CONAMA 2026

De la caracterización al seguimiento integrado: evidencias edáficas y fitosanitarias para el diseño del bosque laboratorio PLANFORLAB en Castilla y León

Comunicación técnica · CONAMA 2026

Edita: Fundación Conama

Año: 2026

Este documento está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional.

Personas autoras de la presente comunicación técnica

Autora principal de la comunicación: Laura Luquero Ramos. Empresa de Transformación Agraria, S.A., S.M.E., M.P. (TRAGSA).

Otros autores:

Álvaro Benito-Delgado. Universidad de Valladolid (ETSIIAA, Palencia).
Olga Gonzalez. FAFCYLE.
Pedro Mesonero. FAFCYLE.
Alfredo Benavente. Universidad de Valladolid (ETSIIAA, Palencia).
Julio Javier Diez. Universidad de Valladolid (ETSIIAA, Palencia).

Índice

Resumen	1
1. Introducción y alcance	1
2. Objetivos	2
3. Materiales y métodos	2
4. Resultados	3
5. Discusión	7
6. Conclusiones	8
Financiación y entidades participantes	8
Bibliografía	9

Resumen

La evaluación en campo de material forestal de reproducción mejorado requiere caracterizar previamente las condiciones ambientales y sanitarias que pueden condicionar su establecimiento y posterior desarrollo. Este trabajo presenta los resultados de la fase de preimplantación del bosque laboratorio del Grupo Operativo PLANFORLAB en Vega de Espinareda (León), centrado en la mejora genética de coníferas frente a patologías forestales.

En Castilla y León se valoraron tres zonas candidatas y se delimitaron, en el emplazamiento seleccionado, un bosque laboratorio previsto de 27,37 ha y una parcela de ensayo de 2,57 ha. La caracterización edáfica de dos muestras procedentes de una misma calicata, obtenidas aproximadamente a 40 y 70 cm, registró valores de pH de 5,56 y 5,19, materia orgánica oxidable del 2,06 % y 1,32 %, y fósforo Olsen de 20,4 y menos de 4 mg/kg, respectivamente.

El reconocimiento fitosanitario recogió síntomas foliares compatibles con enfermedades de las bandas en *Pinus radiata*, así como observaciones adicionales compatibles con la roya de la torcedura del pino (*Melampsora pinitorqua*) en el ámbito de actuación. Asimismo, se consideraron los antecedentes históricos de *Fusarium circinatum* en El Bierzo, diferenciando las observaciones visuales de los diagnósticos etiológicos confirmados.

La integración de esta información permite definir criterios de georreferenciación, caracterización ambiental y vigilancia fitosanitaria para el seguimiento del material vegetal. Los resultados constituyen una base técnica para la implantación de los futuros ensayos y aportan un planteamiento de seguimiento integrado transferible a otras infraestructuras de experimentación forestal.

Palabras clave: bosques laboratorio; sanidad forestal; material forestal de reproducción; caracterización edáfica; seguimiento fitosanitario; PLANFORLAB.

1. Introducción y alcance

Los pinares aportan recursos forestales y servicios ecosistémicos, pero su gestión debe afrontar estrés ambiental, eventos extremos y enfermedades. La incidencia y evolución de determinadas patologías dependen de las interacciones entre el agente causal, la especie hospedante y las condiciones ambientales del emplazamiento; el déficit hídrico puede modificar esas relaciones, aunque sus efectos no son universales (Desprez-Loustau et al., 2006; Sturrock et al., 2011). Por ello, la evaluación en campo del material forestal de reproducción (MFR) mejorado debe acompañarse del registro de las condiciones ambientales y del estado fitosanitario.

El Grupo Operativo supraautonómico PLANFORLAB pretende contribuir a la mejora de la sanidad, la productividad y la resiliencia de los montes de coníferas mediante MFR mejorado y selvicultura adaptativa. El proyecto prevé tres bosques laboratorio, uno en Castilla y León, otro en Galicia y otro en País Vasco, con parcelas de ensayo y demostración para estudiar materiales de Pinus pinaster, Pinus radiata y Pinus sylvestris. La iniciativa contempla también metodologías de seguimiento armonizadas y una red digital para compartir información y resultados (Grupo Operativo PLANFORLAB, s. f.).

