

Restauración adaptativa de castaños degradados en Asturias: resultados preliminares del proyecto LIFE Carbon2Mine

Ainhoa Calleja-Rodríguez, Tamara Martínez-Martínez,
Carlos A. López-Sánchez, Marcos Barrio-Anta, Asun Cámara-Obregón.
Grupo de investigación SMArtForest, AsRaM – Universidad de Oviedo

1. Introducción

Los castaños han sido históricamente un componente fundamental del paisaje y de la cultura forestal asturiana. Además de su valor ecológico y paisajístico, desempeñaron durante siglos un papel clave en la economía local gracias a la producción de fruto, madera y leña. De hecho, la madera de castaño fue un recurso esencial en las cuencas mineras por su resistencia y estabilidad, utilizada tradicionalmente en entibaciones y estructuras de soporte. Sin embargo, la combinación de enfermedades como la tinta y el chancro, el abandono de las prácticas tradicionales y la competencia de especies de crecimiento rápido ha dado lugar a castaños degradados, con estructuras irregulares y menor vitalidad.

La historia biogeográfica del castaño (*Castanea sativa* Mill.) en Europa, sustentada en refugios glaciares ibéricos y una expansión destacada durante el Holoceno medio, demuestra su gran plasticidad climática y su papel estructural en la configuración del paisaje forestal europeo (Conedera et al., 2004; Krebs et al., 2004; Rocés-Díaz et al., 2018a). En Asturias, el castaño ha mostrado una notable capacidad de adaptación a diferentes altitudes y regímenes climáticos, lo que lo convierte en una especie con potencial para afrontar escenarios de cambio climático (Rocés-Díaz et al., 2018b). Aun así, su instalación y desa-

rollo requieren suelos ácidos bien drenados, precipitaciones superiores a 600-800 mm y ausencia de sequías estivales prolongadas, así como buena disponibilidad de luz en las primeras etapas (Conedera et al., 2016).

En este contexto, recuperar el manejo de los castaños degradados se ha convertido en un objetivo prioritario para asegurar su continuidad y convertirlos en masas resistentes y resilientes, capaces de mantener su funcionalidad ecológica ante condiciones ambientales cada vez más variables. El proyecto LIFE Carbon2Mine avanza en esta dirección desarrollando modelos de restauración adaptativos y reproducibles. Entre ellos destaca la plantación en bosquetes, una estrategia diseñada para favorecer la regeneración en rodales degradados, mejorar la supervivencia inicial y sentar las bases de nuevos castaños más estables, productivos y mejor preparados frente a futuros escenarios climáticos.

2. Material y métodos

2.1. Área de estudio: el monte de Pumardongo

El ensayo se llevó a cabo en el monte de Pumardongo (Mieres) que cuenta con un área de 95,59 hectáreas pertenecientes al patrimonio forestal de HUNOSA. En esta propiedad existe un castaño de monte bajo abandonado,

