



2022
Lleida

27 · 1
junio · juny
juliol · juliol

Cataluña
Catalunya

8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022

ISBN 978-84-941695-6-4

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

La Red de Rodales de Referencia en España

ATAURI MEZQUIDA, J.A.¹, VAYREDA DURÁN, J.² COMAS BORONAT, L², RIVERO SULÉ, F¹, GARCÍA VENTURA, D.¹

¹ Fundación Interuniversitaria Fernando González Bernáldez.

² Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF).

Resumen

Los rodales en estado avanzado de madurez o de senescencia son etapas del ciclo silvogenético ligadas a una biodiversidad muy especializada y amenazada, y constituyen referentes muy valiosos para evaluar el estado de nuestros bosques. Sin embargo, son muy escasos en todo el mediterráneo. Mediante el proyecto LIFE RedBosques se han identificado 217 rodales, a través de una metodología común, a partir de un conjunto de variables dasométricas, de huella humana y de integridad espacial. La aplicación de un índice de naturalidad ha permitido, hasta el momento la selección de un subconjunto de 56 rodales, que forman la Red de Rodales de Referencia de ámbito nacional.

El objetivo es alcanzar una red representativa de la diversidad de hábitats forestales españoles, que sea de utilidad para los profesionales implicados en el estudio, gestión y conservación de nuestros bosques.

Se presentan en esta comunicación los resultados obtenidos hasta la fecha, con un análisis de las tipologías de hábitats prospectadas y las principales variables ligadas a la madurez forestal que los caracterizan.

Palabras clave

Bosques maduros, conservación, huella humana, estado de conservación, madurez, naturalidad, no intervención, ciclo silvogenético.

1. Introducción

Aunque el estudio de los bosques maduros comienza en EEUU en los años 80 del pasado siglo (Spies y Franklin, 1989), actualmente es objeto de atención renovada y objetivo explícito en las políticas de conservación: la Estrategia Europea de Biodiversidad 2030 menciona de forma expresa entre sus compromisos el “conferir protección estricta a una tercera parte de los espacios protegidos de la UE como mínimo, incluidos todos los bosques primarios y maduros”, mientras que la Nueva Estrategia de la UE en favor de los Bosques para 2030 menciona la necesidad de elaborar “directrices sobre la definición de bosques primarios y maduros, en particular su definición, cartografía, seguimiento y protección estricta para finales de 2021”.

Sin embargo, la definición misma de bosque maduro dista mucho de ser sencilla (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2009). En general se reconoce que los bosques primarios son aquellos que no han sido nunca objeto de intervención humana, y en principio apenas existen en la UE. Sí sería posible encontrar no obstante bosques - o al menos rodales - en los que la intervención haya sido leve o haya cesado, y los procesos de sucesión ecológica hayan permitido a estos alcanzar las fases más avanzadas del ciclo silvogenético (Buchwald, 2005).

Después de siglos de uso muy intenso, y en ocasiones de un reciente abandono, actualmente, la mayor parte de los bosques presentes en Europa (y en España) se encuentran en estadios previos a la madurez, mientras que los estadios de madurez y senescencia son muy escasos, incluso para algunos tipos de bosque se consideran inexistentes.

Este tipo de situaciones han recibido poca atención en el pasado, por lo que el conocimiento disponible a escala europea es escaso y fragmentario (Sabatini et al. 2021). En todo caso, se puede asegurar que estos relictos de mayor naturalidad representarían tan solo en torno al 2% de la superficie forestal de la UE, con el 90% concentrado en tan solo 4 países (Sabatini et al. 2018). Por su escasez, su singularidad, la biodiversidad que atesoran y su papel en la crisis climática (EUROPARC-España, 2020) los últimos rodales de bosques con escasa intervención merecen una especial atención y protección.

Pero además son un valioso elemento de comparación ya que permiten conocer cuál es la estructura y funcionamiento de los diferentes tipos de bosque en un contexto de no intervención. Por ejemplo puede aprenderse de los rodales maduros la duración de las distintas etapas del ciclo silvogenético en los distintos tipos de bosque, los cambios de composición de especies a lo largo del tiempo en ausencia de intervención, su papel en la captura y almacenamiento del carbono atmosférico y su variación con la edad, la proporción de grandes árboles necesaria para mantener poblaciones de ciertas especies de fauna y flora de interés, la cantidad de madera muerta en pie y en el suelo y el tamaño de rodal necesario para mantener poblaciones viables de fauna saproxílica, las características y cantidad de pies muertos y de madera muerta en descomposición necesarias para incrementar la biodiversidad de ciertos grupos de especies amenazadas, etc.

2. Objetivos

Bajo estas premisas el objetivo del presente trabajo es (i) definir una metodología que permita caracterizar de forma cuantitativa el grado de naturalidad forestal y aplicarla al conjunto del territorio de forma que se pueda (ii) identificar una red de rodales representativa de la diversidad de hábitats forestales españoles y (iii) mejorar el conocimiento respecto a la madurez forestal en el ámbito mediterráneo.

