Figura 4. Trébol y huizache.



El principal objetivo de las plantas en general, es evitar la deshidratación a nivel celular, lo que las lleva a generar cambios que les permitan evitar o tolerar la sequía. Anatómicamente, manifiestan un crecimiento reducido en la parte aérea como el tallo y las hojas. La raíz se ramifica alargándose en busca de humedad.

Se ha documentado que algunas reducen el tamaño de sus hojas y las tiran en la época más difícil. Mientras que fisiológicamente, manifiestan una alta captación de recursos como nutrientes y agua, cierran los estomas en los que hacen el intercambio de gases e incrementan la concentración de **hormonas vegetales** relacionadas con la sequía como el ácido abscísico.

¿Puedes imaginar la cantidad de beneficios que pueden aportar las leguminosas a los ecosistemas?

Gracias a la capacidad de tolerar las condiciones adversas, aportan beneficios al ecosistema degradado, al generar condiciones para el establecimiento de especies más sensibles y menos tolerantes. Por ejemplo, al modificar su sistema de raíz, generando más ramificaciones y profundizándolo, en sitios con problemas de erosión del suelo. Pueden retenerlo y con el paso del tiempo, contribuyen a la formación de capas de suelo más blandas y una capa de materia orgánica, a partir de la hojarasca. Sin hacer a un lado el aporte en la fertilidad del suelo, con la asociación de bacterias fijadoras de nitrógeno.

Las leguminosas, juegan un papel importante y benéfico cuando interactúan con otras especies. Se ha documentado, la **relación simbiótica** que tienen con algunas bacterias del suelo, por ejemplo, los géneros *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bradyrhizobium*, entre otros.



Son bacterias, con la capacidad de transformar el nitrógeno atmosférico en compuestos asimilables para las plantas, como amonio y nitratos, lo que indica que, en suelos desprovistos de nutrientes, contribuyen a su disponibilidad.



Figura 5. *A. religiosa* con su nodriza *L. elegans*.

También, pueden cumplir funciones como **especies nodrizas**, sobre todo aquellas que son arbustivas y arbóreas. Estas al tener un follaje y alturas mayores a la de una herbácea, crean condiciones de microclima y reducen la exposición prolongada al sol, permitiendo que especies más sensibles y jóvenes se puedan establecer y proteger en épocas en que las condiciones ambientales pueden ser más difíciles como en sequías o heladas.

Por ejemplo, el oyamel (*Abies religiosa*) es un árbol perteneciente a bosques templados y se caracteriza por ser vulnerable en sus primeras etapas de vida. Cuando crece cerca de la leguminosa arbustiva *Lupinus elegans*, al tener la protección de ésta, incrementa la tasa de supervivencia y se fortalece al recibir los beneficios que le brinda, lo que le da más probabilidades de llegar a la edad adulta (Figura 5).



Por lo anterior, considerar especies de la familia de las leguminosas, en especial, aquellas especies arbustivas en futuras plantaciones, pueden preparar el sitio de interés, proporcionando condiciones más favorables. En plantaciones posteriores, se podrían considerar especies más sensibles y en peligro de extinción. Sobre todo, aquellas que pertenecen a bosques maduros y tienen requerimientos ambientales específicos, asegurando su supervivencia y conservación.

No todo es de color de rosa, también hay dificultades en el camino

A pesar de las ventajas que puede proporcionar la familia de las leguminosas en los proyectos de restauración, debemos de tomar en cuenta que no todas tienen la tolerancia y la capacidad de establecerse fácilmente.

Ejemplo de una especie conocida como palo blanco o parotilla (*Albizia occidentalis Brandege*) es un árbol que se establece en ecosistemas tropicales y con climas cálidos, pero no es muy tolerante al estrés hídrico. Circunstancia que se ha comprobado en ensayos de restauración, registrando la mayor mortalidad en la época de sequía.



Lo que podría ser en parte, una de las razones por la que se ha situado dentro de la NOM-059-SEMARNAT como "Amenazada". A pesar de tener una amplia distribución, no es una especie dominante en los bosques, ya que tiene requerimientos muy específicos para poder establecerse y llegar a la vida adulta. Uno de estos requerimientos es la asociación con otros microorganismos del suelo, como las micorrizas.



