

Caso práctico XII

Repoblación con tres especies del género *Pinus* (*P. sylvestris*, *P. pinaster* subsp. *atlantica* y *P. nigra* var. *corsicana*) en una zona montañosa con riesgo de erosión en la Región Atlántica española (Tineo, Asturias)

José V. ROCES DÍAZ, Juan GARROTE HAIGERMOSER,
Pedro ÁLVAREZ ÁLVAREZ, María MENÉNDEZ MIGUÉLEZ,
Marcos BARRIO ANTA

1. Bases teóricas de la repoblación

La erosión del suelo es probablemente el principal factor de riesgo que afecta a este elemento de los ecosistemas y está estrechamente vinculado a otros procesos de degradación como la desertificación, etc. Según el Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) la erosión pueden definirse como el “desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento”.

En general, de cara a cuantificar la pérdida de suelo que se produce en una zona, la metodología más extendida es la *Revised Universal Soil Loss Equation* (RUSLE; Renard *et al.* 1991). Dicha ecuación estima la pérdida de suelo en relación a varios factores, entre los que se incluyen aspectos como el impacto de la lluvia, la pendiente existente en la zona, etc. Uno de los seis factores que aparecen en esta ecuación, y uno de los pocos que puede variar en un intervalo breve de tiempo (y, por tanto, está vinculado con la acción humana y la gestión de los ecosistemas) es el denominado “factor de cubierta y manejo”. Este factor está relacionado a su vez con el tipo de cubierta vegetal existente en el suelo analizado. Por tanto, la existencia de una cubierta vegetal continua y estable es una forma clave de minimizar los fenómenos erosivos en un territorio, especialmente en zonas con pendientes elevadas. Por otro lado, cabe indicar que los incendios forestales provocan sobre los suelos cambios texturales y estructurales que afectan al comportamiento hídrico o a la pérdida de componentes como la materia orgánica. Dichos cambios son los responsables de que en muchos casos, tras la presencia de un incendio forestal que elimina la protección física que supone la cubierta vegetal, aparezcan fenómenos erosivos sobre el suelo.

De hecho, la comunidad científica incluye de forma generalizada a la protección frente a la erosión como uno de los principales servicios ecosistémicos (p.ej. Egoh *et al.* 2008; de Groot *et al.* 2010). Este concepto (servicios ecosistémicos), que apareció en las últimas décadas del pasado siglo XX, surgió para considerar y poner en valor todos los beneficios que la sociedad obtiene de la naturaleza, directa o indirectamente, y que son fundamentales para su bienestar. Trabajos como los de Costanza *et al.* (1997) o Daily (1997) contribuyeron a la difusión de dicho concepto a escala global, así como iniciativas como *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA 2005) o la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España (EME 2011).

En España existen iniciativas a escala nacional para la cuantificación y seguimiento de los procesos erosivos. Un ejemplo es el Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES; MAGRAMA 2014), desarrollado desde el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. El INES tiene como objetivos detectar, cuantificar y reflejar cartográficamente los principales procesos de erosión en el territorio nacional y determinar su evolución en el tiempo mediante su inventariación de forma continua. En España hay una amplia tradición de repoblaciones forestales cuyo objetivo fundamental es la instalación de una cubierta vegetal arbolada estable, continua y permanente en zonas con elevados riesgos de erosión. Así, cabe indicar que desde 1895, la Junta Consultiva de Montes presentó un dictamen que reconocía el papel del monte en la regulación de aguas de escorrentía y en la protección frente a la erosión. Por dicha razón, hace más de un siglo (desde 1901) se creó el Servicio Hidrológico Forestal.

2. Caracterización ambiental de la zona de restauración

El presente caso de estudio se centra en una repoblación forestal de carácter protector, y cuyo objetivo principal fue reducir el riesgo de erosión en un área montañosa de la Comunidad Autónoma del Principado de Asturias, en el noroeste de la Península Ibérica (figura XII.1). El territorio asturiano se caracteriza fundamentalmente por presentar un relieve accidentado en la mayor parte de su superficie, que varía entre altitudes al nivel del mar (en el extremo norte) hasta valores que superan los 2600 m en la Cordillera Cantábrica, en el límite de dicha Comunidad con la provincia de León. Esta característica da lugar a la existencia de pendientes elevadas en la mayor parte de su territorio (figura XII.1), que condicionan aspectos como la distribución de la población o la ubicación de las zonas de aprovechamiento agrícola.

