

# El Inventario Forestal Nacional español, una herramienta para el conocimiento, la gestión y la conservación de los ecosistemas forestales arbolados

I. Alberdi<sup>1</sup>, V. Sandoval<sup>2</sup>, S. Condés<sup>3</sup>, I. Cañellas<sup>1</sup>, R. Vallejo<sup>2</sup>

(1) INIA-CIFOR, Ctra. La Coruña, km 7.5, 28040 Madrid, España.

(2) Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Calle Gran Vía de san Francisco 4, Madrid 28005, España.

(3) ETSI Montes. Universidad Politécnica de Madrid. Ciudad Universitaria s/n, Madrid 28040, España.

\* Autor de correspondencia: I. Alberdi [[alberdi.iciar@inia.es](mailto:alberdi.iciar@inia.es)].

> Recibido el 13 de abril de 2016 - Aceptado el 23 de agosto de 2016

**Alberdi, I., Sandoval, V., Condés, S., Cañellas, I., Vallejo, R. 2016. El Inventario Forestal Nacional español, una herramienta para el conocimiento, la gestión y la conservación de los ecosistemas forestales arbolados. *Ecosistemas* 25(3): 88-97. Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-3.10**

Para poder realizar una toma de decisiones política acertada y realizar una gestión apropiada de los ecosistemas forestales, es necesario contar con una información robusta, conocer las tendencias actuales y ser capaces de evaluar las consecuencias de las diferentes actuaciones posibles. Los Inventarios Forestales Nacionales (IFN) son las mayores fuentes de información forestal a nivel nacional y suponen un pilar fundamental para establecer políticas forestales. Para satisfacer las demandas de información, tanto nacionales como internacionales, cada país ha diseñado su IFN con una metodología propia considerando las características particulares de sus masas forestales. En este artículo se describe la metodología y orientación del IFN español a lo largo de los diferentes ciclos en los que se ha llevado a cabo. Además, se explica cómo da respuesta a los diferentes requerimientos de información internacionales y se señalan las necesidades de armonización con otros inventarios forestales nacionales para que sus indicadores sean comparables. Finalmente, se detallan los retos que afronta y la orientación de sus líneas futuras, como son el establecimiento de bases de datos abiertas y la ampliación de la toma de datos para obtener un inventario multi-objetivo que pueda responder a todos los requerimientos de información existentes.

**Palabras clave:** Información forestal; indicador; inventario multi-objetivo; requerimientos internacionales.

**Alberdi, I., Sandoval, V., Condés, S., Cañellas, I., Vallejo, R. 2016. The Spanish National Forest Inventory, a tool for the knowledge, management and conservation of forest ecosystems. *Ecosistemas* 25(3): 88-97. Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-3.10**

It is necessary to have an accurate data base information with a strong theoretical basis, to know the trends and to be able to assess the consequences of different management actions in order to make an appropriated policy decision-making and sound management of forest ecosystems.

National Forest Inventories (NFI) are the one of the best large-scale sources of information, and therefore a relevant pillar for forest policies. To meet the demands of both national and international information needs, each country has developed a methodology considering the characteristics of their NFI designs and their forests. This paper describes the methodology and guidance of the Spanish NFI in their different cycles. Additionally the international requirement answers by it are described together with the description of the harmonization needs with other NFIs to obtain comparable indicators. Finally, challenges, future perspectives and direction possible future assessments are discussed, such as an open data source and to broad the monitored field variables (multi-objective inventory) to be able to meet information needs.

**Key words:** Forest information; indicator; multi-objective inventory; international requirements.

## Historia del Inventario Forestal Nacional español

La historia de los inventarios forestales se remonta a finales de la Edad Media, cuando el uso intensivo de los recursos forestales generó una escasez local de madera, lo que dio lugar al inicio de la planificación forestal, especialmente cerca de las ciudades y minas. Estos primeros inventarios tenían carácter local y su objetivo era conocer la superficie y volumen de las masas forestales de manera aproximada (Loetsch y Haller 1973; Gabler y Schadauer 2007). Cuando fue necesario tener una información a gran escala, y puesto que los datos de inventarios forestales regionales no eran

agregables fácilmente, se iniciaron los Inventarios Forestales Nacionales, datando los primeros del siglo XIX en Estados Unidos y en Europa. Sin embargo, no fue hasta el siglo XX cuando se establecieron IFN basados en muestreos sistemáticos y con bases estadísticas (Tomppo et al. 2010).

El Inventario Forestal Nacional (IFN) español es un proyecto de evaluación y seguimiento que proporciona un conocimiento robusto y fiable de los ecosistemas arbolados, así como de sus tendencias a lo largo del tiempo. Es el proyecto forestal que a nivel nacional tiene más relevancia debido a su larga trayectoria (más de cin-

cuenta años) y la extensa toma de datos que se realiza. La importancia que este proyecto tiene para la Administración del Estado se manifiesta en el presupuesto que se le ha ido asignando de manera continua desde el año 1986.

El IFN se desarrolla con una periodicidad decenal, siendo la provincia la unidad de diseño muestral. Hasta el momento se han completado tres ciclos de muestreo, con características algo diferentes entre sí, y en la actualidad se está realizando el cuarto ciclo de inventario (IFN4). En la [Tabla 1](#) se indican las principales características de cada uno de ellos ([Alberdi et al. 2012a](#)). El Primer Inventario Forestal Nacional (IFN1), se llevó a cabo empleando una metodología diferente a la actual, con un diseño de muestreo aleatorio con parcelas temporales. No obstante, se recabaron por primera vez datos que informaban sobre la situación de los montes de hace cincuenta años ([Fig. 1](#)). Pese a las dificultades para la comparación con inventarios posteriores ([Villanueva 1997](#)), se obtuvieron de manera fiable valores globales, así como datos unitarios en cada parcela. Además es importante destacar que en él se estableció la base de las ecuaciones de cubicación de las especies forestales que se han seguido utilizando en los ciclos posteriores.

A partir del segundo ciclo y coincidiendo con la revolución tecnológica informática se estableció una red sistemática de parcelas georreferenciadas que han sido localizadas y remedidas en cada nuevo ciclo. En la actualidad está disponible una amplia base de datos de los últimos tres ciclos, que nos muestra además de una imagen instantánea de nuestros bosques, su evolución temporal.

Un factor fundamental en la mejora del IFN fue la inclusión de los Sistemas de Información Geográfica en el IFN2. Como consecuencia el IFN se desdobló en dos subprocesos que se mantienen actualmente. Por un lado y a través de una base cartográfica digital se obtienen los datos de superficies, tanto los generales de los grandes usos de suelo (forestal, agrícola, artificial y aguas), como los específicos de las diferentes formaciones o estratos forestales (superficies forestales homogéneas) en que se clasifica la superficie arbolada. Por otro lado se obtienen, a través de la red de parcelas establecidas, los valores derivados de los datos medidos en campo. Ambos procesos, el cartográfico y el de campo, se unen a través de las formaciones o estratos para dar los resultados finales ([Vallejo y Sandoval 2013](#)).