3. Metodología

El análisis de la naturalidad de los rodales de referencia se basa en la toma de datos en tres ámbitos diferentes: 9 indicadores de madurez, 10 de huella humana y 4 de integridad espacial. Todos ellos, menos los de integridad espacial y la continuidad temporal, se muestrean en campo mediante parcelas o en transectos con estimaciones periciales más rápidas de ejecutar y menos costosas (LIFE RedBosques 2018a; 2018b). El uso de un protocolo u otro depende de la disponibilidad logística y de la formación del personal de campo (EUROPARC-España 2020).

Este protocolo normalizado se ha aplicado por varias administraciones regionales en el conjunto de su territorio - Gobierno de Aragón, Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Junta de Castilla y León, Generalitat de Catalunya, Generalitat Valenciana, Región de Murcia - así como en algunos parques naturales a título individual. Los datos proporcionados se han organizado en una base de datos común y una herramienta que permite hacer cálculos y comparaciones entre ellos (<http://redbosques.creaf.cat/redbosques/>).

La madurez se evalúa mediante indicadores basados en atributos estructurales asociados a la edad del rodal y a la complejidad estructural del arbolado, bajo la asunción de que la estructura del arbolado se relaciona con la edad y con los procesos ecológicos -más difíciles de medir en campo- al ser resultado de los mismos. Estos son: a) número de especies arbóreas; b) área basal ; c) número de clases diamétricas ; d) número de estratos verticales ; e) número de árboles excepcionales ; f) cantidad de madera muerta medio/gruesa ; g) proporción de madera muerta medio/gruesa ; h) diversidad de dendromicrohábitats (hasta 10 grandes grupos a partir de la clasificación propuesta en Kraus et al. 2016) y; i) fases silvogenéticas presentes en el rodal (siguiendo la propuesta de Bioma Forestal 2016 a partir de Begehold, Rzanny y Flade 2015).

El ámbito de la huella humana se evalúa en base a las evidencias y señales de las actividades humanas detectadas en el conjunto del rodal. Cuanto más reciente e intensa más alejado estará de su estado natural (Rossi y Vallauri 2013; Gilg 2005; Mansourian et al. 2013; Vallauri et al. 2009). Para cada evidencia de huella se asigna un valor de acuerdo con la intensidad de la actividad (LIFE RedBosques 2018a). Se diferencian los indicadores de actividades antiguas (anteriores al año 1957) y recientes. Los indicadores son: j) continuidad temporal del bosque ; k) usos agropastorales antiguos ; l) usos forestales antiguos ; m) usos forestales recientes ; n) abundancia de especies exóticas ; o) causas de fragmentación forestal ; p) señales de actividad cinegética ; q) señales de herbivoría y/o ramoneo ; r) frecuentación , según la proximidad a vías; y s) durabilidad de los usos , en función del grado de protección legal.

La integridad espacial permite evaluar la capacidad de perpetuar en el espacio todos los procesos ecológicos propios de la dinámica de un bosque maduro y toda la biodiversidad asociada (Kapos, Lysenko y Lesslie 2002). Se evalúa con herramientas SIG a partir de la digitalización de los límites del rodal y análisis con la cartografía temática correspondiente. Los indicadores son: t) tamaño del rodal; u) continuidad de la mancha forestal ; v) densidad de bosque en un radio de 5 km; y w) distancia a grandes superficies forestales arboladas .

La evaluación de la naturalidad de cada rodal se basa en la estandarización de todos los indicadores en valores del 0 al 10 (Figura 1) con distintos umbrales en función del hábitat para poder agruparlos, previa ponderación según su importancia relativa en relación al aspecto a evaluar, en criterios y finalmente en los 3 ámbitos antes referidos (EUROPARC-España 2020).

Dado que lo que se pretende es la evaluación de la naturalidad para la identificación de rodales de referencia, los umbrales son valores exigentes de forma que el resultado de la evaluación sea sensible a la identificación de los mejores rodales. Estos umbrales se han determinado en base a la exploración de los datos del Tercer Inventario Forestal Nacional (Villanueva 2005) y del criterio experto del Grupo de Trabajo de Conservación de Bosques de Europarc-España en el marco del proyecto LIFE-RedBosques. Los valores estandarizados, los umbrales y las ponderaciones se pueden encontrar en la publicación técnica de la herramienta web de valoración de rodales de referencia (EUROPARC-España 2020).

Para los indicadores del ámbito de la huella humana, el valor se asigna directamente en función del impacto asignado al uso y aprovechamiento histórico detectado. Como en el caso anterior, cada uno toma un valor entre 0 al 10.

Finalmente, el valor de naturalidad obtenido de cada rodal permite determinar la inclusión o no de los rodales a la Red de Rodales de Referencia. Este proceso se basa en un análisis experto del Grupo de Trabajo de Conservación de Bosques de EUROPARC-ESPAÑA teniendo en cuenta los siguientes aspectos: 1) se evalúan por regiones biogeográficas por separado (mediterránea, atlántica, pirenaica y macaronésica); 2) en una primera fase se seleccionan los rodales que pertenecen a un percentil superior del valor global de naturalidad, considerando el conjunto de los tres ámbitos; 3) puede haber más de un rodal de referencia por cada tipo de bosque; 4) para algunos hábitats, puede no haber rodales de elevada naturalidad, en estos casos el rodal de referencia será el de mayor puntuación disponible; 5) aun así para algunos hábitats puede que no se hayan asignado rodales de referencia al no alcanzar un valor suficiente de naturalidad; y 6) un rodal previamente asignado como de referencia puede perder esta condición si se incorpora un nuevo rodal con un valor de naturalidad superior. Esto puede ocurrir sobre todo en el caso apuntado en el punto 4.

