

Hacia una estimación nacional de la calidad de la madera de nuestras masas productivas

Daniel Moreno-Fernández¹,
Isabel Cañellas²,
Juan Ignacio Fernández-Golfín²,
Patricia Adame²,
Laura Hernández²,
Eva Hermoso²,
Elena Robla³,
Vicente Sandoval³,
Roberto Vallejo³,
Alejandro Cantero⁴,
Iciar Alberdi²

¹ Dr. Ingeniero Forestal. INIA-CIFOR

² Dr. Ingeniero/a de Montes. INIA-CIFOR

³ Ingeniero/a de Montes. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

⁴ Ingeniero de Montes. Fundación HAZI Fundazioa. Granja Modelo s/n. 01192 Arkaute (Álava)

Dada la carencia de información en las estadísticas forestales nacionales sobre la calidad de la madera de las principales especies productoras españolas, recientemente se ha desarrollado un protocolo de toma de datos en el Inventario Forestal Nacional (IFN) para estimarla visualmente. La clasificación en diferentes calidades se hace en función de variables cualitativas y cuantitativas del fuste de los árboles en pie, así como de diversos factores bióticos relativos a la copa. En este trabajo detallamos este nuevo protocolo y presentamos dos casos de estudio. En primer lugar se estima la calidad del fuste del pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) en la provincia de Burgos basándose en variables tales como la presencia de ramas en los primeros metros del fuste, la flecha máxima o el tipo de curvatura del pie. En segundo lugar se estima tanto la presencia como el daño causado por el gorgojo del eucalipto (*Gonipterus scutellatus* Gyll.) y por *Mycosphaerella* spp. en los eucaliptares de la cornisa cantábrica. Los resultados obtenidos ponen de manifiesto las múltiples oportunidades que ofrece el nuevo protocolo implantado en el IFN para ampliar y completar la información productiva que tenemos de nuestros sistemas forestales a escala nacional.

Palabras clave: seguimiento; plagas; gestión forestal; producción

1. INTRODUCCIÓN

Para los gestores forestales, la industria de la madera y los responsables políticos es importante contar con estadísticas sobre las reservas de madera de calidad existentes en las masas forestales, como paso previo y necesario para planificar las labores selvícolas y optimizar la ubicación de las instalaciones industriales por tipo de proceso (industrias de aserrío, de

tableros de desintegración, de celulosa y papel). Esta información es además relevante para el análisis del ciclo de vida del carbono, puesto que los productos procedentes de la madera tienen diferentes usos (chapa, sierra, contrachapado, biomasa con fines energéticos, etc.) y vida útil. Así, el periodo de almacenamiento de carbono en la madera variará según el uso que se dé a estos productos (Bosela et al., 2016).

La información sobre la calidad de la madera de una masa forestal productiva con carácter previo a su aprovechamiento es fundamental para optimizar su uso y destino, ya que los distintos procesos de transformación existentes requieren calidades distintas. El conocimiento de la calidad de madera existente, por tanto, no solo guía al selvicultor, sino también al usuario, e incluso al propietario forestal, ya que le permite conocer mejor el valor de su producción y lo guía sobre sus decisiones de inversión.

La calidad de la madera viene determinada por una serie de características tecnológicas: densidad, rigidez, proporción de madera juvenil y adulta, orientación de las fibras; de características químicas: contenido en taninos u otros extractos o los porcentajes de lignina, celulosa o hemicelulosas, y por características ligadas al crecimiento, ramosidad y forma del fuste, que determinarán la calidad estética y rendimiento final del producto y que están asociadas a la presencia y el diámetro de ramas y nudos, rectitud y forma, presencia de fendas o diámetro y altura del árbol (McDonald y Hubert, 2002). Algunas de estas características, como pueden ser la presencia de ramas, la rectitud del fuste o el diámetro del pie, que determinan la “calidad del fuste aprovechable de los árboles en pie”, son fácilmente medibles en el monte sin necesidad de métodos intrusivos o destructivos. Otras características tecnológicas, físicas y químicas que no son visibles exteriormente requieren barrenar el pie, apearlo o ser evaluadas por técnicas no destructivas tales como la espectroscopía de infrarrojo cercano, las técnicas resistográficas, las que se basan en el empleo de técnicas acústicas o en los estimadores de densidad como percutores. Estas técnicas permiten estimar gran parte de estas características sin tener que recurrir a métodos intrusivos o destructivos (Ruano et al., 2019). Dichas técnicas abren un nuevo paradigma en la caracterización de la calidad de la madera. Sin embargo, están en una fase incipiente de aplicación en campo y se requiere más trabajo para validarlas y conocer su rendimiento y precisión de cara a la industria.



