



2025 | **16-20**
GIJÓN | **JUNIO**

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1472

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

Organiza





¿Cómo se adapta la clasificación de bosques europeos a las formaciones forestales españolas?

YESTE-LIZÁN, P. (1), CAÑELLAS, I. (1) ADAME, P. (1) y ALBERDI, I. (1)

(1) Centro de Investigación Forestal (INIA, CSIC). Crta. De la Coruña km 7,5. 28040 Madrid.

Resumen

La propuesta de regulación de la Unión Europea para el seguimiento de bosques establece un marco obligatorio para recopilar datos forestales basado en los inventarios forestales nacionales (IFN) y los tipos de bosque europeos (EFTs). Este estudio clasifica las parcelas del Tercer y Cuarto IFN de España en 14 categorías (primer nivel) y 92 tipos (segundo nivel) de EFTs. Para ello, se desarrollaron pasarelas utilizando datos del Mapa Forestal Español (MFE), del IFN y otras fuentes espaciales. Las principales variables consideradas fueron: i) región biogeográfica, ii) piso de vegetación, iii) especies arbóreas (tipos funcionales, ocupación y área basimétrica), iv) tipo de suelo y v) régimen hídrico. Se asignaron categorías y tipos de bosque al 99,6% de las parcelas y 38% de polígonos, analizando la distribución de los EFTs en España, su relación con las formaciones forestales del MFE y su variación entre ciclos. El estudio identificó dificultades en la asignación precisa de algunos EFTs y limitaciones para reflejar la diversidad forestal española, destacando la unión de bosques mediterráneos y macaronésicos, así como la definición de masas mixtas. Estos resultados son esenciales para cumplir con los requisitos de monitoreo forestal europeo y mejorar la gestión sostenible de los bosques en España.

Palabras clave

Inventario forestal nacional, Mapa forestal español, seguimiento de los bosques, tipos de bosques .

Introducción

Las masas forestales mundiales cubren unos 4.060 millones de hectáreas, es decir, el 31% de la superficie terrestre (FAO, 2020). Estas, desempeñan un papel fundamental en las sociedades, aportando servicios fundamentales para el bienestar humano. Ejemplos de ello son la provisión de recursos forestales, la regulación del ciclo hidrológico o el control de la erosión (BROCKERHOFF et al., 2017), además del papel esencial en la dinámica global del carbono. En España, los espacios forestales ocupan una superficie de 18.4 Mha (36.9% de la superficie continental), y se prevé un incremento de 4 Mha adicionales para 2032 (FOREST EUROPE, 2015).

Desde la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río de Janeiro, 1992), se han iniciado distintos procesos regionales para desarrollar y aplicar criterios e indicadores de Gestión Forestal Sostenible (GFS) a escala global. Este concepto es incorporado durante la Segunda Conferencia Mundial sobre Protección de Bosques en Europa (Helsinki, 1993), definiéndose como: “Administración y uso de los bosques y las áreas forestales de manera y en tal medida que mantengan su biodiversidad, productividad, capacidad de regeneración, vitalidad y su potencial de cumplir, ahora y en el futuro, funciones ecológicas, económicas y sociales relevantes, a escala local, nacional y global, sin causar daños a otros ecosistemas”.

En el ámbito territorial paneuropeo, la Conferencia Ministerial de Protección de Bosques en Europa (MCPFE) es el proceso de política forestal que aborda todas las



dimensiones de la GFS. Así, con objetivo de estudiar la evolución en la consecución de objetivos, se han elaborado 35 indicadores cuantitativos, para los que los países miembros tienen la obligación de reportar información periódicamente. Con estos datos, la MCPFE lleva a cabo la elaboración y publicación de informes sobre el Estado de los Bosques en Europa.

Así pues, resulta de gran importancia la existencia de sistemas de recogida exhaustiva de información forestal en los países miembros. En este sentido, los Inventarios Forestales Nacionales son la herramienta empleada a nivel nacional. Sin embargo, y como consecuencia evidente de distintos contextos históricos, políticos y ambientales, no existe una homogeneidad en las definiciones y metodologías empleadas en los Inventarios entre distintos países. Esta circunstancia, entre otras cuestiones, tiene sus implicaciones a la hora de reportar datos que se desean sean comparables entre los países europeos.

Con intención de poder ‘hablar un idioma común’ en la política forestal, el Proceso de Montreal (Montreal, 1998) inicia la implementación del concepto de tipo común de bosque, descrito como “una categoría de bosque definida por su composición y/o factores locales (localidad), de acuerdo a la categorización que cada país haga en un sistema adecuado a su situación”.

Se ha comprobado que la mayoría de países europeos disponen de sistemas de clasificación nacionales que reflejan la variedad de condiciones forestales mejor que la clasificación realizada a nivel europeo (FT). No obstante, el informe “Tipología de bosques europeos: categorías y tipos para informes y políticas de gestión forestal sostenible” (MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO, 2008) propone una clasificación homogénea cuyo ámbito de aplicación se limita al territorio forestal (según la definición de bosque de la FAO) cubierto por los países de la MCPFE, y que busca, entre otras cuestiones, mejorar la calidad de los informes sobre la GFS en Europa, especialmente los dedicados a los indicadores por tipos de bosque.

La tipología de bosques europeos presenta una clasificación jerárquica basada en 14 clases de primer nivel (categorías) y 76 clases de segundo nivel (*European Forest Types*), basada en el enfoque de “factor clave”. El nivel de categoría refleja los diferentes grupos que pueden ser identificados en el continuo de factores naturales y antropogénicos con un impacto relevante sobre el estado de los bosques europeos. Asimismo, el nivel de tipo busca representar la variedad en las comunidades forestales contenidas en una categoría, en base a su composición o características estructurales (BARBATI et al., 2007).

La propuesta incorpora, por un lado, una clave de clasificación (CC-EFT) desarrollada con diagramas de criterios, cuyo objetivo es la estratificación de las fuentes de datos. Por otro lado, incluye la nomenclatura (N-EFT) del sistema de clasificación, que permite la caracterización completa de todas las categorías y tipos (GIANNETTI et al., 2018).