La comparación futura del comportamiento de los materiales en esta red requiere interpretar conjuntamente las características del MFR, las condiciones ambientales locales, las intervenciones selvícolas y los problemas sanitarios observados. En programas de mejora genética forestal, la interacción genotipo × ambiente puede modificar el comportamiento relativo de los materiales entre distintos emplazamientos, lo que justifica su evaluación bajo condiciones ambientales diversas (Li et al., 2017). La caracterización previa al establecimiento de las parcelas constituye, por tanto, una referencia para planificar su seguimiento sin anticipar conclusiones sobre resistencia o productividad.

2. Objetivos

El objetivo general es describir los resultados técnicos verificables de la fase preimplantación del bosque laboratorio PLANFORLAB en Vega de Espinareda y mostrar cómo la información territorial, edáfica y fitosanitaria puede orientar el futuro seguimiento de MFR mejorado.

1. Describir el proceso de selección del emplazamiento y las superficies previstas en Castilla y León, situándolas en el contexto de la red supraautonómica de bosques laboratorio.
2. Presentar la caracterización edáfica y fitosanitaria inicial y explicitar la escala y las limitaciones de inferencia de las determinaciones y de los reconocimientos visuales.
3. Vincular las evidencias disponibles con decisiones futuras sobre georreferenciación, muestreo, trazabilidad del MFR y evaluación de supervivencia, crecimiento y estado sanitario.

3. Materiales y métodos

3.1. Selección y delimitación

Se valoraron tres ámbitos candidatos en Castilla y León: Sierra Malvana y La Lagunilla (Salamanca), y El Bierzo (León). La comparación tuvo en cuenta disponibilidad de superficie, accesibilidad, características forestales, condicionantes ambientales y sanitarios y viabilidad operativa. En el emplazamiento elegido se delimitaron, mediante información territorial y cartográfica, el ámbito del futuro bosque laboratorio y la parcela de ensayo asociada.

Se distinguieron el ámbito general del bosque laboratorio y la parcela de ensayo por sus funciones y superficies diferentes. La selección se describe como una evaluación técnica de alternativas; no se presenta como un análisis multicriterio cuantitativo ni como una comparación estadística entre emplazamientos.

En el conjunto de PLANFORLAB se prevé seleccionar y producir MFR mejorado de distintas procedencias, familias y mezclas de familias de *Pinus pinaster*, *Pinus radiata* y *Pinus sylvestris*, consideradas candidatas por su potencial tolerancia frente a diferentes agentes patógenos. Dicha tolerancia deberá evaluarse en los ensayos previstos y no constituye un resultado demostrado en esta fase. Los centros de investigación colaboradores y TRAGSA participan en esta línea de trabajo, orientada a ensayos en condiciones controladas y parcelas de campo. Los emplazamientos de Galicia y País Vasco forman parte de la misma red de experimentación y transferencia (Grupo Operativo PLANFORLAB, s. f.).

3.2. Muestreo y análisis del suelo

Para la caracterización edáfica se analizaron dos muestras de una misma calicata del ámbito de actuación, tomadas aproximadamente a 40 cm (muestra A) y 70 cm (muestra B). Los análisis fueron realizados por ITAGRA.CT en mayo de 2025 e incluyeron pH en agua, materia orgánica oxidable, fósforo Olsen, fracciones granulométricas y nitrógeno total. La comparación entre profundidades es descriptiva y no dispone de replicación espacial.

El diseño disponible permite describir el perfil muestreado y comparar descriptivamente ambas profundidades. Al proceder las dos muestras de una única calicata, no constituye una estimación de la variabilidad espacial del suelo en las 27,37 ha ni permite realizar inferencias estadísticas entre zonas. La evaluación de la variabilidad espacial de las propiedades edáficas requiere un diseño de muestreo que contemple la distribución de las observaciones en el territorio y permita caracterizar las diferencias existentes entre unidades de estudio (Webster & Oliver, 2007).

