



2025 | 16-20
GIJÓN | JUNIO
9º CONGRESO **FORESTAL** ESPAÑOL

9CFE-1410

Actas del Noveno Congreso Forestal Español
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





Red de bosques laboratorio con planta mejorada para aumentar la resiliencia y la producción en los montes de coníferas

DANS DEL VALLE, F. (1), DÍAZ VAZQUEZ, R. (2), LARIO LEZA, F. (3) y RUIZ CAGIGAL, J. (1)

- (1) Asociación Forestal de Galicia (AFG).
- (2) Centro de Investigación Forestal de Lourizán, Xunta de Galicia.
- (3) Empresa de Transformación Agraria S.A. S.M.E.M.P. (TRAGSA)

Resumen

Se presenta el proyecto titulado “Red de bosques laboratorio con planta mejorada para aumentar la resiliencia y la producción en los montes de coníferas”, promovido por el grupo operativo PLANFORLAB, grupo que pretende contribuir a una mejora de la situación de los montes de coníferas mediante la aplicación práctica de los avances en desarrollos de material genético (Material Forestal de Reproducción, MFR) y de selvicultura adaptativa, empleando como medio el concepto innovador de bosque laboratorio. Las innovaciones derivadas del proyecto, contribuirán a que los montes de coníferas vegeten en mejores condiciones ante las plagas y enfermedades y ante el cambio climático. También se persigue una mejora en la calidad de la madera, favoreciendo la sostenibilidad económica de las plantaciones.

El proyecto se orienta al desarrollo y utilización de nuevas plantas mejoradas de las especies *Pinus pinaster*, *Pinus radiata* y *Pinus sylvestris*. PLANFORLAB reproducirá o amplificará, según el caso, material forestal de reproducción innovador con diferentes procedimientos para obtener planta de alta calidad genética que será instalada en parcelas de ensayo dentro de los bosques laboratorio. Los materiales genéticos serán seleccionados por su capacidad de resistencia o tolerancia a las patologías más nocivas que actualmente afectan a los bosques de coníferas ibéricos de mayor interés comercial.

Este proyecto se desarrolla entre los años 2024 y 2027 en tres territorios - Galicia, Castilla y León y País Vasco - y participan las siguientes entidades: Asociación Forestal de Galicia (AFG), Federación de Asociaciones Forestales de Castilla y León (FAFCYLE), Confederación de Forestalistas del País Vasco, Empresa de Transformación Agraria (TRAGSA), Fundación Empresa Universidad Gallega (FEUGA), Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (COSE), Centro de Investigación forestal de Lourizán (CIF Lourizán), Fundación General de la Universidad de Valladolid (FUNGE UVA), Instituto Vasco de Investigación y Desarrollo Agrario (NEIKER) y CSIC-ICIFOR.

Palabras clave

Planta de conífera, mejora genética, bosque laboratorio, selvicultura adaptativa, plagas y enfermedades, cambio climático.



1. Introducción

En el área territorial que comprende Galicia, Castilla y León y País Vasco, las masas arboladas de coníferas ocupan 1.533.561 hectáreas (MITECO, 2022). Se trata de los bosques de coníferas comerciales más relevantes de España, y los aprovechamientos anuales de madera suman la cifra de 8.603.751 de metros cúbicos según datos de 2022 (MITECO, 2022) que representa el 74% del volumen total de España. Una gran parte de este volumen de madera proviene de montes de *Pinus pinaster*, *Pinus radiata* y *Pinus sylvestris*, consideradas como las principales especies comerciales españolas. El 60% de estos bosques de coníferas son de gestión privada en el conjunto de las tres comunidades autónomas, distribuida entre más de un millón de propietarios de montes.