Ismael Muñoz

Los inventarios forestales nacionales son la mayor fuente de información forestal de la que disponen los países a escala nacional. En Europa, muchos países proporcionan información sobre la calidad del fuste de los árboles en pie (no así de la calidad de la madera). Bosela et al. (2016), tras analizar un cuestionario hecho a 28 inventarios forestales nacionales europeos, constató que 19 países realizan algún tipo de estimación de esta variable forestal.

En el caso del IFN español, la toma de datos ha evolucionado con el paso del tiempo. En sus primeros ciclos, el objetivo principal era conocer las existencias de madera y el estado de la regeneración. En los sucesivos ciclos se han ido incorporando otros datos destinados a cuantificar la biodiversidad y la diversidad estructural, determinar el estado sanitario, monitorear la presencia de especies invasoras o cuantificar los daños por ramoneo (Alberdi et al., 2017). Además, la toma de datos se ha optimizado en ciertas formaciones forestales para obtener información de productos forestales no maderables, como el corcho en los alcornocales (Pasalodos-Tato et al., 2018) o la producción de piña y de resina de los pinos piñonero (*Pinus pinea* L.) y resinero (*Pinus pinaster* Ait.) respectivamente. Sin embargo, la determinación de la calidad de la madera de las masas productivas no había sido considerada hasta ahora. Dada la carencia de información sobre esta en las estadísticas forestales nacionales, se ha desarrollado un protocolo de toma de datos en el IFN para estimarla visualmente.

2. ESTIMACIÓN VISUAL DE LA CALIDAD DE LA MADERA

Con el objeto de ampliar el conocimiento sobre la calidad de la madera de las especies productivas a nivel nacional, en el IFN de las masas productoras del norte (IFNN 2017-2018)¹ se incorporó un protocolo de toma de datos de calidad de fuste y de impacto de enfermedades y plagas relevantes en especies productoras de madera o sometidas a gestión forestal intensiva, incluyendo las masas puras de pino gallego (*Pinus pinaster* Ait. subsp. *pinaster*), de pino radiata

(*Pinus radiata* D. Don) y de las distintas especies del género *Eucalyptus*, así como las mezclas de estas especies. Para el establecimiento del protocolo se consideraron las recomendaciones y análisis realizados a escala europea en el acuerdo de los representantes de los IFN Europeos en la Acción COST FP 1001 *Improving data and information on the potential supply of wood resources: a european approach from multisource national forest inventories* (USEWOOD). Posteriormente, modificaciones de este protocolo se han desarrollado en el IFN4 con la inclusión de otras especies productoras de madera de calidad, como el pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) y el pino laricio (*Pinus nigra* J.F. Arnold) en Castilla y León.

Una vez seleccionadas las especies con interés productivo en cada comunidad autónoma, este protocolo se aplica a cinco pies por especie presente en las parcelas circulares de 25 m de radio del IFN. Así, si en una parcela de Castilla y León aparecen pies de pino silvestre y laricio habría que tomar datos de calidad de fuste en diez pies, cinco por especie. Además, para ser considerados aprovechables, los pies deben cumplir las siguientes condiciones:

1. Tener un diámetro normal mayor de 18 cm.
2. Haber sido inventariados en el inventario dasométrico. En cada parcela o puesto de muestreo se levantan cuatro subparcelas concéntricas de 5, 10, 15 y 25 m de radio donde se mide el diámetro de los árboles que sea igual o superior a 7,5, 12,5, 22,5 y 42,5 cm, respectivamente
3. Pertenecer a la calidad 1, 2 o 3 del protocolo de toma de datos del IFN. Calidad 1 son árboles sanos, vigorosos, óptimamente conformados, sin señales de vejez, capaces de proporcionar muchos y valiosos productos, no dominados y con excelentes perspectivas de futuro. Calidad 2 se refiere a árboles sanos, vigorosos, no dominados, sin señales de vejez con algún defecto de conformación y capaz de proporcionar bastantes productos valiosos. Calidad 3 hace referen-

cia a pies no totalmente sanos y vigorosos, o algo viejos o dominados, con bastantes defectos de conformación, pero capaces de proporcionar algunos productos valiosos.