3.3. Reconocimiento fitosanitario

Durante 2025 se efectuaron reconocimientos visuales del arbolado en el ámbito previsto para el bosque laboratorio, la parcela de ensayo y su entorno, con participación de personal de la Universidad de Valladolid, FAFCYLE y ASFOLE. Se prestó atención a los síntomas en acículas, las deformaciones de brotes y las alteraciones asociadas a enfermedades forestales; también se consideraron los antecedentes sanitarios e incendios del territorio.

Se diferenciaron las observaciones visuales de síntomas, los antecedentes fitosanitarios territoriales y las identificaciones etiológicas que requieren confirmación mediante técnicas diagnósticas específicas.

Para la futura evaluación se propone registrar, junto a cada observación sanitaria, fecha, unidad georreferenciada, especie, material/procedencia, órgano afectado, síntomas, intensidad o severidad mediante una escala previamente definida y soporte fotográfico. Cuando los síntomas no permitan discriminar agentes, se prevé diagnóstico específico por métodos validados. Estas acciones se describen como criterios de seguimiento.

3.4. Integración de información en la planificación experimental

La información territorial, edáfica y fitosanitaria obtenida se integró en criterios para el seguimiento futuro: identificación de unidades y lotes de MFR, registro de condiciones ambientales del emplazamiento e intervenciones y evaluación periódica de supervivencia, crecimiento y daños. La coordinación de protocolos entre los tres bosques laboratorio permitirá organizar datos comparables entre regiones, siempre que se documenten las particularidades de cada ensayo y las unidades de observación (Grupo Operativo PLANFORLAB, s. f.).

4. Resultados

4.1. Un emplazamiento delimitado para la experimentación

El emplazamiento seleccionado se localiza en Vega de Espinareda (León). La delimitación final, validada por FAFCYLE, establece una superficie prevista de 27,37 ha para el bosque laboratorio y una parcela de ensayo de 2,57 ha. Ambas superficies corresponden a la fase de planificación y no deben interpretarse como plantaciones experimentales ya evaluadas.

Tabla 1. Resultado territorial de la fase preparatoria y alcance de cada dato.

Elemento	Resultado documentado	Interpretación
Alternativas consideradas	Tres ámbitos candidatos en Castilla y León	Proceso de selección previo
Localización elegida	Vega de Espinareda (El Bierzo, León)	Emplazamiento de actuación
Bosque laboratorio	27,37 ha previstas	Ámbito de trabajo; no equivale a replicación experimental
Parcela de ensayo	2,57 ha previstas	Superficie de diseño, no resultados de plantación

Fuente: elaboración propia a partir de las actuaciones de selección y delimitación de PLANFORLAB en Castilla y León. Superficies validadas por FAFCYLE.

La diferenciación entre el ámbito general y la parcela de ensayo facilita planificar el establecimiento del material vegetal y las futuras evaluaciones. A escala del proyecto, el emplazamiento de Castilla y León se integra en la red de tres bosques laboratorio prevista para estudiar materiales forestales y modelos selvícolas en diferentes contextos ambientales.

4.2. Una línea de base edáfica cuantificada

Las dos muestras del perfil presentaron reacción ácida. Entre la muestra A y la B, el pH pasó de 5,56 a 5,19 y la materia orgánica oxidable de 2,06 % a 1,32 %. El fósforo extraíble por el método Olsen fue de 20,4 mg/kg en la muestra A, mientras que para la B se obtuvo un resultado inferior a 4 mg/kg. La composición granulométrica mostró una menor proporción de arena y una mayor proporción de arcilla en profundidad.

Tabla 2. Caracterización analítica del perfil muestreado en mayo de 2025.