La repoblación ocupa una superficie de unas 30 ha, con altitudes comprendidas entre los 650 y los 850 m, dentro del Monte de Utilidad Pública 326 Fonfaraón y Mulleiroso. Se encuentra localizada en el Piso Montano inferior de la Región Eurosiberiana. La zona repoblada está orientada hacia el este (la mayor parte de la misma se encuentra entre el noreste y sureste). En lo relativo a la pendiente, aproximadamente 2/3 de su área presentan pendientes entre el 10 y el 30%, mientras que el tercio restante tiene valores entre el 40 y el 70%.

El tipo de clima predominante en esta zona es templado de tipo oceánico, estando encuadrada la mayor parte de su superficie dentro de la Región Biogeográfica Atlántica Europea. Los rasgos más significativos de dicha región son la ausencia de un periodo de sequía prolongado durante el verano y la presencia de precipitaciones abundantes y bien

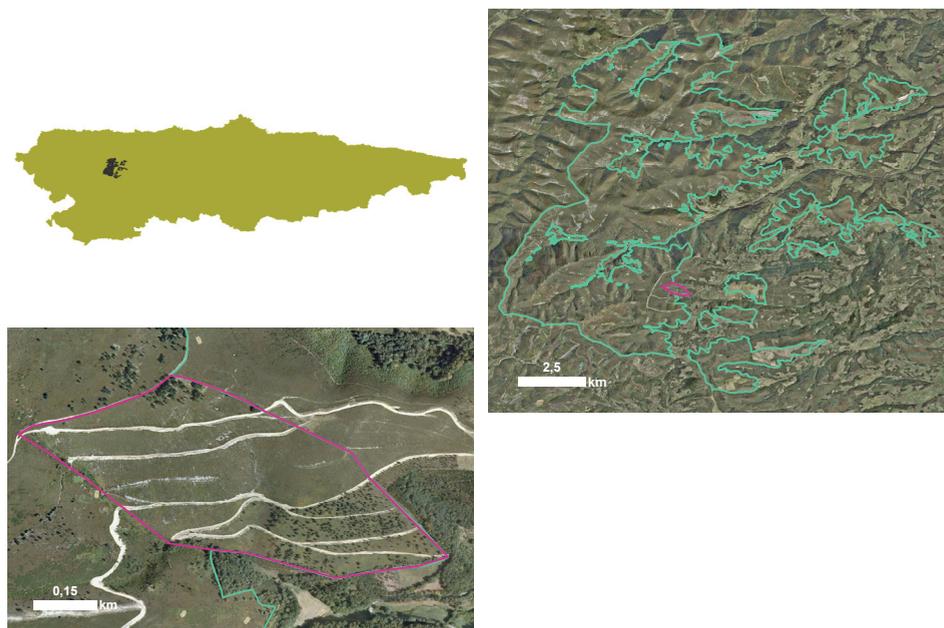


Figura XII.1. Localización del monte en el Principado de Asturias y detalle de la zona de actuación (fuentes: Ortoimagen PNOA 2006, IGN).

repartidas a lo largo de todo el año. De igual forma, ni los inviernos son particularmente fríos (excepto en zonas de alta montaña) ni los veranos excepcionalmente cálidos.

Así, la vegetación dominante en esta zona son masas de especies plano-caducifolias como *Quercus* spp., *Fagus sylvatica*, *Betula* spp. o *Castanea sativa*. Si bien, desde mediados del Siglo XX han proliferado repoblaciones de masas con diferentes objetivos, desde productivos hasta protectores, compuestas fundamentalmente por especies de los géneros *Pinus* o *Eucalyptus*. A nivel de paisaje, también cabe destacar en estas zonas de montaña la presencia de extensas áreas de matorral, producto del uso ganadero del territorio, especialmente en laderas orientadas al sur, fundamentalmente compuestas por especies de los géneros *Erica* y *Ulex*. Este tipo de comunidades han sido favorecidas por el uso del fuego, que ocasiona en este territorio diferentes efectos en los suelos (Santín *et al.* 2008) y fenómenos erosivos asociados a los mismos (Fernández *et al.* 2005). Atendiendo a diferentes aspectos de la zona, la vegetación potencial es un robledal de roble melojo (*Quercus pyrenaica*). La vegetación presente en el momento de la repoblación es un brezal-tojal compuesto fundamentalmente por *Erica cinerea*, *Erica australis* subsp. *aragonensis* y *Ulex europaeus* (figura XII.2).