4. Tener una forma de cubicación 1 o 2 (atendiendo a las definiciones del IFN). Forma 1 es cuando el árbol es fusiforme prácticamente en todo su fuste, el tronco es maderable, está limpio, derecho y tiene más de 6 m de longitud, la flecha es inferior al 1 % de su longitud, la fibra no está inclinada y diámetro normal es mayor de 20 cm. Forma 2 es cuando el pie cumple las cuatro condiciones siguientes: ser fusiforme, tener troncos maderables de 4 m o más, ramificarse por la parte superior y no pertenecer a la Forma 1.

El protocolo de calidad de fuste consta de dos bloques. En el primero se recogen los siguientes datos por pie relacionados con la calidad del fuste e independientemente de la especie:

- Altura a la primera rama muerta con diámetro de la rama mayor o igual de 1 cm.
- Altura a primera rama viva con diámetro de la rama mayor o igual de 1 cm.
- Altura a la base de la copa.
- Espesor de la corteza (medición con calibre).
- Presencia de podas de origen antrópico en el pie.
- Presencia de fibra torcida o revirada de la madera (crecimiento de las fibras del árbol en forma de hélice en lugar de hacerlo paralelamente al eje) (Fig.1).

El segundo bloque es específico para la especie. Para las especies del género *Pinus* se tendrían en cuenta las siguientes variables:

- Número de ramas vivas con diámetro mínimo de 1 cm en los primeros 6 m del pie.
- Número de ramas muertas con diámetro mínimo de 1 cm en los primeros 6 m del pie.
- Número de verticilos en el fuste hasta una altura de 6 m. Se considera verticilo cuando aparezcan

un mínimo de tres ramas o restos de poda (rama viva o muerta) a una altura similar en el fuste.

- Altura del primer verticilo en los primeros 6 m del pie.
- Diámetro de la rama más gruesa en los primeros 6 m del pie.
- Flecha máxima a 6 m. Esta medición se realiza visualmente colocando la pértiga hasta una altura de 6 m y midiendo la deformación máxima del fuste en el sentido longitudinal sobre el plano perpendicular.
- Tipo de curvatura del fuste hasta 6 m. Se discrimina entre pies con curvatura simple, doble o múltiple.
- Presencia en el fuste del chancro resinoso del pino (*Fusarium circinatum* Nirenberg & O'Donnell) y porcentaje de daño en la copa.
- Presencia y porcentaje de daño de procesionaria (*Thaumetopoea pityocampa* Den & Schiff.) en la copa.

En el caso de las especies del género *Eucalyptus*, se toman además los siguientes datos relacionados con el recepe y con la presencia y los daños causados por dos organismos patógenos:

- Número de cepas en la subparcela del IFN de 5 m de radio.
- Número de brotes en la cepa media, la cual debe estar situada en la subparcela de 5 m de radio.
- Porcentaje de daños sobre la superficie foliar de la copa por especies de hongos del género *Mycosphaerella*.
- Porcentaje de daños sobre la copa por el gorgojo del eucalipto (*Gonipterus scutellatus* Gyll.).

3. ASIGNACIÓN DE CATEGORÍAS DE LA CALIDAD DEL FUSTE

Cada pie se clasifica en una de las cuatro categorías de calidad de fuste, A, B, C y D, siendo A la mejor calidad y D la peor. Esta clasificación se hace en función de la curvatura del pie, la flecha máxima, la altura a la que aparecen las primeras ramas vivas y muertas, así como la presencia de organismos patógenos y de fibra revirada. La clasificación se ha desarrollado adaptando la normati-