Parámetro	Muestra A (≈40 cm)	Muestra B (≈70 cm)
pH (1:2,5)	5,56	5,19
Materia orgánica oxidable (%)	2,06	1,32
Fósforo Olsen (mg/kg)	20,4	<4
Arena ISSS (%)	55,28	49,28
Limo ISSS (%)	15,00	17,00
Arcilla ISSS (%)	29,72	33,72
Nitrógeno total (%)	0,11	0,10

Fuente: análisis edáficos realizados por ITAGRA.CT para PLANFORLAB (mayo de 2025). El resultado «<4 mg/kg» se presenta tal como fue determinado, sin atribuir una concentración exacta a la muestra B.

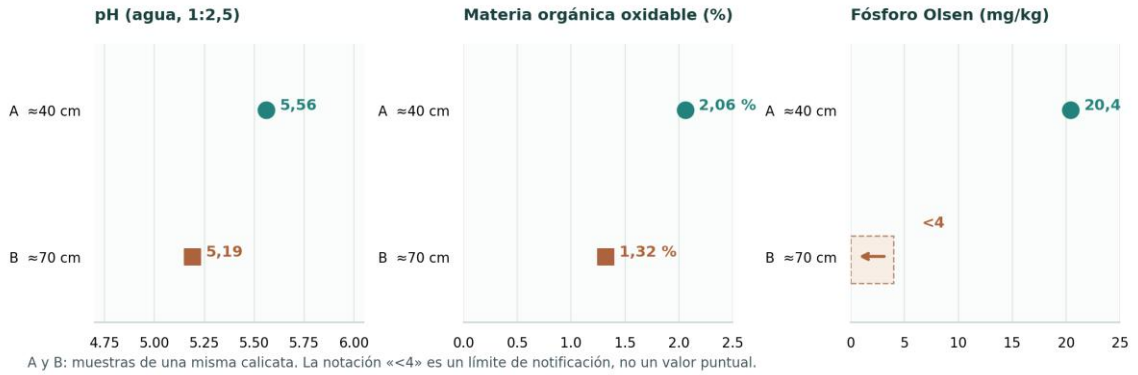


Figura 1. Comparación descriptiva de pH, materia orgánica oxidable y fósforo Olsen entre las muestras A y B de una misma calicata.

Fuente: elaboración propia con los resultados de la Tabla 2. El fósforo Olsen de la muestra B se representa como «<4 mg/kg», sin asignarle un valor puntual.

Esta evidencia es suficiente para caracterizar un punto de muestreo y justificar la conveniencia de ampliar el reconocimiento por unidades de ensayo y profundidades. No permite afirmar que exista un gradiente edáfico generalizado en toda la superficie prevista ni atribuir rendimientos futuros a estos valores.

4.3. Hallazgos fitosanitarios y antecedentes del territorio

Durante los reconocimientos se observaron síntomas foliares compatibles con enfermedades de las bandas en ejemplares de *Pinus radiata* del ámbito del bosque laboratorio. La similitud de determinadas manifestaciones foliares entre distintos agentes patógenos hace necesaria la aplicación de procedimientos diagnósticos específicos para confirmar su identificación etiológica (European and Mediterranean Plant Protection Organization [EPPO], 2015). En este trabajo no se dispone de confirmación analítica de *Lecanosticta acicola* ni de otros agentes causantes de enfermedades de las bandas.

Se consignaron, además, observaciones visuales compatibles con la roya de la torcedura del pino (*Melampsora pinitorqua*). Se consideran indicios preliminares para orientar el seguimiento, sin atribuir una presencia etiológicamente verificada.

Durante la visita en campo, en la superficie prevista para la parcela de ensayo no se encontraron afecciones fitosanitarias evidentes. Esta observación se refiere al momento y alcance del reconocimiento visual: no acredita ausencia de patógenos ni sustituye inspecciones posteriores.

Los antecedentes de *Fusarium circinatum* en El Bierzo constituyen un condicionante relevante para la prevención y la vigilancia fitosanitaria. Este hongo, agente causal del chancro resinoso del pino, representa una amenaza fitosanitaria reconocida para distintas especies de *Pinus* (Wingfield et al., 2008). Su identificación requiere procedimientos diagnósticos específicos que permitan confirmar la presencia del organismo (EPPO, 2019). Esta comunicación no acredita una demarcación administrativa vigente para la parcela de ensayo.

