



# MANUAL DE RESTAURACIÓN FORESTAL

PARA PERSONAS QUE QUIEREN CURAR LA NATURALEZA

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
¿QUÉ ES LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA?	2
SINGULARIDAD Y AMENAZAS DE LOS BOSQUES ESPAÑOLES	4
LOS BOSQUES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO	6
BENEFICIOS DE LOS ESPACIOS FORESTALES	7
Y POR FIN... LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	8
CÓMO ALCANZAR LOS OBJETIVOS	11
RESTAURAR ES MÁS QUE PLANTAR	13
REGENERACIÓN NATURAL	14
REGENERACIÓN ARTIFICIAL	16
GESTIÓN FORESTAL PARA LA RESTAURACIÓN	34
FAVORECER LA BIODIVERSIDAD	39
MANTENIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN	48
SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN	50
DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA	51
GLOSARIO	52
BIBLIOGRAFÍA	55

## **Autores**

Gustavo Colmena, Diana Colomina, María Melero, Celsa Peiteado y Gema Rodríguez

Basado en "Plántate con WWF/Adena. Manual de producción ecológica y restauración de hábitats para voluntarios"

## **Edición**

Amaya Asiain

## **Maquetación**

Eugenio Sánchez Silvela

## **Fotografía de portada**

© Pedro J Alcázar-WWF

## **Fotografía de contraportada**

© María Melero WWF España

© Texto: 2021, WWF Adena.

WWF/Adena agradece la reproducción y divulgación de los contenidos de esta publicación en cualquier tipo de medio, siempre y cuando se cite expresamente la fuente (título y propietario del copyright).

## *Cita sugerida:*

Colmena, G.; Colomina, D.; Melero, M; y otros (2021): *Manual de restauración forestal*, WWF España.



**CaixaBank** fundación  
montemadrid

## **WWF España**

Gran Vía de San Francisco, 8-D. 28005 Madrid

Las marcas registradas WWF® y World Wide Fund for Nature® y ©1986 Logotipo del Panda son propiedad de WWF-World Wide Fund For Nature (anteriormente World Wildlife Fund).

Para más información visite [wwf.es](http://wwf.es)

# INTRODUCCIÓN

El paisaje forestal español actual es el resultado de la actividad humana. El ser humano ha modelado el paisaje a lo largo de la historia a través de la ganadería, la agricultura, la explotación forestal, el desarrollo de cultivos forestales, la construcción de infraestructuras y la expansión urbanística, dejando una profunda huella que ha provocado alteraciones en los procesos ecológicos, en sus funciones y en el paisaje.

Esta actividad incesante acabó con los ecosistemas primarios, pero, en su lugar, se generaron unos paisajes humanizados con una rica biodiversidad asociada a los usos del territorio. La península ibérica alberga la mitad de la biodiversidad europea, con un interesante patrimonio cultural y una gran oferta de servicios ecosistémicos. Pero a consecuencia de la sobreexplotación pasada y el creciente abandono del medio rural, la ausencia generalizada de gestión y planificación territorial, los incendios forestales y el cambio climático, la situación de los bosques está en riesgo. Hay mucho que hacer para mejorar su estructura, funcionamiento y los servicios ecosistémicos que ofrecen. Más allá de aumentar su superficie, lo importante es mejorar su calidad. Hoy más que nunca es necesario encontrar un equilibrio entre la actividad del ser humano y la conservación y la recuperación de los ecosistemas perdidos para que el paisaje forestal sobreviva.

Es imposible devolver los bosques a su estado original, pero existe un modo de curar sus cicatrices e incluso revivir aquellos que se han degradado, dañado o destruido. Es la llamada restauración ecológica, un concepto que está ganando fuerza en los últimos tiempos y que goza del apoyo de científicos y administraciones, entre otros.

WWF sostiene que, a través de esta herramienta, se puede asistir a la naturaleza para que se regenere por sí misma de una manera integral. El objetivo es claro: crear ecosistemas sanos y vivos que cumplan sus funciones y procesos ecológicos y que sean más resistentes a posibles impactos futuros como, por ejemplo, los incendios o el cambio climático.

Esta publicación es un manual básico de referencia para que las personas que colaboran con WWF España en la conservación de los bosques puedan emprender acciones de restauración ecológica y contribuir al reto de preservar la naturaleza. Para facilitar la lectura, al final de la publicación hay un glosario con la explicación de los términos más comunes cuando se habla de bosques y de restauración.

## LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA CURA Y REVIVE LOS BOSQUES DEGRADADOS, DAÑADOS O DESTRUIDOS.

# ¿QUÉ ES LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA?

La restauración ecológica se define como el proceso que ayuda a la naturaleza al restablecimiento de un ecosistema degradado, dañado o destruido, una definición basada en la *Society for Ecological Restoration* (SER, 2004). Se trata de ayudar a la naturaleza a regenerarse por sí misma de un modo integral con el objetivo de recuperar ecosistemas sanos, capaces de albergar biodiversidad y de ofrecer de nuevo sus recursos y servicios vitales para la sociedad.

En el caso de los bosques, la restauración se ha entendido tradicionalmente como una reforestación. Hasta hace poco los proyectos de restauración eran meras plantaciones de árboles, y muchas veces de una única especie. Esta “vieja receta” no sirve si lo que se quiere recuperar es un ecosistema sano, diverso, que cumpla sus funciones ecológicas y que pueda adaptarse mejor frente a impactos como los incendios o el cambio climático. En este sentido la utilización de ganadería extensiva, una silvicultura que aproveche de forma responsable los recursos forestales renovables y la dinamización del medio rural son herramientas indispensables para transformar el paisaje.

Apostar por la restauración ecológica es una nueva visión con un enfoque integral. El ingrediente fundamental es pensar, antes de actuar, qué paisajes y ecosistemas se quieren construir de cara al futuro, y hacerlo con la participación de las personas de la zona (que conocen, viven y trabajan en el territorio). En segundo lugar, decidir qué herramientas se necesitan para cada caso concreto. Tras un incendio, por ejemplo, proteger el suelo, vallar la zona y dejar que la naturaleza se recupere puede ser a veces más efectivo que plantar árboles.

Con la restauración ecológica se persigue:

- ➔ Recuperar las funciones de los bosques para que vuelvan a ofrecer recursos, agua y aire de calidad, protección frente a inundaciones y que cumplan su función de ayudar a regular el clima.
- ➔ Crear bosques autóctonos, de diferentes especies y edades, apostando por la biodiversidad y la variedad de hábitats.
- ➔ Potenciar la diversidad en los usos de los bosques como base de la actividad económica en zonas rurales.
- ➔ Generar un paisaje diverso, sostenible y rentable para resistir a los impactos futuros como el cambio climático e incendios.

# DÉCADA DE LA RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS

Este es un momento histórico donde numerosos gobiernos, instituciones y entidades privadas reconocen la importancia de los procesos de restauración para revertir la curva de pérdida de biodiversidad, satisfacer las necesidades humanas y proteger nuestra salud. La restauración ecológica de ecosistemas conecta las agendas de desarrollo, clima y medio ambiente y contribuye a alcanzar acuerdos internacionales como la Agenda 2030, el Acuerdo de París, el objetivo para neutralizar la degradación de los ecosistemas de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y los futuros objetivos post 2020 del nuevo marco de biodiversidad global del Convenio de Diversidad Biológica. En este contexto, la Asamblea General de Naciones Unidas ha declarado la presente década como la Década de la Restauración de Ecosistemas a raíz de una propuesta de acción de más de 70 países.

Esta década se extenderá desde 2021 hasta 2030, fecha límite para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 y la línea de tiempo que los científicos han identificado como la última oportunidad para prevenir un cambio climático catastrófico y que debe suponer un importante impulso a la restauración de los ecosistemas que ayude a revertir la curva de pérdida de biodiversidad.

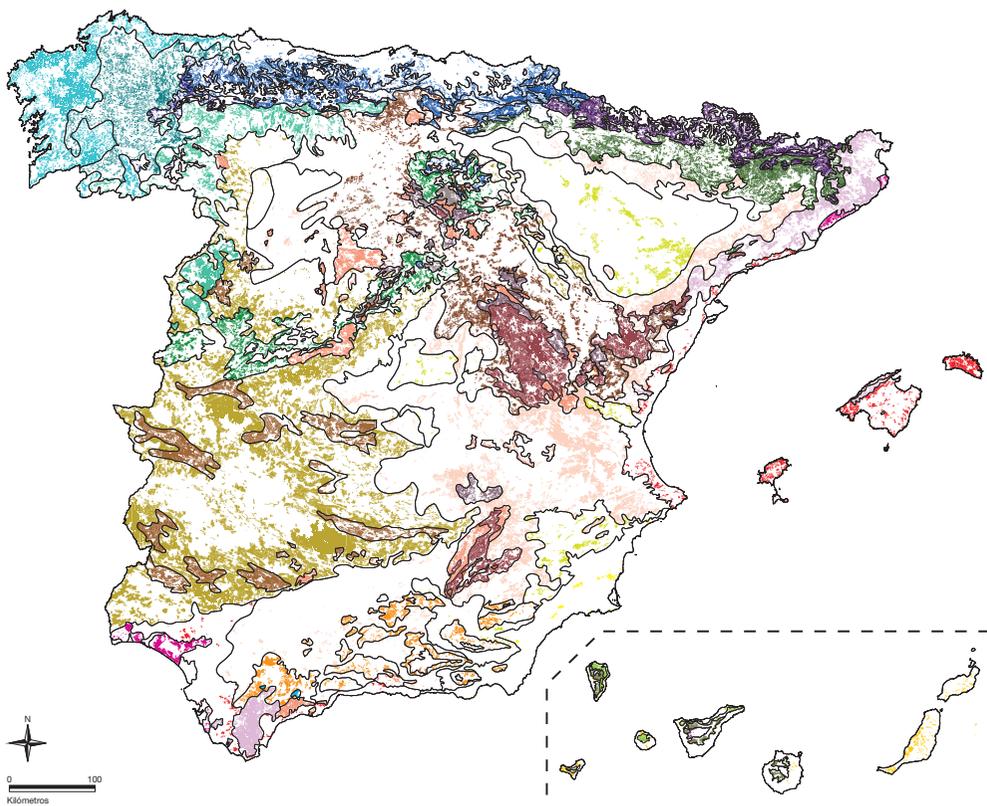


© José Luis Regalado - WWF España

# SINGULARIDAD Y AMENAZAS DE LOS BOSQUES ESPAÑOLES

La estructura y composición de los bosques actuales es consecuencia de diversos sucesos que han ocurrido a lo largo del tiempo, desde movimientos de placas, orogenias, pasando por oscilaciones térmicas o cambios en el nivel del mar hasta que, en tiempos más recientes, la actividad del ser humano ha impactado de forma determinante. El resultado es un paisaje forestal caracterizado por una gran variedad de condiciones climáticas y ambientales, con grandes contrastes entre frío y calor, humedad y aridez, montañas y llanuras, costas e interior, que hacen que España sea el país más biodiverso de Europa. Los paisajes forestales no son solo sistemas arbolados, porque los montes españoles van mucho más allá y engloban matorrales, pastizales, prados o sistemas agrosilvopastoriles, como la dehesa.

Mapa de los paisajes vegetales remanentes



La impresionante muestra de paisajes forestales está básicamente dividida en tres regiones biogeográficas: atlántica, mediterránea y macaronésica (Canarias) y ocupan una superficie de unos 13,1 millones de hectáreas, algo menos del 26 % del territorio nacional y apenas el 29 % de la superficie potencial que podrían ocupar. Tras siglos de intervención humana la superficie de bosques se ha reducido, pues ha sido quemada, talada, urbanizada, embalsada, roturada o sobrepastoreada. Los territorios donde más bosques han desaparecido se corresponden principalmente con las dos mesetas y los valles de los grandes ríos. En las zonas litorales la tasa de desaparición ha sido también significativa.