Para aquellos indicadores que era posible se ha utilizando el Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN3) para calcular la madurez de las parcelas de toda España y hacer comparaciones entre estas y

los rodales de referencia del mismo hábitat. Los indicadores utilizados son: a) número de especies arbóreas; b) área basal; c) número de clases diamétricas; e) número de árboles excepcionales; f) cantidad de madera muerta medio/gruesa en pie; g) proporción de madera muerta medio/gruesa en pie.

4. Resultados

El proceso de prospección de rodales ha permitido identificar hasta la actualidad un total de 217 rodales, de los que 56 han sido considerados de referencia. Su distribución espacial se muestra en la Figura 2 y pueden consultarse los detalles de cada uno, junto con los resultados globales de naturalidad en www.redbosques.eu

Como puede apreciarse en el mapa la representatividad de la red aún no está completa, faltando por prospectar el norte de la Península, Andalucía y Extremadura, así como los archipiélagos, lo que resulta en una mayor cobertura en las regiones alpina y mediterránea que en la atlántica o macaronésica.

Aunque la red no está completa, los primeros análisis de los datos muestran resultados relevantes. La superficie media de los rodales de referencia prospectados es de 32,5 ha, aunque con una gran variabilidad: el mayor rodal prospectado tiene 188 ha, mientras que el menor tiene tan sólo 2,0 ha. La mediana es de 21,5 ha.

Considerando los tipos de Hábitat de Interés Comunitario (HIC) reconocidos en la Directiva Hábitats, se han identificado rodales de referencia para 16 tipos de hábitat forestal de los 30 presentes en España. La ausencia de algunos HIC en la red se explica por la cobertura aun incompleta de la prospección (por ejemplo, se conocen rodales maduros de laurisilvas macaronésicas que aún no han sido incluidos en la red), o bien porque su escasez y su historia de uso hacen improbable que haya representantes maduros (por ejemplo, palmerales de *Phoenix canariensis*, o bosques de *Tetraclinis articulata*).

Dado que algunos tipos de bosque muy relevantes en España no se recogen en la lista de Hábitats de Interés Comunitario, resulta más útil el análisis por el tipo de especie dominante. Desde esta perspectiva los tipos de bosque mejor representados en la red son los pinares de montaña de *Pinus nigra*, *P. sylvestris* y *P. uncinata*, junto con los abetales (Figura 3). Los pinares más termófilos - *P. halepensis*, *P. pinaster*, *P. pinea* -, más sensibles a incendios, están peor representados. Algunos tipos de bosque muy extendidos, en la Península, como son las formaciones de quercíneas, registran pocos rodales de referencia.

La comparación de los valores de las variables utilizadas para caracterizar los rodales de referencia, con los obtenidos en los rodales prospectados en el Inventario Forestal Nacional (IFN3) puede considerarse una comparación con el “bosque promedio” para cada tipo de hábitat.

Como cabría esperar, los valores del índice de madurez son muy superiores en los rodales de referencia respecto a los rodales del IFN3 (Figura 4), siendo hayedos, robledales de *Quercus robur* y tejedas las formaciones que alcanzan las mayores puntuaciones. No obstante, entre las parcelas del IFN3 se detectan algunas con valores excepcionales de madurez, que sería interesante localizar y caracterizar para su eventual integración en la red de rodales de referencia.

Para todos los hábitats prospectados los rodales de referencia muestran valores muy superiores en el número de clase diamétricas, con más de 10 clases presentes en todos los tipos de hábitat, frente a las menos de 5 clases diamétricas en promedio de las parcelas IFN3 (Figura 5a). La densidad de pies excepcionales es también muy superior en los rodales de referencia (con más de 50

pies/ha en los hayedos maduros), y valores muy bajos cercanos a cero en las parcelas IFN3, aunque aquí la variabilidad es mayor con un apreciable número de parcelas con valores muy superiores a la media (Figura 5b).

El volumen de madera muerta en pie (la madera muerta en suelo no se recoge en el IFN3) muestra también diferencias muy apreciables tanto en m^3/ha como en proporción (Figura 5c y 5d). La madera muerta en pie presenta valores muy bajos en las parcelas IFN3 mientras que en los rodales de referencia se alcanzan valores muy significativos. La mayor diferencia se da en el caso de los hayedos que alcanzan $100 \text{ m}^3/\text{ha}$ en los rodales de referencia mientras que las parcelas IFN3 tienen valores promedio cercanos a cero. En el caso de abetales los valores alcanzan más de $50 \text{ m}^3/\text{ha}$.

5. Discusión

A partir de los datos disponibles, puede afirmarse que los rodales de mayor nivel de madurez en la Península Ibérica son en general de pequeño tamaño y, aunque escasos, se encuentran representados en la mayor parte del territorio prospectado, aunque de forma dispersa y en localizaciones distantes y aisladas entre sí.