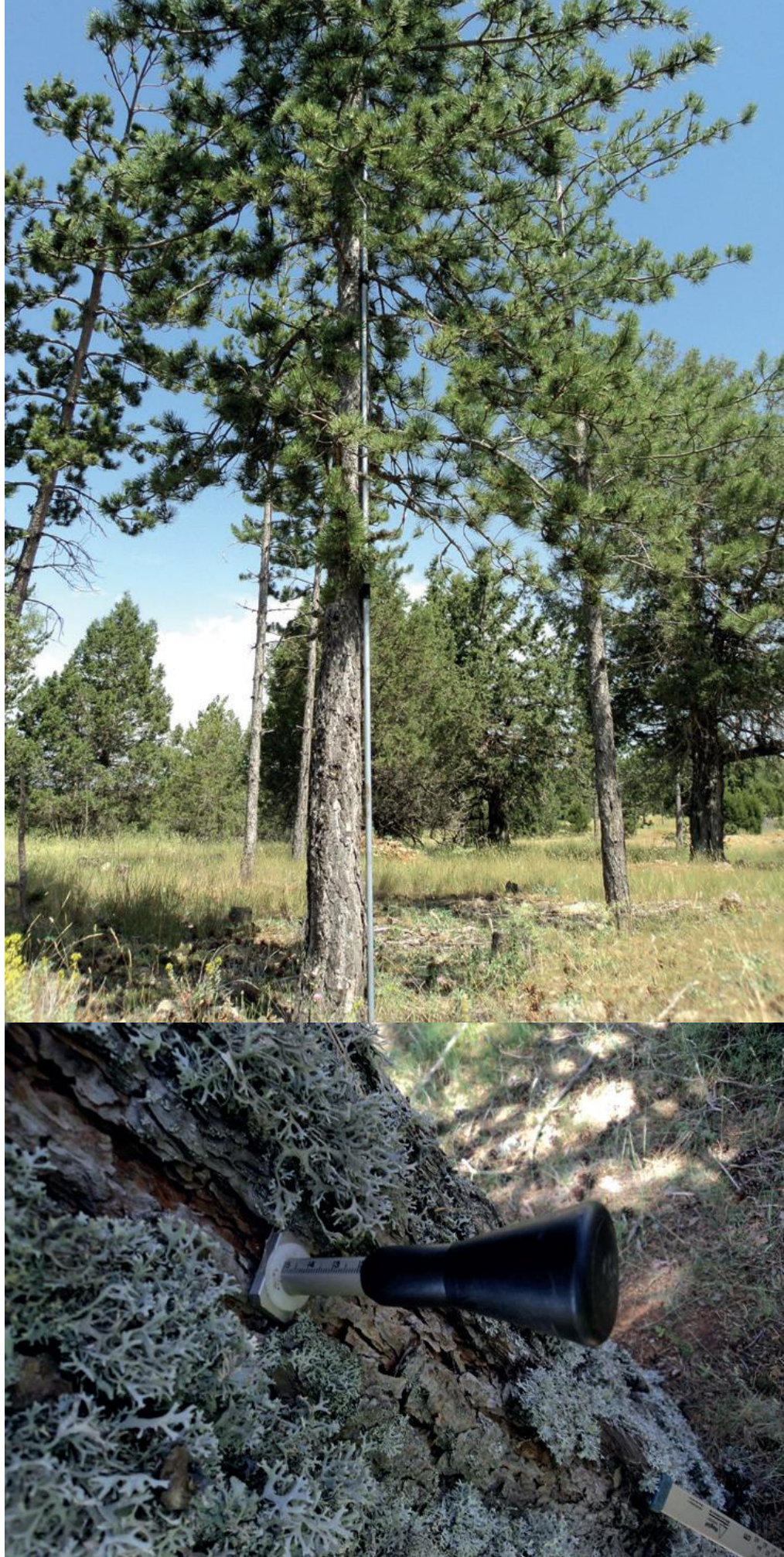


Fig. 1. Los equipos de campo del IFN necesitan tomar datos adicionales. A) Medida del espesor de la corteza con calibrador. B) Las fibras reviradas hacen que el pie se clasifique en la peor calidad. B) Análisis de variables relacionadas con la calidad del fuste mediante pértiga.

va francesa propuesta por Baylon y Vautherin (1991) a los datos recogidos en el IFN. Esta clasificación valora la calidad de fuste en función de: i) la ramosidad (Calidad_R), ii) la curvatura (Calidad_C), iii) la combinación de las podas y de la curvatura (Calidad_{RC}), iv) presencia del chancro resinoso del pino (Calidad_E) y v) presencia de fibras reviradas (Calidad_F). En las siguientes subsecciones se muestran las reglas de clasificación de la calidad de fuste para el pino silvestre en Burgos.