## LA SUPERFICIE FORESTAL EN ESPAÑA NO LLEGA AL 26% Y SU CALIDAD BIOLÓGICA ES DEFICIENTE.

Asimismo, la calidad biológica en los bosques que aún quedan está muy mermada. Los bosques continúan hoy en día siendo destruidos o fragmentados por la acción del ser humano a través de la construcción de urbanizaciones, autopistas y carreteras, el desarrollo de cultivos intensivos, la sobreexplotación de recursos hídricos, etc. A pesar del aumento de la cubierta forestal ocurrido en las últimas décadas en España, debido fundamentalmente a los procesos de abandono rural, el histórico proceso de fragmentación y pérdida de hábitats que continúa produciéndose en la actualidad ha dejado un territorio con parches de vegetación cada vez más pequeños y aislados y que por sí mismos tienen una limitada capacidad de conservar la biodiversidad a largo plazo. Esto, unido a la ausencia generalizada de gestión y planificación territorial (apenas un 15 % de la superficie forestal cuenta con instrumentos de gestión) y a los incendios forestales (que afectan a una media de 90 000 hectáreas anuales), ofrece un escenario muy poco optimista.

## GRACIAS A LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA ESTA SITUACIÓN SE PUEDE REVERTIR.

Aún se puede revertir esta situación. A través de la restauración ecológica existe la oportunidad de transformar el paisaje para evitar impactos futuros como los incendios y el cambio climático, a la vez que se garantiza la conservación de la biodiversidad, el secuestro de carbono y se favorece el desarrollo rural de las regiones que cada vez están más abandonadas y envejecidas.

# LOS BOSQUES Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

Los bosques no escapan a la amenaza del principal reto ambiental de la actualidad: el cambio climático. Las predicciones para España no son positivas. El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) advierte de que los ecosistemas mediterráneos se encuentran entre los más vulnerables del mundo.

Los escenarios para España indican un aumento de las temperaturas para finales de siglo que pueden incrementarse en 4 °C en invierno y 6 °C en verano. Los periodos de fuertes sequías y olas de calor extremas serán más frecuentes y duraderos. El número de días con precipitaciones disminuirá un 25 % al año. Este debilitamiento por estrés hídrico o térmico dará lugar a que en muchos bosques se registre una progresiva sustitución de unas especies por otras mejor adaptadas a la aridez.

Por zonas geográficas, las áreas montañosas serán las más vulnerables. Muchas especies abandonarán las mesetas y remontarán las montañas, buscando zonas más propicias y desplazando a especies típicamente de montaña. Los bosques de ribera tampoco tienen garantizada su persistencia si desaparece la regularidad de agua en las capas freáticas.

Por especies, con carácter general, los pinos serán menos vulnerables al calentamiento global que las especies de hoja ancha. Alcornoques y quejigos del cuadrante suroeste darán paso a la encina. El abeto más occidental del arco mediterráneo, el pinsapo, verá seriamente comprometida su supervivencia. En el Pirineo preocupa especialmente el futuro del abeto común.

Si las predicciones se cumplen, la tendencia futura de los bosques españoles consistirá en que la mitad sur de la península ibérica sufrirá una clara africanización y la mitad norte se verá mediterraneizada.

# BENEFICIOS DE LOS ESPACIOS FORESTALES

Los bosques desempeñan una función esencial tanto para las personas como para el planeta. Suministran agua y aire limpios, conservan los suelos, son una herramienta fundamental en la lucha contra el cambio climático al fijar carbono y conservan la biodiversidad. Así mismo, los bosques proveen de elementos esenciales para el mantenimiento de la vida humana, como alimentos, medicinas, papel, madera, combustible, etc.

Además, a lo largo de la última década, cada vez hay más consenso en el concepto de *One Health*, que reconoce que la salud humana está íntimamente ligada con la salud de la naturaleza y la biodiversidad. Los bosques aportan beneficios psíquicos y físicos por el efecto positivo que supone el contacto con la naturaleza en la calidad de vida. Por todo ello, la protección de los bosques y de la biodiversidad son cruciales para garantizar la salud de la humanidad.

Revertir el proceso de destrucción y simplificación de los ecosistemas y mantener en buen estado de conservación los bosques es un proceso lento, pero es el único capaz de garantizar la calidad de vida para nuestra generación y las futuras.



© Juan Carlos del Olmo - WWF España

# Y POR FIN... LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Para curar un ecosistema degradado por la mano del ser humano existe una herramienta que ayuda a revivir la naturaleza perdida: la restauración ecológica. De todos los ecosistemas degradados donde se necesita ayuda, los bosques han sido desde hace años uno de los focos del trabajo de restauración de administraciones, colectivos vecinales, empresas y organizaciones ecologistas.

Pero no vale hacerlo de cualquier manera. Son muchas las preguntas que hay que responder antes de actuar. Se debe empezar por pensar qué zonas se deben restaurar de manera urgente y qué tipo de paisajes se quieren construir para el futuro.

## ¿HA DESAPARECIDO LA CAUSA QUE LO DEGRADÓ?

Un primer paso es analizar la causa que ha motivado la degradación y saber si todavía continúa. En este marco se puede intentar realizar un pronóstico de la evolución del ecosistema que va a ser restaurado si no se realizase ninguna actuación. Cualquier objetivo de restauración planteado puede ser inalcanzable si no ha cesado o no se puede eliminar la causa de la degradación. ¡El trabajo sería en balde!

Además, no se deben olvidar los procesos ecológicos, como el ciclo del agua y de nutrientes, los flujos de energía y la dinámica de las comunidades. Así, se debe analizar qué procesos están limitando la recuperación espontánea del ecosistema.

## ¡CUIDADO CON LO QUE PARECE DEGRADADO!

Muchas veces se determina que un monte está degradado porque no tiene árboles, pero es una conclusión demasiado simple y, a veces, errónea. La gran biodiversidad de los montes está producida por la presencia de muchos hábitats diferentes, desde los propios bosques a comunidades de matorrales e incluso de herbáceas. Y para mantener esa alta diversidad de especies vegetales (de 8 000 a 9 000 especies en la península ibérica) se debe conservar una buena proporción de todos los ecosistemas forestales.

# OBSERVA

La naturaleza es muy dinámica y puede que haya empezado a regenerarse espontáneamente. Analiza con cuidado la capacidad de regeneración de la vegetación para no hacer un trabajo que la naturaleza ya está haciendo.

## DEFINE LOS OBJETIVOS

¿Qué se quiere conseguir? ¿Qué tipo de ecosistema se quiere recuperar? Los objetivos en una restauración tienen que ser claros y realizables, sobre todo porque deben cumplirse a medio y largo plazo. Se necesita un enfoque integral, con criterios ecológicos, pero también socioeconómicos y culturales. Los objetivos a largo plazo no deben, por tanto, desmarcarse de los usos y aprovechamientos tradicionales o del desarrollo local previsible en el futuro.

En este sentido, un paso determinante en la restauración es la identificación de los llamados “ecosistemas de referencia” o las referencias que van a servir de modelo para planear el proyecto de restauración y, más adelante, para su evaluación.

## CUENTA CON OTRAS OPINIONES

Muchas cabezas piensan mejor que unas pocas, por ello se debe implicar a las personas que viven y trabajan en el territorio para incluir su conocimiento, evitar posibles conflictos posteriores y para que sientan como suyos los paisajes restaurados. Vale la pena promover la participación de la sociedad desde el principio del proyecto, no solo cuando las acciones ya están ejecutadas. Todos conocemos una parte de la realidad: biólogos, ambientólogos, ingenieros, políticos, agricultores, ganaderos, vecinos, domingueros, cazadores... Es necesario llegar a un acuerdo para identificar la mejor solución.

Estudiar otros antecedentes en restauración que haya habido en la zona de actuación, incluidas las experiencias realizadas por investigadores, puede ser una buena opción para conocer sus éxitos y sus fracasos y hacerlo cada vez mejor.

En todos los casos, las actuaciones deben estar consensuadas con los propietarios de los terrenos afectados por el proyecto, contar con los correspondientes permisos de las autoridades competentes y cumplir con la normativa de aplicación en el territorio.

Así se logra que todas las partes involucradas estén interesadas, ahora y en el futuro, en mantener y colaborar con nuestro proyecto: el paisaje que queremos lo construimos mejor entre todos.

# CÓMO ALCANZAR LOS OBJETIVOS

Una vez que hemos fijado los objetivos, hay que pensar cómo alcanzarlos con los medios disponibles, asegurar que no provoca impactos negativos en el medio y buscar la mayor eficacia de los recursos disponibles (análisis coste-beneficio).

Para ello, es necesario conocer las características del lugar donde se quiere efectuar la restauración, es decir, tener en cuenta el uso actual e histórico que se ha hecho del territorio, la fisiografía (de clima y de suelo), la vegetación actual y potencial, la fauna, la fragilidad frente a la erosión... sin olvidar el contexto del cambio global y de la pérdida de biodiversidad.

Este diagnóstico debe constituir el pilar fundamental de la toma de decisiones de dónde, cómo y cuándo va a efectuarse nuestra restauración.

## ¿DÓNDE?

Los recursos disponibles generalmente son limitados, por eso es importante identificar las zonas con mayor necesidad de restauración. Se trata de una decisión difícil, pero es importante ser transparentes y definir los criterios ecológicos, socioculturales y económicos que han influido en la toma de decisión. La participación de los agentes clave y de la sociedad es un factor esencial para asegurar el éxito a largo plazo de la restauración.

La elaboración de unos planos en los que se representen las características de la zona identificada para la actuación facilita mucho el trabajo. También puede resultar necesaria la división del espacio en diferentes zonas según las técnicas de restauración que se van a aplicar.

## ¿CÓMO?

Determinar las técnicas de restauración que se van a realizar en función de las características del lugar y del diagnóstico.

## ¿CUÁNDO?

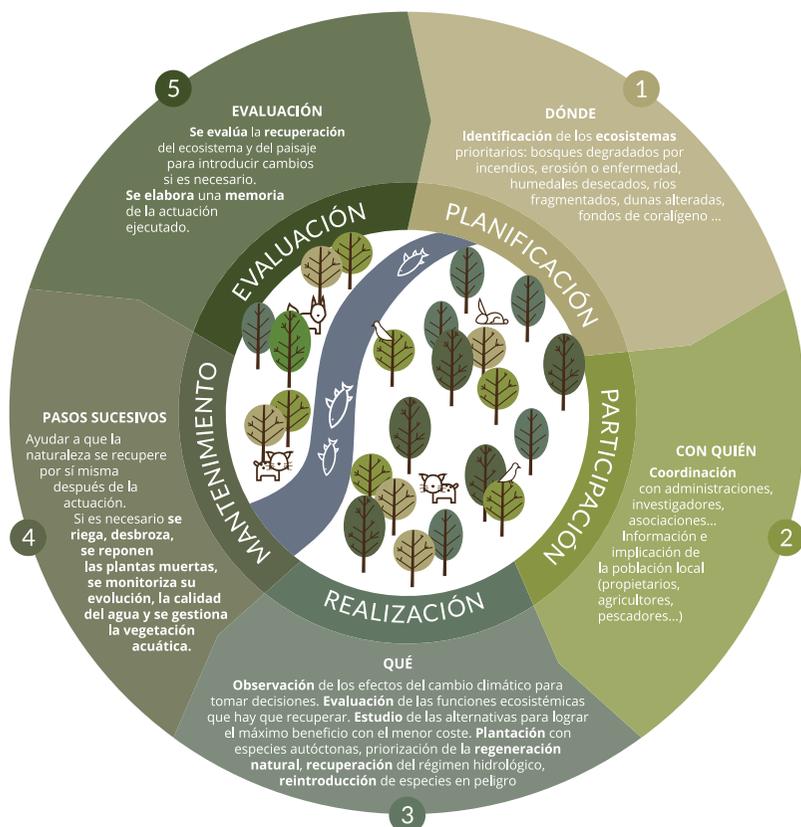
Establecer una época para realizar la restauración. Si se trata de plantaciones debe ser durante el otoño o el invierno.