Asimismo, en noviembre de 2023 se presentó en la Unión Europea la Propuesta de Ley para la Vigilancia Forestal, que se encuentra actualmente en trámite. Ésta plantea un marco en el que se mejora significativamente la vigilancia de los bosques mediante una recogida más exhaustiva y normalizada de datos por parte de los estados miembros, así como su intercambio entre estos. De esta forma, sería posible actuar más rápidamente ante las amenazas convencionales de los bosques, así como sobre aquellas más novedosas que presenta el contexto de cambio



climático actual, permitiendo mejorar la capacidad de los bosques para desempeñar sus funciones ambientales y socioeconómicas, y mejorando su resiliencia. En general, permitirá un mejor conocimiento para llevar a cabo una mejor toma de decisiones y definición de estrategias e incluso generar nuevas oportunidades económicas. Con esta propuesta, la normalización de la información forestal cobra mayor importancia dado el carácter vinculante de la ley para todos los estados miembros en caso de ser aprobada.

Objetivos

Este trabajo describe la metodología llevada a cabo para la clasificación de las parcelas del Inventario Forestal Nacional de España (IFN) y las teselas del Mapa Forestal Español (MFE) en la tipología de bosques europeos (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2008). Se busca detallar los pasos llevados a cabo, decisiones, problemas encontrados y limitaciones consideradas al aplicar esta clasificación europea a nuestros bosques.

Metodología

Datos empleados

Los datos empleados para este estudio corresponden a los datos de parcelas del Tercer IFN (IFN-3) (1997-2006) y del IFN-4 (2007 - en curso). Los datos del IFN4 utilizados incluyen todas las Comunidades Autónomas de España salvo Andalucía y Valencia.

Del MFE se han considerado las teselas del Mapa de Máxima Actualidad disponible a diciembre de 2024 (todas las comunidades autónomas a escala 1:25.000 salvo la Comunidad Valenciana y Andalucía, a escala 1:50.000).

También se han considerado las siguientes fuentes de información cartográficas:

- Mapa de Series de Vegetación de España (RIVAS MARTÍNEZ, 1987).
- *World Reference Base Soil Groups (WRB) – Most Probable – Soilgrids* (HENGL et al., 2017).
- *Water and Wetness Status 2018* (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2020).

Parcelas del IFN

Se partió de datos de área basimétrica por parcela del IFN, especie y clase diamétrica. Estos datos a su vez incluían el código de formación arbolada asignado a cada parcela. En primer lugar, se llevó a cabo el filtrado (excluyendo todas las clases diamétricas inferiores a 7,5 cm) y se estimó el área basimétrica de los pies mayores de cada una de las especies forestales incluidas en el listado de referencia del Cuarto Inventario Forestal Nacional, resultando así en un registro por parcela y especie. Sobre estos datos, se calculó el porcentaje de área basimétrica total de la parcela ocupado por cada especie. El resultado se filtró manteniendo únicamente los registros con los valores mayores de tres especies por parcela, y calculando de nuevo un porcentaje ‘corregido’ de área basimétrica sobre el total de tres especies máximo por parcela.

Posteriormente, se combinó el conjunto de datos con información procedente del IFN, añadiendo variables como: código de formación de la tesela, fracción de cabida cubierta arbolada de la parcela, región biogeográfica, sustrato e identificación de la tesela del MFE en el que está contenida la parcela. Además, se añadió información adicional de las especies arbóreas: su nombre científico, así como características relevantes en la clasificación (autóctona/alóctona, frondosa/conífera, caducifolia/perennifolia). Además, se añadieron los datos de coordenadas actualizadas para las parcelas, con el objetivo de poder tomar datos de fuentes de información espacial de carácter ecológico.



Por último, se llevó a cabo el cálculo de dominancias basado en el porcentaje de área basimétrica cubierto por cada especie (alóctona/autóctona, conífera/frondosa, perennifolia/caducifolia). Para cada parcela, se consideró una característica como dominante si superaba el 70% del área basimétrica total, respecto a la característica alternativa. En caso de no superarse dicho umbral, la parcela se marcó como ‘mixta’. El resultado de este cálculo sirvió para incluir cada parcela en una de las siguientes categorías:

1. Autóctona
 - a. Conífera
 - b. Frondosa caducifolia-marcescente
 - c. Frondosa perennifolia
2. Alóctona

Teselas del MFE

Estos datos se dividieron en dos subconjuntos:

- a) Registros con código de formación arbolada distinto de cero.
- b) Registros con código de formación igual a cero o sin ningún tipo de información sobre especies.

Los datos de teselas no presentan información sobre área basimétrica por especie y en su lugar, se utilizó la variable de ocupación relativa, que fue recalculada dado que algunos registros fueron excluidos al aportar información sobre especies no forestales o no consideradas arbóreas.

Posteriormente, se llevó a cabo el cálculo de dominancias, en este caso basado en la variable de ocupación relativa, pero con el mismo método que en las parcelas del IFN, clasificando también las teselas en las categorías indicadas anteriormente.

Cruce con información ecológica espacialmente explícita

Tanto las teselas del MFE como las parcelas del IFN fueron cruzadas con capas de información espacial, con objetivo de ampliar la información contenida en estos conjuntos de datos. Sobre todas las capas de trabajo se llevaron a cabo las operaciones:

- Definición y recorte de la capa de información al área de estudio.
- Vectorización de las capas (en caso de presentar formato ráster).
- Corrección de geometrías.
- Reproyección de todas las coordenadas a ETRS89 / UTM Zona 30N (EPSG:25830).

Las variables consideradas fueron:

- Piso de vegetación.
- Tipo de suelo según la clasificación WRB, que posteriormente fue reclasificado en dos categorías (**Tabla 1**) (HENGL et al., 2017).
- Régimen hídrico (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2020). Tomando como referencia lo realizado en anteriores trabajos de clasificación sistemática (GIANNETTI et al., 2018), se utilizaron las capas ‘water’ y ‘wetness’ del producto. Sobre la capa ‘water’ se calculó un buffer de 700 m. La intersección de las parcelas con la capa ‘water’ se definió con un valor de ‘ribera’ en la variable de nueva creación denominada ‘regimen_hidrico’. Del mismo modo, la intersección con la capa ‘wet’ resultó en un valor de ‘anegado’ en dicha variable. Si ambas capas intersecaron con la parcela, se asignó el valor de ‘anegado’. Para las teselas, la casuística fue algo más compleja:
 - Si la capa ‘wetness’ ocupó más del 50% de la tesela, se consideró ‘anegado’.
 - Si la capa ‘water’ ocupó más del 50% de la tesela, se consideró

‘ribera’.