La base cartográfica del IFN2 fue el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos (1980) que, en cada tesela o porción del territorio, identificaba las masas forestales describiendo hasta tres especies en base a la ocupación y estado de desarrollo de cada una de ellas y a la fracción de cubierta del conjunto. A partir del IFN3, se utilizó una cartografía propia redefiniendo el Mapa Forestal de España (MFE), a un modelo de datos adecuado para ser utilizado en el IFN. Así se realizó el MFE50 (mapa Forestal de España a escala 1:50.000). En la actualidad como base cartográfica del IFN4, se está realizando el MFE a escala 1:25 000 (MFE25). Este mapa, se diferencia del anterior, además de en la escala, en el tamaño de la tesela mínima que se reduce de manera generalizada para todos los usos del suelo a una hectárea (2.5 ha en el MFE50 en el uso arbolado), en la consignación de formaciones arboladas nacionales, en los modelos de combustible y en el aumento de la precisión temática en la zona desarbolada con las formaciones de matorrales ([Robla y Vallejo 2009](#)).

## Datos proporcionados por el IFN

Los objetivos del IFN han ido variando adaptándose no solo a la evolución de las nuevas tecnologías, sino también a las necesidades que en cada momento ha manifestado la sociedad, y que se concretan en la actualidad en las normas de Gestión Forestal Sostenible de los montes. Así, en el inicio del proyecto (IFN1), el objetivo principal era conocer el volumen de la madera y los crecimientos de las principales especies forestales, para apoyar el despegue económico de los años sesenta. Sin embargo, en el IFN2 se desarrolló una nueva metodología que permitió incrementar el



**Figura 1.** Utilización de Fotografías aéreas y técnicas estereoscópicas en el IFN1. Parcelas variables, con el Relascope de Bitterlich, se seleccionaban los árboles en función de su diámetro y su distancia al centro de la parcela.

**Figure 1.** Using aerial photographs and stereoscopic techniques in NF11. Angle count plots where trees were selected according to their diameter and its distance from the center of the plot.

conocimiento de los sistemas forestales. Se incluyeron parámetros sobre la calidad de los árboles, el estado sanitario de la masa y el medio físico ([MAPA 1990](#)). En el IFN3 se amplió la información obtenida con datos estadísticos del sector para cumplimentar los Criterios e Indicadores de Sostenibilidad de los Bosques de la

**Tabla 1.** Descripción de los ciclos del IFN. Derivado de Alberdi et al. (2012).**Table 1.** The national forest inventories of Spain. Derived from Alberdi et al. (2012).

Inventario	Ciclo	Estratificación	Parcelas de muestreo	Nº de parcelas
IFN-1	1965-1974	Malla variable en cada provincia, sobre fotografías aéreas	Afijación óptima. Parcelas temporales	65 000
IFN-2	1986-1996	Malla sobre el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, Escala 1:50.000	Malla UTM 1-km x 1-km. Parcelas permanentes	84 203
IFN-3	1997-2007	Malla sobre el Mapa Forestal de España, escala 1:50.000 (MFE 50)	Malla UTM 1-km x 1-km. Parcelas permanentes. Repetición de parcelas. Parcelas remedidas aprox. 85%.	95 327
IFN-4	2008-	Malla sobre el Mapa Forestal de España, escala 1:25.000 (MFE 25)	Malla UTM 1-km x 1-km. Parcelas permanentes. Repetición de parcelas.	98 000 aprox.

Conferencia Ministerial de la Protección de los Bosques en Europa y realizar la valoración de los ecosistemas forestales, la estimación de la biodiversidad forestal y los trabajos de comparación o evolución de los ecosistemas arbolados (como consecuencia de la repetición de parcelas) (DGCN 2001; Gordillo 2002; Alberdi et al. 2014). Actualmente (IFN4), las estimaciones de los productos y servicios proporcionados por el bosque, se basan en las formaciones arboladas (ecosistemas forestales), siendo destacable la consolidación de la metodología para la estimación de la biodiversidad forestal (Alberdi et al. 2012a, Vallejo y Sandoval 2013). Como consecuencia de los cambios de objetivos, tanto el diseño como la toma de datos o los protocolos de campo del IFN han ido variando a lo largo de todos sus ciclos, tratándose de un proyecto dinámico que se adapta a las necesidades y requerimientos de cada época.

En el IFN1 (MA 1965), se localizaban las parcelas utilizando fotografías aéreas del Vuelo Americano de 1957. En el trabajo de campo se anotaban datos de control y características generales de la parcela (como orientación, pendiente y altitud) así como mediciones concretas de los árboles individuales.

- De la regeneración (plantas arbóreas de diámetro normal ( $d$ ) menor de 2.5 cm) localizados en la subparcela de 8 m de radio, se contabilizaba su número agrupándolas por especie.
- De los pies menores, árboles cuyo  $d$  era menor de 17.5 cm y mayor de 2.5 cm localizados en la subparcela de 8 m de radio, se contabilizaba su número y anotando su altura total media, agrupándolos por especie y en clases diamétricas de 5 cm de amplitud.
- De los pies mayores ( $d > 17.5$  cm) seleccionados en función de su diámetro empleando Relascopio de Biterlich, se anotaba la especie, el diámetro normal, la altura total y la calidad del árbol (en cuatro categorías).

Además en el IFN1 se tomaron datos de árboles tipo. Para ello se seleccionaban en cada parcela los cuatro árboles más cercanos al centro en las direcciones Norte, Sur, Este y Oeste, cuyos diámetros normales estuviesen comprendidos entre 17.5 cm y 1 m. De éstos árboles se tomaban los siguientes datos: diámetro normal, diámetro del tocón (a 20 cm sobre el nivel del suelo), altura total, altura de fuste (excluyendo el raberón a partir de 7.5 cm), diámetro a 2.40 m de altura, diámetro a la mitad de la altura total del árbol, diámetro al final del tronco (si era distinto por alguna razón de 7.5 cm), diámetro de copa y longitud y diámetro de las ramas. Así mismo se medía el crecimiento en los últimos 5 años con la barrena de Pressler y el espesor de la corteza con la ayuda de un calibrador (MA 1965).

En el IFN2, las parcelas se localizaron en las intersecciones de la malla kilométrica de la cuadrícula UTM que coincidían con uso forestal arbolado, tratándose por primera vez de parcelas permanentes (Fig. 2). En el centro de estas parcelas se enterraba un rejón metálico posibilitando su localización en ciclos posteriores con la ayuda de un detector de metales. Los datos recolectados com-