**Es importante que el esfuerzo quede registrado en un documento que permita conocer en el presente y en el futuro los aspectos más relevantes de la restauración: propuestas de actuación, planos, calendario... pero también las desviaciones a lo proyectado.**

# RESTAURAR ES MÁS QUE PLANTAR

Existe la percepción social de que hay que plantar árboles, cuantos más mejor. La reforestación es una técnica útil, que busca recuperar la cubierta vegetal allá donde se ha perdido, pero la recuperación de un ecosistema degradado es mucho más que eso. A veces ni siquiera es necesario plantar, porque la naturaleza tiene una capacidad enorme de regenerarse si la ayudamos.

Algunas medidas para favorecer la regeneración natural o evitar procesos erosivos (siembras, tratamientos selvícolas, enmiendas orgánicas...) pueden ofrecer en ocasiones mejores resultados y menores costes. También pueden ser muy beneficiosas las acciones dirigidas a la fauna, como el fomento de zonas de alimentación, refugio y cría donde se pueden establecer especies animales que ayuden a la dispersión de semillas.



# REGENERACIÓN NATURAL

La regeneración natural es una opción muy buena para recuperar un espacio degradado. Para ello basta con un número suficiente de individuos adultos que provean de semillas y la existencia de agentes de dispersión (aves, roedores...) que puedan diseminarlas por el entorno.

Con la puesta en marcha de pequeñas acciones se puede favorecer la colonización de la vegetación de forma espontánea. Algunas ideas pueden ser:

- ➔ Acotar una zona al paso de ganado y herbívoros salvajes para promover el reclutamiento de nuevos individuos, ya sea de árboles o arbustos.
- ➔ Proteger el regenerado natural de las especies autóctonas para favorecer su desarrollo empleando mallas lo suficientemente resistentes para que los herbívoros salvajes o ganado no las dañen. Esta medida es más económica respecto al acotado, pero solo permite intervenir en pies aislados.
- ➔ Tras la caída de los frutos, en zonas con arbolado maduro se puede aplicar un laboreo al suelo buscando la redistribución de las semillas, diseminándolas más allá de las proximidades de la copa y favoreciendo su germinación. Tras el laboreo hay que acotar el paso a ganado o herbívoros salvajes para evitar que se coman las semillas.
- ➔ Es importante potenciar los agentes facilitadores de regeneración natural, como el matorral, y respetar a los animales diseminadores como aves y roedores.

## FOMENTO DE LA RESTAURACIÓN PASIVA

La heterogeneidad estructural del paisaje consiste en conservar, mejorar o restaurar la diversidad de microhábitats como áreas encharcables, roquedos, árboles extramaduros, pies muertos en pie o caídos, madera muerta en distintos grados de descomposición, etc. Esta heterogeneidad estructural favorece la presencia de una gran diversidad de organismos clave para facilitar los procesos ecológicos como la provisión de nutrientes al suelo o el ciclo biogeoquímico forestal.

La heterogeneidad del paisaje es un factor muy importante que rara vez se ha tenido en cuenta en el diseño de los proyectos de restauración. Este concepto se entiende como la variabilidad en la distribución de un elemento en el espacio.

Si se toma como ejemplo la distribución de especies sobre el terreno, se observa rápidamente cómo cualquier bosque va a ser siempre más heterogéneo que un campo de cultivo en el que, por lo general, las plantas están alineadas y pertenecen a una sola especie. Este ejemplo



© Jorge Sierra - WWF España



© WWF España



© Maria Melero - WWF España



© Jorge Sierra - WWF España



© Jorge Sierra - WWF España



© Maria Melero - WWF España



© José Luis Regalado - WWF España



© Jorge Sierra - WWF España

se puede aplicar a cualquier elemento, biótico o abiótico: insolación, retención de agua, cobertura del suelo, acumulaciones de piedra o restos vegetales, zonas desprovistas de vegetación, etc.

De hecho, la creación de discontinuidades en una zona degradada puede actuar como catalizador en el proceso de restauración, pues genera lugares con diferentes condiciones de insolación, humedad o fertilidad donde se puedan establecer nuevas especies de fauna y flora.

Este tipo de técnicas se pueden aplicar a cualquier tipo de ecosistema, pero son especialmente recomendables en ecosistemas áridos y semiáridos, donde la escasez de precipitaciones no permite una cobertura vegetal continua y los recursos se concentran en sumideros muy marcados. Fomentar la heterogeneidad de los factores bióticos y abióticos es esencial para mejorar el funcionamiento y dinámica de estos ecosistemas, que pueden albergar más biodiversidad.

A continuación se enumeran algunas de estas técnicas de restauración pasiva:

- ➔ Métodos de recolección y almacenamiento de agua de lluvia, como alcorques con zanjas de alimentación, colocación de piedras aguas arriba del alcorque para favorecer que la escorrentía alimente las plántulas, creación de microcuencas, pequeños aterrazamientos, etc.
- ➔ Creación de perturbaciones artificiales, como montículos, zanjas y pequeñas depresiones para facilitar la colonización natural de especies herbáceas.
- ➔ Instalación de fajinas en zonas con pendiente y aplicación de acolchados vegetales que actúen como sumideros, formando islas de fertilidad. Es fundamental considerar esta técnica después de un incendio forestal para garantizar la protección del suelo.
- ➔ Colocación de montículos de piedras o leñas donde la fauna pueda encontrar refugio o incluso criar. Además, las semillas que trae el viento pueden quedar atrapadas entre los huecos y germinar.
- ➔ Mejora de las propiedades fisicoquímicas del suelo mediante la adición de enmiendas orgánicas (estiércol, humus de lombriz, etc.).

# REGENERACIÓN ARTIFICIAL

La regeneración artificial es una opción a la que debe recurrirse únicamente cuando se carece de arbolado, cuando de forma natural no se puede conseguir un regenerado en cuantía suficiente, cuando la distribución espacial de regenerado natural es inadecuada para los fines de la explotación o para su perdurabilidad, aún siendo adecuada su cuantía, o cuando resulte improcedente realizar labores de apoyo a la regeneración natural. En estos casos, la regeneración artificial debe ser considerada como una buena herramienta de restauración a través de la siembra o plantación.



© Gustavo Colmena - WWF España



© Gustavo Colmena - WWF España

# ELECCIÓN DE ESPECIES

Una de las cuestiones más importantes a la hora de realizar una plantación es la selección de las especies que se van a introducir. Esta es una decisión con efectos a largo plazo que dependerá del objetivo establecido con anterioridad y del estado en el que se encuentra la zona en la que se va a intervenir.

Existen cientos de especies autóctonas, con distintas características ecológicas y casi todas ellas aptas para restaurar los ecosistemas de nuestros espacios naturales. En resumen, se trata de buscar una composición diversa y adaptada a las condiciones ambientales del entorno que incluya el mayor número posible de especies autóctonas identitarias del ecosistema que se quiere restaurar. Las pautas para una correcta selección son:

- ➔ Analizar el contexto territorial en el que se encuentra la zona teniendo en cuenta los efectos ecológicos, socioeconómicos y paisajísticos que va a producir la actuación y seleccionar las especies vegetales mejor adaptadas a las condiciones actuales y futuras.
- ➔ Elaborar una lista de especies que existan o existieron en la zona. Su abundancia indica estabilidad ecológica.
- ➔ Identificar las causas que han producido su proceso de degradación (erosión, sobrepastoreo, herbivoría, incendios, etc.).
- ➔ Estudiar las especies ecológicamente viables con un margen amplio, aunque sean escasas o inexistentes por causas antrópicas.
- ➔ Seleccionar el conjunto de especies más diverso posible que se ajuste a los objetivos, descartando las que no se adapten a las actuales condiciones ecológicas de la zona de actuación.
- ➔ Favorecer especies con frutos, interesantes para la fauna.
- ➔ Considerar en la elección de especies el cambio global, tomando como referencia las proyecciones regionales de cambio climático.

Es imprescindible utilizar material vegetal autóctono y procedente de material genético compatible con la zona de actuación (Región de Procedencia) para no contaminar genéticamente las poblaciones autóctonas y para que la planta tenga mayor probabilidad de éxito, pues está más adaptada al clima local. También se puede recurrir a recoger semillas, frutos, esquejes... y producir planta forestal autóctona, teniendo en cuenta que, en ocasiones, no es una labor sencilla.

No se puede olvidar que un monte es un conjunto de especies, de todos los tamaños, por lo que la selección tiene que intentar abarcar una pequeña porción de esa diversidad desde sus inicios, evitando siempre las clásicas plantaciones monoespecíficas y empleando tanto árboles como arbustos e incluso mezclando distintas edades de las plantas. Si se potencia la diversidad en la composición de las plantaciones se mejora la estabilidad del ecosistema.



© Grupo Local Madrid - WWF España



© Maria Melero - WWF España



© Maria Melero-WWF - WWF España



© José Luis Regalado - WWF España



© José Luis Regalado - WWF España

# QUÉ HAGO CON LA VEGETACIÓN EXISTENTE

Cuando se realiza una plantación hay predominio de una vegetación típica de zonas degradadas, dominada por arbustos como jara, brezo, tomillo, aulaga, retama, etc. Muchos de estos ecosistemas son también muy importantes ecológicamente, ya que tienen una fauna y flora asociada muy interesantes.

Si se restaurara porque hay problemas de erosión, hay demasiada superficie de matorral (y pocos bosques) o cualquier otro objetivo razonable, hay que tener en cuenta que es un ecosistema, algo vivo y por tanto dinámico, con relaciones entre todos sus componentes. Cuando se piensa en introducir nuestras plantas no se debe ver esta vegetación como un estorbo, más bien al contrario, ya que ofrece una serie de ventajas que se deben aprovechar:

- Dan sombra a los plantones en aquellas exposiciones más soleadas.
- Las protegen del viento y disminuyen su pérdida de agua (estrés hídrico).
- Sus sistemas de raíces retienen el suelo y lo fertilizan con sus aportaciones de residuos.
- El aporte constante de hojas fertiliza el suelo y provee alimento para otros organismos beneficiosos, como las lombrices.
- Con sus ramillas protegerán la influencia de las heladas.
- Con su transpiración crean microclimas un poco más húmedos.
- Camuflan las plantaciones ante posibles herbívoros.

En un monte en aceptable estado, hayas y robles surgen entre los brezos; encinas y sabinas bajo las jaras y el rusco convive sin problemas a la sombra del romero. Si bien todas las plantas necesitan nutrientes, suelen obtenerlos por sistemas radiculares muy diferentes: unos profundos que bombean agua y nutrientes desde el subsuelo, otros más superficiales que captan rápidamente la caída de las lluvias, etc. Es decir, aun estando en el mismo espacio, pueden nutrirse de lugares y formas diferentes. De especial interés son las leguminosas, especies como las retamas, aulagas y coronillas, que fijan el nitrógeno del aire en el suelo de sus alrededores, abonando de manera generosa el suelo donde puedan asentarse nuestros plantones.

Sin embargo, todas estas ventajas se suelen olvidar y en muchas plantaciones se elimina la vegetación existente mediante herramientas manuales o maquinaria pesada. Esto, además, provoca erosión, compacta el suelo, desplaza a la fauna, genera un impacto paisajístico y, en general, un cortocircuito en el ecosistema donde se realiza la acción. De hecho, entre la vegetación que ya existe en una zona a restaurar se suelen encontrar especies arbóreas o arbustivas que se pueden proteger para fomentar sus poblaciones. Como es sabido, las plantas que aparecen de forma espontánea en el monte siempre van a estar mejor adaptadas al medio que cualquiera que se traiga de un vivero.

En definitiva, hay que valorar el estado de la vegetación existente y promover actuaciones acordes a ello. Si la vegetación espontánea puede resultar un problema en algunas plantaciones se pueden planificar desbroces, como se verá más adelante. Pero en otras ocasiones hay que ser conscientes de que la naturaleza se rige por mecanismos de tolerancia y colaboración, es decir, que en un mismo sitio pueden vivir distintas especies con diferentes nichos ecológicos.

