

# Elementos de rehabilitación ecológica: primeros pasos en la reintroducción de plantas

Pedro Eloy Mendoza-Hernández  
Facultad de Ciencias, UNAM

## El frágil Pedregal

El Pedregal de San Ángel es un lugar único, fascinante, enigmático, pero frágil; es susceptible de ser alterado como cualquier otro ecosistema por disturbios ocasionados por los seres humanos, tales como el fuego, el saqueo de plantas y los asentamientos urbanos irregulares. Lo primero que se altera en el Pedregal es la vegetación, lo que se ve reflejado al reducirse el número de plantas o el número de especies. Para restaurar el Pedregal debe haber un compromiso de muchos actores pero, ¿cómo podemos distinguir entre un pedregal conservado y uno alterado?

En un pedregal conservado la roca volcánica forma parte del paisaje, conformando lugares planos, ligeras hondonadas, grandes grietas y algunas cuevas, donde el suelo se acumula poco a poco (Figura 1). En este ecosistema prospera una mezcla muy particular de plantas **nativas** entre las cuales se encuentran árboles de baja altura, como el palo dulce (*Eysenhardtia polystachya*), las burseras (*Bursera cuneata* y *B. fagaroides*) y los tepozanes (*Buddleia cordata* y *B. parviflora*); arbustos como el palo loco (*Senecio praecox*), nopales (*Opuntia* spp.), agaves (*Agave ferox*), pastos amacollados (*Muhlenbergia robusta*) y varias especies de dalias (*Dahlia coccinea* y *D. pinnata*), así como distintos tipos de hierbas. En el Pedregal también son comunes los helechos, las biznagas (*Mammillaria magnimamma* y *M. sanangelensis*), algunas orquídeas terrestres (*Habenaria novemfida*) y los mayitos (*Milla biflora* y *Zephiranthes longifolia*) que adornan el Pedregal cuando caen las primeras lluvias del año; los musgos, líquenes y hepáticas son parte de la vegetación que vive "pegada" a las rocas (Figura 2).

### Glosario

Nativas: plantas que han nacido y crecido en el Pedregal de San Ángel.



Figura 1. Aspecto general de un fragmento del Pedregal durante la época de lluvias. FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.

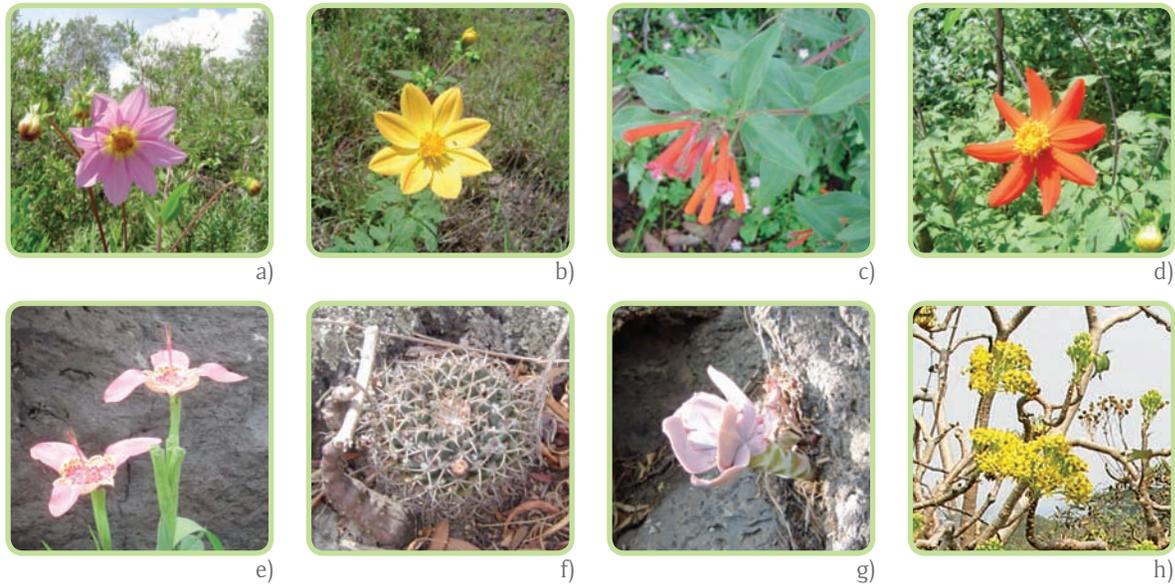


Figura 2. Plantas nativas que se encuentran en el Pedregal conservado. a) *Dahlia pinnata*, b) *Dahlia coccinea*, c) *Bouvardia terniflora*, d) *Dahlia coccinea*, e) *Tigridia pavonia*, f) *Mamillaria magnimamma*, g) *Echeveria gibbiflora*, h) *Senecio praecox*. FOTOS: A-G) PEDRO ELOY MENDOZA; H) PEDRO CAMARENA.