También se consideró el antecedente de incendio en parte del ámbito de actuación, por su posible influencia en las características del terreno, la vegetación y la interpretación futura del comportamiento del material vegetal.

Tabla 3. Observaciones y antecedentes sanitarios considerados para orientar la vigilancia.

Condicionante	Evidencia inicial	Seguimiento propuesto
Bandas foliares en *P. radiata*	Síntomas visuales compatibles, sin confirmación analítica del agente.	Registrar estado de acículas, tipo y severidad; confirmar agente cuando proceda.
Roya de torcedura del pino	Deformaciones compatibles con *Melampsora pinitorqua*; identificación no confirmada.	Inspeccionar brotes jóvenes; documentar fotografías y solicitar diagnóstico en casos dudosos.
Fusarium circinatum	Antecedente histórico de El Bierzo; estatus administrativo actual no verificado para la parcela.	Aplicar prevención y trazabilidad; contrastar requisitos legales con la autoridad competente.
Parcela de ensayo	Sin afecciones evidentes consignadas durante el reconocimiento visual disponible.	Establecer fecha y condiciones de la observación como referencia para inspecciones futuras.
Incendio previo	Antecedente territorial de perturbación; extensión e intensidad no cuantificadas aquí.	Documentar historia de uso y posibles efectos sobre suelo y vegetación.

Fuente: reconocimientos fitosanitarios del ámbito de actuación y antecedentes territoriales considerados en el estudio. Los síntomas no se presentan como diagnósticos etiológicos confirmados.

4.4. Traducción de la evidencia a decisiones de seguimiento

El principal producto técnico de la fase preparatoria es la conexión explícita entre datos observados, límites de interpretación y decisiones a aplicar en la instalación y la monitorización. La propuesta de seguimiento prevista en el proyecto integra trazabilidad del material vegetal, condiciones ambientales del emplazamiento, evaluación del desarrollo y vigilancia sanitaria.

Tabla 4. Matriz de evidencia, límites de inferencia y aplicación al futuro seguimiento.

Evidencia de partida	Límite de inferencia	Decisión de diseño prevista
Superficies delimitadas (27,37 y 2,57 ha)	La superficie no equivale a réplicas	Georreferenciar unidades, bloques y tratamientos; registrar parcelas y ubicación
Una calicata, dos profundidades	Referencia puntual, no mapa edáfico	Ampliar muestreo por unidades y registrar profundidad, fecha y método
Síntomas foliares y de brotes	Agente causal no confirmado	Inspecciones con escalas de daño, registro fotográfico y diagnóstico cuando proceda
Antecedentes de *F. circinatum*	Situación oficial local no acreditada	Comprobar requisitos vigentes y aplicar trazabilidad y prevención sanitaria
Material mejorado aún por evaluar	No hay respuestas medidas de ensayo	Registrar procedencia y lote; medir supervivencia, crecimiento y estado sanitario

Las actuaciones de la última columna representan criterios de planificación; no se presentan como medidas ya ejecutadas ni como resultados de monitorización.

El seguimiento previsto contempla el registro de temperatura y humedad y otras mediciones ambientales y edáficas, junto con el crecimiento, la supervivencia y el estado sanitario del MFR. La interpretación de las futuras diferencias entre materiales dependerá de la puesta en funcionamiento de los equipos de monitorización, la regularidad de los registros y la coordinación de los procedimientos entre los emplazamientos de la red.



Figura 2. De la evidencia inicial a la verificación: integración territorial, edáfica y fitosanitaria en el diseño de seguimiento.

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados territoriales, edáficos y fitosanitarios presentados. El diseño y la verificación describen actuaciones futuras.