Las plantas más sensibles, necesitan aliados para sobrevivir

Las micorrizas, forman interacciones simbióticas que se establecen con las plantas. Los hongos le proveen a la planta protección contra patógenos, nutrientes y tolerancia a condiciones adversas al promover el crecimiento, mientras que la planta a cambio le da azúcares, conocidos como carbohidratos, los cuales el hongo aprovecha. Esta interacción simbiótica, se ha hecho tan estrecha con las plantas terrestres, que se sabe que aproximadamente el 90% la necesitan para sobrevivir (Figura 6). Estas interacciones, pueden ser la clave para el establecimiento de especies más sensibles, ante condiciones ambientales estresantes de un área perturbada y las que genera el cambio climático.

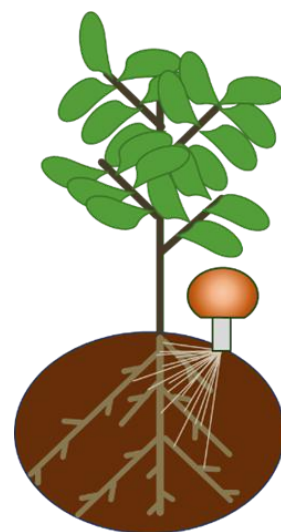


Figura 6. Asociación simbiótica de una planta con una micorriza.



Por ejemplo, plantas inoculadas con hongos micorrícicos, tienen una mayor supervivencia y crecimiento durante estrés hídrico. Así estas especies tienen el potencial de ser pioneras, pero su tolerancia es limitada. La búsqueda e implementación de estrategias como la inoculación de microorganismos del suelo, como las micorrizas y las bacterias; pueden impulsar una restauración ecológica más exitosa.

Mediante inoculaciones individuales o en conjunto de microorganismos. Esto amplía las posibilidades de reestablecer a aquellas especies más afectadas por la crisis ambiental y que hoy se han clasificado en algún estatus de conservación, en riesgo de desaparecer.

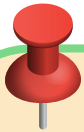


Afortunadamente, se ha avanzado en el entendimiento de la dinámica de las plantas con sus múltiples interacciones bióticas. La implementación de estrategias alternativas, que permitan una mayor tasa de supervivencia en especies prioritarias para su conservación, ante los escenarios del cambio climático, es crucial.

Para recuperar la dinámica del ecosistema, se debe considerar la biología y la correcta selección de especies pioneras de acuerdo a las condiciones ambientales que provee un sitio perturbado. De esta forma, es posible propiciar la generación de condiciones de microambiente y proveer recursos esenciales para que especies más sensibles y poco tolerantes logren establecerse y sobrevivir.

Al tomar en cuenta las recomendaciones para hacer una reforestación, la probabilidad de éxito será mayor. Retomando aquel arbolito que fuiste a plantar en compañía de más personas, quizás ahora sí sobreviva. Tal vez la siguiente ocasión que vayas a poner tu granito de arena, ya no te den las mismas plantas. Tal vez podría ser una leguminosa, que contribuirá en la restauración de un ecosistema que fue dañado por actividades humanas. 🍀





Conceptos

Ecosistema: es un sistema ecológico, compuesto por las interacciones bióticas y los factores abióticos del medio ambiente.

Especie nodriza: son plantas que tienen una relación estrecha con plantas jóvenes de otras especies, ejerciendo un efecto positivo sobre ellas, al proporcionar condiciones ambientales óptimas para su supervivencia y crecimiento.

Especie pionera: son especies vegetales iniciales que colonizan ambientes perturbados o áridos, facilitando el establecimiento de una vegetación más diversa a lo largo del tiempo.

Estomas: son poros en la superficie con un par de células protectoras que los rodean, ubicados en la superficie de las partes aéreas de las plantas superiores y cuya función es el intercambio de gases.