#### Glosario

Exóticas: especies originarias de otros sitios.

Un pedregal alterado tiene una cara distinta, puede haber muchas plantas, pero pocas especies. Con frecuencia pueden encontrarse especies **exóticas** como los eucaliptos (*Eucalyptus* spp.), introducidos de Australia, o también especies como la higuera (*Ricinus communis*), la mazorquilla (*Phytolacca icosandra*), el pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y algunas enredaderas que dominan el lugar y no dejan espacios de crecimiento para las especies nativas. Con frecuencia, la roca volcánica está recubierta por pastos y éstos no permiten que se desarrollen los musgos y líquenes, además de que conforman zonas altamente susceptibles de incendiarse (Figura 3).



Imaginemos que el Pedregal es como una persona. Cuando sufre una cortada o una herida, el cuerpo inicia un proceso de "cicatrización". ¿Cómo puede un ecosistema recuperarse de "una cortada" o sea de un disturbio? Los ecosistemas tienen sus propios procesos de cicatrización; por ejemplo, las semillas acumuladas en el suelo comienzan a germinar, forman nuevas plantas y pueden sustituir a las que había antes.

Figura 3. Vista de un fragmento de Pedregal alterado dentro de una zona de amortiguamiento cercana a los campos del fútbol de Pumitas. FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.

Pero cuando los disturbios son numerosos y severos, algunos ecosistemas pierden la capacidad de recuperarse por sí mismos y entran en una etapa de deterioro crónico; sería como si alguna herida en nuestro cuerpo tardara en sanar o se infectara y nos doliera cada vez más; sin duda sería una señal de que algo anda mal.

Lo mismo pasa cuando el Pedregal ha sido alterado y pasan días, meses y años sin que pueda recuperarse. Es en este momento cuando se justifica iniciar el trabajo de restauración. De forma coloquial, la restauración es el proceso de cicatrizar las heridas que el ser humano ha infligido a los ecosistemas; formalmente, la restauración ecológica se define como el proceso para recuperar la estructura, composición y funcionamiento de un ecosistema alterado (SER, 2002).

### Por qué es necesaria la restauración en el Pedregal

Hay que reducir las consecuencias ecológicas del deterioro del Pedregal por respeto a la naturaleza y para ayudar a "cicatrizar" algunas de sus heridas. Para ello deberá tomarse en cuenta la información disponible para diseñar y aplicar estrategias que nos permitan restaurar la composición, estructura y función de este ecosistema (Figuras 4 y 5).



Figura 4. Aspecto general de un relleno o terraplén donde se pretendía construir un estacionamiento cerca del CCH Sur.  
FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.



Figura 5. Vista del mismo sitio después de extraer el relleno; la roca volcánica queda expuesta nuevamente y las plantas vuelven a brotar. FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.

Según Luken (1990) se pueden modificar las rutas de recuperación de un sitio que se encuentra en **sucesión secundaria** mediante tres mecanismos interrelacionados:

1. Abrir espacios de crecimiento, conocidos como "sitios seguros", para que las plantas nativas crezcan y puedan sobrevivir. Entre estas acciones están las podas, los deshierbes selectivos, la extracción de rellenos y la colocación de roca volcánica.

#### Glosario

Sucesión secundaria: cambio de la vegetación a través del tiempo, después de un disturbio.

2. Introducir plantas propagadas a partir de semillas o partes vegetativas recolectadas del mismo Pedregal, pero desarrolladas en condiciones de vivero. Se recomienda implementar tratamientos que favorezcan la germinación de las semillas y que promuevan que las plántulas sean más resistentes a las condiciones de estrés (González-Zertuche et al., 2001).
3. Acomodar las plantas de tal forma que simulen la fisonomía el Pedregal, es decir, diseñar arreglos espaciales de plantas a manera de "parches" con distintas asociaciones de especies. También es necesario mezclar especies que produzcan muchas flores con especies de crecimiento rápido y lento, así como procurar que haya hierbas, arbustos y árboles.

La restauración ecológica es una disciplina de reciente auge en el mundo y en México es aún más joven (Sánchez, 2005). En nuestro país las experiencias sobre restauración de ecosistemas son pocas, sobre todo las exitosas y en el Pedregal todavía nos falta mucho por aprender.