5. Discusión

5.1. Tres decisiones de diseño derivadas de la evidencia

Primera decisión: integrar la escala local en una red supraautonómica de experimentación. El bosque laboratorio previsto en Vega de Espinareda (27,37 ha) y su parcela de ensayo (2,57 ha) se incorporan a la red de PLANFORLAB junto con los emplazamientos previstos en Galicia y País Vasco. Esta estructura amplía las posibilidades de evaluar el comportamiento del MFR mejorado en diferentes condiciones ambientales y selvícolas. Las parcelas de ensayo y demostración y la aplicación de protocolos armonizados facilitarán el registro comparable de supervivencia, crecimiento y estado sanitario. Para interpretar diferencias entre materiales y emplazamientos deberán identificarse las unidades experimentales, garantizar su trazabilidad y considerar las particularidades de suelo, clima y manejo de cada localización (Grupo Operativo PLANFORLAB, s. f.).

Segunda decisión: documentar la heterogeneidad de las condiciones ambientales antes de interpretar respuestas genéticas. La acidez del perfil y los contrastes observados en materia orgánica y fósforo señalan variables plausiblemente relevantes para el establecimiento, pero proceden únicamente de dos profundidades de una calicata. Las propiedades físicas y químicas del suelo constituyen indicadores relevantes para evaluar las condiciones de desarrollo de los ecosistemas forestales, aunque su interpretación depende de las características del emplazamiento y de los objetivos del estudio (Schoenholtz et al., 2000). Por tanto, no deben extrapolarse al conjunto del bosque laboratorio. El muestreo posterior por unidades de ensayo, con método, profundidad y fecha trazables, permitirá decidir si esas variables deben incorporarse como factores explicativos o covariables del análisis del crecimiento y de la supervivencia.

Tercera decisión: integrar la fitopatología desde la definición del protocolo. Las alteraciones foliares y de brotes detectadas y la historia de *F. circinatum* justifican incluir inspecciones periódicas, indicadores de daño y procedimientos de confirmación etiológica cuando corresponda. La valoración visual aporta señales útiles para priorizar la vigilancia, pero no permite asignar con seguridad un agente causal ni cuantificar incidencia sin un método de evaluación específico. Esta precaución es coherente con las interacciones documentadas entre ambiente y enfermedades forestales (Desprez-Loustau et al., 2006; Sturrock et al., 2011).

5.2. Transferibilidad y límites de la fase preimplantación

El resultado más transferible es la secuencia de trabajo representada en la Figura 2: evidencia inicial, interpretación de su alcance, diseño de las medidas y verificación posterior. Su aplicación coordinada a los bosques laboratorio de Castilla y León, Galicia y País Vasco puede facilitar series de observación comparables y su transferencia a la gestión forestal. Para ello será necesario registrar procedencia y lote del MFR, fechas de plantación, intervenciones selvícolas, condiciones ambientales y observaciones sanitarias, utilizando criterios comunes sin perder la información propia de cada emplazamiento.

Las conclusiones están delimitadas por tres limitaciones: (i) los datos de suelo corresponden a dos muestras de un mismo perfil; (ii) las observaciones fitosanitarias no incluyen en este trabajo confirmación etiológica ni cuantificación epidemiológica; y (iii) la monitorización y la evaluación del MFR se encuentran en fase de planificación. En consecuencia, no se presentan todavía resultados comparativos de resistencia, productividad o resiliencia del material vegetal. La aportación actual es la caracterización inicial de Castilla y León y su integración en un planteamiento de seguimiento compartido por la red.

6. Conclusiones

1. **Selección territorial.** La comparación de alternativas permitió definir un ámbito en Vega de Espinareda, con 27,37 ha previstas para el bosque laboratorio y 2,57 ha para la parcela de ensayo, dentro de la red supraautonómica PLANFORLAB.
2. **Caracterización edáfica medible y acotada.** Dos determinaciones de una misma calicata evidencian diferencias descriptivas de pH, materia orgánica y fósforo disponible entre los niveles muestreados, útiles como referencia puntual para el diseño de muestreos posteriores.
3. **Vigilancia fitosanitaria fundamentada, sin sobrediagnóstico.** Las observaciones compatibles con enfermedades de las bandas y roya de la torcedura, junto con los antecedentes de *F. circinatum*, justifican un plan de seguimiento que distinga síntomas, análisis de laboratorio y situación regulatoria.
4. **Seguimiento integrado y transferibilidad.** La integración de la caracterización territorial, edáfica y fitosanitaria permite definir criterios comunes de georreferenciación, trazabilidad y evaluación, aplicables a la futura comparación de resultados entre los bosques laboratorio de Castilla y León, Galicia y País Vasco.