3.1. Ramosidad (Calidad_R)

Para el cálculo de la calidad en función de la ramosidad se han considerado tres variables recogidas en el protocolo de calidad del IFN: Altura de la primera rama muerta (m, H1rm), Altura de la primera rama viva (m, H1rv) y la presencia de podas (variable dicotómica).

Se calcula el valor mínimo de H1rm y H1rv. De forma que si:

- $\text{Min}(H1rm, H1rv) \leq 2,5 \rightarrow \text{Calidad}_R = C$
- $2,5 < \text{Min}(H1rm, H1rv) \leq 6 \rightarrow \text{Calidad}_R = B$
- $\text{Min}(H1rm, H1rv) > 6 \rightarrow \text{Calidad}_R = A$

Se trata, en efecto, de distinguir el número de trozas libres de ramas asumiendo que la primera troza va desde la base a 2,5 m y la segunda de 2,5 a 6 m.

3.2. Curvatura (Calidad_C)

La clasificación de la madera en función de la curvatura del fuste se ha hecho modificando la clasificación de Baylon y Vautherin (1991) (Tabla 1). La Calidad_C se obtiene como el cociente entre la flecha máxima (cm) y la longitud de la troza (m), esta última de 6 m.

3.3. Calidad conjunta podas y curvatura (Calidad_{RC})

Para cada árbol se calcula la mejor de las dos calidades, es decir, se toma como Calidad_{RC} el valor de Calidad_C y Calidad_R que da mayor calidad al pie.

3.4. Enfermedades (Calidad_E)

La presencia del chancro resinoso hace que la calidad del fuste baje una categoría. Esta norma no es aplicable en el caso de los pies con categoría D.

3.5. Fibras (Calidad_F)

En caso de que un pie presente fibras reviradas, el pie pasa a tener categoría D.

4. APLICACIONES DEL PROTOCOLO DE CALIDAD DE FUSTE DEL INVENTARIO FORESTAL NACIONAL

Se muestran los resultados de dos casos de estudio usando los datos tomados en el nuevo protocolo de calidad del IFN en el pino silvestre de Burgos en el IFN4 en 2019 y se describe la presencia y el daño causado por las especies de hongos del género *Mycosphaerella* y por el gorgojo del eucalipto en los eucaliptares de la cornisa Cantábrica en el IFNN de Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco en 2017-2018.

4.1. Calidad de fuste de pino silvestre en Burgos

En la provincia de Burgos se han analizado 1.475 pies de pino silvestre situados en 323 parcelas. Se ha determinado la calidad de fuste de estos pies aplicando el protocolo descrito en la sección anterior. Además, se ha calculado la calidad media por parcela como la media aritmética de los pies analizados en cada parcela.

El 76 % de los pies analizados presentan la mejor calidad (A); mientras que el 23,5 %, la segunda mejor calidad (B), y el 0,5 % de los pies quedan clasificados en la peor categoría (D). A nivel parcela se encuentran tendencias similares:

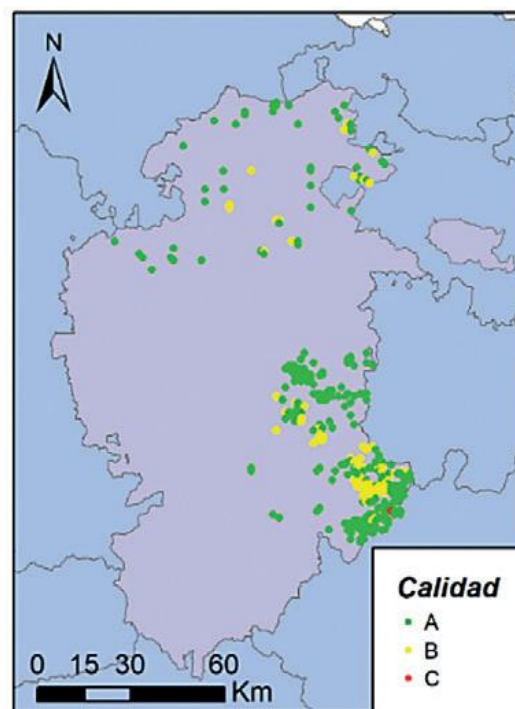


Fig. 2. Calidad media por parcela del fuste de pino silvestre en Burgos en el IFN4

