



2022  
Lleida

27·1  
junio · juny  
julio · 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 evaluación y seguimiento de daños en las masas forestales de las islas baleares 2008-2020. Indicadores, índices de referencia y resultados

FERNÁNDEZ-BARRAGÁN, J.<sup>2</sup>, REINA, I.<sup>2</sup>, NÚÑEZ, L.<sup>1</sup>, CLOSA, S.<sup>1</sup>, SANTIAGO, M. I. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Govern de les Illes Balears. Conselleria de Medi Ambient y Territori, D.G. Espais Naturals i Biodiversidad, Servei de Sanitat Forestal.

<sup>2</sup> Árbol Técnicos S. L.

### Resumen

Desde 2008 el Gobierno Balear tiene establecido un sistema permanente de seguimiento del estado fitosanitario de sus masas forestales basado en la normativa europea de protección de bosques, lo que permite su integración y comparación con otras redes y estudios de ámbito regional, nacional y europeo, pero de mayor intensidad con el objetivo de caracterizar áreas de extensión reducida, ser más representativo de la masa forestal existente, evaluar afecciones específicas a nivel regional, prospectar organismos de cuarentena y problemas emergentes, e incorporar nuevas variables de estudio, de tipo preferentemente meteorológico, poblacional de escolítidos, de gestión forestal sostenible y de conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario, que contribuyan al conocimiento y gestión integrada de agentes nocivos.

Se presentan los trabajos desarrollados hasta la fecha, indicadores y metodología utilizados, así como los principales resultados obtenidos desde su instalación y la evolución de las variables principales.

### Palabras clave

Redes de seguimiento de daños en masas forestales, plagas y enfermedades, indicadores de sanidad forestal, organismos de cuarentena, gestión integrada de plagas.

## 1. Introducción

A finales de los años 80, el Programa Internacional de Cooperación para la Evaluación y el Seguimiento de los Efectos de la Contaminación Atmosférica en los Bosques (ICP-Forests), en el ámbito de la Convención sobre Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Largo Alcance (Convención del Aire, anteriormente CLRTAP,) de la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (UNECE), diseñó a nivel europeo un sistema de muestreo para el seguimiento de la evolución de los daños en el tiempo y en el espacio, coherente con la hipótesis de que los contaminantes atmosféricos trasladados a grandes distancias estaban en el origen del proceso de debilitamiento que se advertía en el arbolado de los bosques europeos. Con posterioridad (*Strategy of ICP Forests 2007-2015 y 2016-2023*) este programa avanza a un seguimiento multifactorial a largo plazo cuya misión es proporcionar no solo conocimientos sobre los efectos de la contaminación atmosférica, sino también sobre el cambio climático y otros factores de estrés antropogénicos y naturales.

Este seguimiento se ha venido articulando en dos niveles:

- Red de Nivel I (Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques) basada en una cuadrícula transnacional de 16 x 16 Km para conocer la distribución y evolución temporal del estado de los bosques.
- Red de Nivel II (Red Europea de Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales) concebida para profundizar en las relaciones

causa-efecto que inciden en el estado de salud de los diferentes ecosistemas forestales.

## 2. Objetivos

A nivel local, estas Redes europeas normalmente aportan una información de escasa representatividad. Baste decir que en las Islas Baleares solo se cuenta con nueve parcelas de Nivel I y dos de Nivel II. Por ello, a partir del año 2000 se empiezan a constituir redes de evaluación de daños en las masas forestales a nivel regional (CC.AA.), superpuestas a la de Nivel I estatal y basadas en su metodología (SSF – DGDRyPF, 2012), densificando la malla hasta los 8 x 8 km, con el objetivo de aumentar la intensidad del seguimiento.

Estas redes regionales, constituidas por desdoblamiento de la de Nivel I, que permiten una futura integración en los programas europeos de salud de los bosques, presentan las siguientes ventajas (SERVEI DE SANITAT FORESTAL GOIB, 2012):

- Una mayor intensidad de muestreo caracterizando áreas de extensión más reducida.
- La evaluación de afecciones específicas a nivel regional.
- La implantación de una infraestructura permanente para la elaboración de inventarios o muestreos “a medida” con el incremento de las variables a estudio.
- El mantenimiento de los parámetros clásicos de evaluación, así como la aplicación de metodologías y procedimientos respaldados por criterios científicos y marco legal que posibilita la comparación o inclusión de los resultados con los obtenidos en otras redes y estudios de ámbito regional, nacional y europeo.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el seguimiento de la Red Balear son:

- El registro continuo a largo plazo de indicadores de vitalidad de las masas forestales, así como de los agentes nocivos que interfieran en la salud de estas.
- La recogida de información útil de calidad que favorezca el conocimiento del estado de salud de los bosques y permita elaborar estrategias de prevención y gestión integrada de agentes nocivos, incluyendo la incorporación de otras variables de estudio: meteorológicas, suelos, crecimiento, poblacional de escolítidos, de gestión forestal sostenible y de conservación de los tipos de hábitat.
- Prospeccionar organismos de cuarentena y problemas emergentes.
- Integrar la información recogida con la de otras redes de rango regional, nacional y europea.