No obstante, los incendios forestales, la incidencia de plagas y enfermedades y el bajo precio que en el pasado ha tenido la madera de coníferas han tenido efectos muy negativos sobre la superficie forestal dedicada al cultivo de coníferas, provocando en el pasado reciente la desaparición o transformación de pinares, que a su vez ha levantado la alarma de la industria de la madera que ve peligrar a medio plazo el suministro de madera de coníferas de calidad a las cadenas industriales de producción. Muchos selvicultores han perdido la confianza en plantar con especies de pinos. Entre los productores cunde el desánimo ante estas situaciones alarmantes, como reiteradamente han expresado las asociaciones de propietarios de montes.

En los últimos años, especialmente en la última década, ha aparecido una serie de patógenos forestales (fusarium, nematodo del pino, bandas roja y marrón, entre otras) que acechan y afectan dichas masas, pudiendo llegar a causarles graves daños ecológicos e, incluso, la muerte de los pinos que las forman (EPPO, 2012), (Ortiz de Urbina et al., 2017). Estas circunstancias causan un fuerte impacto económico sobre el sector forestal (Soliman et al., 2012). Además, las previsiones no son halagüeñas ya que, en un mundo globalizado y en crisis climática, pueden llegar nuevas plagas y enfermedades que contribuyan a dañar nuestros pinares. Sin embargo, las nuevas plantaciones en muchas ocasiones todavía no se realizan con MFR adecuados y de alta calidad genética. Además, todavía no hay suficientes MFR que sean resistentes a estas enfermedades o todavía no se ha comprobado su eficacia en campo.

En el contexto europeo de expansión de la bioeconomía, de aumento del consumo de materiales renovables y de sustitución de materiales derivados del petróleo, el aumento de la demanda de madera de coníferas es un proceso irreversible. Así pues, es clara la necesidad de los productores forestales de mejorar los montes de coníferas, reduciendo los daños ecológicos y económicos derivados de la pérdida de crecimiento y muerte del arbolado, causados por el aumento de agentes patógenos.

También es necesario potenciar la colaboración y transferencia de conocimientos entre los centros de investigación, los productores forestales y las empresas del



sector, desde un enfoque donde los usuarios (propietarios de montes) trabajen conjuntamente con los otros agentes en la búsqueda de soluciones innovadoras.

2. Objetivos

Los objetivos específicos del proyecto PLANFORLAB son cuatro:

1. Creación de una red de espacios forestales permanentes (bosques laboratorio) que ofrezcan a los científicos, a selvicultores y técnicos forestales, la posibilidad de observar y realizar un seguimiento de las masas de *Pinus pinaster*, *Pinus radiata* y *Pinus sylvestris* y la influencia de las patologías (*Bursaphelenchus xylophilus*, *Fusarium circinatum*, *Diplodia sapinea*, *Lecanosticta acicola* y *Dothistroma septosporum*) y las prácticas silvícolas en relación con el cambio climático.
2. Implementar tecnologías innovadoras en la producción de planta forestal mejorada mediante una eficaz colaboración entre empresa de vivero y centros de investigación.
3. Incrementar la eficacia de la prevención y combate frente a patologías forestales que afectan a los bosques de coníferas comerciales mediante la introducción de planta mejorada genéticamente. Armonizar metodologías de seguimiento. Comprobar el beneficio para los selvicultores y gestores forestales de utilizar planta procedente de materiales forestales de reproducción de alta calidad genética e promover su consumo en repoblación forestal.
4. Crear una red digital de colaboración entre los agentes involucrados en el proyecto, aportando datos del monitoreo de los Bosques Laboratorio, intercambiar resultados y transferirlos a los potenciales beneficiarios.

3. Metodología

La creación de bosques laboratorio en diferentes comunidades representativas de las diversas condiciones climáticas de los ecosistemas forestales productivos resulta de gran interés como herramienta de colaboración intercomunitaria para establecer estrategias de gestión silvícola basadas en la situación actual de los bosques y su adaptación a situaciones de estrés presentes y futuras derivadas de la presencia de enfermedades y plagas emergentes en un contexto de cambio climático permanente.