La presencia de incendios forestales en este territorio es ampliamente conocida, y ha sido estudiada en numerosos trabajos (por ejemplo, Álvarez-García y Marquín 2007) a pesar de presentar un clima húmedo, que a priori no debería conllevar un régimen de incendios muy frecuente. Así, el fuego ha sido un elemento clave en el

modelado del paisaje de esta zona y aparece ligado a las comunidades de matorral mencionadas y a los procesos de fragmentación existentes en los bosques de este territorio (García *et al.* 2005). Lo anterior, unido a la existencia de pendientes elevadas en la zona de repoblación (en algunos casos superiores al 40%), la escasa cobertura de la vegetación preexistente, el tipo de sustrato y la presencia de incendios recientes nos indican un elevado potencial de erosión del suelo en las condiciones previas a la repoblación. En ese sentido, el objetivo fundamental de esta repoblación fue protector, mediante el establecimiento de una cubierta arbórea continua y estable en una zona con un elevado riesgo potencial de erosión y que en el momento de la actuación estaba cubierto por un estrato de matorral. Como objetivo secundario se ha tratado de evaluar la utilidad de una de las especies empleadas (*Pinus nigra* var. *corsicana*) para este tipo actuaciones en localizaciones de montaña en la vertiente septentrional de la Cordillera Cantábrica. Actualmente, el pino laricio de Córcega es una especie que se planta en otras zonas del norte de España en cotas intermedias entre el *Pinus pinaster* subsp. *atlantica*, el *Pinus radiata* (600-800 m) y el *Pinus sylvestris* (1500-2000 m).



Figura XII.2. Brezal-tojal en el monte Sierra de Fonfaraón y Mulleiroso (Asturias), como el que fue objeto de repoblación. El arbolado disperso que se puede observar al fondo corresponde a repoblaciones anteriores que fueron objeto de numerosos incendios en el pasado (foto: J Garrote).

3. Actuaciones de restauración

3.1. Caracterización de los suelos de la zona

La zona objeto de repoblación se asienta sobre roca cuarcita. Se trata de un sustrato en el que se observan signos de incendios previos a la repoblación. A continuación (tabla XII.1) se muestran parámetros edáficos pertenecientes a muestras de suelo cercanas, en laderas sobre un material similar, a orientaciones y altitudes parecidas.

El tipo de material sobre el que se asienta el suelo, así como características tales como la escasa profundidad, la textura, el pH, etc., indican que el suelo es un dystrudept húmico lítico siguiendo la clasificación de la *Soil Taxonomy*. Este tipo de suelo aparece con frecuencia en Asturias, especialmente en su mitad oriental y asociado a materiales silíceos. Suele presentar un horizonte oscurecido por materia orgánica humificada y estar bien drenado, con roca próxima a la superficie.

Tabla XII.1. Datos de análisis de suelos de dos muestras próximas, sobre un sustrato similar en estaciones análogas al caso de estudio (fuente: Gobierno del Principado de Asturias (2015)).

Propiedad	Muestra 1	Muestra 2
Profundidad (cm)	0-30	0-40
pH	4,65	3,89
Arcilla (%)	11,9	33,2
Arena fina (%)	43,8	40,4
Arena gruesa (%)	34,2	16,2
Limo (%)	10,2	10,1
Relación C/N	16,27	12,76
Horizontes	AO	A

3.2. Acondicionamiento del terreno

Se realizó un subsolado lineal en línea de máxima pendiente, preparando las casillas (dimensiones 40 × 40 cm) de forma manual con azada sobre el surco, con una densidad de 1600 pies ha⁻¹ (marco de 3m (distancia entre líneas) por 2m). El rejón empleado fue sin aletas y la profundidad de subsolado fue de 50 cm. Un año después de la repoblación fue realizado un control de la vegetación competidora, fundamentalmente helecho (*Pteridium aquilinum*), en las zonas en las que apareció, aunque no fue un problema de gran relevancia.

3.3. Plantación

En esta repoblación se han empleado tres especies del género *Pinus*. La primera especie, *P. sylvestris*, forma varios núcleos poblacionales importantes en la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica. Ha sido una de las especies más empleadas de forma histórica en repoblaciones forestales en áreas de montaña, al ser tolerante frente a las bajas temperaturas invernales. Diferentes trabajos han señalado los beneficios de repoblaciones de esta especie para reducir la erosión y mejorar las propiedades edáficas (Modrego y Elena-Roselló 2004). Por otro lado, cabe indicar que las masas de *P. sylvestris*, una vez que alcanzan el estadio de fustal, suelen constituir excelentes hábitats para el desarrollo de especies micológicas, cuyo aprovechamiento puede convertirse en un recurso con un valor monetario superior al de la propia madera. En segundo lugar, en esta repoblación se empleó *P. pinaster*. Se trata de un árbol distribuido por el Arco Atlántico Europeo, desde Portugal hasta Francia. Es la especie del género *Pinus* empleada más frecuentemente en repoblaciones forestales en Asturias (por encima de *P. radiata* y de *P. sylvestris*; figura XII.3), especialmente en actuaciones con objetivo productor a bajas altitudes. En Asturias, esta especie de pino presenta mayores niveles de crecimiento a menores altitudes, especialmente si se compara entre localizaciones por debajo y por encima de los 500 m (Álvarez-Álvarez *et al.* 2011). En estaciones de montaña puede presentar algunos problemas, como la presencia de daños por nieve (especialmente en ejemplares de poca