Tabla 1. Adaptación al IFN de la clasificación de calidad del fuste de Baylon y Vautherin (1991) para pinos distintos a *Pinus pinaster*

Clasificación Baylon y Vautherin (1991)	Curvatura simple	Curvatura compleja	Calidad_C
A	< 2 cm/m	< 1 cm/m	A
B*	<= 2 cm/m	<= 1 cm/m	B
C*	<= 2 cm/m	<= 1 cm/m	B
D	Sin límite	<= 2 cm/m	C
T	Sin límite	Sin límite	D

*La clasificación de Baylon y Vautherin (1991) incorpora otras condiciones como puede ser el tamaño del nudo o la distancia entre nudos que no están contempladas en el protocolo de toma de datos establecido para el IFN

meros seis metros del fuste, y el pino silvestre es una especie que presenta poda natural, por lo que era esperable la obtención de calidades de fuste altas como ha quedado demostrado tradicionalmente por los usos de su madera. Además, la clasificación de Baylon y Vautherin (1991) contempla otras variables no consideradas en el IFN como la distancia entre nudos (Tabla 1). Esto puede suponer un sesgo en los resultados presentados en este trabajo. Las próximas líneas de trabajo deben ir enfocadas a desarrollar clasificaciones de fuste específicas para cada especie según los datos tomados en el protocolo de calidad de madera del IFN e incluso incluir otras variables como puede ser la esbeltez del pie o la homogeneidad de la masa.

4.2. Daño del gorgojo del eucalipto y *Mycosphaerella* spp. en los eucaliptares de la cornisa cantábrica

En el IFNN de las provincias de la cornisa cantábrica se han tomado datos de calidad de fuste en 3.623 pies de las distintas especies de *Eucalyptus*, los cuales están distribuidos en 871 parcelas. Al igual que en el caso de estudio anterior, se ha calculado el daño medio del gorgojo del eucalipto y de *Mycosphaerella* spp. por parcela. Si se consideran únicamente las provincias con más de 40 parcelas (todas excepto Orense y Guipúzcoa), la provincia con más presencia y daño del gorgojo sería La Coruña, mientras que la incidencia de este patógeno sería inferior en Vizcaya (Tabla 2). De hecho, el 77,5 % de las parcelas tienen presencia de este coleóptero, lo que confirma su adaptación a la zona de estudio (Mansilla et al., 1995; Alzugaray et al., 2004). En el caso de *Mycosphaerella* spp., La Coruña, Lugo y Pontevedra son las provincias en las que este hongo está más presente y causa más daño, mientras que en Vizcaya la presencia y el daño de este hongo son reducidos (Tabla 2). Usando una red de muestreo de 157 puntos en Pontevedra y La Coruña, Otero et al. (2007) encontraron que *Mycosphaerella* spp. tenía presencia en el 95 % de los puntos muestreados, superior a la que se ha detectado con el IFN. Tanto la presencia como el daño del gorgojo del

Tabla 2. Tabla 2 Número de parcelas muestreadas (N), porcentaje con presencia y daño medio en copa del gorgojo del eucalipto (*Gonipterus scutellatus*) y *Mycosphaerella* spp. en la cornisa cantábrica

Provincia	N	<i>Gonipterus scutellatus</i>		<i>Mycosphaerella</i> spp.	
		Presencia (%)	Daño (%)	Presencia (%)	Daño (%)
La Coruña	399	85,7	13,8	61,4	4,9
Lugo	117	62,4	11,4	55,6	5,0
Orense	2	50,0	2,5	0,0	0,0
Pontevedra	143	81,1	7,4	55,2	6,4
Asturias	104	76,0	6,8	47,1	2,5
Cantabria	59	71,2	7,3	39,0	2,2
Guipúzcoa	1	100,0	11,0	0,0	0,0
Vizcaya	46	43,5	3,4	8,7	0,4
Total	871	77,5	10,5	53,4	4,4