No todos los hábitats tienen la misma representatividad en la red, siendo los más frecuentes los bosques de montaña en los que los procesos de recuperación son relativamente rápidos. En algunos tipos de hábitat muy frecuentes pero que han sufrido un manejo muy intenso (como los bosques de quercíneas sometidos a carboneo) los representantes de madurez son más escasos, e incluso cabe esperar que virtualmente ausentes en alguno de los tipos de hábitat más escasos.

Los primeros resultados obtenidos de los rodales de referencia, sugieren que la interrupción en el aprovechamiento de madera o leña hace décadas, da lugar a estructuras más heterogéneas, con masas irregulares, alta densidad de árboles muy grandes y grandes cantidades de madera muerta de grandes dimensiones, aspectos que se han relacionado con una alta diversidad de especies muy especializadas en este tipo de hábitats y a menudo amenazadas (Larrieu et al. 2014, EUROPARC-España 2021).

La comparación de los rodales de referencia con los datos del IFN3 muestra que, aunque haya habido un abandono progresivo de los aprovechamientos en muchos bosques, el tiempo transcurrido es claramente insuficiente como para recuperarse del impacto humano. Como consecuencia la mayoría de ellos están todavía muy lejos de alcanzar una cierta madurez. Los efectos de las perturbaciones, ya sean naturales como de origen antrópico, tienen consecuencias a muy largo plazo (décadas e incluso siglos) sobre muchos de los procesos ecológicos y traen como consecuencia una recuperación muy lenta de la biodiversidad asociada a la madurez (Trumbore et al. 2015).

Los bosques maduros se consideran más resistentes al cambio global ya que la diversidad estructural junto con la mayor biodiversidad de especies arbóreas se traduce en una mayor resistencia a las perturbaciones (Gustafsson et al. 2012). Sin embargo, si la frecuencia e intensidad de los fenómenos asociados a eventos climáticos extremos (incendios, plagas, sequía...) aumenta a medio plazo, es probable que no haya tiempo suficiente para el desarrollo de las estructuras propias de bosques maduros (Seidl et al. 2014, Thom y Seidl 2016).

6. Conclusiones

Por su gran singularidad y biodiversidad asociada, los bosques maduros tienen un valor excepcional. Sin embargo, su conocimiento es aún incompleto por lo que resulta del mayor interés la identificación de una red de rodales maduros o próximos a la madurez que sea representativa de la

variabilidad de los tipos de bosque españoles, y que pueda integrarse en las redes más amplias de ámbito europeo actualmente en desarrollo (Barredo et al. 2021).

Los principales factores de amenaza que afectan a estos rodales, y a la biodiversidad especializada que los caracteriza, tienen que ver con su extrema escasez - en especial en algunos tipos de hábitat - con su pequeño tamaño y el aislamiento entre ellos. Todo ello hace que la conservación de los rodales maduros pase por una adecuada gestión de la matriz circundante (forestal o agraria).

Además, será necesario evaluar las necesidades concretas de conservación y las herramientas de protección más adecuadas para estos rodales en un análisis caso-por-caso, así como incluir acciones para la mejora de la conectividad y criterios de conservación de la biodiversidad en el diseño de las políticas de gestión forestal.

Los rodales maduros o cercanos a la madurez constituyen un elemento fundamental en la dinámica del ecosistema forestal por lo que su presencia se puede asociar a un buen estado de conservación a escala de paisaje o región. En este sentido la metodología aportada puede ser una herramienta muy adecuada para la evaluación del estado de conservación de los hábitats de bosque incluidos en la Red Natura 2000 (Generalitat de Catalunya, 2019) o en evaluaciones del estado de conservación de la naturaleza (Brotons et al. 2020).

Finalmente, los rodales maduros pueden servir también como inspiración en los montes objeto de algún tipo de gestión (EUROPARC-España 2020), aportando referencias para una silvicultura que imite los procesos naturales y permita incrementar el valor de los montes en explotación, añadiendo a la madera otros servicios muy apreciados por la sociedad.

7. Agradecimientos

Esta presentación es el resultado del grupo de trabajo de bosques de EUROPARC-España en el contexto de los proyectos LIFE RedBosques y LIFE RedBosques_Clima y de la aportación de las administraciones públicas implicadas en la aplicación del método de identificación de rodales en sus respectivos territorios.

8. Bibliografía

BARREDO, J.I.; BRAILESCU, C.; TELLER, A.; SABATINI, F.M.; MAURI, A.; JANOUSKOVA, K- 2021- Mapping and assessment of primary and old-growth forests in Europe. Publications Office of the European Union, 42 pags. Luxembourg. doi:10.2760/797591

BEGEHOLD, H., RZANNY, M. y FLADE, M., 2015. Forest development phases as an integrating tool to describe habitat preferences of breeding birds in lowland beech forests. Journal of Ornithology, vol. 156, pp. 19–29. ISSN 00218375. DOI 10.1007/s10336-014-1095-z.

BIOMA FORESTAL, 2016. Asesoría técnica para la elaboración y aplicación de una metodología de identificación y caracterización de rodales forestales viejos en bosques maduros, aplicable a la comunidad autónoma de Aragón. Gobierno de Aragón, Informe inédito, 92 pag.