Figura 1



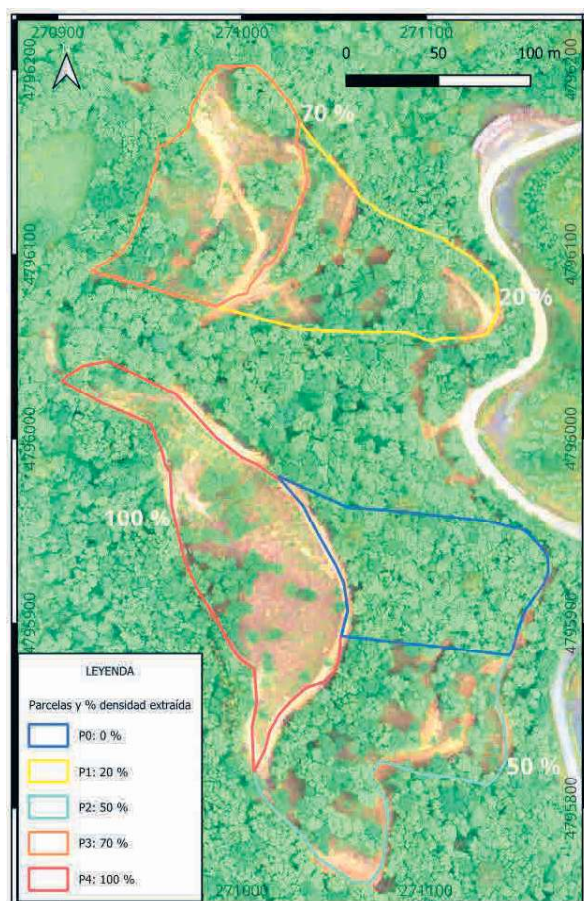


Figura 2: parcelas experimentales

cuya última corta a hecho se sitúa en torno a 1985 según el Vuelo Interministerial 1977–1986, y que desde entonces ha evolucionado con una regeneración espontánea muy irregular y heterogénea, con abundante presencia de abedul e incluso de roble (Figura 1). Esta tipología es frecuente en numerosos castañares tradicionales asturianos, donde décadas de abandono y falta de manejo han dado lugar a masas poco productivas y con dificultades para renovarse de forma natural.

Las calidades de estación calculadas a partir de la altura dominante, siguiendo la clasificación propuesta por Menéndez-Miguélez *et al.* (2016) para castaño tratado a monte bajo en Asturias, sitúan este rodal en torno a la calidad 13 m (13 m de altura dominante a los 20 años). Esta categoría corresponde a estaciones pobres, asociadas a suelos limitantes y a una productividad reducida para el castaño en este tipo de manejo. Un escenario de este tipo es habitual en castañares degradados, donde las condiciones edáficas y la competencia de la vegetación frenan el crecimiento del arbolado y complican su regeneración.

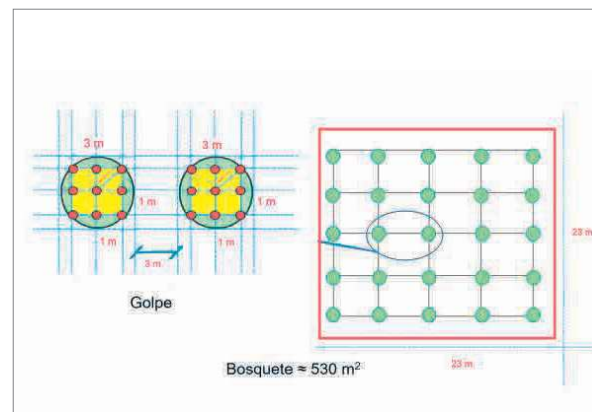
2.2. Diseño experimental en Pumardongo

Para evaluar qué modelo selvícola puede recuperar mejor los castañares degradados de Pumardongo, se es-

tablecieron cinco parcelas de una hectárea sometidas a diferentes intensidades de cortas (0%, 20%, 50%, 70% y 100%), que se realizan a hecho en bosquetes de 500 m² (Figura 2). Este diseño permite analizar cómo responde la restauración en función de la apertura del dosel y de las condiciones luminosas y edáficas asociadas a cada nivel de intervención.

Tras la corta, en los bosquetes abiertos se procedió a repoblar en golpes: pequeños grupos de nueve plantas de frondosas autóctonas de la misma especie, distribuidos de manera regular en una retícula aproximada de 23 × 23 metros (Figura 3). Las especies utilizadas fueron *Betula celtiberica* (abedul), *Acer pseudoplatanus* (arce), *Quercus robur* (roble) y *Castanea sativa* (castaño), todas ellas procedentes de vivero forestal sin mejora genética y adquiridas como Material Forestal de Reproducción acreditado. Este sistema, respaldado por las recomendaciones de Ott (2002) para restauración en zonas con limitaciones edáficas, permite concentrar el esfuerzo de plantación en puntos concretos del terreno, mejorar la protección mutua entre plantas y favorecer la supervivencia en un castañar previamente degradado. La densidad de plantación de la Tabla 1 se deriva de la superficie realmente repoblada en cada hectárea, tras una preparación manual del suelo mediante casillas o raspas someras y plantación con pincho. La superficie cortada se divide entre el tamaño de un bosquete (530 m²) para obtener su número, que luego se multiplica por los 25 golpes y las 9 plantas por golpe. Con este cálculo se obtiene el total de pies por hectárea según el porcentaje de corta aplicado, que se ha ejecutado con una preparación manual del suelo mediante casillas o raspas someras y plantación con pincho. Además, se estableció una red de 25 puntos de muestreo repartidos entre las distintas intensidades de corta, donde se instalaron parcelas dendrométricas circulares de 11,3 m de radio para registrar la estructura del arbolado. En cada parcela se realizó además un muestreo de suelo homogéneo, obteniendo cuatro cilindros de 5 cm de espesor para determinar densidad aparente, pedregosidad y carbono orgánico, junto con una muestra compuesta extraída mediante

Figura 3: Esquema del diseño de repoblación



DIFUSIÓN

sonda holandesa a partir de dos puntos adicionales para analizar el resto de los parámetros edáficos.