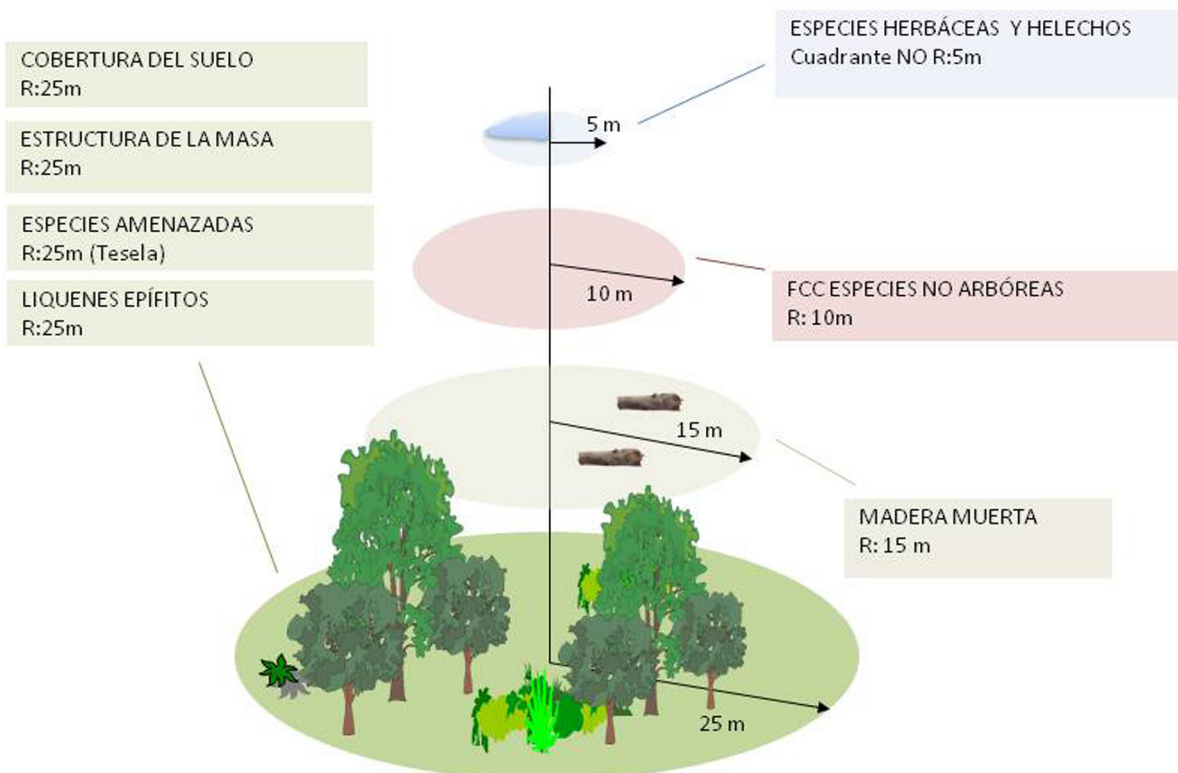
prendían aproximadamente 70 parámetros diferentes. Al igual que en el inventario anterior, se tomaron datos de control, de la masa y de los árboles individuales (MAPA 1990). En el IFN2 se incorpora el dato de la edad en las masas artificiales y en las naturales regulares coetáneas. Los árboles en este inventario se clasifican y muestrean en:

- Regenerado ( $d < 2.5$  cm) localizados en la subparcela de 5 m de radio. Se asignaba las cifras 0, 1, 2 ó 3 según su número fuese nulo, escaso (entre 1 y 4 plantas), normal (entre 5 y 15) o abundante (más de 15) por especie.
- Pies menores (aquellos árboles cuyo diámetro normal es menor de 7.5 cm y mayor de 2.5 cm), localizados en la subparcela de 5 m de radio. De éstos se contabilizaba su número agrupándolos por especie y anotando su altura total media.
- Pies mayores (árboles  $d > 7.5$  cm), seleccionados en función de su diámetro según parcelas concéntricas de 5, 10, 15 y 25 m. De éstos se anotaba su rumbo y distancia al centro de la parcela (identificando al árbol para comparaciones en posteriores ciclos), la especie, el diámetro normal, la altura total, la calidad del árbol (en seis categorías) y la forma de cubicación (clasificación en 6 formas de la forma del fuste para un mejor ajuste la ecuación de cubicación). En estos pies también se anotaban parámetros especiales en el caso de pinos resinados, alcornoques, árboles que brotan de cepa, pies inclinados y pies bifurcados.

En el IFN2 también se tomaron datos de cuatro árboles tipo. Para ello se seleccionaban los cuatro árboles en las direcciones Norte, Sur, Este y Oeste, que cumplieren las siguientes condiciones: tener diámetro normal mayor de 12.4 cm, pertenecer a las especies forestales de interés, y no pertenecer a las categorías correspondientes a la peor forma y peor calidad (categorías 6). Si no existían estos árboles se buscaban aquellos cuyo diámetro fuese mayor o igual a 7.5 cm. De éstos árboles se tomaban los siguientes datos considerando en este caso la forma de cubicación: diámetro normal, altura total, altura de fuste, altura al primer verticilo de ramas vivas, diámetro a 4 m de altura, diámetro fin de fuste, diámetro de copa. También se estimaba el crecimiento en los últimos 5 años con la barrena de Pressler y el espesor de la corteza (MAPA 1990).

En dicho inventario se tomaron por primera vez datos de matorral leñoso, anotando la fracción de cabida cubierta y altura media de una serie de especies, géneros o grupos determinados en un listado previo en la subparcela de 10 m de radio. Otros parámetros que se midieron por primera vez fueron las actuaciones selvícolas, la textura del suelo y las manifestaciones erosivas (MAPA 1990).

En el IFN3 se repitieron las parcelas del IFN2, que mantuvieron el mismo diseño, por lo que se estableció una nueva metodología para la comparación dasométrica de inventarios pudiendo identificar y conocer el desarrollo de cada árbol muestreado. Los datos inventariados se clasificaron en los siguientes bloques: i) control, itinerario de acceso y referencia e identificación, ii) clasificación de



**Figura 2.** Diseño del muestreo de las variables medidas en campo en el IFN3 para la estimación posterior de la biodiversidad forestal (Alberdi 2015).

**Figure 2.** Sampling design of the additional field measurements in the NFI3 for forest biodiversity assessment (Alberdi 2015).

la parcela, iii) estructura de edades y origen; iv) dendrometría (medición de parámetros en pies mayores y regeneración); v) matorral leñoso; vi) especies forestales arbóreas presentes; vii) suelo; viii) riesgos (erosión e incendios); ix) selvicultura; x) fisiografía de la parcela; xi) fotografía de la parcela y xii) observaciones. La remediación de parcelas permitió realizar comparaciones, añadiendo además nuevos parámetros específicos y aumentando el número de taxones identificados.

Para satisfacer las nuevas necesidades de información se diseñó una metodología que, en principio basándose en los datos del IFN3 (DGCN 2001), y a partir de 2005 con una toma de datos adicionales (Alberdi et al. 2014), permitía estimar indicadores básicos de biodiversidad forestal. Las nuevas variables tomadas en campo, junto con las ya medidas en el "inventario clásico", hicieron posible estudiar los tres componentes de la biodiversidad forestal: composición, estructura y funcionalidad (Schulze y Mooney 1994), a través de la estimación de indicadores relacionados con la naturalidad, la cobertura del suelo, la composición, la estructura de la masa (tanto horizontal como vertical), la madera muerta y la frecuencia de elementos singulares (Fig. 2).

También se desarrolló una metodología que permitió estimar la valoración económica integral basándose en datos derivados principalmente del MFE y del IFN realizándose una aproximación de los beneficios económicos que de manera global genera el monte, siendo un primer paso para dar a conocer a la sociedad los flujos económicos que realmente producen los sistemas forestales (Vallejo y Sandoval 2013). Además, se analizó la transformación histórica del paisaje en gran parte de las Comunidades autónomas como es el caso de Islas Baleares (Gil et al. 2003).