- Si las dos capas ocuparon más del 50% de la tesela, se tomó el valor que mayor área ocupaba.
- Si ocupando más del 50% de la tesela, ‘wet’ y ‘wetness’ ocupaban el mismo porcentaje del polígono, se estableció el valor en ‘anegado’.

Tabla 1. Categorías en las que se reclasificó la variable WRB procedente de Soilgrids.

Tipo (WRB)	Reclasificación
<i>Cambisols, Luvisols, Kastanozems, Calcisols, Fluvisols, Vertisols, Phaeozems, Andosols</i>	Mesofítico
<i>Acrisols, Leptosols, Podzols, Alisols, Regosols</i>	Oligotrófico

Clasificación (parcelas o teselas)

Para llevar a cabo la clasificación se siguió un enfoque múltiple jerarquizado. Como ya ha sido introducido anteriormente, la aplicación de la CC-EFT como único criterio de clasificación puede resultar insuficiente para la óptima realización de esta tarea, debido a la enorme diversidad y complejidad de las masas forestales españolas. Por ello, y con intención de llevar a cabo una clasificación sistemática, modular y con facilidad de correcciones, se combinó la aplicación de la CC-EFT junto con otras funciones clasificadoras resultado de tomar como referencia las descripciones de la nomenclatura de tipos (N-EFT). Las funciones clasificadoras incluidas fueron cinco: clave general, dominantes, mixtas, plantaciones y bosque exótico espontáneo, y excluidas. Se fueron aplicando las distintas funciones de clasificación consecutivamente, en algunos casos con sustitución de las asignaciones anteriores y en otros casos solo con asignación sobre las observaciones que en el momento de clasificar no presentaban aún ninguna asignación. En concreto, las funciones de clasificación del Grupo 1 (**Figura 1**) no se superpusieron entre ellas, es decir, la función siguiente solo se aplicó sobre las observaciones aun por clasificar. Sin embargo, las funciones de clasificación del Grupo 2 actuaron sobre todas las observaciones y en el orden dado, por lo que se aplicó la detección de plantaciones y bosque exótico espontáneo sobre todas las unidades, aun habiendo sido asignado ya un tipo, al igual que la función de detección de unidades a excluir, que sustituyó incluso a los tipos asignados por la función anterior (plantaciones).

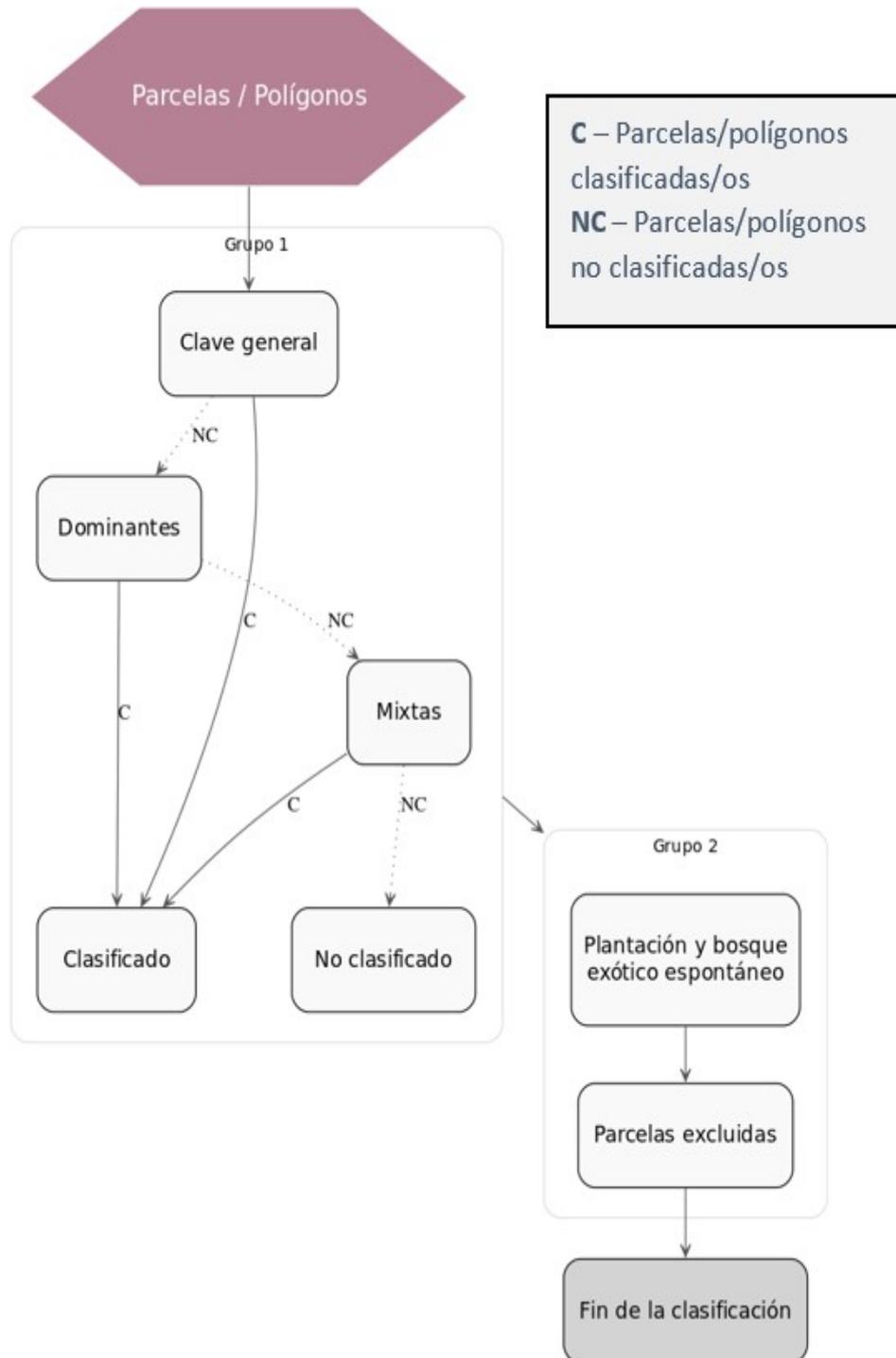


Figura 1.- Esquema o flujo de clasificación de las diferentes unidades (parcelas/teselas) a EFT. Los nodos con recuadros de color gris claro corresponden con las distintas funciones clasificadores que se detallan posteriormente. C – Parcela/Teselas clasificadas; NC – Parcelas/Teselas no clasificadas.