## ¿SIEMBRO O PLANTO?

Llegado el momento de introducir las especies autóctonas forestales se puede elegir entre dos formas de hacerlo: la siembra o la plantación. Aunque en la mayoría de las ocasiones se suele elegir la plantación, no se debe olvidar la siembra como alternativa viable.

### LA SIEMBRA

Consiste en la introducción de la semilla directamente en el suelo, entre otoño y primavera, para que germine y se desarrolle en el lugar seleccionado.

**Ventajas.** Las plantas supervivientes seleccionan por sí mismas el mejor lugar y desarrollan un inigualable sistema radicular. Es un sistema sencillo, fácil de realizar y barato. Es un método adecuado para lugares de difícil acceso o lugares muy pedregosos donde escasea el suelo. La preparación del terreno es mínima y con ello el impacto de la actuación.

**Inconvenientes.** El principal escollo de la siembra es que las semillas suelen ser descubiertas por animales silvestres, que se las comen y echan por tierra todo el esfuerzo. Además, los resultados tardan en verse uno o dos años más que en una plantación. Es más difícil prever las densidades finales de arbolado.



El método más comúnmente empleado por su bajo coste es la siembra a voleo, pero ya existen otras técnicas, tanto manuales como mecánicas, que entierran la semilla. Como no deja la semilla expuesta se consigue un doble efecto: por un lado, es menos probable que sea vista por algún animal en busca de alimento y, por otro, las condiciones de humedad y temperatura necesarias para la germinación son más favorables bajo una ligera capa de tierra que en la superficie, donde están expuestas al sol y al viento.

## Qué semillas utilizar

Las de fácil germinación (sin dormiciones internas) y con rápido desarrollo basado en los nutrientes almacenados por las semillas. Se pueden sembrar: bellotas (encina, quejigo, roble, coscoja, etc.), castañas, nueces, hayucos, piñones, endrinas, majuelos, escaramujos... Todas ellas se pueden sembrar una vez realizado el tratamiento previo adecuado.

## Cómo y cuándo

La mejor época de siembra es el otoño, inmediatamente después de las primeras lluvias y cuando el suelo tenga tempero: empapado, pero no encharcado. Solo se siembra a finales de invierno o principios de primavera si coinciden alguno de estos factores:

- ➔ Lugares en los que la predación de semillas por animales silvestres es alta.
- ➔ Zonas con riesgo de encharcamiento invernal que arrastre las semillas o donde se cree una costra superficial (nieve o hielo) que impida el desarrollo de las plantas al germinar.
- ➔ Áreas con abundante vegetación herbácea, que compita ventajosamente con los germinados.





© Grupo Local Alicante - WWF España

## LA PLANTACIÓN

Consiste en la introducción de un plantón de una o dos savias (años) en el lugar elegido para su desarrollo.

**Ventajas.** Mejor distribución de la planta en el terreno y un menor tratamiento posterior. Como se han criado en vivero, se evita que la predación de semillas pueda ser un riesgo.

**Inconvenientes.** La planta está menos adaptada a las condiciones del terreno. El trabajo es más duro, complicado y caro. Además, existe la posibilidad de que los sistemas radiculares puedan estar dañados (raíz desnuda) o deformados (contenedor). En ocasiones no hay suficiente disponibilidad de planta en vivero.

### Qué especies utilizar

Generalmente se emplean árboles y arbustos, pero se puede usar cualquier especie, teniendo en cuenta el tipo de planta y sus características de crecimiento para elegir la forma de cultivo, el envase adecuado, etc.

### Cómo y cuándo

Las plantaciones suelen realizarse en otoño y después de las primeras lluvias, lo cual hará más fácil el manejo del terreno, aunque se puede hacer hasta finales del invierno y principios de la



© José Luis Regalado - WWF España

primavera, siempre que las condiciones climatológicas lo permitan. Las más recomendables son las plantaciones de otoño, siempre que no sean zonas de abundante vegetación herbácea que compitan con los plántones introducidos. Las frondosas que desarrollan buena parte de su sistema radicular durante el invierno serán las más beneficiadas de esta plantación otoñal. Es mejor evitar las plantaciones invernales cuando esté helando, pues la realización de los hoyos será mucho más dura y la introducción de la joven planta será deficiente, ya que sus raíces no quedarán íntimamente ligadas a la tierra. Tampoco es recomendable plantar en los periodos donde se prevén fuertes vientos, ya que estos pueden llegar a deshidratar rápidamente las pequeñas plántulas que no tienen raíces suficientes como para reponer el agua.

La planta tiene que tener una genética adecuada y debe estar bien preparada: tamaño, estructura de raíces, cepellón, etc., y además debe estar también a savia parada, es decir, con yemas sanas, bien formadas y cerradas.

**Los métodos de siembra y plantación no son incompatibles, se pueden utilizar ambos sistemas para distintas especies en una misma restauración.**

# PREPARACIÓN DEL SUELO

De forma general, la restauración ecológica se centra sobre ecosistemas degradados donde los suelos no están en las mejores condiciones para el establecimiento de nueva vegetación. En este sentido, una calicata en zonas representativas del terreno da una idea de la profundidad, textura y la presencia o no de capas impermeables. Si se pueden tomar muestras de sus horizontes y enviarlas a un laboratorio, se podrá recopilar información química: pH, materia orgánica, etc.

La estructura del suelo es un factor que puede influir mucho en la supervivencia de las nuevas plantas. De hecho, cuando el suelo es muy compacto, la aireación y la infiltración de agua están muy limitados, y con ello el desarrollo de las plántulas. Por ello, preparar el suelo ayuda a crear mejores condiciones físicas para el buen desarrollo de las raíces, que además harán que su introducción en el monte sea menos traumática porque tendrán un sustrato más esponjoso.

## ¿POR QUÉ ES NECESARIA LA PREPARACIÓN DEL SUELO?

- Las condiciones del suelo suelen ser bastante duras: escasa profundidad, horizontes impermeables, suelos compactados, mucha pedregosidad...
- Facilita el establecimiento de la planta porque mejora las condiciones del suelo.
- En zonas con pendiente, un tratamiento adecuado del terreno favorecerá la retención del agua, frenando la escorrentía superficial y la erosión, y creando microcuencas que favorecen el almacenamiento del agua por infiltración en la zona donde vamos a instalar la planta.

## ¿QUÉ SE PRETENDE CONSEGUIR?

- Esponjar la tierra para mejorar la circulación de agua y aire por el sustrato y facilitar el desarrollo de nuevas raíces.
- Mejorar la infiltración del agua de lluvia en el entorno de la plántula.
- Agilizar las labores de plantación.

## ¿DÓNDE REALIZO EL HOYO?

Existen muchas técnicas para mejorar la calidad de la planta de vivero, aunque estas son muy frágiles en sus primeros años y por ello hay que buscar las mejores condiciones, priorizando siempre las zonas donde el suelo sea más esponjoso, fresco y fértil para así aumentar su supervivencia.

Muchas especies mediterráneas necesitan algo de sombreo en sus primeras etapas para desarrollarse correctamente. Como norma general, lo ideal es buscar la sombra que proveen los arbustos que ya existen en la zona a la hora de realizar los hoyos. De este modo, las plántulas estarán protegidas del efecto desecador del sol durante sus primeros años y, una vez sobrepasen la altura del matorral, sus raíces habrán alcanzado capas más profundas del suelo donde las condiciones de humedad son más favorables.

También hay que tener en cuenta cómo se va a desarrollar el paisaje en el que se está interviniendo, ya que lo que hoy son pequeñas plántulas algún día se convertirán en árboles de gran tamaño visibles desde la distancia. Salvo si la plantación es de carácter productor o se van a mecanizar las labores de mantenimiento, conviene buscar una disposición desordenada del marco de plantación para evitar patrones geométricos. Es más, si se busca un paisaje en mosaico, también se pueden realizar los hoyos distribuidos en bosquetes y franjas de vegetación, respetando zonas sin arbolado.



© María Melero - WWF España



© María Melero - WWF España



© María Melero - WWF España



© María Melero - WWF España



© María Melero - WWF España

## ¿CÓMO PREPARO EL SUELO?

Desde que la deforestación de los montes empezó a preocupar a los seres humanos, la forma universal de plantación de árboles ha sido siempre el hoyo, realizado a mano y con ayuda de diversas herramientas.

Con el progreso y los adelantos técnicos se impusieron una serie de técnicas mecanizadas que aumentaban espectacularmente el rendimiento de la plantación, pero a costa de un alto impacto ecológico (paisajístico, erosión, alineamientos de plantas, etc.) como los aterrazamientos con subsolado, acaballonados con desfonde, etc.

El alto coste ecológico y la presión social han forzado su sustitución por técnicas menos agresivas y compatibles con los objetivos de preparación del suelo, como los ahoyados con retroexcavadora, ahoyados con pico mecánico, subsolados, ahoyado manual, etc.

En algunos casos, la elección de un método de preparación del suelo mecanizado, frente al manual, está justificado para facilitar el posterior arraigo y primer desarrollo de los plantones dadas las escasas precipitaciones de algunas zonas.

## ¿DE QUÉ TAMAÑO SON LOS HOYOS?

En líneas generales, las dimensiones del hoyo deberían ser lo más grandes posible para facilitar el desarrollo de las nuevas raicillas. No obstante, se recomienda garantizar una dimensión mínima de 40 x 40 x 40 cm, que puede variar en función del tipo del suelo que encontremos.

Los suelos pedregosos pueden dificultar la realización del hoyo e impiden crear una cavidad lo suficientemente grande como para albergar una planta. Cuando esto ocurre, es preferible descartar los que no tienen unas dimensiones adecuadas a introducir una planta en ellos que, evidentemente, tendrá dificultades en su desarrollo.

## ¿CÓMO Y CON QUÉ SE HACEN LOS HOYOS?

Las herramientas manuales que normalmente se utilizan son el azadón, el pico (si el terreno es demasiado duro o con presencia de piedras en los perfiles) y el barrón (barra metálica de aproximadamente 1,70 m de largo y cerca de 7 kg de peso), que funciona como pico y como palanca para profundizar en los terrenos más duros. Dada la dureza del trabajo, estas herramientas están siendo sustituidas progresivamente por ahoyadoras manuales y pequeños tractores forestales o agrícolas que permiten aumentar el rendimiento considerablemente. Aun así, la herramienta más práctica y utilizada es el azadón que, a pesar de su simpleza, continúa usándose desde tiempos inmemoriales.



© María Melero - WWF España

# INTRODUCCIÓN DE SEMILLAS Y PLANTONES

Tanto semillas como plantones deben ser introducidos, generalmente, cuando la planta tiene la savia parada, es decir, cuando no esté muy activa. Esto se produce con la llegada de los fríos de otoño y desaparece con los primeros calores de la primavera. Algunos ejemplares no cumplen esta exigencia, como los olmos, chopos y otras especies que fructifican en primavera. Otra condición que hay que considerar es que la tierra tenga tempero, es decir, que esté húmeda y que no esté helando para que el arraigo sea mayor.

## LAS SEMILLAS

Para sembrar una semilla es muy importante comprobar su buen estado de conservación, sin ataques de hongos o insectos. Se puede hacer alguna prueba sencilla abriendo una semilla con una navaja y observando el aspecto del embrión, si está seco o podrido hay que desecharla.

Una vez elegido el lugar de siembra hay que buscar ubicaciones que ofrezcan abrigo y protección a los futuros plantones: es mejor sembrar junto a la vegetación existente para que tengan sombra en verano. Realiza un agujero lo suficientemente grande para facilitar la emisión de raíces a la futura plantita. La profundidad dependerá del tamaño de la semilla, pero, como mucho, se entierra a una profundidad equivalente a dos veces su diámetro menor y, si es muy pequeña, casi ni se entierra.

Siembra al azar de manera que no se vean líneas rectas, que aportan al paisaje un tono artificial, colocando varias semillas por agujero por si alguna de ellas está vana y se pierde el esfuerzo.