A comienzos del actual IFN4, se estableció el concepto de formaciones forestales como unidad de referencia homogénea para la estratificación de las superficies forestales arboladas provinciales y nacionales. Es importante destacar el papel que tanto el MFE como el IFN han tenido en el conocimiento de las formaciones forestales, tanto para el cálculo de existencias y caracterizar las masas, como para analizar el crecimiento y la evolución de las

masas. En el IFN4 se continuaron gran parte de las mediciones tomadas en ciclos anteriores, incluyendo la toma de datos para la estimación de la biodiversidad forestal y añadiendo datos de la edad de la masa (mediante barrenado y posterior lectura en laboratorio), de la altura de la copa y del ramoneo. Entre las numerosas mejoras se incluye la mejora en la estimación de la estructura de la masa y la toma de fotografías de cada parcela en el mismo punto que en el IFN3 lo que permite el estudio de su evolución (Fig. 3). También se está realizando un importante esfuerzo de armonización de indicadores con otros inventarios forestales europeos y se está estudiando la posibilidad de realizar nuevas mediciones relacionadas con los productos no maderables y de reducir el ciclo de 10 años a 5 años en las masas productivas del norte de España.

## Las necesidades de información forestal. Requerimientos nacionales e internacionales

Para poder realizar una toma de decisiones adecuada sobre política y gestión de los ecosistemas forestales es necesario contar con una base teórica robusta de información, conocer las tendencias y ser capaces de evaluar las consecuencias de las diferentes actuaciones (Noss 1999; Carpenter et al. 2006).

Los Inventarios Forestales Nacionales (IFN) son las mayores fuentes de información forestal a nivel nacional debido al gran número de parcelas y de variables que son muestreadas, por lo que suponen además, un pilar para establecer las políticas forestales (Alberdi et al. 2010). Para satisfacer las nuevas demandas de información tanto nacionales como internacionales, cada país ha desarrollado metodologías para las variables adicionales cuyo muestreo se adapta a las mediciones tradicionales de sus respectivos diseños de Inventario Forestal Nacional. Esto incluye, para la mayoría de los países, el desarrollo de estrategias nacionales sobre diversidad biológica. En España son destacables la Estrategia Forestal Española (MMA 2000), la Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de los Recursos Genéticos Forestales (MIMAM 2006), el Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (RD 556/2011), el



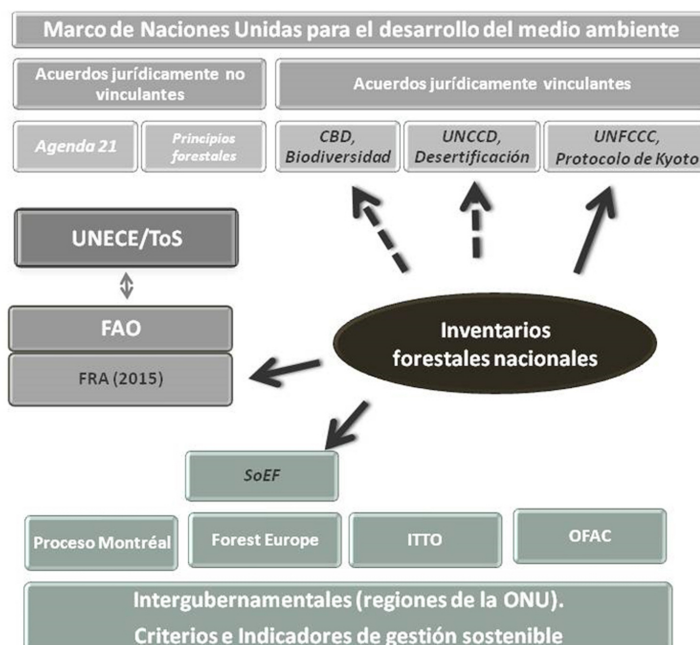
**Figura 3.** Fotografías tomadas en la misma localización de una parcela en el IFN4 (izquierda) y en el IFN3 (derecha) que nos permiten analizar la evolución de la masa forestal.

**Figure 3.** Plot photographs taken at the same location in the IFN4 (left) and IFN3 (right) allowing us to analyze the evolution of the forest.

Plan Estratégico del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (RD 1274/2011) y la Estrategia española de conservación vegetal ([http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/planes-y-estrategias/estrategia\\_ce\\_vegetal\\_2014-2020\\_tcm7-332576.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/planes-y-estrategias/estrategia_ce_vegetal_2014-2020_tcm7-332576.pdf)).

En la actualidad hay dos requerimientos internacionales principales a los que España debe responder: (i) la Evaluación Mundial de los Recursos Forestales (FRA), siendo el organismo que lo solicita la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y (ii) los Criterios e Indicadores de Gestión Sostenible, con los que se elabora el Informe sobre el estado de los bosques en Europa (SoEF) solicitado por el Proceso paneuropeo para la protección de los bosques en Europa (Forest Europe, antes Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, MCPFE). Estos requerimientos afectan a los países europeos en los que los IFN son las fuentes principales de información. Además, la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y su protocolo, el Protocolo de Kioto, (actualmente en su segundo periodo) también requieren información a los diferentes estados miembros que lo ratificaron, entre los que se encuentran los países de la Unión Europea. Es importante señalar que en el Protocolo de Kioto se debe proporcionar información sobre las actividades de uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura, siendo fundamental la información sobre la capacidad de sumidero de los bosques (proceso en el que se extrae de la atmósfera CO<sub>2</sub> y se almacena) (Fig. 4).

En la Tabla 2 se muestran los indicadores solicitados por los diferentes requerimientos internacionales cuya información puede ser



**Figura 4.** Requerimientos internacionales en los que los Inventarios forestales nacionales en Europa juegan un papel fundamental. Derivada de Vidal et al. (2016).

**Figure 4.** International requirements in which European national forest inventories play a key role. Derived from Vidal et al. (2016).

derivada de los inventarios forestales nacionales, particularizado para el Inventario Forestal Nacional de España. La fuente de información básica de los indicadores relacionados con superficies se obtiene del Mapa Forestal Español (MFE), no obstante, se reflejan en la tabla aquellos indicadores que pueden calcularse combinando información proveniente del IFN. Se puede observar (Tabla 2) que algunos de los indicadores requeridos están relacionados con la madera muerta, la sanidad forestal, los productos no maderables, etc. Lo que demuestra la necesidad creciente y continua de la ampliación de los datos inventariados en el marco del IFN.

## Retos y perspectivas del Inventario Forestal Nacional

Los diferentes requerimientos de información a los que deben dar respuesta los países, y en concreto el IFN español, son función de los objetivos y políticas tanto nacionales como internacionales, por lo que son cambiantes en el tiempo. Un ejemplo claro de esto es que actualmente no existe ni a nivel mundial, ni europeo, un acuerdo sobre cómo evaluar la gestión forestal sostenible, existiendo críticas sobre la utilidad de los criterios e indicadores seleccionados debido a problemas conceptuales, a la falta de disponibilidad de datos, a los vínculos con otros indicadores y a nuevas necesidades de información (Baycheva et al. 2013; Kenneth y MacDicken 2015). Además, la información internacional forestal derivada de la agregación de los datos de los IFN es actualmente poco consistente, por lo que es necesario trabajar en los procesos de armonización que se están llevando a cabo en Europa para que su uso en la toma de decisiones de política y gestión sea adecuado.