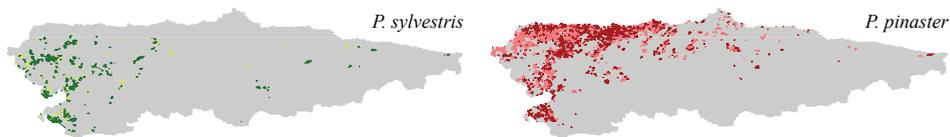


Figura XII.3. Presencia de *P. sylvestris* y *P. pinaster* como especies principales (marcada en la figura en tonos oscuros) o secundarias (en tonos claros)
(fuente: elaboración propia a partir MFE (2015)).

edad, ya que suelen presentar un porte de “candelabro” que favorece la acumulación de precipitación nival). La última especie empleada fue *Pinus nigra* var. *corsicana*, de la que no se tiene constancia que haya sido usada en repoblación en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica. Como es una especie que ha demostrado su resistencia a estaciones de montaña, se consideró interesante evaluar su uso en repoblaciones de la zona de estudio, lo que constituye el objetivo secundario de la repoblación descrita.

La repoblación se efectuó en el año 2004, actuando sobre una superficie de unas 30 ha, y las especies se mezclaron (50% de cada especie) de acuerdo a un diseño altitudinal (figura XII.4). Teniendo en cuenta la presencia de incendios recurrentes en la zona, en la parte más elevada de la ladera se mantuvo el uso ganadero y no se realizó ninguna plantación (ya que en ciertas ocasiones los incendios de estas zonas son provocados con un objetivo de regeneración de las especies que consume el ganado).

Se emplearon plantas en envase, de una savia, producidas en un vivero cercano (situado a unos 30 km) en el que se cultivan la mayor parte de la planta forestal empleada en esta zona. Su procedencia y categorías son las siguientes:

- *Pinus nigra* var. *corsicana*: PLO-901 *N Ouest* (Francia); categoría seleccionada.
- *Pinus sylvestris*: Sierra Guadarrama; categoría seleccionada
- *Pinus pinaster* subsp. *atlantica*: Galicia; categoría identificada.

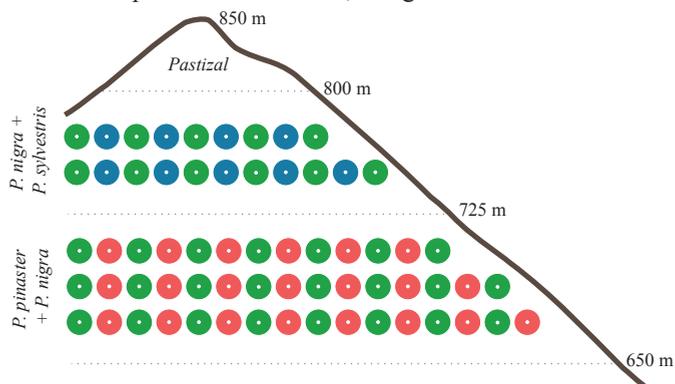


Figura XII.4. Esquema que muestra la mezcla de especies de pinos empleadas en relación con el incremento de altitud en la zona de repoblación.

4. Estado final de la restauración

Pasados 11 años desde la actuación, los pies forman un estrato continuo, con alturas entre 2 y 3 m, y se ha iniciado recientemente la tangencia de copas (figura XII.5). No se observan diferencias marcadas entre las especies usadas. *P. pinaster* es la especie que muestra unos mayores crecimientos hasta la fecha, pero la presencia en los últimos años de nevadas tardías en la zona han provocado la existencia de daños y roturas de ramas en los ejemplares de esta especie. Son especialmente dañinas las nevadas producidas en la primavera, ya que el tipo de precipitación (nieve muy húmeda, y por tanto densa) genera importantes daños. Por su parte, *P. nigra* y *P. sylvestris* muestran crecimientos parecidos, sin grandes diferencias entre una y otra. A su vez cabe destacar que no se observó apenas mortalidad en ninguna de las tres especies. Por otro lado, cabe indicar que *P. nigra* var. *corsicana*, que fue la especie ensayada en esta repoblación, ha demostrado unas aptitudes muy adecuadas para su establecimiento, a pesar de las malas condiciones edáficas del terreno. Por dicha razón, esta especie puede representar una alternativa viable para trabajos de restauración en zonas análogas, en las que sea deseable generar una cubierta arbórea, y en la que no sea adecuado emplear *P. pinaster* (por razones como las expuestas).