BROTONS, L.; POU, N.; HERRANDO, S.; BOTA, G.; VILLERO, D.; GARRABOU, J.; ORDÓÑEZ, J. L.; ANTON, M.; GUAL, G.; RECODER, L.; ALCARAZ, J.; PLA, M.; SAINZ DE LA MAZA, P.; PONT, S. Y PINO, J. (2020) Estado de la Naturaleza en Cataluña 2020. Departamento de Territorio y Sostenibilidad. Generalitat de Catalunya. 110 pags, Barcelona,

BUCHWALD, E. 2005. A hierarchical terminology for more or less natural forests in relation to sustainable management y biodiversity conservation. Third Expert Meeting on Harmonizing Forest-related Definitions, Rome, 11-19 January 2005 (pp.111 - 127)

EUROPARC-ESPAÑA, 2020. Red de Rodales de Referencia. Manual técnico. [en línea]. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid: Disponible en: [http://www.redbosques.eu/system/files/shared/redbosques/b7/red de rodas de referencia final.pdf](http://www.redbosques.eu/system/files/shared/redbosques/b7/red_de_rodas_de_referencia_final.pdf).

EUROPARC-España. 2020. Bosques maduros mediterráneos: características y criterios de gestión en áreas protegidas Ed. Fundación Fernando González Bernáldez. 141 pags. Madrid

GENERALITAT DE CATALUNYA. 2019. L'estat de la natura a Catalunya. Informes d'aplicació de la Directiva Ocells (art. 12) i la Directiva Hàbitats (art. 17) a Catalunya pel període 2013-2018. Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya, 28 pags. Barcelona

GILG, O., 2005. Old-growth forests; Characteristics, conservation and Monitoring. 92 pags, Montpellier.

GUSTAFSSON, L., S. C. BAKER, J. BAUHUS, W. J. BEESE, A. BRODIE, J. KOUKI, D. B. LINDENMAYER, et al. 2012. Retention forestry to maintain multifunctional forests: A world perspective. *BioScience* 62: 633-645.

KAPOS, V., LYSENKO, I. y LESSLIE, R., 2002. Assessing forest integrity and naturalness in relation to biodiversity. Forest Resources Assessment Programme Working Paper 54. 65 pags, Rome

KRAUS, D., BÜTLER, R., KRUMM, F., LACHAT, T., LARRIEU, L., MERGNER, U., PAILLET, Y., RYDVIST, T., SCHUCK, A. y WINTER, S., 2016. Catalogue of tree microhabitats - Reference field list. Integrate+ Technical Paper. European Forest Institution, 16 pags. Freiburg.

LARRIEU, L., CABANETTES, A., GONIN, P., LACHAT, T., PAILLET, Y., WINTER, S., BOUGET, C., & DECONCHAT, M. 2014. Deadwood and tree microhabitat dynamics in unharvested temperate mountain mixed forests: A life-cycle approach to biodiversity monitoring. *Forest Ecology and Management*, 334, 163-173. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.09.007>

LIFE REDBOSQUES, 2018a. Manual de campo para la identificación de rodales de referencia. Fase II: caracterización mediante parcelas. [en línea]. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.

LIFE REDBOSQUES, 2018b. Manual de campo para la identificación de rodales de referencia Fase II: Identificación pericial mediante transecto. [en línea]. Ed. Fundación Fernando González Bernáldez, Madrid.

MANSOURIAN, S., ROSSI, M., VALLAURI, D. y FORESTS, A., 2013. *Ancient Forests in the Northern Mediterranean: Neglected High Conservation Value Areas*. [en línea]. WWF France, Marseille: Disponible en: http://www.foretsanciennes.fr/wp-content/uploads/Rapport_Ancient_Forests_29mars.pdf.

ROSSI, M. y VALLAURI, D., 2013. Évaluer la naturalité. Guide pratique version 1.2. WWF France, 154 pags. Marseille.

SABATINI, F.M., BLUHM, H., KUN, Z. et al. 2021. European primary forest database v2.0. *Sci Data* 8, 220. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00988-7>

SABATINI, F.M., et al. 2018. Where are Europe's last primary forests? Diversity and Distributions. 24:1426-1439

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. 2009. Connecting Biodiversity and Climate Change Mitigation and Adaptation: Report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change., CBD Technical Series No. 41, 126 pages. Montreal.

SEIDL, R., M. J. SCHELHAAS, W. RAMMER, y P. J. VERKERK. 2014. "Increasing Forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage." Nature Climate Change 4: 806–810.

SPIES, T.A.; FRANKLIN, J.F. 1989. Gap Characteristics and Vegetation Response in Coniferous Forests of the Pacific Northwest. Ecology, 70 (3): 543-545 <https://doi.org/10.2307/1940198>.

THOM, D. y R. SEIDL. 2016. "Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests." Biological Reviews 91: 760–781.