El proceso de clasificación se llevó a cabo empleando un proyecto desarrollado en R (R CORE TEAM, 2020).

Clave general

Corresponde con la clave de clasificación propuesta para la tipología de bosques europeos (CC-EFT). Se basa, inicialmente, en una clasificación en cuatro tipos según

la dominancia de la unidad (**Tabla 2**), lo que condiciona la subclave de clasificación aplicada a continuación (A1, A2, A3 o A4). Posteriormente, en la aplicación de las subclaves, dependiendo de cada una, se evalúan condiciones relacionadas con la región biogeográfica, el piso de vegetación, especies dominantes, tipo de suelo o régimen hídrico.

Tabla 2.- Cuatro tipos principales en los que se clasifican inicialmente las unidades siguiendo la clave general de clasificación.

Denominación	Clave aplicada
Coníferas autóctonas	A1
Fronosas caducifolias autóctonas	A2
Fronosas perennifolias autóctonas	A3
Masas mixtas autóctonas	A4

Dominantes

Toma la relación de correspondencias entre formaciones arboladas (generalmente con una especie dominante) y los EFT, desarrollada expresamente para esta función y basada en la N-EFT.

Mixtas

Hace un recorrido por las distintas formaciones mixtas (según la clasificación española de formaciones arboladas), definiendo numerosas condiciones que van clasificando las unidades en distintos EFT. Este conjunto de funciones presenta una gran complejidad, al buscar la clasificación más precisa basada en un gran espectro de condiciones.

Plantaciones y bosque exótico espontáneo

Toma información de la tabla de formaciones arboladas españolas consideradas en la categoría EFT 14 y las clasifica en los dos tipos correspondientes dependiendo de su especie dominante. Además, clasifica en el tipo 14.2 todas las unidades con dominancia de especies alóctonas.

Excluidas

Descarta de la clasificación asignando la categoría “0” a aquellas unidades que cumplen ciertas condiciones que impiden su clasificación, bien por no cumplir el mínimo de 10% de Fcc que exige la definición de la FAO de bosque, o por no contar con la suficiente información para poder definir un tipo o categoría.

Análisis de resultados

Para el análisis de la clasificación de parcelas del IFN, se representaron gráficamente los EFT asignados (nivel categoría y tipo), separando lo obtenido con los datos del IFN3 y del IFN4. Además, a nivel de parcela, se estudiaron los cambios en la clasificación de las parcelas repetidas en IFN-3 e IFN-4, identificando las diferencias entre las categorías asignadas en una misma parcela entre los dos ciclos. Para este estudio de comparación, se han considerado 35.091 parcelas. Las teselas del MFE con categorías entre la 1 y la 14 fueron representados en un mapa realizado con el software QGIS (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2024), permitiendo la identificación de sus localizaciones en el territorio nacional. Se consideró la frecuencia de teselas y área total por categoría/tipo.

Resultados

Parcelas del IFN

El trabajo permitió la clasificación del 97,5% de las parcelas del IFN en algún EFT (96,9% del IFN3 y 98,4% del IFN4), excluyendo de la clasificación un 2% de las parcelas y no logrando procesar un 0,5% del total de parcelas. Tanto el número de parcelas excluidas como no clasificadas fue mayor para los datos del Tercer Inventario (2.228 y 637, respectivamente) en comparación con el Cuarto Inventario (963 y 1, respectivamente). Sin embargo, el número de parcelas totales también difirió entre ambos ciclos de inventario, siendo de 90.892 para el Tercer Ciclo y de 57.821 para el Cuarto Ciclo.

Los resultados de la clasificación muestran que (**Figura 2**) en el territorio español se encuentran 13 de las 14 categorías de bosque definidas en la Tipología de bosques, siendo la única categoría ausente la 1 (bosque boreal). No obstante, el 60% de las parcelas se concentró en 2 de las formaciones, y el 70% en tres. En ambos inventarios, la categoría europea asignada a mayor porcentaje de parcelas con diferencia fue la 10 (bosques de coníferas de la región mediterránea, Anatolia y Macaronesia), seguida de la 9 (bosque perennifolio de frondosas) y la 14 (plantaciones y bosque exótico espontáneo). El resto de categorías estuvieron presentes y su importancia relativa varió entre inventarios. Por ejemplo, la categoría 5 (bosque caducifolio mesofítico) apareció en un mayor porcentaje de parcelas en la cuarta edición respecto a la tercera, al igual que ocurrió con la categoría 13 (bosque no ribereño de alisos, abedules o álamos) aunque hay que considerar que puede deberse a que no se incluyen en el IFN4 parcelas de la Comunidad Valenciana ni de Andalucía. Por último, cabría destacar la categoría 11 (bosque de turbera y pantano) debido a su carácter marginal, apareciendo en 3 parcelas del IFN3 y 11 del IFN4.