# LOS PLANTONES

Antes de empezar la plantación, asegura que las bandejas forestales están bien regadas para reducir el estrés que van a sufrir los primeros días. Para su plantación, saca la planta con cuidado de la bandeja forestal o maceta, de manera que no se deshaga el cepellón. Si ha sido cultivada a raíz desnuda, trata de mantener sus raíces bien húmedas, tapadas y frescas hasta el momento de su plantación.

Luego introduce la raíz recta dejando el cepellón apenas enterrado, nunca expuesto, de modo que el tronco no quede ni muy alto ni muy bajo con respecto al nivel del suelo. En el primer caso algunas especies se secarán y en el segundo se pueden producir pudriciones en el tronco.

Una vez introducida la planta rellena el agujero con tierra y presiona el suelo con los pies para compactarlo, evitar que existan cámaras de aire y sujetar bien la planta. Si se hace un alcorque alrededor, se podrá captar el agua de lluvia y la planta tendrá más posibilidades de sobrevivir. Y si existe la posibilidad de regar, hazlo al final de la jornada, así los poros del suelo se saturarán de agua y se evitará la formación de bolsas de aire perjudiciales para las raíces.



© María Melero - WWF España



© Diana Colomina - WWF España



© María Melero - WWF España

Por último, coloca piedras grandes alrededor de la planta, de modo que eviten la competencia con otras plantas que pudieran germinar en primavera, dificulten su predación por roedores y condensen agua en las noches de rocío, ya que por contrastes de temperatura se depositarán gotas de agua sobre ellas que luego caerán al suelo, como en los cristales de nuestras casas.

Otra buena opción es la aplicación de acolchados vegetales sobre el alcorque una vez realizada la plantación. Estos acolchados (también llamados “mantillo”) suelen estar compuestos por restos de poda triturados que protegen la tierra del sol, mejoran la retención de agua y nutrientes en el suelo, reducen la aparición de vegetación que pueda competir con las plantas y promueven la actividad microbiana, tan necesaria para el mantenimiento de la fertilidad. Los acolchados son sistemas dinámicos que liberan nutrientes a medida que se van descomponiendo. Además, se pueden emplear otros elementos vegetales como serrín, viruta, corteza de madera o paja.

También se pueden esconder las plantas del sol del verano y de depredadores de mayor talla tapando el joven plantón con ramas y hojas secas de los arbustos de alrededor.

## MICORRIZAS

Se estima que cerca del 90 % de las familias de plantas terrestres se asocian de forma habitual con unos hongos simbioses llamados micorrizas, que significa literalmente hongo-raíz. Esta simbiosis es muy productiva para ambos organismos, pues la planta se beneficia de la captación de agua y nutrientes minerales del suelo a través de los micelios de los hongos (mucho más efectivos que sus raíces) y el hongo obtiene de la planta un sitio donde vivir, azúcares y otros productos como vitaminas, incapaz de producir por sí mismo. Además, el hongo emite fitohormonas que incitan a la planta a un mayor crecimiento, mejoran la estructura del suelo mediante su red de hifas y protegen al vegetal de ataques de patógenos.

En definitiva, las micorrizas contribuyen a generar un ambiente propicio para el desarrollo de la planta y aumentan las probabilidades de éxito de la plantación. Además, los hongos micorrícicos son capaces de formar asociaciones con más de una planta a la vez generando, de algún modo, una red de intercambio de nutrientes.

### La micorrización controlada

Si bien existen varias técnicas, algunas muy sofisticadas, se pueden realizar inoculaciones de manera relativamente sencilla. Para ello basta con recoger los hongos micorrizantes que interesan (ver tabla), aunque es imprescindible reconocerlos e identificarlos con rigurosidad. Los ejemplares recolectados deben estar sanos y maduros y tener el mismo origen que las semillas.

Una vez recolectados se limpian, trocean y disgregan con una batidora en agua destilada. De esa manera, las esporas y los micelios que forman la seta pasan al agua. Este líquido madre se debe guardar en cámara frigorífica a 2-4 °C para que pueda durar hasta 6 meses.

La aplicación debe hacerse diluida en agua y difuminada por encima de las plantas y posteriormente se riega para que el hongo pase al sustrato y colonice las raíces. La dosis es de 1 miligramo por planta, es decir, que con unas siete setas se pueden micorrizar unas 100 000 plantas, aunque conviene repetir el proceso varias veces.

También existen técnicas más sencillas, pero sobre las que hay un menor control en las especies micorrícicas introducidas, como la opción de micorrizar semillas, pulverizando la mezcla sobre estas antes de sembrarlas. En los bosques con una cierta edad se encuentran en la primera capa de suelo, o humus, una enorme cantidad de organismos simbioses. En este caso, se puede recoger dicha capa y diluirla en agua para posteriormente regar los plantones.

En otros casos, y pagando un precio no muy superior, se puede conseguir planta micorrizada directamente en el vivero. En Piñoi (Ourense), en el entorno del Parque del Xurés, WWF ha apostado por la elección de castaños micorrizados en una plantación para asegurar un aprovechamiento secundario de setas en el monte.

El resultado de las micorrizas es visible a corto plazo, ya que se observa en los cepellones de las plantas la formación de redes de hifas que, como una tela de araña, rodean a las raíces de la planta hospedante, aumentando la superficie radicular y así la absorción de agua y nutrientes. Este efecto se acentúa en suelos alcalinos o básicos y con carencia de nutrientes.

**Tabla. Hongos micorrizantes**

<b>Especie de hongo</b>	<b>Géneros de plantas que micorriza</b>
<i>Russula sp.</i>	<i>Carpinus, Betula, Castanea, Fagus, Pinus y Quercus.</i>
<i>Pisolithus tinctorius</i>	<i>Abies, Betula, Pinus y Quercus.</i>
<i>Amanita caesaera</i>	<i>Castanea, Fagus y Quercus.</i>
<i>Amanita citrina</i>	<i>Castanea, Fagus y Picea.</i>
<i>Boletus edulis</i>	<i>Abies, Betula, Picea, Castanea, Fagus, Pinus, Quercus y Tilia.</i>
<i>Hebeloma hiemadae</i>	<i>Abies, Carpinus, Betula, Castanea, Fagus, Pinus, Populus y Quercus.</i>
<i>Lactarius deliciosus</i>	<i>Pinus.</i>
<i>Tuber sp.</i>	<i>Corylus, Pinus, Populus, Quercus y Tilia.</i>
<i>Amanita muscaria</i>	<i>Quercus, Pinus, Betula, Fagus y Cistus.</i>
<i>Hymenocyphus sp.</i>	<i>Erica.</i>
<i>Cenococcum</i>	<i>Betula, Abies, Picea, Pinus, Acer, Castanea, Corylus, Fagus, Quercus, Populus, Salix, Sorbus y Tilia.</i>

# ¿QUÉ DENSIDAD?

La densidad de plantas que se introducen dependerá directamente del grado de cobertura que se quiera obtener en un futuro y de la presencia de regeneración natural. Por ejemplo, si se busca una formación abierta como la recuperación de una zona adhesionada, la densidad de plantación debería oscilar entre 400 y 600 pies por hectárea, mientras que si lo que buscamos es un bosque denso y cerrado podemos subir hasta los 1 000 pies/ha.

Es recomendable aumentar la densidad inicial en zonas donde el clima es muy duro para compensar las previsibles marras que sucederán en los primeros años. No obstante, hay que tener en cuenta que la masa que se va a generar tendrá que ser gestionada en un futuro, por lo que hay que ser muy cautos a la hora de decantarse por densidades de plantación muy elevadas que hagan necesarias actuaciones tempranas como claras o clareos.



© Maria Melero - WWF España

# SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA HERBIVORÍA

Los herbívoros pueden causar daños bastante considerables sobre las nuevas plántulas porque buscan alimento en su follaje. Los ungulados, tanto salvajes como domésticos, y los roedores son los que más daño causan. Los ratones son principalmente predadores de semillas, aunque también se alimentan de los nuevos brotes y hojas que aparecen cerca del suelo, mientras que los conejos y las liebres son capaces de dañar plantones de mayor tamaño incluso seccionando el tallo principal. Si la planta logra crecer lo suficiente para escapar de estos roedores, también existen ungulados como los ciervos y corzos que pueden alimentarse de las hojas que están a mayor altura. Las aves no suelen ser un problema en las plantaciones, pero se pueden convertir en un factor decisivo en el éxito de una siembra porque son capaces de alimentarse de un gran número de semillas en una sola jornada.

La protección de las plantas se puede llevar a cabo mediante el vallado de toda o de una parte de la zona de actuación o a través de la protección individual de los plantones.

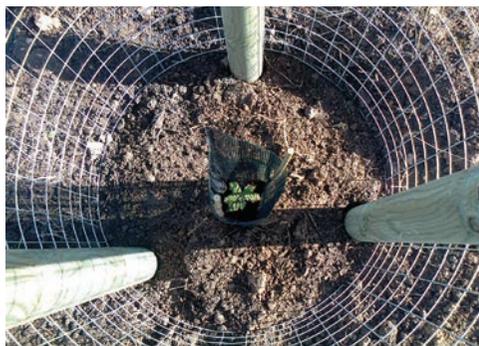
Los vallados perimetrales son muy útiles para evitar mamíferos de gran tamaño como vacas o ciervos y pueden estar compuestos por vallas rígidas o por pastores eléctricos. En una zona incendiada del Parque Nacional de Cabañeros, por ejemplo, se consiguieron unos resultados muy positivos con el simple hecho de vallar unas hectáreas. WWF también ha construido pequeños cercados en la Sierra del Rincón (Madrid) para salvar las plantas introducidas del diente de las vacas.

Por otro lado, la protección individual de las plantas se puede realizar mediante tubos protectores o mallas. El tubo protector es capaz de modificar mucho las condiciones del microclima alrededor de la planta ya que, aunque reduce la radiación solar y aumenta la humedad relativa, también aumenta la temperatura dentro del mismo. En cambio, los protectores de malla modifican menos el microclima, ya que bloquean una menor





© Diana Colomina - WWF España



© María Melero - WWF España



© Gustavo Colmena - WWF España



© Miguel Murcia - WWF España

proporción de los rayos solares y permiten discurrir el aire con mayor libertad. En todo caso, habrá que adaptar el tipo de protector a las características de las especies, hay mucha literatura científica a este respecto.

Para la correcta colocación de los protectores es recomendable enterrar la parte inferior del mismo en el suelo y afianzarlo con algunas piedras. Si es necesario darle más estabilidad, se sujeta mediante uno o dos tutores y se colocan piedras alrededor del mismo para añadir una dificultad más al acceso de los animales a la planta por debajo del protector.

Aunque no se empleen de forma generalizada, existen nuevos productos en el mercado dirigidos a proteger la semilla de los animales que la buscan para su alimentación. Estos pequeños protectores pueden estar compuestos por mallas metálicas o materiales plásticos y encierran en su interior la semilla (o varias) y algo de sustrato, lo que mejorará el porcentaje de germinación. Estos dispositivos tienen, al menos, una apertura en la parte inferior, por donde se desarrollará la raíz, y otra por la parte superior, por donde saldrá el tallo. Además, los que están hechos de materiales sintéticos suelen estar troquelados en sus aristas para que, una vez el tallo tenga un diámetro considerable, se abran impidiendo que el protector pueda dañar el tronco. En cambio, los protectores de malla metálica se oxidan poco a poco hasta desaparecer por completo, por lo que no deja ningún tipo de residuo en el suelo. Son muy eficientes contra el ataque de roedores, que no son capaces de acceder a la semilla, pero no es un sistema que esté resultando útil hasta el momento contra mamíferos más grandes como los jabalíes ya que, aunque no consigan acceder a la semilla, son capaces de sacar el protector del suelo y reducen drásticamente sus probabilidades de éxito.

# GESTIÓN FORESTAL PARA LA RESTAURACIÓN

El paisaje forestal actual presenta una elevada continuidad y densificación de las masas debido a una problemática compleja ligada al modelo de desarrollo económico español de las últimas décadas y que se puede resumir con la expresión “humanización del monte” y su posterior abandono.