TRUMBORE, S., BRANDO, P., & HARTMANN, H. (2015). Forest health and global change. Science, 349(6250), 814–818. <https://doi.org/10.1126/science.aac6759>

VALLAURI, D., LORBER, D., PETERS, P. y PIMENTA, R., 2009. Contribution à l'analyse des forêts anciennes de Méditerranée. 2. Critères et indicateurs d'empreinte humaine. WWF France 62 pags, Marseille

VILLANUEVA, J.A., 2005. Tercer Inventario Forestal Nacional (1997–2007). Ed. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/ifn3.aspx>

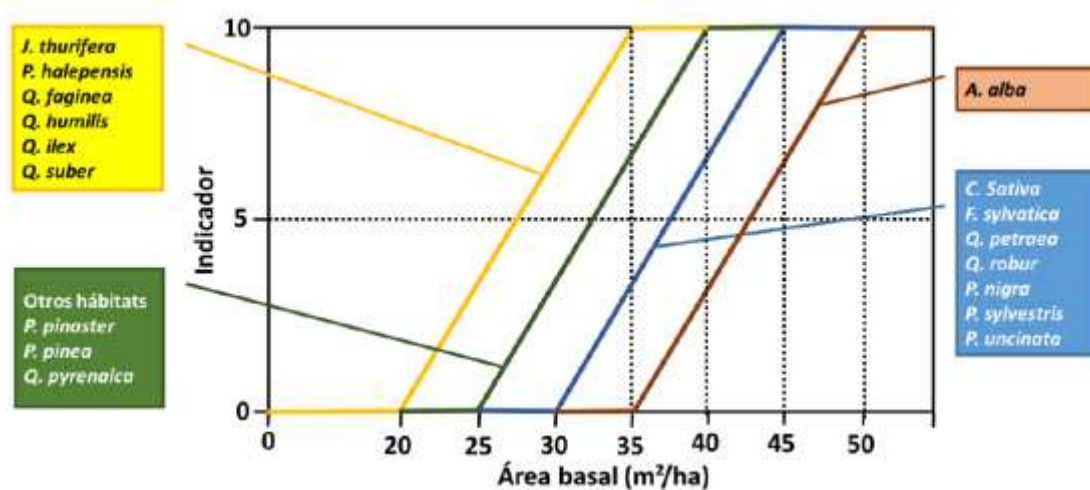


Figura 1. Ejemplo de la asignación del valor del indicador "Área basal" en función de distintos umbrales según hábitat.