Tabla 1: densidad de plantación según porcentaje de corta

% de corta	Densidad de plantación (pies/ha)
20	900
50	2.025
70	2.925
100	4.275

2.3. Enfoque de plantación en bosquetes y justificación

Dadas las limitaciones del sitio, se adoptó un modelo de plantación basado en golpes, entendidos como pequeños núcleos de nueve plantas dispuestas en cuadradillo de 1 m². Una vez expuesto el marco teórico, las consecuencias prácticas de aplicar este sistema de plantación son claras. La concentración de las plantas en pequeños grupos mejora su establecimiento inicial al reducir el estrés hídrico y térmico, y permite focalizar el esfuerzo de preparación del suelo, plantación y mantenimiento en puntos concretos, optimizando los recursos disponibles y evitando el elevado coste operativo de las plantaciones a gran escala. Este enfoque también incrementa la resiliencia frente a factores limitantes como la herbivoría, la erosión, las heladas o las sequías, y facilita la integración progresiva de la regeneración natural del entorno, permitiendo que el resto de la superficie evolucione mientras los bosquetes actúan como estructuras de apoyo.

3. Resultados

El análisis de la supervivencia tras la plantación muestra diferencias claras entre especies y entre parcelas, relacionadas con el grado de degradación del terreno y la calidad edáfica inicial. A escala general, los bosquetes han permitido una implantación razonablemente exitosa en la mayoría de las parcelas, especialmente en zonas donde el suelo presenta mayor profundidad efectiva, menor compactación y mejores niveles de humedad.

Los datos indican que abedul, arce y roble mantienen, por el momento, tasas de supervivencia elevadas y relativamente homogéneas en el conjunto de las parcelas. Su establecimiento inicial parece menos sensible a las limitaciones edáficas y a la heterogeneidad del terreno, mostrando un comportamiento más estable en este entorno degradado.

En contraste, el castaño es la especie que presenta la mayor mortalidad, especialmente en las parcelas donde el suelo es más compacto, con menor contenido de materia orgánica o mayor pedregosidad superficial. Aunque falta aún de conclusiones estadísticas, todo apunta a que estos factores limitantes condicionan la implantación inicial de la especie. La vulnerabilidad del castaño en estos primeros años es coherente con lo observado en la vegetación preexistente del rodal, donde los mejores individuos se concentran en micrositios con mejores condiciones edáficas.

En conjunto, los resultados muestran que el gradiente edáfico influye en el establecimiento inicial de las frondosas plantadas. Las especies con mayor plasticidad ecológica, arce, abedul y roble presentan un comportamiento más sólido en la mayoría de las parcelas, mientras que el castaño continúa siendo la especie más sensible a las limitaciones del sustrato. Estos patrones ofrecen un punto de referencia útil para evaluar, en seguimientos posteriores, si estas diferencias iniciales se mantienen en el crecimiento, la competencia dentro de los bosquetes y la evolución estructural de la plantación.



Los resultados obtenidos en el monte de Pumardongo evidencian que la restauración de castañares degradados mediante sistemas selvícolas adaptativos es una vía viable y prometedora



Conclusiones

Los resultados obtenidos en el monte de Pumardongo evidencian que la restauración de castañares degradados mediante sistemas selvícolas adaptativos es una vía viable y prometedora, siempre que se consideren las limitaciones edáficas y estructurales propias de este tipo de masas. La implantación basada en bosquetes ha permitido asegurar una supervivencia inicial aceptable, especialmente en aquellas parcelas donde el suelo presenta mejores condiciones de profundidad, textura y humedad, validando la utilidad de este modelo para reducir los efectos adversos asociados al estrés ambiental y a la competencia inicial.

El comportamiento diferencial de las especies confirma la importancia de una planificación diversificada. Abedul, arce y roble demostraron una mayor capacidad para asentarse en micrositios heterogéneos, manteniendo tasas de supervivencia elevadas y menos dependientes de la calidad del sustrato. Este patrón sugiere que, en fases tempranas de restauración, la incorporación de frondosas con mayor plasticidad ecológica puede facilitar la estabilización de la masa, mejorar la estructura incipiente y crear condiciones más favorables frente al cambio climático.