La aplicación de métodos de monitorización innovadores basados en la detección temprana de enfermedades forestales mediante la aplicación de técnicas moleculares de última generación (Van der Nest et al., 2019), sensores en los bosques laboratorio junto a la selección de materiales forestales expuestos a estas condiciones por su nivel de tolerancia y aclimatación (Zas & Sampedro, 2015), refuerzan la capacidad de los programas de mejora actuales (Díaz-Vázquez et al., 2020) haciéndolos más resolutivos ante los problemas sanitarios de los diferentes



ecosistemas productivos forestales españoles.

Basado en los protocolos de centros de experimentación de referencia que han trabajado con la multiplicación vegetativa por enraizado de estaquillas como el SERIDA o con la multiplicación de embriones somáticos *in vitro* como la Universidad de Valencia y el INRAE (Francia), TRAGSA ha adaptado estos protocolos a sus instalaciones en Maceda (Ourense) y está en disposición de explorar y explotar la reactividad productiva de los materiales genéticos comercialmente ya disponibles de *Pinus pinaster* tolerantes a nematodo de la madera del pino.

La producción de planta forestal de vivero se debe prescribir en aquellas circunstancias en que la regeneración natural no es fácil o se quiere introducir un material genético mejorado o resistente a afecciones y mejor adaptado a las condiciones de la estación forestal concreta. Cuando además las fuentes de producción de semilla de estos materiales genéticos, al ser recientemente obtenidas, son pequeñas debe prescribirse la multiplicación vegetativa ya sea por enraizado de estaquillas semi-herbáceas de pies madre cultivados ad hoc o por multiplicación vegetativa por embriogénesis somática de vitroplantas (Lelu-Walter et al., 2006), que después podrán utilizarse para componer nuevos pies madres de estaquillas o para utilizarse como plantas en formato forestal directamente en plantaciones.

Los bosques laboratorio se localizarán en las zonas demarcadas de los patógenos más agresivos para las especies de coníferas. En cada bosque laboratorio se instalará parcelas de ensayo y demostración utilizando planta mejorada de las tres especies obtenidas en el vivero. El diseño de las parcelas permitirá la interpretación comparada de datos a partir de un diseño estadístico de bloques aleatorios con repetición.

La red digital que se propone en este proyecto será un instrumento metodológico sistémico que incorporaría perspectivas conectadas con avances en la gestión de la innovación forestal, en el área de la salud y producción de las masas arboladas con coníferas. Estared digital se constituirá en una “plataforma experimental”, una combinación de metodologías de investigación innovadoras con una perspectiva abierta, en la cual la innovación es vista como un proceso compartido entre silvicultores, científicos, autoridades públicas y empresas de la cadena forestal. De esta forma, se desarrollará un espacio de cooperación y creación de nuevos servicios, los cuales están relacionados con el estudio de la respuesta y adaptación de los ecosistemas forestales productivos a las enfermedades emergentes en un contexto de cambio climático. Esto se podrá realizar aplicando técnicas de detección y monitorización avanzadas cuyos resultados permitirán su aplicación a las técnicas y tratamientos silvícolas y la mejora de los planes de gestión forestal.

4. Resultados

A la finalización del proyecto PLANFORLAB en 2027 se espera haber alcanzado



los siguientes resultados:

1. Tener proyectados y establecidos tres bosques laboratorio de aproximadamente 20 hectáreas, uno en cada una de las autonomías participantes: Castilla y León, Galicia y País Vasco. Tener estudiado y, al menos en parte, instalados los equipos sensores necesarios para realizar el seguimiento del estado de salud y crecimiento de las masas arboladas mediante sistemas inteligentes que utilizan el “internet de las cosas”. Al mismo tiempo, se aplicarán en los bosques laboratorio modelos silvícolas adaptativos para las especies *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Pinus radiata* capaces de disminuir el riesgo de afección de patologías y de mejorar la resiliencia frente al cambio climático.