Tras el cese de las actividades forestales y el abandono agrario, en un marco de ausencia de políticas territoriales y forestales serias que organicen coherentemente los usos y aprovechamientos, se encuentran una serie de bosques estancados, muy modificados, alejados de su óptimo ecológico y que tienen un gran riesgo de sufrir incendios forestales.

Ante este contexto, WWF considera imprescindible gestionar estas masas estancadas para favorecer su desarrollo hacia estadios más maduros. Estas acciones deben ir dirigidas a mejorar la estructura, la diversidad de edades y la composición de estos bosques para que se genere un paisaje heterogéneo y se recuperen sus funciones y procesos ecológicos.

## TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS

Los tratamientos selvícolas son un conjunto de operaciones cuyo objetivo final es regenerar, mejorar y conservar la masa forestal. Mediante estas acciones se puede redirigir el desarrollo del ecosistema hacia las condiciones de densidad, espesor y composición buscados. Aunque este tipo de tratamientos siempre han estado enfocados a la producción maderera, su aplicación bajo un enfoque restaurador puede ser de gran interés.



# CLARAS, CLAREOS Y RESALVEOS DE CONVERSIÓN

Estas actuaciones están dirigidas a mejorar las condiciones de espesura, estructura y salud de los bosques.

Las claras son un tipo de tratamiento que consiste en realizar sacas de madera para abrir huecos que mejoren el funcionamiento de la masa, reduciendo la competencia y manteniendo la composición específica deseada. Este tratamiento es delicado, ya que corta parte de los pies de la masa principal dejando los más favorables y, cuando el trabajo es muy intenso, pueden quedar desprotegidos y ver comprometida su viabilidad. Si existe la posibilidad de triturar los restos generados durante las claras, se estará aumentando además la materia orgánica del suelo y mejorando su actividad biológica.

En cambio, los clareos son cortas de mejora en la que se extraen productos sin valor comercial ya que los pies objetivo no son maderables. Generalmente es un método que se centra en montes jóvenes, aunque también se puede aplicar a montes más maduros para redirigir la sucesión natural. Los clareos se pueden centrar tanto en los pies dominados (más jóvenes y con menor diámetro) como en los dominantes (mayor diámetro y volumen).

Las claras y clareos son habituales en el mundo forestal y con ese enfoque restaurador WWF lo ha aplicado en diferentes masas de pinos, como en Peralta de la Sal (Huesca).

Por otro lado, los resalveos de conversión son cortas que se centran en masas de frondosas muy espesas. En la actuación se seleccionan los mejores pies y se elimina el resto para reducir la competencia. En algunas especies es necesario realizar esta acción varias veces, pero conforme aumenta el diámetro de copa de los pies seleccionados (resalvos), el suelo recibe menos sol y aparecen menos brotes. De este modo se acelera la sucesión de monte bajo (cuando la mayoría de los pies provienen de brote) a monte alto (cuando estos provienen de semilla) que, de forma natural, suele ser un proceso muy lento. Es un tratamiento típico de las masas de quercíneas (encina, quejigo...). En el Parque del Garraf (Barcelona) WWF está estudiando los resultados de este tratamiento en masas de coscoja.

## PODAS Y SELECCIÓN DE BROTES

La poda es un proceso que ocurre de forma natural en la mayoría de las plantas y consiste en la muerte de las ramas inferiores de la copa que están muy dominadas. Cuando esto ocurre, el árbol desecha las ramas inferiores para dar prioridad y desarrollar nuevas en la parte superior de la copa.

Este proceso se puede acelerar de forma artificial, simplemente cortando aquellas ramas que ya no formarán parte del árbol. Existen muchos tipos de poda enfocados a diferentes objetivos: mejorar la rectitud de la madera, aumentar la fructificación, obtener leñas, mejorar el estado de salud de la planta, prevención de incendios, etc.

Cuando una frondosa pierde su tronco principal, lo normal es que esta produzca una serie de rebrotes con un vigor y crecimiento inicial muy fuerte, ya que la planta todavía mantiene un sistema radicular en buenas condiciones que le otorga una ventaja importante frente a otras plantas. En estos casos, es muy interesante realizar una selección de brotes para eliminar los más débiles y los que estén peor asentados sobre el tocón y asegurar que se respetan los que presentan un correcto estado de salud y estructura deseada. Es recomendable hacer los trabajos de forma manual para tener una mayor precisión y emplear herramientas correctamente afiladas y desinfectadas para que los cortes sean limpios y evitar la introducción de patógenos que puedan dañar la planta. La selección se realizará siempre en invierno, evitando periodos muy cálidos o muy húmedos que puedan facilitar la aparición de hongos. A modo de ejemplo, WWF realizó este tratamiento en una aliseda en las riberas del río Ruecas (Cáceres) donde se habían producido muchos brotes tras el paso de un incendio forestal.

## DESBROCES

El desbroce consiste en la eliminación de la vegetación natural que habita un terreno determinado. Esta técnica es muy aplicada en el ámbito forestal con el objetivo de reducir la competencia por agua, luz, espacio y nutrientes de las especies introducidas. Debido al desconocimiento, clasificamos a todas las especies que aparecen de forma espontánea y que desconocemos como “malas hierbas”. Solo por ello reciben ese nombre peyorativo y se dejan de lado multitud de utilidades que poseen.



© Diana Colomina - WWF España

Es cierto que pueden llegar a ser un problema en algunas plantaciones, pues, adaptadas a crecer vertiginosamente, ahogan y eliminan a las plantas recién introducidas, pero esto no quiere decir que eliminar toda la vegetación competente sea bueno. Como ya se ha visto, la vegetación espontánea provee unos servicios muy importantes para la restauración de un ecosistema. Por ello, los desbroces solo se deberían centrar en aquellas plantas que compitan directamente con las introducidas (las que se sitúan en el mismo alcorque de plantación) respetando, en la medida de lo posible, el resto de la vegetación.

Es otro de los trabajos más extendidos en el mundo forestal, bien como tratamiento de la vegetación preexistente, bien como labor de mantenimiento. También se puede ejecutar como medida para diversificar el hábitat, favoreciendo a especies que requieren espacios abiertos. Con este último objetivo, para favorecer al conejo, WWF lo ha ejecutado en el Espacio Natural de Doñana (Huelva).

## CORTAS

En ocasiones, el primer paso para la restauración ecológica de un terreno puede iniciarse con la eliminación de una especie exótica. Por ejemplo, existe una masa monoespecífica de eucalipto o pino con un aprovechamiento en el pasado, pero que se encuentra hoy en desuso. La restauración podría entonces perseguir potenciar la regeneración natural del bosque original. En Miño (A Coruña) o en Elgoibar (Guipúzcoa), WWF ha actuado en terrenos donde se ha sacado toda la madera de forma previa a otras labores de restauración. Con carácter general es imprescindible que el procedimiento de saca sea el adecuado, evitando arrastres, para minimizar los impactos sobre el suelo. En el caso del eucalipto, pueden ser necesarios otros tratamientos de apoyo para evitar que vuelva a rebrotar (destoconado, eliminación de rebrotes...).

## GANADERÍA EXTENSIVA: HERRAMIENTA DE GESTIÓN

Otra herramienta que se puede considerar es la del pastoreo. Esta práctica aporta numerosos beneficios ambientales, como el mantenimiento de pastos para el secuestro de carbono, la dispersión de semillas o la preservación de las vías pecuarias, corredores ecológicos para la biodiversidad. Además, evita el uso de agroquímicos en el campo, mejora la fertilidad natural del suelo y, con ello, hace a la vegetación más resistente a sequías o frente a plagas y enfermedades. El manejo adecuado de los rebaños aporta e incorpora directamente al terreno abono natural, controla la vegetación indeseada evitando el uso de herbicidas y de desbrozadoras mecánicas, y protege las zonas restauradas frente a incendios forestales porque disminuye la materia combustible sobre el terreno.



© Jorge Sierra - WWF España

Siempre que sea posible, se analizará el potencial empleo de rebaños como herramienta de restauración y gestión, por ejemplo, a través de acuerdos con ganaderos locales de la zona y promoviendo que estas prácticas las acoja la propia administración para que impulse el necesario pastoreo planificado y sostenible o incluso la creación de rebaños municipales.

Entre 2015 y 2016, WWF trabajó en la habilitación de un área pasto-cortafuego para ganado ovino en San Lorenzo de Calatrava (Ciudad Real) con el doble objetivo de aumentar la superficie de pastos en el municipio y reducir el riesgo de incendio. Se actuó con tratamientos selvícolas en 10 hectáreas, identificadas con los pastores, los propietarios forestales y los agentes medioambientales.

# FAVORECER LA BIODIVERSIDAD

Se puede pensar que los procesos de restauración tienen que ser llevados a cabo por la mano humana cuando, en realidad, estos procesos han existido siempre. Elementos como el viento, el agua, el desnivel o la fauna actúan de forma desinteresada como vectores de propagación de semillas, asegurando que las masas vegetales puedan colonizar nuevos territorios. De hecho, a través del impulso de acciones que favorezcan a la fauna se puede conseguir la restauración de la cobertura forestal. En este apartado se analiza la fauna y su poder transformador sobre los ecosistemas:

## SETOS Y LINDEROS EN CAMPOS AGRÍCOLAS

Se pueden recuperar setos y linderos en zonas agrarias carentes de vegetación natural y crear pequeños bosques isla con especies autóctonas de origen local arbustivas, frutales o arbóreas. La presencia de una cierta cobertura de matorral favorece la regeneración natural, pues facilita la supervivencia de las plántulas en los primeros años de vida frente a las sequías estivales y las protege del diente del ganado y de herbívoros. Estos elementos de vegetación natural, además de diversificar el paisaje y ofrecer refugio y alimento a la fauna silvestre, contribuyen a la obtención de reservas de forraje para el ganado. Esta técnica ha sido empleada por WWF en el Parque Nacional de Las Tablas de Daimiel (Ciudad Real) y en el Refugio de Rapaces de Montejo de la Vega (Segovia) y su entorno.





© Laura Moreno - WWF España

## CHARCAS

Las charcas contienen uno de los recursos más preciados en el bosque y otro tipo de entornos: agua dulce. Estos puntos resultan vitales para muchas especies porque proporcionan zonas de alimentación y refugio, mejoran la conectividad entre hábitats y realizan, por tanto, una gran contribución a la conservación de la biodiversidad. Restaurar, mejorar o habilitar pequeños puntos de agua es básico para generar refugios de flora y fauna.

No todas las charcas son permanentes, especialmente las situadas en regiones áridas tienen un carácter temporal y quedan vacías durante los meses más secos del año. El agua puede provenir de cauces temporales o permanentes, de la lluvia o de fuentes y manantiales.

Muchos de estos puntos de agua han desaparecido debido a la intensificación agraria o a la colmatación de los mismos por los sedimentos que arrastra la escorrentía cuando la cobertura vegetal en el entorno es insuficiente. En este caso, si se elimina la causa de la degradación, se pueden acometer pequeñas actuaciones dirigidas a la restauración de la charca, como retirar dichos sedimentos para favorecer la acumulación de agua y aumentar su profundidad, recuperar los aportes hídricos y reforzar los márgenes de la misma.

Aunque siempre es mejor restaurar las ya existentes, se puede crear una nueva charca. Para ello es necesario hacer un pequeño estudio del entorno para elegir el mejor enclave: presencia de otras charcas, aporte de agua, permeabilidad del sustrato, presencia de ganado, etc. En general hay que aprovechar puntos donde exista disponibilidad de agua como vaguadas, barrancos o zonas con manantiales naturales. También es muy aconsejable situarlas en lugares donde haya zonas de sol y de sombra, ya que de este modo se favorecen diferentes tipos de vegetación acuática.