Panorámica de la repoblación en el año 2020.



En primer término un ejemplar de *P. pinaster*, a la derecha, al otro lado de la pista, un ejemplar de *P. nigra* var. *corsicana*. *P. sylvestris* destaca por su copa más densa al fondo de la imagen.

Figura XII.5. Vistas de la repoblación mixta de *P. sylvestris*, *P. pinaster* y *P. nigra* var. *corsicana* en el monte Sierra de Fonfaraón y Mulleiroso (Asturias) (fotos: J Garrote).

Teniendo en cuenta el objetivo principal de esta actuación, la instalación de la masa forestal, aunque sea en sus primeras fases de desarrollo, puede considerarse un éxito. Si bien las características de la estación (fundamentalmente las condiciones edáficas) provocan que los crecimientos no sean demasiado elevados, no se prevé un aprovechamiento comercial del monte, por lo que no es un problema. No obstante deberá realizarse un seguimiento durante los próximos años para comprobar la consolidación definitiva de la masa. Por último la ausencia de incendios forestales en la zona puede considerarse una señal positiva, y cabe considerar la posibilidad de que el haber mantenido la parte superior de la ladera para uso ganadero puede haber contribuido en esta dirección.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez MA, Marquínez J (2007) Impacto de los incendios forestales en Asturias. Análisis de los últimos 30 años. Principado de Asturias. INDUROT, Universidad de Oviedo, KRK Ediciones, Oviedo, Spain, pp. 208.
- Álvarez-Álvarez P, Khouri EA, Cámara-Obregón A, Castedo-Dorado F, Barrio-Anta M (2011) Effects of foliar nutrients and environmental factors on site productivity in *Pinus pinaster* Ait. stands in Asturias (NW Spain). *Ann. For. Sci.* 68(3): 497–509.
- Costanza R, Arge R, Groot R, Farberk S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, Neill R, Paruelo J, Raskin RG, Suttonk P (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387: 253–260.
- Daily G (1997) *Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems*. Island Press, Washington, DC (1997).
- de Groot RS, Alkemade R, Braat L, Hein L, Willemen L (2010) Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecol. Complex.* 7(3): 260–272.
- EEA (2011) *Agencia Europea de Medio Ambiente. Regiones Biogeográficas de Europa*.
- Egoh B, Reyers B, Rouget M, Richardson D, Lemaitre D, Vanjaarsveld A (2008) Mapping ecosystem services for planning and management. *Agric. Ecosyst. Environ.* 127(1-2): 135–140.
- EME (2011) *Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España, Ecosistemas y Biodiversidad para el Bienestar Humano, Evaluación de los Ecosistemas del Milenio en España, Síntesis de resultados*. Fundación Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- Fernández S, Marquínez J, Menéndez-Duarte R (2005) A susceptibility model for post wildfire soil erosion in a temperate oceanic mountain area of Spain. *Catena* 61: 256-272.
- García D, Quevedo M, Obeso J, Abajo A (2005) Fragmentation patterns and protection of montane forest in the Cantabrian range (NW Spain). *Forest Ecol. Manag.* 208(1-3): 29–43.
- Gobierno del Principado de Asturias (2015) *Mapa de Recursos Agroecológicos*. Consejería de Medio Rural y Pesca. <http://194.224.34.54/MapaEvaluacionRecursosAgroecologicos/Home.html>
- MAGRAMA (2014) *Inventario Nacional de Erosión de Suelos*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- MEA (2005) *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. Millennium Ecosystem Assessment. Island Press, Press, Washington, DC
- MFE (2015) *Mapa Forestal Español escala 1:25.000*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid.
- Modrego MP, Elena-Roselló R (2004) Efectos de las repoblaciones por terrazas con *Pinus sylvestris* L. en las propiedades físicas del suelo en el Sistema Ibérico soriano. *Invest Agrar: Sist. Recur. For.* 13 (2): 417-428
- Renard KG, Foster GR, Weesies GA, Porter JP (1991) Revised Universal Soil Loss Equation. *J. Soil Water Conserv.* 46: 30-33.
- Santín C, Knicker H, Fernández S, Menéndez-Duarte R, Álvarez-García MA (2008) Wildfires influence on soil organic matter in an Atlantic mountainous region (NW of Spain). *Catena* 74 (3): 286-295.