Financiación y entidades participantes

PLANFORLAB se enmarca en el Plan Estratégico de la Política Agrícola Común (PEPAC) 2023–2027. El proyecto está financiado en un 80 % por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER) y en un 20 % por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). La Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria (DGDRIFA) es la autoridad responsable de la aplicación de estas ayudas (FEUGA, 2026).

El Grupo Operativo está coordinado por la Asociación Forestal de Galicia (AFG) y participan como entidades solicitantes FAFCYLE, la Confederación de Forestalistas del País Vasco (CFPV), TRAGSA, la Fundación Empresa-Universidad Gallega (FEUGA) y la Confederación de Organizaciones de Selvicultores de España (COSE). El proyecto cuenta asimismo con la colaboración subcontratada del Centro de Investigación Forestal de Lourizán, NEIKER, la Fundación General de la Universidad de Valladolid (FUNGE UVa) y el Instituto de Ciencias Forestales del INIA-CSIC (FEUGA, 2026).

Se agradece la colaboración del personal técnico de ASFOLE y de los equipos de la Universidad de Valladolid y FAFCYLE que participaron en los reconocimientos y en la preparación de la información territorial, edáfica y sanitaria. Los resultados y las conclusiones presentados aquí corresponden exclusivamente al ámbito de Castilla y León.

Bibliografía

Desprez-Loustau, M.-L., Marçais, B., Nageleisen, L.-M., Piou, D., & Vannini, A. (2006). Interactive effects of drought and pathogens in forest trees. *Annals of Forest Science, 63*(6), 597–612. https://doi.org/10.1051/forest:2006040

European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2015). PM 7/46 (3) *Lecanosticta acicola* (formerly *Mycosphaerella dearnessii*), *Dothistroma septosporum* (formerly *Mycosphaerella pini*) and *Dothistroma pini*. *EPPO Bulletin, 45*(2), 163–182. https://doi.org/10.1111/epp.12217

European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2019). PM 7/91 (2) *Fusarium circinatum* (formerly *Gibberella circinata*). *EPPO Bulletin, 49*(2), 228–247. https://doi.org/10.1111/epp.12587

FEUGA. (2026, 14 de abril). *Seminario técnico: Innovación y sanidad forestal en Vega de Espinareda*. https://feuga.es/seminario-tecnico-innovacion-y-sanidad-forestal-en-vega-de-espinareda/

Grupo Operativo PLANFORLAB. (s. f.). *¿Qué es PLANFORLAB?* https://planforlab.es/que-es-planforlab/

Li, Y., Suontama, M., Burdon, R. D., & Dungey, H. S. (2017). Genotype by environment interactions in forest tree breeding: Review of methodology and perspectives on research and application. *Tree Genetics & Genomes, 13*, Article 60. https://doi.org/10.1007/s11295-017-1144-x

Schoenholtz, S. H., Van Miegroet, H., & Burger, J. A. (2000). A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: Challenges and opportunities. *Forest Ecology and Management, 138*(1–3), 335–356. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00423-0

Sturrock, R. N., Frankel, S. J., Brown, A. V., Hennon, P. E., Kliejunas, J. T., Lewis, K. J., Worrall, J. J., & Woods, A. J. (2011). Climate change and forest diseases. *Plant Pathology, 60*(1), 133–149. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2010.02406.x

Webster, R., & Oliver, M. A. (2007). *Geostatistics for environmental scientists* (2nd ed.). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9780470517277

Wingfield, M. J., Hammerbacher, A., Ganley, R. J., Steenkamp, E. T., Gordon, T. R., Wingfield, B. D., & Coutinho, T. A. (2008). Pitch canker caused by *Fusarium circinatum*—A growing threat to pine plantations and forests worldwide. *Australasian Plant Pathology, 37*, 319–334. https://doi.org/10.1071/AP08036