### Experiencias de rehabilitación de áreas verdes

Con la finalidad de contribuir a la restauración y rehabilitación ecológica del Pedregal de San Ángel, comparto algunas experiencias de rehabilitación ecológica en las áreas verdes de la Facultad de Ciencias de la UNAM. Desde 1997, en este sitio se han llevado a cabo acciones de rehabilitación de espacios urbanos que tienen restos de roca volcánica (Mendoza-Hernández, 2004).

El proyecto ha tenido dos objetivos principales: el primero de ellos es la docencia bajo el modelo de "aprender-haciendo" y el segundo, rescatar espacios verdes para el disfrute de los habitantes de la Facultad. Los trabajos de rehabilitación comienzan con un diagnóstico del área a recuperar, mediante el cual se definen los objetivos a corto, mediano y largo plazo, se programan jornadas ecológicas con distintos grupos de trabajo, y se gestiona el apoyo de entidades universitarias (Figuras 6 y 7).



**Figura 6.** Área verde ubicada en la Facultad de Ciencias. El sitio fue rellenado con suelo extraño al Pedregal después de la construcción del drenaje. FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.



**Figura 7.** El mismo lugar después de la rehabilitación; se retiró el suelo extraño, se reacomodó la roca volcánica y se colocaron plantas. FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.

## Pasos para la rehabilitación de áreas verdes

### 1. Selección del área

Es necesario delimitar el área que se va a rehabilitar y hacer un mapa o croquis para ubicar los linderos y accesos, además de detectar la infraestructura asociada (cables de luz, de teléfono, drenajes, cables de fibra óptica, tomas de agua, etc.). Con base en este mapa proponer, de ser posible, una zonificación interna con base en la presencia de sitios planos, de hondonadas, de grietas, de macizos rocosos o de restos de vegetación nativa.

El siguiente paso será diagnosticar el nivel de deterioro del sitio, mediante una inspección rápida pero profesional (diagnóstico ecológico) que indique su composición florística y faunística. Algunos indicadores de disturbio son la presencia y abundancia de especies exóticas (como por ejemplo, los eucaliptos y algunos tipos de pastos), la presencia de basura, o la acumulación de materiales que le son ajenos, como los rellenos con suelo de otros sitios.

### 2. Participación voluntaria y gestión

Se deberá conformar un grupo promotor para la rehabilitación del área de Pedregal que incluya a tres personas como mínimo, para que coordinen las visitas de diagnóstico con los especialistas, se encarguen de convocar a las jornadas ecológicas de recuperación y lleven una bitácora de campo donde se registren los datos de cada evento.

Antes de llevar a cabo la jornada de rehabilitación, el grupo promotor debe gestionar el apoyo de la Dirección General de Obras, a través del programa de Mejoramiento y Conservación del Campus Universitario, para el retiro de los materiales que se extraigan, solicitar personal capacitado y equipos (podadoras y trituradoras) para que realicen la primera jornada de limpieza donde se recolecte basura, restos vegetales y se abran veredas por donde puedan caminar las personas menos experimentadas que ayudarán en las siguientes jornadas ecológicas a través de los distintos grupos de trabajo.

### 3. Formación de grupos de trabajo

Cada grupo de trabajo necesitará diferentes tipos de materiales y herramientas. El número de personas por grupo dependerá del tamaño del área; se recomienda realizar jornadas escalonadas en áreas no mayores a 100 m<sup>2</sup> con tres personas por grupo como mínimo.

*Equipo de recolecta de residuos sólidos.* Para esta labor es recomendable que las personas cuenten con cubrebocas, guantes de carnaza y bolsas de plástico gruesas, ya que las bolsas comerciales para la basura no resultan prácticas, pues se rompen fácilmente con los restos de plantas o las rocas. Será necesario separar los residuos inorgánicos en cuatro categorías: plástico, vidrio, metal y varios; estos desechos deberán ser pesados y registrarse la cantidad recolectada en una bitácora de campo.

**Equipo de deshierbes y/o podas selectivas.** La eliminación de ciertos tipos de plantas deberá ser selectiva y cuidadosa. Es recomendable que el grupo promotor tenga una lista y fotografías de las plantas no deseadas, así como los nombres y las fotografías de las que sí nos interesa conservar y sembrar. Cuando se decida podar o deshierbar un área, es conveniente que el grupo esté integrado por tres a cuatro personas equipadas con cubrebocas, guantes de carnaza, tijeras de mano o una sierra de dientes finos para podar las ramas secas, torcidas, enfermas o las trepadoras que ahogan a otras plantas. Las podas abrirán espacios de crecimiento para las especies nativas que prosperarán una vez que las condiciones lumínicas, de humedad y de temperatura del sitio sean restablecidas.