2. Tener seleccionado, ensayado y producido suficiente material mejorado de reproducción, vía sexual y vegetativa (combinando la embriogénesis somática y el enraizado de estaquillas), de las especies *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* y *Pinus radiata* para instalar en los bosques laboratorio utilizando el material generado para los ensayos en condiciones controladas de invernadero.

3. Tener instaladas tres parcelas de ensayo y demostración en los bosques laboratorio utilizando el material de reproducción generado. Las parcelas tendrán una superficie mínima de 2 hectáreas.

4. Disponer de una red digital de monitoreo que permita a los centros de investigación involucrados, administraciones competentes y a las organizaciones de propietarios forestales e instituciones y organizaciones interesadas el acceso y manejo de datos de los bosques laboratorio y el conocimiento de todas las parcelas de ensayo de materiales mejorados de coníferas existentes en las regiones participantes. Sobre esta red y sus resultados se asentará la divulgación a los selvicultores, empresas de servicios, viveristas y otros agentes interesados.

5. **Discusión** Esta comunicación es una presentación del proyecto PLANFORLAB recientemente iniciado, no disponiendo aún de resultados, no siendo posible ninguna interpretación ni, por lo tanto, contrastar datos obtenidos con los de otras investigaciones o experiencias previas. A partir de 2027 se espera que el proyecto PLANFORLAB pueda presentar datos originales para su discusión.

6. Conclusiones

La ejecución del proyecto PLANFORLAB pretende impulsar el aumento de la producción de madera de pino de calidad mediante la selección e introducción en el monte de planta forestal procedente de mejora genética, con mayor resistencia a patógenos e incrementar la resiliencia de las masas arboladas frente a las nuevas condiciones climáticas que se avecinan.



Para este objetivo, los bosques laboratorio sirven de ejemplo para la gestión forestal sostenible y, al mismo tiempo, proporcionan a los centros de investigación, a los gestores forestales y a otros responsables de la toma de decisiones, información y previsiones sobre la efectividad de los materiales genéticos y las prácticas silvícolas adaptativas en un entorno real.

En el proyecto PLANFORLAB se da relevancia a la creación de vínculos entre ciencia y tecnología, y silvicultores, gestores y empresas. Para ello, la implantación de una red colaborativa sobre plataforma digital, mejora el conocimiento sobre las masas arboladas productivas de *Pinus sp.* y su transferencia a los agentes involucrados.

7. Agradecimientos

El proyecto PLANFORLAB está financiado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación dentro del programa PEPAC español 2023-2027, con fondos FEADER (80%) y fondos nacionales AGE (20%).

8. Bibliografía

- BOE; 2020. Resolución de 3 de junio de 2020, de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación, por la que se publican las incorporaciones al Catálogo Nacional de Materiales de Base, para la producción de materiales forestales de reproducción de la categoría «Cualificado» de la especie *Pinus pinaster* Ait, situados en el territorio de Galicia. BOE, nº 165. 20 junio 2020. Pág. 39838-39839.
- DÍAZ VÁZQUEZ, R.; MENÉNDEZ GUTIÉRREZ, M.; PRADA OJEA, E.; 2020. La mejora genética como herramienta de control frente al nematodo del pino. Primeros pinos tolerantes catalogados en España. *Foresta*, 78: 84-88.
- EPPO, 2012. New outbreak of *Bursaphelenchus xylophilus* in Spain. EPPO reporting service 03.
- LELU-WALTER, M.A.; BERNIER-CADOU, M.; KLIMOSZEWSKA, K.; 2006. Simplified and improved somatic embryogenesis for clonal propagation of *Pinus pinaster* (Ait.). *Plant Cell Reports* 25(8): 767-776.
- MAJADA, J.; MARTÍNEZ ALONSO, C.; FEITO, I.; KIDELMAN, A.; ARANDA, I.; ALIA, R.; 2011. Mini-cuttings: an effective technique for the propagation of *Pinus pinaster* Ait. *New Forests* 41:399-412.
- MENÉNDEZ-GUTIÉRREZ, M.; ALONSO, M.; JIMÉNEZ, E.; TOVAL, G.; MANSILLA, P.; ABELLEIRA, A.; ABELLEIRA-SANMARTÍN, A.; DÍAZ, R.; 2018. Interspecific variation of constitutive chemical compounds in *Pinus* spp xylem and susceptibility to pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Eur. J. Plant Pathol.* 150:939-953. DOI 10.1007/s10658-017-1334-2.
- MENÉNDEZ-GUTIÉRREZ, M.; ALONSO, M.; DÍAZ, R.; 2021a. Assessing Genetic Variation in Resistance to Pinewood Nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) in *Pinus radiata* D. Don Half-Sib Families. *Forests* 2021, 12, 1474. <https://doi.org/10.3390/f12111474>.
- MENÉNDEZ-GUTIÉRREZ, M.; ALONSO, M.; JIMÉNEZ, E.; TOVAL, G.; MANSILLA, P.; ABELLEIRA, A., et al.; 2017. Interspecific variation of constitutive chemical compounds in *Pinus* spp xylem and susceptibility to pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Eur. J. Plant Pathol.*
- MENÉNDEZ-GUTIÉRREZ, M.; ALONSO, M.; TOVAL, G.; DÍAZ, R.; 2018. Testing