Debido a las crecientes solicitudes de información el IFN ha ido ampliando la toma de datos y el IFN4 se considera un inventario multi-objetivo. En este proyecto, el coste del trabajo de campo supone alrededor del 75% del total, siendo lo más costoso desplazarse al punto de muestreo, por lo que una vez localizado dicho punto se intenta rentabilizar al máximo la toma de datos. Actualmente se está evaluando la ampliación de la información relativa a los productos no madereros, que generará una información más amplia de estos subsectores. En este sentido y a partir

**Tabla 2.** Requerimientos internacionales cuya información puede ser suministrada por los Inventarios Forestales Nacionales. Se han seleccionado los indicadores que pueden ser estimados mediante el Inventario Forestal Nacional español determinando la fuente de información actual. Las fuentes de información alternativas y complementarias suelen ser el Mapa Forestal Nacional (MFE) y la Red de Daños de Nivel I (NI). Derivado de Alberdi 2015.

**Table 2.** International requirements whose information may be provided by the national forest inventories. We selected indicators that can be estimated by the Spanish National Forest Inventory determining the current source of information. The alternative and complementary sources of information are usually the Spanish National Forest Map (MFE) and Level I monitoring system (NI). Derived from Alberdi 2015.

Requerimiento	Indicador	Descripción	Ámbitos	Unidad	VARIABLES IFN	FECHAS DE INFORMACIÓN	FUENTE ACTUAL
SoEF 2015	Volumen de madera	Volumen total, de especies coníferas y frondosas	Bosque, FAWS, OWL, FOWL	mill m <sup>3</sup> cc	d, h, f, especie	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	Volumen de madera por tipo de bosque	Volumen por tipo de bosque: predominantemente de coníferas, predominante de frondosas o mixto	Bosque	mill m <sup>3</sup> cc	d, h, f	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	Volumen de madera por especie (composición)	Volumen por especie	Bosque	mill m <sup>3</sup> cc	d, h, f, especie	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	Edad de la masa y/o distribución diamétrica. Distribución de clases de edad (volumen en masas regulares)	Volumen de masas regulares en el bosque por categoría de desarrollo (regeneración, intermedia, madura, otros)	FAWS y Tipo de bosque: predominantemente de coníferas, predominante de frondosas o mixto	1000 m <sup>3</sup>	d, h, f, y estado de desarrollo	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	Edad de la masa y/o distribución diamétrica. Distribución diamétrica y área ocupada (masas irregulares)	Volumen de masas irregulares por clases diamétricas: <=20cm; 21-40cm; 41-60cm; >60cm; sin especificar	Bosque y FAWS	1000 m <sup>3</sup> cc	especie, diámetro, altura y estado de desarrollo	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	Carbono acumulado en la biomasa de especies leñosas en el bosque y OWL	Carbono acumulado en las distintas fuentes/sumideros: biomasa aérea, subterránea, madera muerta, hojarasca/mantillo; suelo	Bosque, OWL, FOWL	mill t	d, h, f, especie, MM (coef; ecs)	Cada 5 años	IFN, NI
SoEF 2015	Superficie forestal afectada por daños	Superficie afectada por daños. Especificando la superficie afectada por agentes bióticos (y de ellos si es por Insectos/enfermedad o por Ramoneo o vida silvestre), abióticos, inducidos por el hombre (gestión forestal y otros), por el fuego (el total y los inducidos por el hombre) y los que están sin especificar o son daños mixtos	Bosque, OWL, FOWL	1000 ha	Tipo daños/pie; Ramoneo	Cada 5 años	NI; o No disponible
SoEF 2015	Crecimientos y cortas	Incremento anual bruto, Incremento neto anual, mortalidad natural y cortas	FAWS	1000 m <sup>3</sup> cc	d <sub>1</sub> , h <sub>1</sub> , f <sub>1</sub> , d <sub>2</sub> , h <sub>2</sub> , f <sub>2</sub> , especie	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	Productos forestales no maderables con precio de mercado	Producción de PFNM (cosechado y comercializado), independiente por producto	FOWL	En función de la variables y en €	Especie, y otras variables	Cada 5 años	Estadística CCAA
SoEF 2015	Valor de mercado de los servicios generados por el bosque y OWL	Producción, valor y categoría de los Servicios sociales/ambientales	FOWL	En función de la variables y en €	Especie, y otras variables	Cada 5 años	No estimado actualmente
SoEF 2015	Composición arbórea. Área de bosque y OWL y tipo de bosque clasificada por el número de especies arbóreas presentes	Superficie en función del número de especies arbóreas presentes: 1, 2-3, 4-5 +6	Bosque, OWL, FOWL	mil ha	Especie	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	Regeneración. Área de regeneración en masas regulares e irregulares por tipo de regeneración	Superficie con regenerado según la forma regeneración: natural; plantación o sembrado; monte bajo	Bosque	mil ha	especie, tipo de regenerado	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	Regeneración. Área de regeneración en masas regulares e irregulares por tipo de regeneración	Superficie anual con regenerado según la forma de expansión: natural o por el hombre. Y además según el tipo de regenerado.	Bosque	mil ha	especie, tipo de regenerado (MFE)	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	Naturalidad	Superficie en función de su grado de naturalidad: primario, semi-natural, plantaciones	Bosque, OWL, FOWL	mil ha	Especie, Naturalidad	Cada 5 años	MFE