Figura 8. Aspecto general de una jornada de extracción de sustrato de un área verde en la Facultad de Ciencias. FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.



Figura 9. En el mismo lugar otro grupo de trabajo acomoda la roca volcánica. FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.

**Grupo de extracción de rellenos.** Residuos vegetales, materiales de construcción, restos orgánicos (excremento, plumas, huesos, etc.), o suelo extraño al Pedregal deberán ser retirados. Para las labores de extracción debe convocarse a una jornada especializada, ya que se necesitarán herramientas como picos, palas, carretillas, botes para sacar el material y vehículos para retirar los escombros. En este caso se pueden convocar de cinco a diez personas para que haya relevos durante la jornada de trabajo (Figura 8).

**Grupo de roca volcánica.** En ocasiones será necesario volver a reincorporar cierta cantidad de roca volcánica y acomodarla para generar las condiciones de heterogeneidad micro-espacial necesarias para algunas especies de plantas y animales del Pedregal (Figura 9). Es posible que dentro de la misma área de trabajo existan restos de roca que sólo tendrán que reacomodarse, pero en otros casos, será necesario solicitar el apoyo de la Dirección General de Obras y de la Dirección General de Servicios Generales de la UNAM para que se transporte roca de algún otro sitio. Cuando esto último suceda, deberá cuidarse de limpiar las rocas de restos vegetales, para que no contaminen el lugar que ocuparán.

Las rocas serán acomodadas de acuerdo a su tamaño; por ejemplo, las rocas de más de 50 a 60 centímetros de diámetro servirán para construir bardas rústicas, montículos, cúmulos piramidales o caprichosos, o bien para delimitar alguna zona o camino; las medianas de 30 a 45 centímetros se utilizarán para formar figuras bien definidas o asociaciones de rocas con distintos propósitos: formar pequeños montículos, bardas pequeñas, diques, lugares con inclinaciones ligeras, así como para formar grietas, huecos o rendijas. Las rocas más pequeñas y muy pequeñas (10 a 40 centímetros) así

como los restos de hojarasca y composta pueden servir para rellenar los grandes cúmulos o asociaciones de roca, ya que si se dejan "huecos", es decir, zonas que no tengan algún material que favorezca la acumulación de materia orgánica, las plantas no podrán fijarse y crecer.

**Grupo de rescate y reubicación de plantas nativas.** Este es un grupo de trabajo ocasional que se formará cuando se den las condiciones para el rescate de plantas y roca volcánica expuesta de algún sitio de la UNAM que vaya a ser transformado o rellenado por necesidades de infraestructura urbana. Los rescates de especies están reglamentados por las leyes ambientales mexicanas, así que es necesario apegarse a ellas.

**Grupo de propagación y reintroducción de plantas nativas.** Otro de los trabajos que anualmente se debe llevar a cabo es la recolecta de semillas (Castillo-Arguero et al., 2002) y de partes vegetativas (trozos de plantas, bulbos, rizomas, etc.) en alguna zona bien conservada del Pedregal. Debe tenerse en cuenta que es necesario gestionar un permiso que debe expedir la Secretaría Ejecutiva de la REPSA. Parte de las semillas obtenidas se dispersarán directamente en la zona bajo la modalidad del "cocktail de semillas" (Mendoza-Hernández, 2004) y la otra parte servirá para producir plantas en invernaderos y viveros (Figuras 10 y 11).



Figura 10. Grupo de trabajo encargado de la limpieza, selección y almacenamiento de las semillas y partes vegetativas de plantas provenientes del Pedregal. FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.



Figura 11. Siembra de plantas del Pedregal propagadas en un invernadero o rescatadas de otros sitios. FOTO: PEDRO ELOY MENDOZA.

### Tips para la reintroducción de plantas

1. La incorporación directa de plantas es una estrategia de restauración que tiene la finalidad de activar o acelerar la sucesión natural, ya que se interviene en la capacidad regenerativa del sistema. La introducción directa deberá ser lo más diversificada posible, es decir, no deberán promoverse los monocultivos (siembra de una sola especie), sino más bien incorporar asociaciones de distintas especies en un mismo lugar.