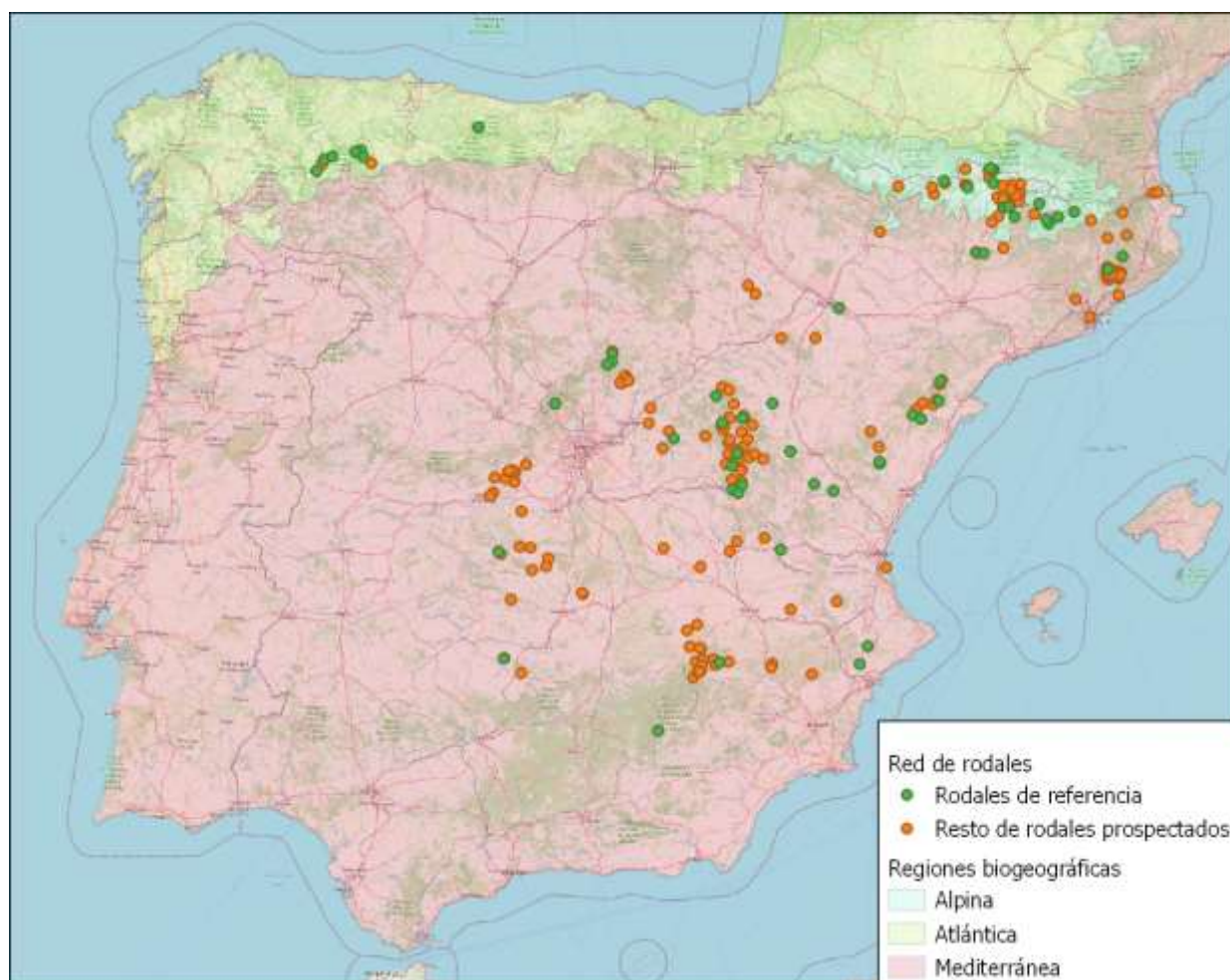


Figura 2. Distribución espacial de los rodales prospectados y los rodales seleccionados como referencia. Fuente: www.redbosques.eu,

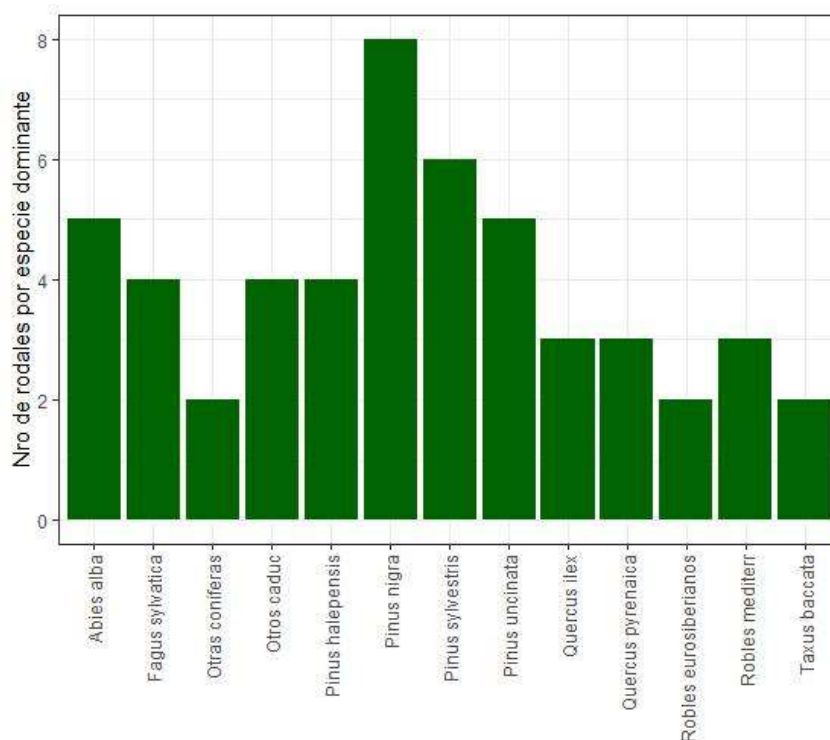


Figura 3. Número de rodales de referencia caracterizados para cada uno de los tipos de bosque según la clasificación del Inventario Forestal Nacional (IFN3)

(Robles mediterráneos= *Quercus cerrioides*, *Quercus faginea*, *Quercus humilis*; Robles eurosiberianos= *Quercus petrae*, *Quercus robur*; Otros caduc= *Acer monspessulanum*, *Acer opalus*, *Alnus glutinosa*, *Castanea sativa*, *Betula péndula*, *Betula pubescens*, *Salix sp.*, *Fraxinus angustifolia*, *Populus alba*, *Populus nigra*; Otras coníferas= *Pinus pinaster*, *Pinus pinea*, *Juniperus oxycedrus*).