Lo más importante que hay que tener en cuenta para asegurar el éxito de la charca es el tipo de suelo. Se debe optar siempre por suelos naturales impermeables donde la proporción de margas o arcillas sea muy elevada. Si no es posible, se puede aportar arcillas procedentes del entorno o, como último recurso, impermeabilizar mediante materiales artificiales. Y, cuidado, las charcas se pueden convertir en trampas para los animales si no son capaces de salir de ella cuando la pendiente de los márgenes es muy elevada.

En WWF hemos apostado por este tipo de estructuras en muchos de nuestros proyectos. Así, personas voluntarias de la organización y también la Red de Grupos han construido varias charcas en el Parque Natural de las Hoces del Río Riaza (Segovia) o en la Finca Castillejos (Guadalajara).

## MAJANOS O VIVARES

Los majanos son acumulaciones de piedras sueltas que forman los agricultores en los lindes de los campos de cultivo al retirar las piedras del mismo. Estas estructuras han sido siempre empleadas por múltiples especies como refugio o zona de cría. La construcción de majanos artificiales es una medida que se ha mostrado eficaz en muchos casos y puede ayudar a fomentar las poblaciones de conejo en zonas donde escasean. El conejo constituye la base alimenticia de muchas especies de la península ibérica. La supervivencia de animales tan icónicas como el lince ibérico y el águila imperial depende exclusivamente del grado de conservación de las poblaciones de conejo que, en muchas zonas, se han visto diezmadas debido a enfermedades como la mixomatosis o la neumonía hemorrágica vírica.



© Valeriano García-María Melero - WWF España

Es un animal muy ligado al ser humano. Aunque son bastante generalistas, siempre han sido frecuentes en lugares antropizados como campos de cultivo o dehesas, ya que prefieren las zonas con suelos arenosos para construir sus madrigueras. La intensificación agraria, la concentración parcelaria y las nuevas técnicas de cultivo han resultado en la destrucción de muchas zonas aptas para su cría.

Para construir esta estructura es muy recomendable hacerlo de forma semienterrada, realizando una zanja donde colocarlas. De este modo, las condiciones de temperatura y humedad en el interior serán más estables. Una vez hecha la zanja, hay que colocar el material donde los conejos puedan crear sus galerías y cámaras de cría. Aunque los majanos son estructuras artificiales compuestas normalmente por madera, tierra y piedras, existen nuevas técnicas más eficientes que incluyen tubos de hormigón o plástico, mallas geotextiles, arquetas para hacer controles periódicos e incluso cerramientos perimetrales para evitar el pisoteo del ganado. Por último, hay que cubrir toda la estructura con una capa de tierra, piedras y algo de material vegetal que mejorará el aislamiento del majano y le dará un aspecto menos reconocible por los depredadores. En Las Tablas de Daimiel (Ciudad Real) hemos construido algunos vivares para conejo.

## RECUPERAR MUROS DE PIEDRA U OTROS ELEMENTOS DE LA ARQUITECTURA RURAL

Restaurar construcciones de arquitectura rural popular sirve para valorizar y recuperar los servicios culturales mientras se favorece la biodiversidad. Acciones como mantener o recuperar muros de piedra, cierres, montones de madera y otros elementos tradicionales pueden ser claves para el refugio de fauna.

Eso sí, estas acciones requieren un mantenimiento anual para reparar las actuaciones realizadas reponiendo piedras que se hayan desprendido, eliminando la vegetación desestabilizadora o limpiando los drenajes.





© Carlos Recio - WWF España

## COMEDEROS DE AVES

La dispersión de semillas es un proceso ecológico importantísimo para el mantenimiento de la biodiversidad y, especialmente, para la regeneración de ecosistemas. Las aves presentan uno de los principales vectores de dispersión al alimentarse de frutos y semillas que pueden llegar a desplazar largas distancias durante sus migraciones. Es más, muchas especies vegetales necesitan que sus semillas pasen por el tracto digestivo de un ave o mamífero para poder germinar, ya que los ácidos del estómago debilitan la cubierta externa de la simiente y facilita que entre la humedad, activando así el proceso de germinación. Este es el caso de las semillas de sabinas y enebros (género *Juniperus*) que necesitan ser comidas por aves, zorros o conejos para germinar. Por eso, para la recuperación del sabinar de la Cueva de Casares en Riba de Saelices, después del incendio del Rodenal de Guadalajara, WWF colocó varios comederos.

Su instalación supone una mejora del hábitat de muchas especies de aves en los periodos donde más escasea el alimento. Además, se pueden elegir las especies para que sean dispersadas en cada época, buscando siempre aquellas que menos presencia tienen en el entorno.

Estos comederos constan de una bandeja de madera con una rejilla metálica en la base para evitar la acumulación de agua. Para su instalación se suelen emplear postes de madera de un metro de altura, donde se sujeta el comedero mediante bridas o alambre. Es importante saber que la mejor fuente semillera que existe es la que produce el mismo entorno en el que se localiza la actuación.

# POSADEROS PARA RAPACES

Muchas especies de rapaces se posan en las ramas altas de los árboles para otear en busca de presas. En un espacio degradado es posible que no haya estructuras elevadas donde estas aves puedan posarse. Por ejemplo, en bosques muy jóvenes donde no existen ramas altas fuertes o en zonas de cultivo de gran extensión, las rapaces no encuentran este tipo de posaderos desde donde otear, descansar o incluso comer, por lo que su presencia se reduce considerablemente.

La colocación de estos posaderos beneficiará a las poblaciones de rapaces, tanto nocturnas como diurnas, convirtiendo la zona en su terreno de caza y controlando así las poblaciones de multitud de mamíferos e insectos y favoreciendo un ecosistema más estable. Este método de control biológico de plagas es muy interesante porque tiene una ejecución muy fácil. En Tembleque (Toledo) WWF ha instalado varios posaderos y ha resultado una medida barata y eficaz.



© Diego Ramirez - WWF España



© Mayte Villeta - WWF España

## CAJAS NIDO

En un bosque maduro las aves hacen uso de los huecos que aparecen en los árboles viejos, fabrican variadas estructuras en sus ramas e incluso crean sus propias oquedades en los troncos donde construir un nuevo nido. En cambio, en los espacios naturales degradados es común que exista una carencia de huecos, estructuras y superficies donde las aves pueden anidar. La instalación de cajas nido se ha convertido en una oportunidad para corregir este problema en el caso de las aves pero también de otras especies, como los lirones. WWF lo ha aplicado en multitud de ocasiones: Doñana, Las Tablas de Daimiel, Hoces del Riaza, Parque Regional del Sureste...

Los beneficios que aportan las aves en la zona donde habitan son múltiples: controlan plagas, juegan un papel importante en la polinización y, sobre todo, en la dispersión de semillas y ayudan a mejorar la fertilidad del suelo.

Antes de empezar a construir e instalar cajas nido, es importante conocer cuál es la situación de la zona y fijar un objetivo concreto. Así, si hay una sobrepoblación de roedores lo más interesante sería instalar cajas nido para rapaces, mientras que si lo que buscamos es que las aves mejoren los procesos de dispersión de semilla o control de plagas de insectos, lo más lógico sería instalar cajas para paseriformes.

Para las cajas nido hay que emplear siempre materiales naturales y, a poder ser, evitar el uso de productos químicos, ya que pueden tener compuestos químicos volátiles que perjudiquen a las crías. Para su instalación es recomendable emplear una pértiga para emplazarlas a una altura adecuada y así dificultar que los depredadores puedan acceder a ellas y alimentarse de los huevos o las crías.

## REFUGIOS DE QUIRÓPTEROS

El uso generalizado de pesticidas y la pérdida de zonas de anidación tanto en bosques como en ciudades han provocado que múltiples especies de murciélagos estén inmersas en un proceso de recesión de sus poblaciones. Estos pequeños mamíferos alados cumplen una función importantísima en el control de plagas agroforestales, ya que la mayoría de ellos se alimentan exclusivamente de insectos, de hecho, son capaces de ingerir la mitad de su peso en insectos al día. Normalmente anidan en cuevas, grietas y cavidades de troncos, y en zonas urbanas lo hacen en huecos que aparecen en antiguos edificios.

Las cajas refugio para quirópteros son bastante diferentes a las cajas para las aves. En este caso, existen varias entradas en la parte inferior y varias cámaras de cría verticales. También cuentan con unas ranuras en los paneles de madera que ayudan al animal a aferrarse y trepar hasta la parte superior. Además, si el tamaño de la caja lo permite, son capaces de albergar colonias de decenas o cientos de individuos.

A la hora de instalarlos, como ha hecho WWF en el entorno del Parque Natural de Hoces del Río Riaza (Segovia), es necesario buscar una localización que sea visible y de fácil acceso para los murciélagos evitando zonas con muchos obstáculos que puedan dificultar su ocupación. Y cuidado, la orientación de la caja es más importante de lo que parece: en climas cálidos se sitúa en zonas sombreadas, evitando la orientación norte, mientras que en climas fríos se busca la orientación sur para evitar que la temperatura baje demasiado en invierno en el interior de la caja.

## HOTELES DE INSECTOS

Los polinizadores son un grupo de especies fundamental para la conservación de la biodiversidad, pues participan en los procesos de reproducción vegetal y favorecen la producción de flores, frutos y semillas. Por ello, es muy importante tenerlos en cuenta a la hora de diseñar un plan de restauración. Además, muchos tipos de insectos depredan o parasitan otras especies, controlando sus poblaciones.

Los hoteles de insectos son estructuras artificiales, normalmente hechas con madera, que se rellenan con materiales vegetales de diferentes tamaños y formas con el fin de crear

cavidades para que puedan ser ocupadas por diferentes tipos de insectos. Estas estructuras suelen ser colonizadas por numerosas especies de abejas y avispas solitarias, aunque también son empleadas como refugio por mariposas y marsopas. Existen hoteles de insectos más complejos que también tienen compartimentos para la cría de otro tipo de insectos beneficiosos, como mariquitas o arañas.

Para su construcción es recomendable emplear materiales biodegradables del mismo entorno y evitar el uso de sustancias químicas que puedan alterar el bienestar de los insectos. Aunque la palabra “hotel” lleva a pensar en algo grande, es preferible construir varias estructuras pequeñas y separadas a una grande ya que, como todos, los insectos también necesitan espacio.

## OTROS REFUGIOS Y ESTRUCTURAS PARA LA FAUNA

Aunque ya hemos enumerado muchas, la lista de estructuras para la fauna es interminable. Para entornos más urbanizados existen modelos de refugios para salamanguetas que pueden ayudar a regular las poblaciones de mosquito, tejas adaptadas o ladrillos huecos que forman una cámara de cría que puede ser usada tanto por aves como por mamíferos o refugios para erizos, tan comunes en zonas ajardinadas periurbanas. También existen estructuras que consisten en una simple plataforma para aves rupícolas, madrigueras de madera que se colocan en la ribera del río para que críen las nutrias o cajas nido para martas. Cada especie tiene exigencias diferentes y por ello hay que adaptar las medidas a sus necesidades, pero siempre sin olvidar su mantenimiento y seguimiento. De poco valdrán todas estas estructuras si no se cuidan y revisan con el paso del tiempo. Sucede lo mismo si no somos capaces de evaluar sus resultados para conocer cómo están funcionando y sacar enseñanzas de su instalación.



© Jesús Quintano - WWF España

# MANTENIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN

Es necesario fomentar técnicas de restauración que permitan su funcionamiento autónomo, minimizando su dependencia de labores de mantenimiento de carácter permanente. Sin embargo, si estas labores son necesarias, se han de incluir en los proyectos, planificándolas adecuadamente y dotándolas de presupuesto. De hecho, el consenso sobre su importancia es aplastante. Para garantizar la viabilidad de los proyectos de restauración a largo plazo es necesario considerar un mantenimiento mínimo durante al menos cinco años después de la ejecución.