2. En sitios particulares como grietas, promontorios rocosos, sitios planos o muy abruptos habrá que poner las mezclas de especies tan juntas como sea posible, ya que en el Pedregal existen muchos micro-sitios de crecimiento donde pueden vivir las plantas. Para estas mezclas deberán introducirse plantas que casi nunca se manejan en viveros, como los helechos, los líquenes y las hepáticas, así como varias especies de epífitas, orquídeas y cactáceas.
3. Las jornadas ecológicas deberán programarse durante todo el año. En la época de secas será recomendable llevar a cabo acciones de mejoramiento del sitio como limpiar, deshierbar o podar. En este tiempo se pueden propagar las especies nativas en algún vivero o invernadero, y durante los meses de febrero y marzo se recolectarán la mayor parte de las semillas.
4. La época del año más favorable para la introducción de plantas será la de lluvias, que va de junio a octubre. El trabajo deberá iniciar muy temprano ya que durante las tardes suele presentarse la lluvia y en tales condiciones el Pedregal puede tornarse en un sitio riesgoso para trabajar.
5. Se sugiere poner señalamientos en el sitio que se va a rehabilitar donde se explique a la comunidad universitaria las acciones que se están llevando a cabo y además incluir información sobre el ecosistema a recuperar.

### Reflexión final

Después de seguir estos pasos de restauración y rehabilitación, el Pedregal alterado tendrá los elementos vivos y las condiciones adecuadas del medio como para que se conserve a largo plazo. No obstante, parece haber una regla empírica en este asunto, ya que a mayor deterioro del Pedregal, mayor grado de intervención y manejo deberá tener y por más tiempo, lo que trae consigo gastos enormes de todo tipo; se esperaría lo contrario si el Pedregal no tuviera grandes "síntomas" de daño. Estas dos situaciones son en realidad los extremos de un mosaico de sitios deteriorados y con distintos requerimientos de restauración, por lo que el monitoreo, es decir el seguimiento sistemático, deberá ser parte de las acciones de protección, restauración y conservación de la Reserva del Pedregal.

He querido compartir mis experiencias sobre la recuperación del Pedregal, porque soy un apasionado de este lugar, que desde pequeño mi madre me enseñó a respetar. Pero estos sentimientos no detendrán los disturbios que lo aquejan; el Pedregal seguirá amenazado si no cambiamos nuestra actitud. Una forma de ayudar a conservar el Pedregal es a través del programa "Adopta un área del Pedregal" impulsado por la Secretaría Ejecutiva de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Te invitamos conocer este programa, a integrarte y a colaborar en la construcción de una cultura de respeto a la naturaleza en aras de conservar para nosotros y para las generaciones futuras, la enorme riqueza biológica de este singular ecosistema.

## **Bibliografía**

- Castillo, A. S., Guadarrama, Ch. P., Martínez-Orea, Y., Mendoza-Hernández, P. E., Nuñez C. O., Romero, R. M. A. e I. Sánchez G. 2002. *Diásporas del Pedregal de San Ángel*. Prensas de Ciencias, UNAM, México.
- Castillo, A. S., Martínez-Orea, Y., Romero, R. M. A., Guadarrama, Ch. P., Núñez, C. O., Sánchez, G. I. y J. Meave. 2007. *La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, aspectos florísticos y ecológicos*. Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias-Secretaría Ejecutiva de la REPSA, UNAM, México.
- González-Zertuche, L., Orozco-Segovia, A., y C. Vázquez-Yanes. 2001. El ambiente de la semilla en el suelo: su efecto en la germinación y en la sobrevivencia de plántulas. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 65: 73-81.
- Luken, O. J. 1990. *Directing Ecological Succession*. Chapman & Hall, Londres.
- Meave, J., Carabias, J., Arriaga, V. y A. Valiente-Banuet. 1994. *Observaciones fenológicas en el Pedregal de San Ángel*. En: Rojo, A. (Compilador), *Reserva Ecológica "El Pedregal" de San Ángel: Ecología, Historia Natural y Manejo*. UNAM, México.
- Mendoza-Hernández, P. E. 2004. El uso de las semillas en la rehabilitación de áreas verdes. *Revista Ciencias* 73: 46-49.
- Sánchez, O. 2005. *Restauración ecológica: algunos conceptos, postulados y debates al inicio del siglo XXI*. En: Temas sobre restauración ecológica. Sánchez, O., Peters, E., Márquez-Huitzil, R., Vega, E., Portales, G., Valdés, M. y Azuara, D. (Editores). Instituto Nacional de Ecología, México.
- SER 2002. Society for Ecological Restoration Science and Policy Working Group. <http://www.ser.org/>