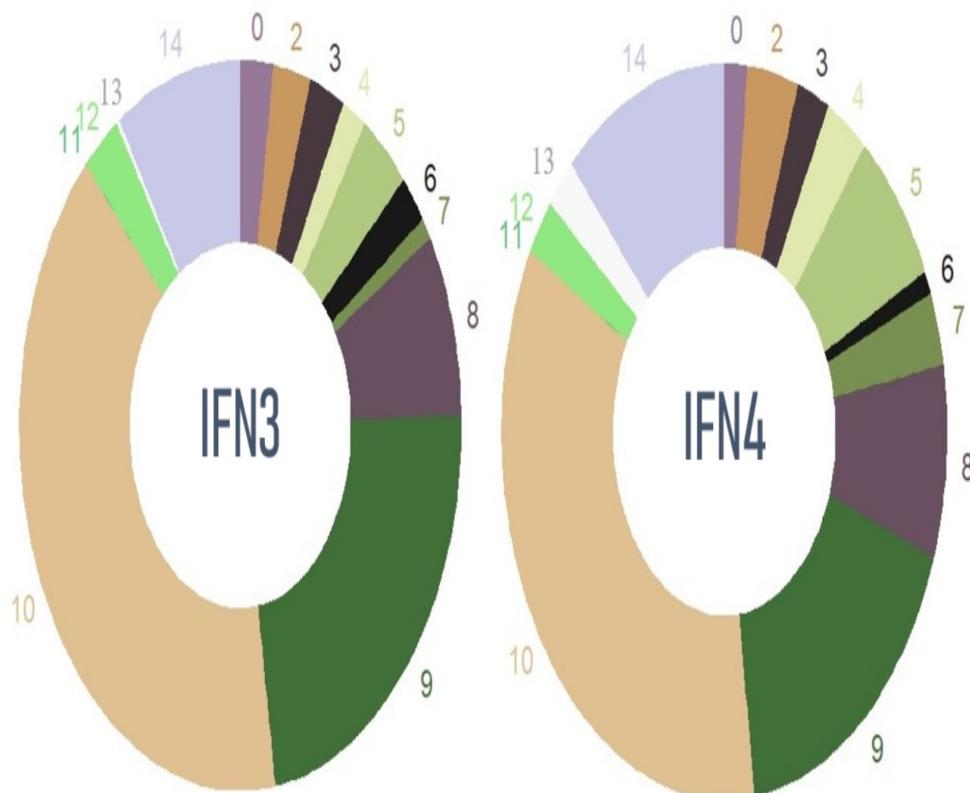


Figura 2.- Porcentaje de parcelas por categoría de clasificación para ambas ediciones



del inventario.

Si se comparan las categorías asignadas a las parcelas repetidas entre ambos ciclos, se observa que en torno al 85% de las categorías se mantienen. El porcentaje restante sufre algún tipo de cambio en la asignación (**Figura 3**), siendo el flujo más observado el de la categoría 8 a la 5, seguido particularmente del mismo flujo pero en sentido contrario. También se observa en este conjunto que hay un mayor número de parcelas clasificadas como no arboladas en el IFN3 que en el IFN4 pasan a formar parte de cualquier otra categoría (1 a 14) respecto a la tendencia contraria.

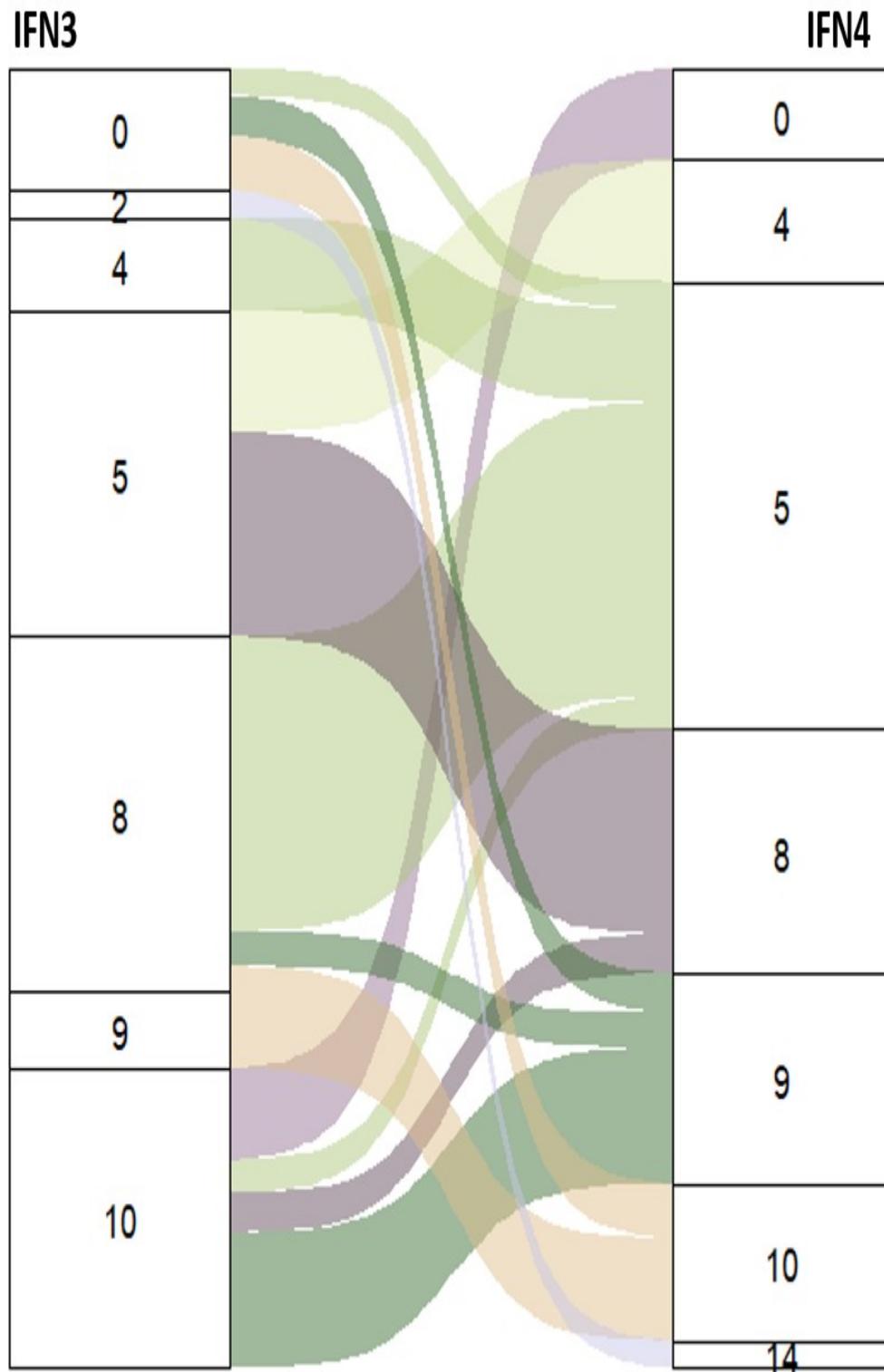


Figura 3. Representación de las principales discrepancias observadas entre las categorías asignadas entre ambos ciclos del Inventario para una misma parcela (solo para parcelas N y A1). Los números representan las categorías. La categoría 0 representa la clasificación como 'no arbolado', es decir, $Fcc < 10\%$.

En el nivel de tipo, el pinar termófilo (10.1) fue el más frecuente para ambos inventarios, seguido del encinar y alcornocal (9.1) y el tipo que incluye las plantaciones y bosque exótico espontáneo (14.2).