Existen tantas labores de mantenimiento como necesidades se den en un proyecto de restauración forestal. Una de las actuaciones típicas consiste en la revisión de los protectores individuales, instalados para evitar que los herbívoros –tanto ganado como animales salvajes– se “coman” la plantación. El desbroce, por su parte, busca la retirada en primavera de la vegetación herbácea que pueda competir por la luz, el espacio, el agua y los nutrientes con nuestra planta. En muchos casos, la actuación anterior va unida al alcorcado, que consiste en repasar los pequeños hoyos (alcorques) alrededor de los plántones que permiten el almacenamiento de agua. En verano, el mantenimiento habitual incluye riegos de apoyo para favorecer la supervivencia y el arraigo de la plantación, en función de las lluvias de cada zona de actuación. La reposición de marras también está considerada una labor de mantenimiento y se basa en la sustitución de aquellas plantas que no superan el primer periodo estival. La lista es variada e interminable: escardas, mantenimientos de cerramientos, abonados, injertos, podas...

Las pueden ejecutar cuadrillas profesionales, pero también se puede involucrar a población local y personas voluntarias para sensibilizar sobre la importancia del mantenimiento de las restauraciones.

Cuando el control sobre las restauraciones haya disminuido, las labores de mantenimiento deberían tener continuidad en la propia gestión del espacio restaurado.



© Maria Melero - WWF España



© Maria Melero - WWF España



© Maria Melero - WWF España

# SEGUIMIENTO DE LA RESTAURACIÓN

La restauración se puede hacer mal, se puede errar el diagnóstico o quedarse a medias. No es fácil, porque los sistemas naturales son complejos y cambiantes, pero evaluando los resultados se va aprendiendo.

Así, el seguimiento permite aprender de los errores y aciertos de la ejecución de la técnica restauradora al poder asociar el fallo o el éxito de una actuación con la técnica de ejecución. También permite extraer información muy valiosa sobre los efectos a futuro que tiene la restauración sobre los sistemas en los que se ha actuado. Por eso es tan importante que los resultados de la restauración se difundan.

Cada proyecto debe adaptar el seguimiento a sus características. Por ejemplo, en una repoblación es suficiente con llevar un control sobre las plantas que están vivas y las que han muerto, es decir, la supervivencia. Otras variables importantes para valorar el grado de desarrollo de las plantas son el diámetro y la altura, pero se puede complicarlo todo lo que queramos. El seguimiento de la vegetación espontánea permite valorar a largo plazo la recuperación del sistema y la evolución de la biodiversidad. También se pueden evaluar a medio y largo plazo los cambios en las propiedades del suelo o en la complejidad y funcionalidad del ecosistema.

En todo caso, se debe garantizar que somos capaces de realizar un seguimiento de calidad, con técnicas y criterios de evaluación estandarizados, y de prolongarlo a lo largo del tiempo para ver cómo evoluciona la masa sobre la que se ha trabajado.



© María Melero - WWF España



© Gustavo Colmena - WWF España



© María Melero - WWF España

# DE LA TEORÍA A LA PRÁCTICA

Después de repasar paso a paso todas las fases de un proyecto de restauración ecológica forestal es hora de pasar del dicho al hecho y adaptar estas enseñanzas a cada caso concreto.

En resumen, la receta de WWF para un buen proyecto de restauración pasa porque se incluyan estas buenas prácticas:

- ➔ Analizar la causa que ha motivado la degradación y saber si todavía continúa para frenar su impacto.
- ➔ Estudiar los antecedentes en restauración en la zona de actuación.
- ➔ Identificar el ecosistema de referencia.
- ➔ Considerar otras medidas, además de la repoblación, para favorecer la regeneración natural.
- ➔ Hacer partícipes a los grupos de interés en la toma de decisiones.
- ➔ Realizar las labores de mantenimiento mínimas que aseguren la viabilidad de la restauración.
- ➔ Llevar a cabo un seguimiento de la evolución del ecosistema.
- ➔ Elaborar una memoria de actuaciones de todas las actividades realizadas.

Cada acción cuenta. WWF te anima a emprender o sumarte a acciones de restauración ecológica ya existentes, pero con el rigor técnico y científico que se necesita. Solo de esta forma se puede contribuir de forma realista y eficiente al reto de preservar la naturaleza.

# GLOSARIO

*Abiótico.* Desprovisto de vida.

*Acaballonado con desfonde.* Labor mecanizada que consiste en la formación de lomos o caballones mediante la tierra volteada procedente de los horizontes profundos del suelo.

*Acolchado.* Aporte de material orgánico sobre el suelo para protegerlo de la acción del sol y prevenir la aparición de vegetación competidora.

*Alcorque.* Hoyo que se hace alrededor de una planta para almacenar el agua.

*Árboles extramaduros.* Árboles que sobrepasan el turno de corta.

*Biodiversidad.* Variedad de especies animales y vegetales.

*Biótico.* Característico de los seres vivos o que se refiere a ellos.

*Calicata.* Exploración que se hace en un terreno para determinar la naturaleza del subsuelo.

*Cepellón.* Masa de tierra que se encuentra adherida a las raíces de los vegetales cultivados en contenedor.

*Conectividad.* Capacidad que tiene una población o conjunto de poblaciones de una especie para relacionarse con individuos de otra población en un territorio fragmentado.

*Dispersión de semillas.* Proceso natural mediante el cual las plantas pueden colonizar nuevas áreas.

*Ecosistema de referencia.* Ecosistema que define el estado ideal objetivo que se persigue mediante la restauración. Incluye tanto elementos bióticos como abióticos y tiene en cuenta aspectos ecológicos y sociales.

*Escardar.* Arrancar las “malas hierbas” perjudiciales.

*Escorrentía.* Agua de lluvia que discurre por la superficie de un terreno.

*Esqueje.* Trozo de tallo que se introduce en tierra para reproducir la planta.

*Especie alóctona.* Especie que no es nativa del lugar donde se encuentra.

*Especie autóctona.* Propia del lugar donde se encuentra.

*Especie endémica.* Especie cuya distribución se restringe a una zona muy determinada y no se encuentra en ningún otro lugar del mundo.

*Fajina.* Estructura formada por ramas, troncos, etc. que se utiliza para reducir los procesos de erosión que produce la escorrentía.

*Frondosa.* Árboles de hoja ancha.

*Geotextil.* Lámina de impermeabilización y drenaje.

*Herbivoría.* Forma de depredación en la que los animales se alimentan de la parte viva de las plantas.

*Hifa.* Filamento del micelio de los hongos.

*Horizontes (del suelo).* Serie de estratos horizontales que presentan diferentes caracteres de composición, textura, etc.

*Infiltración.* Penetración del agua en el suelo.

*Injerto.* Parte de una planta con una o más yemas, que, aplicado al patrón, se suelda con él.

*Madera muerta.* Piezas de troncos o ramas en el suelo.

*Margas.* Roca compuesta principalmente de carbonato de calcio y arcilla en proporciones casi iguales.

*Micorriza.* Asociación, generalmente simbiótica, entre la raíz de una planta y determinados hongos.

*Microclima.* Clima local de características distintas a las de la zona en que se encuentra.

*Monoespecífico.* Formado por una única especie.

*Paisaje en mosaico.* Paisaje donde conviven pastos, usos ganaderos extensivos, masas forestales bien gestionadas, cultivos extensivos y bosques autóctonos.

*Perturbación.* Alteración que se produce en un ecosistema (incendio, viento fuerte, nieve, granizo...).

*pH (del suelo).* Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad.

*Plantación.* Acción que consiste en introducir plantones en la tierra.

*Predación.* Relación entre dos tipos de organismos, donde un individuo se alimenta de otro.

*Raíz desnuda.* Planta sin tierra, con las raíces al descubierto.

*Reforestación.* Repoblar zonas deforestadas para recuperar la masa forestal que ha desaparecido.

*Resiliente.* Capacidad de un ecosistema para recuperar su estado inicial cuando ha cesado la perturbación a la que había estado sometido.

*Restauración ecológica.* Asistir a la recuperación de ecosistemas que han sido degradados, dañados o destruidos.

*Savia*. Tiempo transcurrido, en años, desde la germinación de la semilla.

*Savia parada*. Parada fisiológica de los vegetales en invierno.

*Siembra*. Proceso de colocar las semillas en un terreno.

*Siembra a voleo*. Esparcir semillas directamente sobre la superficie de la tierra.

*Simbiosis*. Asociación de individuos animales o vegetales de diferentes especies, que sacan provecho de la vida en común.

*Sistema radicular*. Conjunto de raíces de una misma planta.

*Subsolado*. Labor profunda, que sirve para fragmentar los horizontes del suelo de manera vertical.

*Sustrato*. Medio en el que se propagan las raíces de las plantas.

*Tempero*. Buena disposición en que se halla la tierra para su plantación.

*Textura* (del suelo). Cantidad y tamaño de las sustancias inorgánicas que posee: arena, limo y arcilla.

*Turno*. Periodo de tiempo que transcurre entre el inicio de la plantación y la corta final.

*Ungulado*. Mamífero que tiene las extremidades terminadas en casco o pezuña.

*Yema*. Brote embrionario de los vegetales constituido por hojas o por esbozos foliares a modo de botón escamoso del que se desarrollarán ramas, hojas y luego flores.

# BIBLIOGRAFÍA

Colomina, D. y Melero, M. (2016). *Recuperando paisajes: un nuevo camino para la restauración ecológica*. WWF España.

Colomina, D. y Melero, M. (2021). *Estándares para la certificación de proyectos de restauración de ecosistemas forestales*. Revista Montes n.º 143 (56-59).

Cortina, J.; Maestre, F.; y Tongway, D. (2004). *Heterogeneidad espacial y gestión de medios semiáridos*. Revista Ecosistemas n.º 13 (2-15)

Cuevas, R.; Oliet, J.A.; y Melero, M. (2019). *Protocolo de seguimiento para proyectos de restauración*. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 45 (2) 87-106.

Hernández, L. y Romero, F. (2009). *Los bosques que nos quedan y propuestas de WWF para su restauración*. Universidad Autónoma de Madrid y WWF España.

Hernández, L. (2014). *Los bosques después del fuego. Análisis de WWF sobre la necesidad de restaurar para reducir la vulnerabilidad de los bosques*. WWF España.

Hernandez, L. (2021). *Paisajes cortafuegos. Propuesta de WWF España y ANP|WWF Portugal para adaptar el territorio ibérico a los incendios*. WWF España y ANP|WWF.

Fuentelsaz, F.; Peiteado, C.; Hernández, L.; y otros (2017). *Misión Posible. Guía de buenas prácticas en cultivos agrícolas*. WWF España.

Mola, I.; Sopena, A.; y De Torre, R. (2018). *Guía Práctica de Restauración Ecológica*. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid.

Moreno, L.; Rodríguez, G. (2013). *Guía de iniciativas locales para los anfibios. Pequeños proyectos para un gran beneficio*. WWF España.

Sancho, V. y Lacomba, I. (2010). *Conservación y restauración de puntos de agua para la biodiversidad*. Colección Manuales Técnicos de Biodiversidad, 2. Generalitat. Conselleria de Medi Ambient, Aigua, Urbanisme y Habitatge. 168 pp.

SER (Society for Ecological Restoration, 2004). *Principios de SER Internacional sobre la restauración ecológica*.

Universidad de Alicante y WWF España (2021). *Terecova: recuperando nuestros paisajes. Participación social como herramienta de gestión para la restauración ecológica*. Terecova.

WWF (2021). *Restauración ecológica. Curando las heridas de la naturaleza*. WWF España.

WWF (2015). *Clima e incendios forestales*. #NiUnGradoMás



© Maria Melero - WWF España





Trabajamos para conservar  
la naturaleza para las  
personas y la vida silvestre.

juntos es posible .

[wwf.es](http://wwf.es)

© 2021  
Papel 100% reciclado.

© 1986 Logotipo del Panda de WWF-World Wide Fund for Nature (Inicialmente  
*World Wildlife Fund*).

® "WWF" es Marca Registrada de WWF.

WWF España, Gran Vía de San Francisco 8-D, 28005 Madrid. Tel.: 91 354 0578.  
Email: [info@wwf.es](mailto:info@wwf.es)

Para más información visite [wwf.es](http://wwf.es)