Estrés hídrico: es un estado en el que la plantas presentan un déficit hídrico, en el que requieren más agua de la que tienen disponible, derivándose de las condiciones ambientales como la sequía.

Hormona vegetal: son compuestos orgánicos, que se encargan de regular el crecimiento y desarrollo de las plantas, facilitando la comunicación celular, permitiendo la adaptación y respuesta ante condiciones ambientales.

Leguminosa: es una familia amplia de plantas "Fabaceae", que se caracterizan por su fruto en forma de legumbre, en el que albergan sus semillas.



Conceptos

Relación simbiótica: es una relación ecológica entre dos organismos, generando un efecto positivo mutuo entre ambos.

Sucesión ecológica: es un proceso natural y continuo en el que se presentan cambios estructurales y compositivos en los ecosistemas.

Agradecimientos

Agradecemos al Laboratorio de Ecología de la Restauración, de la Facultad de Biología y al Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Agradecemos también a la SECIHTI, por beca otorgada para realizar los estudios de doctorado (CVU: 847022) y el proyecto de IxM (Número de proyecto: IxM933 SECIHTI).

Para Consulta

- Bianco L, Cenzano AM. 2018. Leguminosas nativas: estrategias adaptativas y capacidad para la fijación biológica de nitrógeno. Implicancia ecológica. Idesia Chile 36(4): 71-80.
- Burney O, Aldrete A, Alvarez Reyes R, *et al.* 2015. México—Addressing Challenges to Reforestation. Journal of Forestry 113(4): 404-413.
- Gómez-Guerrero A, Correa-Díaz A, *et al.* 2021. Cambio climático y dinámica de los ecosistemas forestales. Revista fitotecnia mexicana 44(4): 673-682.



- Van Der Heijden MG, Martin, FM, et al. 2015. Mycorrhizal ecology and evolution: the past, the present, and the future. *New phytologist* 205(4): 1406-1423.
- Weidlich EWA, Nelson CR, *et al.* 2021. Priority effects and ecological restoration. *Restoration ecology*. 29 (1): e13317.

Crédito de imágenes en orden de aparición: piyaset (Getty Images, GI), 5PH, FotografiaBasica (Getty Images Signature, GIS), Monster (Monster Images), coretancreative, Balazs Simon (Pexels, Px), Natali Barbani (sketchify, Sy), Tamara Elnova (Px), SUMALI IBNU CHAMID (Alemedia.id), Hasan Hadua (Hydric Design), Truecreatives, Megan, Karola G (Px), vesvocrea (Vesvostd), Daniel Constantinescu's Images, Allan Faustino (Sy), azideiadele (pixabay, Pb), Blankenburghers (Pb), ViveraDesign, Onishenko-Galina (GI), Milanika (GI), vaninaarf (Vaninaarf Studio), Vectorfair V, Aflo Images (アフロ Aflo), Gervanastudio, pentagrafis (Pentagrafis Studio), Alex P (Px), aluxum (GIS), igoriss (GI). Crédito de figuras: Proporcionada por los autores. Los autores declaran que ningún párrafo ha sido generado completamente o con más del 50% de sus palabras con herramientas AI.

Dr. David A. Paz García
Editor en Jefe Revista CyN

Diseño: Irlanda Edith Garcia Corona



Indira Figueroa Torres

Estudiante de Doctorado en Ciencias Biológicas en la opción: Manejo y Conservación de Recursos Naturales, por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Sus estudios de posgrado se han enfocado en la exploración de germinación e implementación de microorganismos y nanopartículas como herramientas viables en la restauración de ecosistemas degradados, priorizando especies de plantas en estatus de conservación.

contacto: indira.figueroa@umich.mx



Mariela Gómez Romero

Investigadora por México, comisionada a la Facultad de Biología, UMSNH. Doctora en Ciencias Biológicas con opción en Biología Experimental. Sus líneas de investigación se enfocan a la Restauración ecológica, utilizando técnicas experimentales de fisiología, interacciones bióticas y nanotecnología para especies en estatus de conservación y la restauración de ecosistemas degradados.

contacto: mariela.gomez@umich.mx