## 3. Metodología

### 3.1. Base física

La Red Balear de evaluación y seguimiento de daños en masas forestales, se inicia en 2008 en la isla de Mallorca con 11 puntos de seguimiento y actualmente (2020) se dispone de 43 parcelas distribuidas por Mallorca (22), Menorca (10), Ibiza (9) y Formentera (2). La Red está formada por cuadrículas de 8 x 8 km que abarcan la superficie total de cada una de las islas. Cuando la intersección de éstas coincide con terreno forestal arbolado se constituye un punto de observación (Figura 1). Cada uno de ellos consta de 24 árboles, observándose los mismos individuos todos los años.

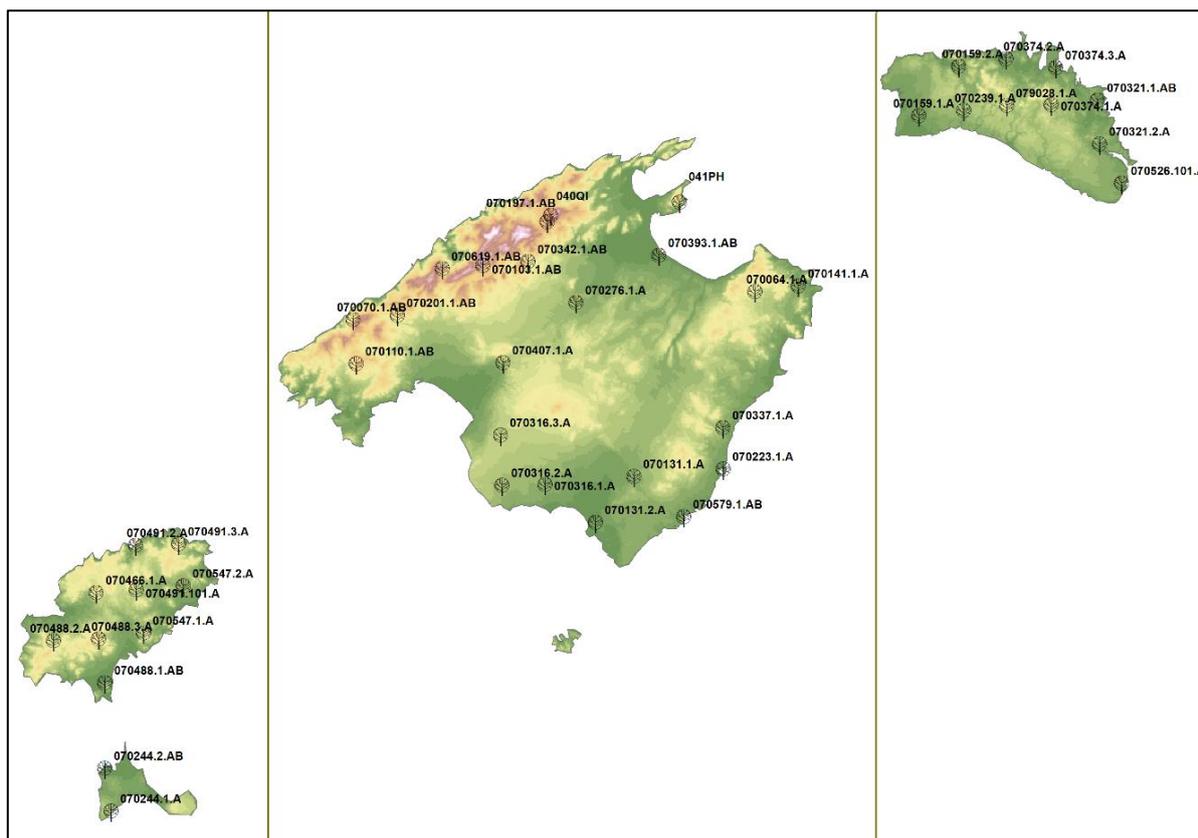


Figura 1. Puntos de control de la Red Balear (2020).