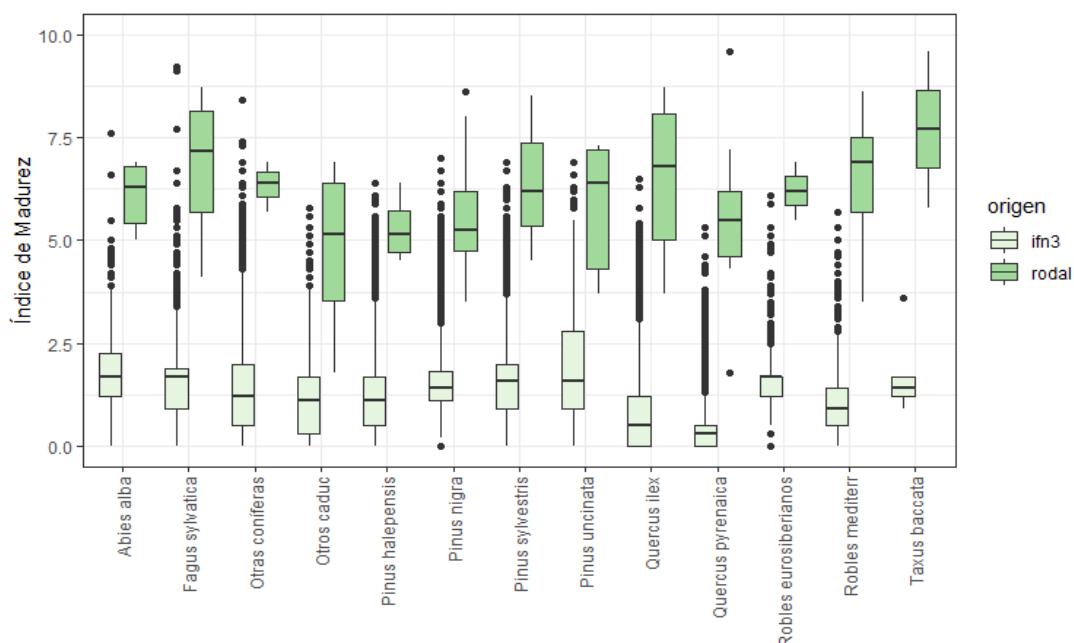


Figura 4. Valores medios y dispersión de los datos para el índice de madurez, aplicado a rodales de referencia (verde oscuro) y a las parcelas del IFN3 (verde claro), para cada uno de los tipos de bosque.

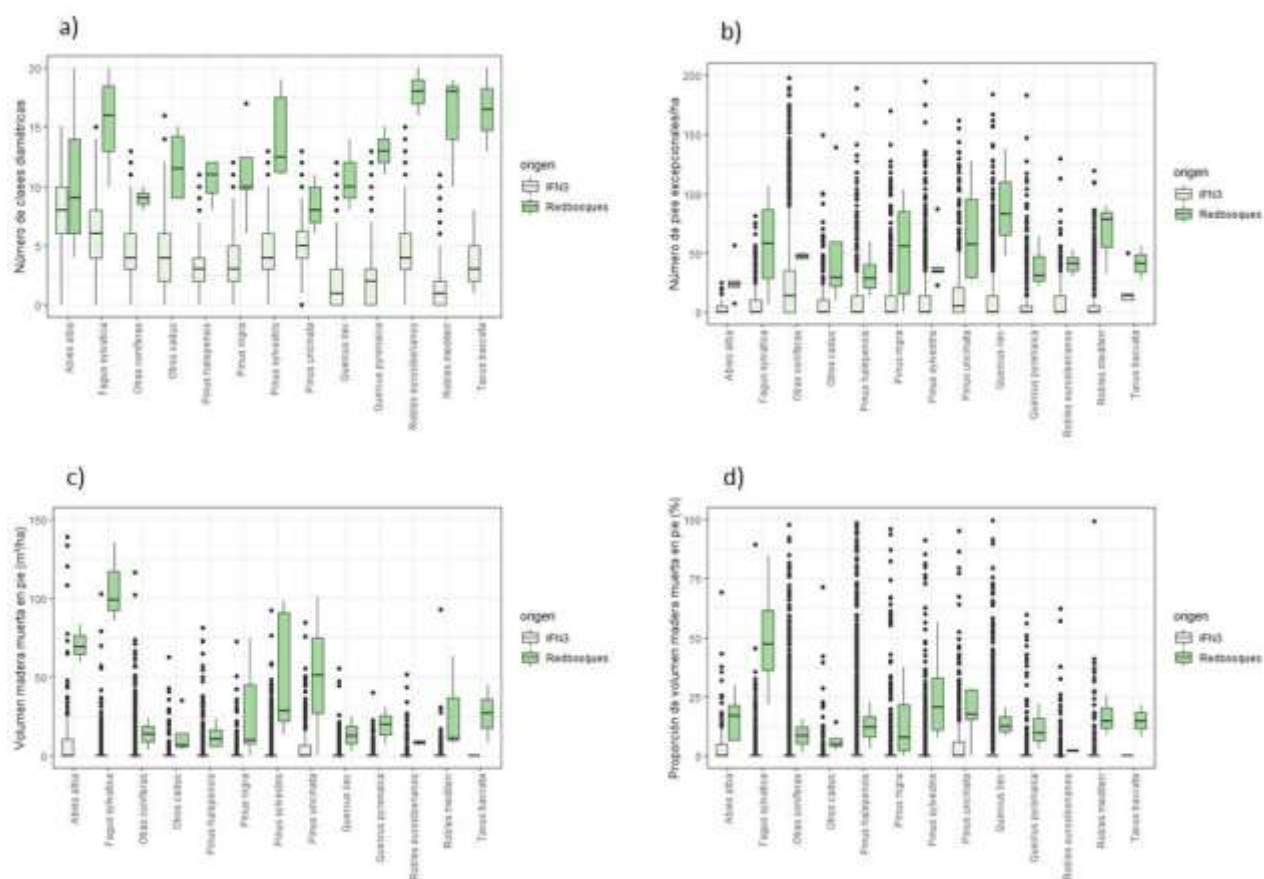


Figura 5. Valores medios y dispersión de los datos para las variables a) Número de Clases Diamétricas, b) Densidad de Árboles Excepcionales(pies/ha), c) Cantidad de Madera Muerta en Pie (m^3/ha) y d) Proporción de Madera Muerta en Pie (%), aplicadas a rodales de referencia y a las parcelas del IFN3, para cada uno de los tipos de bosque.