Por el contrario, el castaño, especie objetivo del proyecto, mostró una mayor sensibilidad frente al gradiente edáfico, especialmente en suelos compactos o con pedregosidad superficial. Este resultado coincide con la dinámica

observada en la vegetación preexistente y subraya que la recuperación del castaño requiere no solo apertura del dosel, sino también mejoras en el suelo y un seguimiento específico que permita detectar fallos de implantación y ajustar las estrategias de manejo.

En conjunto, el ensayo confirma que la restauración de castaños degradados no puede abordarse exclusivamente desde la perspectiva productiva o estructural. La consideración simultánea de procesos ecológicos, la diversificación de especies acompañantes y la selección de métodos de plantación que optimicen la supervivencia inicial son factores determinantes para generar masas resilientes y capaces de adaptarse a escenarios ambientales cambiantes. La continuidad del seguimiento, junto

con la validación a medio y largo plazo de la evolución de los bosquetes, permitirá consolidar un modelo replicable para otros castaños tradicionales asturianos y contribuir a la recuperación de un elemento clave del paisaje forestal y cultural del Principado.

Agradecimientos y financiación del proyecto

Este proyecto ha sido financiado por la Unión Europea a través del programa LIFE (LIFE21-CCM-ES-LIFE-CARBON2MINE/101074333) y está dirigido por la Universidad de Oviedo, que coordina un consorcio formado por HUNOSA, Universidad de Santiago de Compostela, AGRESTA, PEFC España, Gobierno del Principado de Asturias, COGERSA y Fundación Caja Rural de Asturias. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Conedera, M., Krebs, P., Tinner, W., Pradella, M., & Torriani, D. (2004). The cultivation of *Castanea sativa* (Mill.) in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13(3), 161-179. <https://doi.org/10.1007/s00334-004-0038-7>
- Conedera, M., Tinner, W., Krebs, P., De Rigo, D., & Caudullo, G. (2016). *Castanea sativa*. In J. San-Miguel-Ayanz, D. de Rigo, D. Caudullo, Houston Durrant, T. & A. Mauri (Eds.), *European Atlas of Forest Tree Species* (pp. 78-79). www.euforgen.org.
- Krebs, P., Conedera, M., Pradella, M., Torriani, D., Felber, M., & Tinner, W. (2004). Quaternary refugia of the sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.): An extended palynological approach. *Vegetation History and Archaeobotany*, 13(3), 145-160. <https://doi.org/10.1007/s00334-004-0041-z>
- Menéndez Miguélez, M., Álvarez-Álvarez, P., Majada, J., Canga, E. (2016). Management tools for *Castanea sativa* coppice stands in northwestern Spain. *BOSQUE* 37(1): 119-133. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002016000100012>.
- Ott, E. (2002). *Wiederbegrünung geschädigter Bestände im Plenterwald*. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 153(2), 51-60.
- Rocas-Díaz, J. V., Díaz-Varela, E. R., Barrio-Anta, M., & Álvarez-Álvarez, P. (2018). Sweet chestnut agroforestry systems in north-western Spain: Classification, spatial distribution and an ecosystem services assessment. *Forest Systems*, 27(1). <https://doi.org/10.5424/fs/2018271-11973>
- Rocas-Díaz, J. V., Jiménez-Alfaro, B., Chytrý, M., Díaz-Varela, E. R., & Álvarez-Álvarez, P. (2018a). Glacial refugia and mid-Holocene expansion delineate the current distribution of *Castanea sativa* in Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 491, 152-160. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.12.004>
- Rocas-Díaz, J. V., Jiménez-Alfaro, B., Chytrý, M., Díaz-Varela, E. R., & Álvarez-Álvarez, P. (2018b). Glacial refugia and mid-Holocene expansion delineate the current distribution of *Castanea sativa* in Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 491, 152-160. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.12.004>



Empresa dedicada al aserrado, secado y segunda transformación de la madera.
Especialidad en Castaño y Roble.
También Pino Norte, Douglas, Iroko.
Fabricación de tarimas.
Tratamiento de la madera en Autoclave.
(Nuevo tratamiento riesgo IV)

Ángel Suárez S.I.
Maderas

Mestas de Con, 1 • 33556 Cangas de Onís, Asturias
Telf. Oficina: 985 944 098 • Fax: 985 944 222
sierramestas@yahoo.es

FSC
LA FSC ES UN
SISTEMA DE
CERTIFICACIÓN
INDEPENDIENTE

CE
1007/CPD/1815/01

PEFC
RECICLA LA MADERA