**Continuación Tabla 1.**  
**Table 1 continuation.**

Requerimiento	Indicador	Descripción	Ámbitos	Unidad	Variables IFN	Fechas de información	Fuente actual
SoEF 2015	<i>Especies exóticas. Área de bosque y OWL dominadas por especies exóticas</i>	Superficie forestal dominada por especies introducidas especificando cuanta superficie está ocupada por especies invasoras. Sin especificar especies.	Bosque, OWL, FOWL	mil ha	Especies, especies invasoras, Fcc	Cada 5 años	MFE
SoEF 2015	<i>Especies exóticas. Área de bosque y OWL dominadas por especies exóticas</i>	Superficie forestal dominada por especies exóticas en función de las especies	Bosque, OWL, FOWL	mil ha	Especies, especies invasoras, Fcc	Cada 5 años	MFE
SoEF 2015	<i>Especies invasoras. Área de bosque y OWL dominadas por especies invasoras</i>	Superficie forestal afectada por especies invasoras por especies exóticas en función de las especies	Bosque, OWL, FOWL	mil ha	Especies, especies invasoras, Fcc	Cada 5 años	MFE
SoEF 2015	<i>Madera muerta. Volumen de madera muerta en pie y caída en bosques y OWL clasificados por tipo de bosque</i>	Volumen de madera muerta total, en pie y caída	Bosque, OWL, FOWL	m <sup>3</sup> /ha	Madera muerta: d ó d <sub>1/2</sub> ; h ó l, f, especie	Cada 5 años	IFN
SoEF 2015	<i>Madera muerta. Volumen de madera muerta en pie y caída en bosques y OWL clasificados por tipo de bosque</i>	Volumen de madera muerta total, en pie y caída separada en especies de coníferas o frondosas	FOWL	m <sup>3</sup> /ha	Madera muerta: d ó d <sub>1/2</sub> ; h ó l, f,	Cada 5 años	IFN
FRA 2015	<i>Área de bosques naturales y de bosques plantados y cambio en el transcurso del tiempo</i>	Superficie en función de su grado de naturalidad: primario, Otros bosques regenerados de manera natural (de los cuales con especies introducidas), plantaciones (de los cuales con especies introducidas)	Bosque. OWL	mil ha	Especie, Naturalidad	Cada 5 años	MFE
FRA 2015	<i>Volumen de las existencias por tipo de formación</i>	Volumen total, de especies coníferas y frondosas	Bosque, OWL	mill m <sup>3</sup> cc	d, h, f, especie	Cada 5 años	IFN
FRA 2015	<i>Volumen de las existencias por especie</i>	Volumen por especie	Bosque	mill m <sup>3</sup> cc	d, h, f, especie	Cada 5 años	IFN
FRA 2015	<i>Incremento neto anual</i>	Incremento neto anual, total, coníferas y frondosas	Bosque	m <sup>3</sup> /ha-año	d <sub>1</sub> , h <sub>1</sub> , f <sub>1</sub> , d <sub>2</sub> , h <sub>2</sub> , f <sub>2</sub> , especie	Cada 5 años	IFN
FRA 2015	<i>Biomasa</i>	Biomasa en las distintas fracciones: biomasa viva (biomasa aérea y subterránea) y madera muerta	Bosque, OWL	mill t de peso seco	d, h, f, especie, Madera muerta: d ó d <sub>1/2</sub> ; h ó l, f,	Cada 5 años	IFN/NI y MFE
FRA 2015	<i>Carbono</i>	Carbono acumulado en las distintas fuentes/sumideros: biomasa aérea, subterránea, madera muerta, hojarasca/mantillo; suelo	Bosque, OWL	mill t	d, h, f, especie, Madera muerta: d (1,2), h/l, f	Cada 5 años	IFN/NI y MFE
FRA 2015	<i>Producción forestal y cambios en el tiempo.</i>	Valor comercial de los PFNM por nombre, tipo y categoría	Bosque	€	Especie, y otras variables	Cada 5 años	Estadísticas CCAA
FRA 2015	<i>Producción forestal y cambios en el tiempo</i>	Volumen de madera extraída determinando cuanto corresponde a leñas	Bosque	mill m <sup>3</sup>	d, h, f, especie,	Anual	Estadísticas CCAA
FRA 2015	<i>Área de bosque afectada por especies invasoras leñosas</i>	Superficie de bosque afectada por especies invasoras leñosas determinando además cuanto corresponde a cada especie	Bosque	mil ha	especie, Fcc	Cada 5 años	MFE
FRA 2015	<i>Área de bosque dañada</i>	Área dañada por: incendios, insectos, enfermedades y efectos climáticos severos	Total y de Bosque	mil ha	Especie, agente causante, grado de afección	Anual	Se proporciona el dato únicamente de superficie incendiada: Estadísticas de incendios
CMNUCC	<i>Existencias de biomasa aérea en bosque que permanece como bosque</i>	Se calcula para cada especie y provincia	Terreno arbolado de > 20% de Fcc	m <sup>3</sup>	d, h, f, especie,	Anual	IFN
CMNUCC	<i>Existencias de biomasa subterránea en bosque que permanece como bosque</i>	Se calcula para cada especie y provincia	Terreno arbolado de > 20% de Fcc	m <sup>3</sup>	d, h, f, especie,	Anual	IFN

**Continuación Tabla 1.**  
**Table 1 continuation.**

Requerimiento	Indicador	Descripción	Ámbitos	Unidad	Variables IFN	Fechas de información	Fuente actual
CMNUCC	<i>Existencia de Madera muerta en bosque que permanece como bosque</i>	Se calcula para cada formación arbolada	Terreno arbolado de > 20% de Fcc	m <sup>3</sup>	Madera muerta: d (1,2), h/l,f, y grados de descomposición	Anual	IFN, MFE
CMNUCC	<i>Cubierta muerta u hojarasca (Litter)</i>	Se calcula para cada formación arbórea	Terreno arbolado de > 20% de Fcc	t	Profundidad de la capa	Anual	IFN y NI
CMNUCC	<i>Existencias de biomasa aérea en bosque en transición</i>	Se calcula para cada especie y provincia	Terreno transición	m <sup>3</sup>	d, h, f, especie,	Anual	IFN
CMNUCC	<i>Existencias de biomasa subterránea en bosque en transición</i>	Se calcula para cada especie y provincia mediante un coeficiente de paso desde la biomasa aérea	Terreno transición	m <sup>3</sup>	d, h, f, especie,	Anual	IFN
CMNUCC	<i>Emisiones de incendios</i>	Se calcula para los diferentes incendios, mediante estimación de la biomasa quemada	Terreno arbolado de > 20% de Fcc	t de CO2 y de GEI	d, h, f, especie, Madera muerta: d (1,2), h/l,f	Anual	IFN y Estadísticas de Incendios Forestales
LULUCF	<i>Emisiones de quemas preventivas</i>	En zonas de quemas prescritas se calcula la emisión que produce su combustión	Terreno arbolado de > 20% de Fcc	t de CO2 y de GEI	d, h, f, especie, Madera muerta: d (1,2), h/l,f	Anual	IFN y Estadísticas de Incendios Forestales

FAWS: superficie de bosque disponible para el suministro de madera; OWL: superficie de otras tierras forestales; FOWL: superficie acumulada de bosque y OWL; cc: con corteza; d: diámetro normal; h: altura total; f: forma del fuste; d<sub>1</sub> y d<sub>2</sub>: diámetro de dos inventarios consecutivos; h<sub>1</sub> y h<sub>2</sub>: altura total de dos inventarios consecutivos; f<sub>1</sub> y f<sub>2</sub>: forma del fuste de dos inventarios consecutivos; d<sub>1/2</sub>: diámetro a la mitad de la altura; l longitud; Fcc: fracción de cabida cubierta; GEI: gases de efecto invernadero; PFNM: productos forestales no maderables. Los requerimientos internacionales: SoEF 2015 (Informe sobre el estado de los bosques en Europa); FRA 2015 (Evaluación de los Recursos Forestales), CMNUCC (Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) y LULUCF (Uso de la tierra, Cambio de uso de la tierra y Silvicultura).

FAWS: forest available for wood supply; OWL: other wooded land; FOWL: forest and OWL; cc: over bark; d: diameter at breast height; h: total height; f: stem shape; d<sub>1</sub> and d<sub>2</sub>: diameter of two consecutive inventories; h<sub>1</sub> and h<sub>2</sub>: total height of two consecutive inventories; f<sub>1</sub> and f<sub>2</sub>: stem shape from two consecutive inventories; d<sub>1/2</sub>: diameter at half height; l length; Fcc: crown cover; GHG: greenhouse gases; NWFP: Non-wood forest products. International requirements: SoEF 2015 (State of Europe's Forests); 2015 FRA (Forest Resources Assessment) and UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change)

de la Comunidad autónoma de Extremadura se tomarán muestras de corcho, con lo que se podrán estimar valores de producción y calidad del corcho. También se está analizando la posible mejora en la toma de datos relacionada con la resinación. En otros productos como el piñón y los hongos, se trabajará en la modelización de datos para la predicción de su producción.