Teselas del MFE

Se logró asignar un EFT al 38% de los polígonos del Mapa Forestal. Al contrario, casi un 62% de la superficie cubierta por el Mapa (todo el territorio nacional) fue clasificada como no arbolada, por lo que no se asignó ningún EFT.

Poniendo el foco en los resultados de la clasificación, cabe destacar que al trabajar con el MFE se puede abordar el análisis según el número de teselas clasificadas por categoría, o según el área ocupada. En la **Figura 4** se recogen ambos resultados, observándose una distribución bastante similar en ambos. En los dos casos, las categorías mayoritarias son la 10 (bosques de coníferas de la región del Mediterráneo, Anatolia y Macaronesia), seguida de la 9 (bosque perennifolio de frondosas) y la 5 (bosque caducifolio mesofítico), observándose una mayor proporción del total ocupada cuando el enfoque observado es el del número de teselas. La representación espacial de las categorías (**Figura 5**) permite visualizar la distribución geográfica mayoritaria de cada una de las categorías.

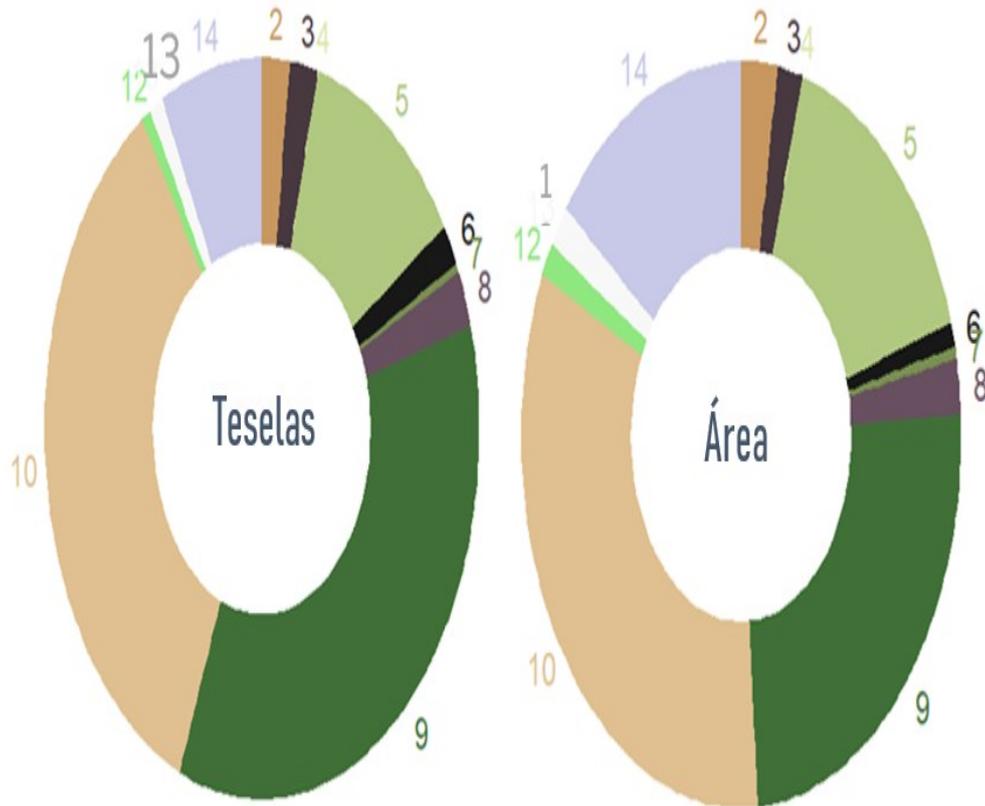


Figura4. Porcentaje de teselas (A) y de área (B) por cada categoría de clasificación.

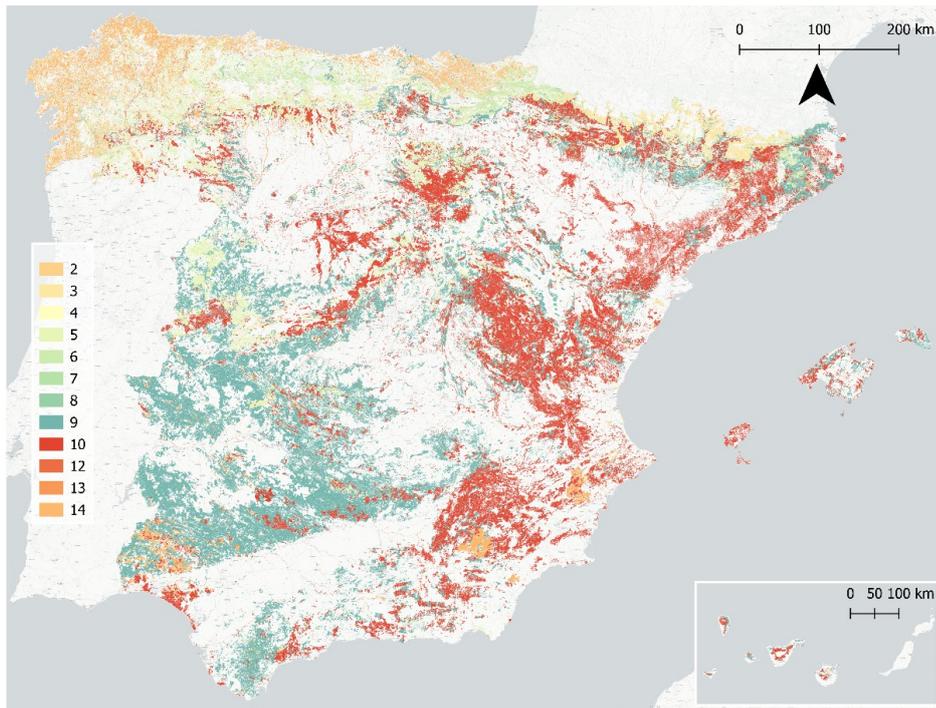


Figura 5. Representación geográfica de las categorías de EFT asignadas. Elaboración propia.

A nivel de tipo, ambos enfoques ofrecen resultados similares en cuanto a las tres clases mayoritarias, presentando el encinar y alcornocal mediterráneo (9.1) el primer lugar, seguido del pinar termófilo (10.1) y del tipo ‘otros bosques caducifolios mesofíticos’ (5.9).