- of selected *Pinus pinaster* half-sib families for tolerance to pinewood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*). *Forestry*, 91, 38–48.
- MENÉNDEZ-GUTIÉRREZ, M.; VILLAR, L.; DÍAZ, R.; 2021b. Virulence of seven pathogenic *Bursaphelenchus xylophilus* isolates in *Pinus pinaster* and *Pinus radiata* seedlings and its relation with multiplication. *Forest Pathology*; 00:e12677. <https://doi.org/10.1111/efp.12677>.
 - MESANZA, N.; RAPOSO, R.; ELVIRA-RECUENCO, M.; et al.; 2021. New hosts for *Lecanosticta acicola* and *Dothistroma septosporum* in newly established arboreta in Spain. *Forest Pathology*. 2021;51:e12650. <https://doi.org/10.1111/efp.12650>.
 - MITECO iepnb; 2024. Avance de Estadística Forestal 2022.
 - ORTÍZ DE URBINA, E.; MESANZA, N.; ARAGONÉS, A.; RAPOSO, R.; ELVIRA-RECUENCO, M.; BOQUÉ, R.; PATTEN, C.; AITKEN, J. and ITURRITXA, E.; 2017. Emerging Needle Blight Diseases in Atlantic Pinus Ecosystems of Spain. *Forests* 2017,8, 18. <https://doi.org/10.3390/f8010018>.
 - SOLIMAN, T.; MOURITS, M.C.M.; VAN DER WERF, W.; HENGVELD, G.M.; ROBINET, C.; LANSINK, A.G.J.M.O.; 2012. Framework for modelling economic impacts of invasive species, applied to Pine Nematode in Europe. *PLoS One* 7, e45505. doi:10.1371/journal.pone.0045505.
 - VAN DER NEST, A.; WINGFIELD, M.J.; JANOUŠEK, J. and BARNES, I.; 2019. *Lecanosticta acicola*: a growing threat to expanding global pine forests and plantations. *Molecular Plant Pathology*, 20: 1327-1364. <https://doi.org/10.1111/mpp.12853>.
 - WOODS, A.; COATES K. D. and HAMANN A.; 2005. Is an Unprecedented *Dothistroma* Needle Blight Epidemic Related to Climate Change?, *BioScience*, Volume 55, Issue 9, September 2005, Pages 761–769, [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2005\)055\[0761:IAUDNB\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2005)055[0761:IAUDNB]2.0.CO;2).
 -
 - ZAS, R.; SANPEDRO, L.; 2015. Resistencia de los pinos a plagas y enfermedades: nuevas oportunidades de control fitosanitario. *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* 39: 259-273.
 -
 -