Es importante destacar que los IFN también son una fuente de información muy utilizada en el ámbito de la investigación científica. En los últimos 10 años (desde el año 2006 hasta junio de 2016), se han publicado al menos 189 artículos que emplean los datos del IFN español (según Scopus, buscando "Inventario forestal nacional" o "inventarios forestales nacionales" y "de España" o "español" en el título, resumen o palabras clave). Siendo la temática de las revistas más común las Ciencias Biológicas y Agrícolas.

Por otra parte, el futuro de un proyecto de larga duración como el IFN depende fundamentalmente de su financiación, principal factor de continuidad. Esto implica que las autoridades sigan considerando que es apropiado continuar con la inversión necesaria para su mantenimiento. Por eso en una época de crisis como la actual se enfrenta al dilema de sacrificar la precisión de las estimaciones o aumentar la longitud del ciclo de inventario. En el IFN4 se optó por mantener la periodicidad a cuenta de la precisión (reducción del número de parcelas inventariadas en la superficie nacional), aun así, desde el año 2010 se ha ido paulatinamente dilatando el plazo de realización de los trabajos para no disminuir excesivamente dicha precisión, al tiempo que se han reducido las parcelas de campo, con un muestreo del 50% de las parcelas proyectadas en Cataluña y un 75% en Extremadura y Canarias.

Por otra parte, uno de los temas que más se han desarrollado en los últimos años son las modelizaciones de las poblaciones y en concreto de variables como las existencias y sus crecimientos. Estas modelizaciones son especialmente importantes ya que el ciclo de los IFN es de al menos diez años mientras que la mayoría de requerimientos nacionales e internacionales requieren de datos anuales o cada cinco años (Tabla 2). Si bien la modelización o ac-

tualización del MFE a una fecha fija se ha realizado en una primera aproximación con el proyecto "Foto Fija del MFE", que actualiza los grandes cambios antrópicos de los que se tienen registros administrativos (incendios, forestaciones y deforestaciones), en el IFN no se ha conseguido aún tener una información anual de las existencias a escala nacional, siendo esto unos de los objetivos de investigación que se tiene abiertos (Robla et al. 2013).

Además, la amplitud y complejidad de los datos del IFN, cada vez mayores, junto con los del MFE, hace que sea preciso acometer tanto la normalización de los datos como la adaptación de los mismos a estándares y modelos que faciliten el uso público de la información.

La utilización del MFE como base cartográfica para el diseño del IFN, es un carácter diferenciador respecto a otros países, donde no se dan valores cartográficos en sus inventarios. Este método pese a que plantea el inconveniente de que no se conoce la precisión de su estimación cartográfica, por el contrario, proporciona la ventaja de integrar todos los productos obtenidos en el IFN, en una base cartográfica digital para su análisis en un Sistema de Información Geográfica. En este sentido, en el procesado de los datos del IFN se incluyen otras cartografías, como las de la propiedad de los montes, el régimen de protección del territorio natural (básicamente figuras de Espacios Naturales Protegidos y Red Natura 2000), así como en determinados casos las capas descriptoras de la fisiografía e hidrografía.

Otro de los objetivos en el IFN4 es conseguir la integración de datos con las Redes de Daños y los de Hábitats, especialmente con la evaluación del estado de conservación de los hábitats forestales de la Red Natura 2000. De esta manera se generaría una "Red Integrada del Seguimiento del Estado de los Bosques". Esta integración es compleja debido a los diferentes ciclos temporales (en las Redes de Daños las estimaciones son anuales, en los hábitats de la Directiva son sexenales y en el IFN la periodicidad es decenal), y a la estacionalidad de las mediciones, puesto que en el IFN los muestreos se realizan a lo largo del todo el año lo que difi-



culta identificar las mediciones que necesitan ser llevadas a cabo en determinadas épocas como es el caso de las plagas forestales.

Es importante destacar el papel que juegan actualmente las nuevas tecnologías (especialmente la teledetección) en los inventarios forestales nacionales para mejorar su exactitud, siendo su uso cada vez mayor (McRoberts y Tomppo 2007). No obstante, estas no pueden sustituir los datos de campo, puesto que actualmente los datos de teledetección no posibilitan la identificación de especies (especialmente importante en bosques con más de dos especies arbóreas) y no pueden proporcionar información relacionada con temas como la sostenibilidad o la biodiversidad, para lo que se requiere información sobre variables como madera muerta, actividades selvícolas o carbono en el suelo. Además, para traducir la información que se obtiene de la teledetección en las variables forestales necesarias, hay que apoyarse obligatoriamente en datos de campo, pudiendo esta tecnología disminuir el número de parcelas en el inventario, pero no reemplazar el muestreo de campo (McRoberts y Tomppo 2007).

La disponibilidad de datos de LIDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging*) aéreo en los últimos años también está promoviendo numerosas aplicaciones en los inventarios forestales, siendo especialmente útiles en los inventarios de los planes de gestión, donde realizar vuelos LIDAR con una alta densidad de puntos puede resultar lo más rentable (Eid et al. 2004). Sin embargo, Mc Roberts et al. (2010) señalan ciertos inconvenientes tales como no detectar árboles muertos o cortados, dificultad en la identificación de especies (especialmente complejo en bosques mixtos e irregulares) o dificultad de estimar otros atributos como la regeneración arbórea, que hacen que su uso en los inventarios forestales nacionales esté actualmente analizándose. A pesar de estos inconvenientes los datos de LIDAR son de gran utilidad para la realización de otros inventarios forestales con objetivos de estimación de existencias de madera. Además, sirven en la actualidad como capa auxiliar del MFE, para discriminar vegetaciones de diferentes alturas y fracciones de cubierta. En el IFN se está probando la manera de extrapolar determinados parámetros de las parcelas sin diferenciación de especies (como el número de pies y el volumen de madera), de forma continua en todo el territorio. Por otra parte, y para facilitar el uso de los datos del IFN en vuelos LIDAR por parte de los técnicos forestales, se procederá a la georreferenciación submétrica de las parcelas de campo a partir de la Comunidad autónoma de Extremadura. Otras nuevas tecnologías que son transportadas a la parcela de muestreo como el LIDAR terrestre (Dassot et al. 2011) o el ForeStereo en España (Sánchez-González et al. 2016), están siendo objeto de estudio actualmente. Por último, se prevé que el programa de información de la tierra Copérnico (EU 2014), que cuenta con cinco satélites Sentinel, proporcione información sobre el estado de los bosques en Europa, en concreto sobre sus cambios y perturbaciones, estado sanitario y densidad de los bosques en muy cortos periodos de tiempo y con una resolución espacial de 10 m. Esta iniciativa está liderada por la Comisión Europea, en colaboración con la Agencia Espacial Europea. El potencial de los datos que generará este programa es enorme y en consecuencia, afectará probablemente en un futuro el diseño de los inventarios forestales nacionales europeos.