Discusión

El objetivo ha sido el de desarrollar una metodología sistemática que permita establecer las pasarelas necesarias para reflejar al máximo, dentro de las limitaciones que una clasificación a gran escala puede presentar, la diversidad de los bosques españoles en el contexto europeo. Esto resulta de gran importancia dada la gran diversidad de hábitats y ecosistemas forestales presentes en España (BLANCO et al., 1998)

Como resultado del trabajo, ha sido posible clasificar prácticamente la totalidad de las parcelas del IFN y del MFE. Por un lado, en la clasificación de las parcelas del IFN se identifican 13 de las 14 categorías definidas en la tipología de bosques europeos, quedando excluida únicamente la 1 (bosque boreal), que no está presente en nuestras latitudes. Por otro lado, en la clasificación de las teselas del Mapa se identifican 12 de las 14, es decir, una categoría menos, no siendo clasificada ninguna tesela con la categoría 11 (bosques de turbera y pantano). Este estudio mejora la estimación del porcentaje de la superficie nacional según las categorías de bosque europeas, que hasta el momento solo se había realizado con las parcelas del Inventario Anual de Daños Forestales (IDF) (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2008), en el cual se presentan únicamente 8 categorías distintas, considerando que se excluyen las Islas Canarias en su desarrollo. Nuestro análisis considera la inclusión de un mayor número de parcelas, lo que también puede representar una mayor variedad de condiciones incluidas. Si bien existe una gran representación de la diversidad de categorías, la distribución de éstas resulta desigual, siendo las más frecuentes con diferencia la formación 9 (bosque perennifolio de frondosas) y 10 (bosques de coníferas de la región mediterránea,



Anatolia y Macaronesia), coincidiendo con el estudio mencionado anteriormente sobre las parcelas IDF. Por último, otra de las cuestiones a destacar es la limitada presencia de las categorías de bosques azonales (11 – bosque de turbera y pantano y 12 – bosque aluvial). Si bien se han clasificado más unidades en la categoría de bosque aluvial, ambas ocupan un papel minoritario.

Entre ambos ciclos del IFN existe un importante cambio en las categorías asignadas a las parcelas repetidas. El más frecuente es el paso de la categoría 5 (bosque caducifolio mesofítico) a la 8 (bosque caducifolio termófilo). Esto podría deberse a cambios en las características registradas de la masa. En el 15% de los casos es debido a diferentes códigos de formación asignados entre ciclos de inventario, que conduce a la asignación de categorías distintas. Aunque también se han observado disparidades en las especies registradas, lo que condiciona la clave de clasificación aplicada.

Respecto a los resultados de la clasificación por tipos, el pinar termófilo (10.1) y el encinar y alcornocal (9.1) presentan cierta dominancia en número de parcelas y área ocupada respecto a los demás tipos. Sin embargo, debe considerarse que, aunque en la clasificación de parcelas el primer lugar lo ocupa el pinar termófilo, en la clasificación de teselas es el encinar y alcornocal mediterráneo. Esta discrepancia puede deberse a varios factores, como distintas intensidades de muestreo, o que el resultado de las pasarelas puede estar condicionado en función del uso de áreas basimétricas o fracciones de cabida cubierta.

Aunque ha sido posible la clasificación de la práctica totalidad de las unidades procesadas, cabe destacar algunas posibles debilidades que se han considerado en relación con la aplicación del sistema de clasificación. Se entiende que el desarrollo de un sistema de clasificación que englobe todas las realidades de los bosques europeos es una tarea de gran complejidad, más cuando se propone en forma de diagramas de condiciones como los plasmados en la clave de clasificación. Por ello, y como ya se ha mencionado, ha resultado imprescindible el establecimiento de condiciones de clasificación alternativas que abordan la mayoría de contextos posibles. Actualmente, estamos trabajando en una clasificación automática puesto que hay parcelas o teselas en los que, o fue difícil decidir en qué clase agrupar algunas realidades, o la asignación de la clase correspondiente implicó una gran pérdida de información de la masa. Además, la aplicación de la clave de clasificación carece de una definición de masa mixta (existiendo únicamente de masa de coníferas y frondosas), en las que el límite del área basimétrica (u ocupación en caso de las teselas del MFE) es del 50%. Por ello, se decidió considerar 70%, para que fuese congruente con la definición nacional y con intención de asegurar una correcta definición de las dominancias y mezclas. Debe tenerse en cuenta que hay discrepancias en la definición de masa mixta.

En el caso de la clasificación de las teselas del MFE y dado que en el caso de España no hay posibilidad de conocer la variable de área basimétrica, se decidió emplear la ocupación para la definición de masa mixta. Por ello, los resultados podrían ser distintos, planteándonos la posibilidad de repetir este proceso con la ocupación en parcelas del IFN y comparando con los resultados empleando área basimétrica.

Pese a considerar este umbral del 70%, se ha identificado una gran infrarrepresentación de las formaciones mixtas, muy frecuentes en nuestras masas forestales, lo que ha obligado a la clasificación de algunas unidades en tipos que no describen correctamente la realidad observada y, en algunos casos, son compendios de realidades dispares que no tienen una clase con la que identificarse.

Otra categoría que debe analizarse es la 14 (plantaciones y bosque exótico



espontáneo), que reúne dos tipos distintos de formaciones: plantaciones de especies nativas (14.1) y plantaciones de especies alóctonas o bosque exótico espontáneo (14.2). En el sistema de clasificación se ha buscado diferenciar del resto de formaciones aquellas plantaciones ‘en gran medida artificiales’, según se indica, ‘establecidas mediante forestación o reforestación’, o ‘rodales espontáneos de especies exóticas’, dado que se considera ‘presentan un mayor grado de intervención humana respecto a cualquier otra categoría’ (EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, 2008). Sin embargo, esta categoría está aunando plantaciones productivas con protectoras, mezclando de nuevo en una misma categoría realidades muy distintas (BROCKERHOFF et al., 2008). Esta situación hace difícil definir cuándo una plantación protectora de especies nativas cuenta con suficiente grado de naturalidad para ser considerada en otra categoría, dado que su funcionalidad en ese supuesto podría encontrarse más cercana a la de una formación dominante y no a una plantación productiva (BARAL et al., 2016). Se considera una debilidad fuerte que la decisión de clasificación en esta categoría dependa exclusivamente del conocimiento sobre el origen de la masa y no de otro tipo de indicadores, más en el contexto de las masas forestales de España, con una larga trayectoria histórica de gestión y aprovechamientos (VADELL et al., 2022). Es especialmente destacable la unión en esta clasificación europea de los bosques de las regiones mediterránea y macaronésica. A pesar de la poca superficie relativa que representa la región macaronésica en la Unión Europea (en concreto, en torno a un 0,3% del territorio), se considera que la disparidad con la realidad de los bosques mediterráneos, así como la excepcional biodiversidad que alberga (EUROPEAN COMMISSION, 2005), es suficiente para diferenciarse en otra categoría. La flora macaronésica se caracteriza por su alta tasa de endemismos, así como por supervivencia de relictos de la flora subtropical del Terciario, con unas características climáticas particulares que han permitido la conservación de especies que no se encuentran en el entorno continental (DE BOLÒS CAPDEVILA, 1996).