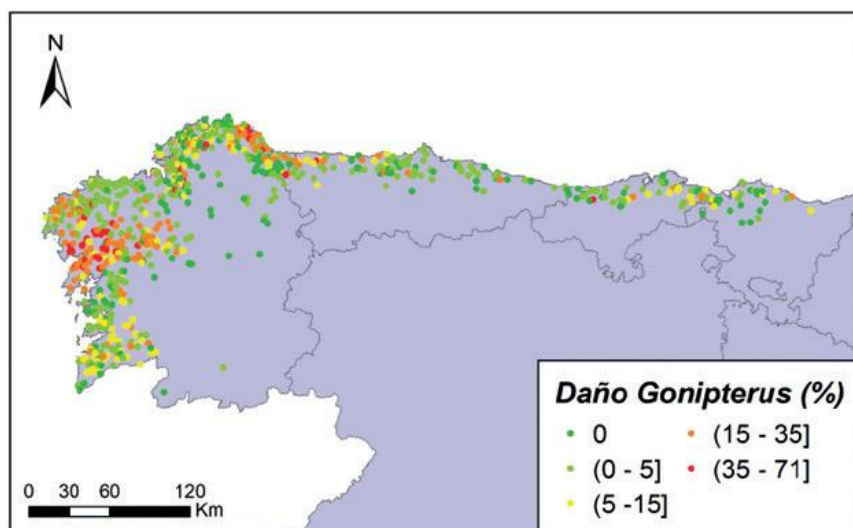


Fig. 3. Daño medio (en %) por parcela del gorgojo del eucalipto (*Gonipterus scutellatus*)

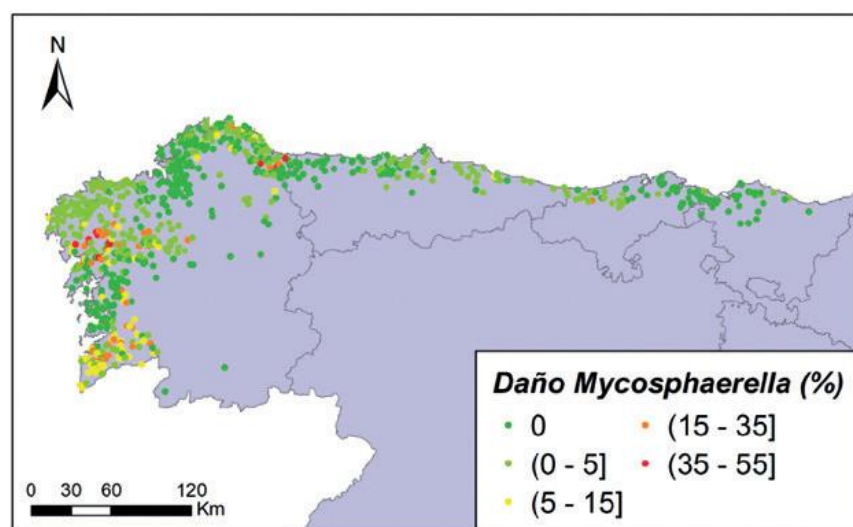


Fig. 4. Daño medio (en %) por parcela de *Mycosphaerella* spp.

eucalipto son claramente superiores a los de *Mycosphaerella* spp. en todo el área de estudio. Además, el gorgojo aparece en todas las provincias muestreadas, no así *Mycosphaerella* spp., lo que indica que el gorgojo está más extendido.

Desde un punto de vista espacial (Fig. 3 y 4) se pueden distinguir ciertos patrones. Por ejemplo, ambas especies causan más daños en los eucaliptares cercanos al cabo de Finisterre, cerca de la desembocadura del Miño y en la frontera de Lugo con Asturias. Así, se espera que tanto la capacidad fotosintética como el crecimiento de los eucaliptares se vean disminuidos en estas zonas. Sin embargo, es necesario mencionar que la detección de estos patógenos se complica en algunas épocas del año. Esto, junto al hecho de que la toma de datos del IFN se lleva a cabo de manera continuada a lo largo de año, puede haber introducido sesgos en las estimaciones.