## Referencias

- Alberdi, I. 2015. *Metodología para la estimación de indicadores armonizados a partir de los inventarios forestales nacionales europeos con especial énfasis en la biodiversidad forestal*. Tesis de doctorado. E.T.S. I. de Montes, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España.
- Alberdi, I., Cañellas, I., Condes, S. 2014. A long-scale biodiversity monitoring methodology for Spanish national forest inventory. Application to Álava region. *Forest Systems* 23(1): 93-110.
- Alberdi, I., Condes, S. Martínez-Millán J. 2010. Review of monitoring and assessing ground vegetation biodiversity in national forest inventories. *Environmental and Monitoring Assessment* 164 (1-4): 649-676.
- Alberdi, I., Hernández, L., Barrera, M., Ruiz, S. C., Sandoval, V., Vallejo, R., Cañellas, I. 2012a. La estimación de la biodiversidad forestal en el Inventario Forestal Nacional. Aplicación en el INF-4 en Galicia. *Foresta* 54: 20-31.
- Alberdi, I., Hernández, L., Saura, S., Barrera, M., Gil, P., Condes, S., Cantero, A., Sandoval, V., Vallejo, R., Cañellas, I. 2012b. *Estimación de la biodiversidad forestal en el País Vasco. Tercer Inventario Forestal Nacional*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid, España. 441 pp
- Baycheva, T., Inhaizer, H., Lier, M., Prins, K., Wolfslehner, B. 2013. *Implementing Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management in Europe*. European Forest Institute. Disponible en: [http://www.cifsm.org/uploads/CI-SFM-Final\\_Report.pdf](http://www.cifsm.org/uploads/CI-SFM-Final_Report.pdf).
- Carpenter, S. R., De Fries, R., Dietz, T., Mooney, H. A., Polasky, S., Reid, W. V., Scholes R.J. 2006. Millennium ecosystem assessment: research needs. *Ecology* 314(5797): 257-8.
- Dassot, M., Constant, T., Fournier, M. 2011. The use of terrestrial LiDAR technology in forest science: application fields, benefits and challenges. *Annals of Forest Science* 68(5): 959-974.
- DGCN 2001. *Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2006. Galicia. A Coruña*. Dirección General De Conservación De La Naturaleza, Ministerio De Medio Ambiente. Madrid, España.
- Eid, T., Gobakken, T., Næsset E. 2004. Comparing stand inventories based on photo interpretation and laser scanning by means of cost-plus-loss analyses. *Scandinavian Journal of Forest Research* 19: 512-523.
- EU 2014. Regulation (EU) No 377/2014 of The European Parliament and of the Council of 3 April 2014 establishing the Copernicus Programme and repealing Regulation (EU) No 911/2010. *Official Journal of the European Union* No 377 of 24.4.2014, pp. 44-66.
- Gabler, K., Schadauer, K. 2007. Some approaches and designs of sample-based national forest inventories. *Austrian Journal of Forest Science* 124(2):105-133
- Gil, L., Manuel, C., Díaz-Fernández, P. 2003. *La transformación histórica del paisaje forestal en las Islas Baleares*. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid, España. 253p.
- Gordillo, E. 2002. *Metodología para la caracterización de la biodiversidad en el Inventario Forestal Nacional*. En: Bravo F., Río M., Peso C., 2002. El Inventario Forestal Nacional. Elemento clave para la Gestión Forestal Sostenible. Fundación General de la Universidad de Valladolid, Valladolid, España. pp. 37-55
- Kenneth, G., MacDicken, K. G. 2015. Global Forest Resources Assessment 2015: What, why and how?, *Forest Ecology and Management* 352: 3-8.
- Loetsch, F., Haller, K.E. 1973. *Forest inventory, Vol I*. Munchen, BLV Verlagsgesellschaft mbH. Múnich, Alemania.
- MA 1965. *Manual del Jefe de equipo de campo*. Servicio especial de estadística e Inventario Forestal. Subsección de inventariación de campo. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.
- MARM 2008. *Tercer Inventario Forestal Nacional 1997-2007. Comunidad Autónoma del País Vasco/Euskadi. Álava/Araba*. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Madrid, España. 410pp.
- McRoberts R.E., Tomppo E.O., Næsset E. 2010. Advances and emerging issues in national forest inventories. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25(4): 368-381.
- McRoberts, R.E., Tomppo, E.O. 2007. Remote sensing support for forest inventories. *Remote Sensing of Environment* 110: 412-419.M
- MIMAM. 2006. Estrategia de Conservación y uso sostenible de los recursos genéticos forestales. DGB. Madrid, España. 81 pp.
- MMA 2000. *Estrategia Forestal Española*. Ministerio de Medio Ambiente (MMA). Madrid, España.
- MAPA 1990. *Segundo Inventario Forestal Nacional, 1986-1995. Explicaciones y Métodos*. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, España. 174 pp.
- MMA 2006. *Mapa Forestal Nacional. Escala 1:50.000*. Banco de Datos de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, España.
- Noss, R.F. 1999. Assessing and monitoring forest biodiversity: a suggested framework and indicators. *Forest Ecology and Management* 115: 135-146.
- RD 1274/2011 2011. Real Decreto 1274/2011, de 16 de septiembre, por el que se aprueba el Plan estratégico del patrimonio natural y de la biodiversidad 2011-2017, en aplicación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. *Boletín Oficial del Estado* No. 236, de 30 de septiembre de 2011, pp. 103071 a 103280.
- RD 56/2011 2011. Real Decreto 56/2011, de 20 de abril, para el desarrollo del Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad. *Boletín*

- Oficial del Estado* No. núm. 112, de 11 de mayo de 2011, pp. 47905 a 47932.
- Robla González, E., Vallejo Bombín, R. 2009. El mapa forestal de España a escala 1: 25.000. Continuación y actualización de un proyecto. *Actas del Quinto Congreso Forestal Español 5CFE1-548, 21 al 25 de septiembre de 2009, Ávila*. Sociedad Española de Ciencias Forestales y Junta de Castilla y León.
- Robla González, E., Vallejo Bombín, R., De La Cita Benito, J., Lerner Cuzzi, M. 2013. Foto fija del Mapa Forestal de España: Actualización del MFE a un año de referencia. *Actas del Sexto Congreso Forestal Español, 6CFE01-427. 10 al 14 de junio de 2013, Vitoria-Gasteiz*. Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- Sánchez-González, M., Cabrera, M., Herrera, P.J., Vallejo R., Cañellas, I., Montes, F. 2016. Basal area and diameter distribution estimation using stereoscopic hemispherical images. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 82(8): 605- 616.
- Schulze, E.D., Mooney, H.A. 1994. *Ecosystem function of biodiversity: a summary*. En: Schulze ED, HA Mooney (eds) Biodiversity and Ecosystem Function. Springer-Verlag. Berlín, Alemania. pp. 497-510
- Tomppo, E., Schadauer, K., McRoberts, R.E., Gschwantner, T., Gabler, K., Stähli, G. 2010. Introduction. En: Tomppo, E, Gschwantner, T., Lawrence, M., McRoberts, R.E. (eds.) *National Forest Inventories: pathways for Common Reporting*, pp. 597- 609. Springer International Publishing AG. Cham, Suiza.
- Vallejo, R, Sandoval, V.J. 2013. El Inventario Forestal Nacional. *Foresta* 57: 16-25.
- Vidal, C., Alberdi, I., Redmond, J., Vestman, M., Lanz, A., Schadauer, K. 2016. The role of National Forest Inventories for international forestry reporting. *Annals of Forest Science*, DOI: 10.1007/s13595-016-0545-6.
- Villanueva, J.A. 1997. El cotejo entre el Primer y Segundo Inventario Forestal nacional. *Ecología* 11: 169-176.