Dadas las distintas debilidades observadas en la aplicación de los European Forest Types a escala de país, sería de gran interés el desarrollo de un sistema de clasificación bottom-up basado en los datos de todos los IFN europeos, teniendo en cuenta las diferencias en metodologías entre países, así como la gran variedad de condiciones ambientales (también sociales) que determinan las características de las masas forestales.

Conclusiones

El trabajo realizado ha permitido clasificar con gran éxito tanto las parcelas del IFN como las teselas del MFE, presentando unos resultados coherentes con lo esperado. Sin embargo, tanto el sistema de clasificación empleado como las clases definidas reflejan debilidades en un contexto de aplicación a escala nacional, no reflejando la diversidad nacional en el caso de España. La poca representación de las formaciones mixtas en los EFT y la agrupación de las masas mediterráneas y macaronésicas en una misma categoría son los ejemplos clave identificados, y que reflejan debilidades del sistema propuesto, así como el margen de interpretación en cuestiones como la definición de masa mixta considerada.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto *MITECO2023-AF: “Fundamentos Científicos de la Información Forestal Basados en el Inventario Forestal Nacional”*

Bibliografía



- BARAL, H.; GUARIGUATA, M. R.; KEENAN, R. J.; 2016, julio 8. A proposed framework for assessing ecosystem goods and services from planted forests. CIFOR-ICRAF. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.10.002>
- BARBATI, A.; CORONA, P.; MARCHETTI, M.; 2007. A forest typology for monitoring sustainable forest management: The case of European Forest Types. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 141(1), 93-103. <https://doi.org/10.1080/11263500601153842>
- BLANCO, B. C.; GONZÁLEZ, M. Á. C.; TENORIO, M. C.; BOMBÍN, R. E.; ANTON, M. G.; FUSTER, M. G.; MANZANEQUE, Á. G.; MANZANEQUE, F. G.; SAIZ, J. M.; JUARISTI, C. M.; OTHERS.; 1998. Los bosques ibéricos: una interpretación geobotánica. Planeta.
- BROCKERHOFF, E. G.; JACTEL, H.; PARROTTA, J. A.; QUINE, C. P.; SAYER, J.; 2008. Plantation forests and biodiversity: oxymoron or opportunity? *Biodiversity and Conservation*, 17(5), 925-951. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9380-x>
- BROCKERHOFF, E. G.; BARBARO, L.; CASTAGNEYROL, B.; FORRESTER, D. I.; GARDINER, B.; GONZÁLEZ-OLABARRIA, J. R.; LYVER, P. O.; MEURISSE, N.; OXBROUGH, A.; TAKI, H.; THOMPSON, I. D.; VAN DER PLAS, F.; JACTEL, H.; 2017. Forest biodiversity, ecosystem functioning and the provision of ecosystem services. *Biodiversity and Conservation*, 26(13), 3005-3035. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1453-2>
- DE BOLÒS CAPDEVILA, O.; 1996. Acerca de la flora macaronésica. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*, 54(1), 457-461.
- EUROPEAN COMMISSION.; 2005. Natura 2000 in the Macaronesian region. <https://biogeoprocess.net/macaronesian-region/>
- EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY.; 2020. Water and Wetness 2018 (raster 100 m), Europe, 3-yearly - version 2, Nov. 2020 [Map]. <https://sdi.eea.europa.eu/catalogue/copernicus/api/records/f6bbd22c-52e5-4e47-9b09-943415fcb52e>
- FOREST EUROPE, F. E.; 2015. State of Europe's forests 2015. Ministerial conference on the protection of forests in Europe. FOREST EUROPE liaison unit Madrid.
- GIANNETTI, F.; BARBATI, A.; MANCINI, L. D.; TRAVAGLINI, D.; BASTRUP-BIRK, A.; CANULLO, R.; NOCENTINI, S.; CHIRICI, G.; 2018. European Forest Types: toward an automated classification. *Annals of Forest Science*, 75(1), 6. <https://doi.org/10.1007/s13595-017-0674-6>
- HENGL, T.; MENDES DE JESUS, J.; HEUVELINK, G. B. M.; RUIPEREZ GONZALEZ, M.; KILIBARDA, M.; BLAGOTIĆ, A.; SHANGGUAN, W.; WRIGHT, M. N.; GENG, X.; BAUER-MARSCHALLINGER, B.; GUEVARA, M. A.; VARGAS, R.; MACMILLAN, R. A.; BATJES, N. H.; LEENAARS, J. G. B.; RIBEIRO, E.; WHEELER, I.; MANTEL, S.; KEMPEN, B.; 2017. SoilGrids250m: Global gridded soil information based on machine learning. *PLOS ONE*, 12(2), 1-40. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0169748>
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO (Ed.); 2008. Tipología de bosques europeos. Categorías y tipos para informes y políticas de gestión forestal sostenible.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM.; 2024. QGIS Geographic Information System. QGIS Association. <https://www.qgis.org>
- R CORE TEAM.; 2020. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>



RIVAS MARTÍNEZ, S.; 1987. Mapa de Series de Vegetación de España [Map].
VADELL, E.; PEMÁN, J.; VERKERK, P. J.; ERDOZAIN, M.; DE-MIGUEL, S.; 2022. Forest management practices in Spain: Understanding past trends to better face future challenges. *Forest Ecology and Management*, 524, 120526.
<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120526>