5. CONCLUSIONES

El nuevo protocolo de toma de datos de calidad de la madera de masas productivas del IFN amplía la información forestal nacional que hasta ahora se tenía sobre especies con mayor interés, desde un punto de vista económico, proporcionando información robusta y relevante para gestores y políticos forestales. Además de proveer información importante relacionada con la calidad del fuste, este protocolo registra presencia y daños de cuatro organismos patógenos (procesionaria del pino, chancro resinoso, gorgojo del eucalipto y *Mycosphaerella* spp.) que causan importantes pérdidas en masas forestales productivas. En el caso de los eucaliptares este protocolo permite además determinar la forma fundamental de masa, así como el estado de desarrollo de las cepas a nivel nacional.

La aplicación de este protocolo en el IFN4 de Burgos refleja que 76 % de los pies evaluados de pino silvestre presentan la mejor calidad. En cuanto a la presencia de organismos patógenos en los eucaliptares de la cornisa cantábrica, se observa como el gorgojo del eucalipto se extiende por todas las provincias muestreadas, siendo mayor su presencia y sus



daños en La Coruña. Los daños por *Mycosphaerella* spp., no están tan extendidos y son menores, mostrando una mayor relevancia en La Coruña, Lugo y Pontevedra.

Actualmente se está trabajando para depurar la metodología de asignación de categorías de calidad del fuste, particularizando para cada una de las diferentes especies productivas seleccionadas en cada comunidad autónoma y considerando más variables. El siguiente paso será establecer el método para estimar los potenciales productos de la madera de dichas especies. Además, técnicas de teledetección como el LiDAR o la fotogrametría, que permiten estimar la anchura de copa y el crecimiento en

altura de los árboles, así como otras herramientas como el láser 3D o ForeStereo, o metodologías de medida no destructiva (por ejemplo resistógrafo, sistemas acústicos o NIR), pueden complementar los datos registrados en este protocolo y así proporcionar más estimaciones de la calidad de madera de nuestros montes.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo quieren mostrar su agradecimiento a los equipos de campo de Tragsatec y a todas las personas involucradas en este proceso, así como a Esther Merlo (Madera Plus Calidad Forestal, S. L.) y al consejo de redacción de Foresta por sus valiosas aportaciones a este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberdi I, Vallejo R, Álvarez-González JG et al. 2017. The multi-objective Spanish National Forest Inventory. *For. Syst.* 26: e045.
- Alzugaray R, Landeras E, Braña M. 2004. Evolución y situación de *Gonipterus scutellatus* Gyll. y su parásito *Anaphes nitens* Hubner en el Principado de Asturias durante los años 2001 y 2002. *Bol. San. Veg. Plagas* 30: 331–338.
- Baylon J, Vautherin P. 1991. *Classement des bois ronds resinoux*. Département Bois et Sciages. CTBA. París.
- Bosela M, Redmond J, Kučera M et al. 2016. Stem quality assessment in European National Forest Inventories: an opportunity for harmonised reporting? *Ann. For. Sci.* 73: 635–648.
- Mansilla JP, Salinero MC, Pérez R. 1995. Revisión 1994 del área de dispersión de *Gonipterus scutellatus* Gyll. en Galicia. *Bol. San. Veg. Plagas* 21: 277–280.
- McDonald E, Hubert JA. 2002. A review of the effects of silviculture on timber quality of Sitka spruce. *Forestry* 75: 107–138.
- Otero L, Aguín O, Sainz MJ et al. 2007. Incidencia y severidad de la enfermedad causada por *Mycosphaerella* spp. en eucaliptares de Galicia (NO España). *Bol. Inf. CIDEU* 4: 3–8.
- Pasalodos-Tato M, Alberdi I, Cañellas I et al. 2018. Towards assessment of cork production through National Forest Inventories. *Forestry* 91: 110–120.
- Ruano A, Zitek A, Hinterstoisser B et al. 2019. NIR hyperspectral imaging (NIR-HI) and μ XRD for determination of the transition between juvenile and mature wood of *Pinus sylvestris* L. *Holzforschung* 73: 621–627.

¹ En las masas productivas del norte peninsular el periodo decenal del IFN resultaba escaso. Por ello se realizó un muestreo a mitad de periodo en masas de *Eucalyptus*, *Pinus radiata*, *Pinus pinaster* y sus mezclas. La primera edición se llevó a cabo en 2017-2018 en Galicia, Asturias, Cantabria y País Vasco.