En la mayor parte de los puntos de seguimiento (27), la especie principal de la masa forestal es *Pinus halepensis* Mill. lo que supone el 63% de la muestra. Seguidamente, se sitúan los encinares (*Quercus ilex* L.), con 7 puntos (16%). Por último, otras formaciones con menos representación son *Olea europaea* L. (4 puntos, 9%), mezclas de coníferas y frondosas (3, 7%) y mezclas de coníferas (2, 5%), con pino carrasco y sabina (*Juniperus phoenicea* L.). Las parcelas de *P. halepensis* son mayoritarias en todas las islas salvo en Formentera.

En número de pies, la muestra en seguimiento, compuesta por un total de 1.032 árboles, sigue la tónica anterior apareciendo testimonialmente dos especies más con un ejemplar cada una (*Ceratonia siliqua* L. y *Rhamnus alaternus* L.). La especie más abundante es *P. halepensis* con 675 ejemplares (65%). Cuantitativamente, a continuación se encuentran *Q. ilex* (201, 20%), *O. europaea* (123, 12%), *J. phoenicea* (31, 3%), *C. siliqua* (1, 0,1%) y *R. alaternus* (1, 0,1%). Es decir, hay un 68% de coníferas y un 32% de frondosas.

Un tercio (14, 33%) de las parcelas se encuentran ubicadas en algún Espacio Natural Protegido, con preferencia del Paraje Natural Serra de Tramuntana en Mallorca, donde se sitúan 8 puntos de seguimiento compuestos preferentemente por *P. halepensis* y *Q. ilex*. Se tienen dos puntos de pino carrasco en Ses Salines D'Eivissa i Formentera, donde aparecen también varios pies de *J. phoenicea*, y una parcela respectivamente en los restantes espacios del Parque Natural de Mondragó (Mallorca), Parque Natural de S'Albufera (Mallorca) y S'Albufera des Grau (Menorca), donde abunda igualmente *P. halepensis*, salvo en el último donde la muestra está compuesta por *O. europaea*.

### 3.2. Criterios e indicadores

### 3.2.1. Defoliación

La defoliación es el indicador principal básico para cuantificar el estado aparente de salud del arbolado, y se encuentra directamente relacionado con las condiciones climáticas, la contaminación atmosférica, las plagas y enfermedades, y la actividad antropogénica.

Se define como defoliación la pérdida de hojas/acículas que sufre un árbol en la parte de su copa evaluable comparándola con la del árbol de referencia ideal, sin ningún daño. En las coníferas y frondosas de hoja perenne, la defoliación significa tanto reducción de retención de hojas/acículas como pérdida prematura en comparación con los ciclos normales. En frondosas de hoja caduca la defoliación es pérdida prematura de hoja (SSF – DGDRyPF, 2012).

#### 3.2.1.1. Referencias para la evaluación

La evaluación de la defoliación es un ejercicio subjetivo cuyo sesgo trata de minimizarse en campo a través del concepto de copa evaluable (conjunto de ramas vivas y ramillos finos que aun estando secos son todavía portadores de hoja) de la que quedan excluidas las ramas gruesas muertas hace años que han perdido ya sus brotes naturales (copa muerta), los brotes epicórmicos debajo de la copa y los huecos en la copa donde nunca han existido ramas (SSF – DGDRyPF, 2012). Se tiene en cuenta la sociabilidad de la masa (copas aisladas, trabadas, etc.) y la edad de la muestra.

La determinación de la defoliación está sujeta a diferentes referencias, resultando indispensable la preparación técnica y experiencia suficiente del evaluador, que es contrastada e intercalibrada a nivel nacional y europeo mediante ejercicios anuales de grupos de técnicos; la evaluación anual en las mismas fechas; y el árbol tipo que se define, según el manual existente (SSF – DGDRyPF, 2012), como el mejor árbol con el follaje más completo que podía crecer en un sitio particular, teniendo en cuenta factores como la altitud, latitud, edad del árbol, características del sitio y el estado social (debe representar la morfología de la copa y la edad de los árboles de la zona y tener la mínima defoliación y decoloración posible).

#### 3.2.1.2. Referencias añadidas en la Red Balear:

El acortamiento de la vida media de las hojas asociado al incremento de la temperatura y la aridez, dentro de un aparente cambio de estrategia de algunas especies de hoja persistente frente al cambio climático (VALLADARES *et al*, 2008), ha inducido a la utilización de otras referencias para la estimación de la defoliación. Por la necesidad de darle el valor necesario a la capacidad de retención foliar que muestran los elementos en el momento de su evaluación, se ha elaborado una metodología de estimación basada en la longevidad de las hojas (FERNÁNDEZ-BARRAGÁN y REINA, 2016). Para ello, se ha establecido empíricamente el número mínimo de medidas (crecimientos anuales) que debieran conservar hojas en el momento de la evaluación y el peso (importancia) que cada anualidad tiene en la valoración de la defoliación de cada especie (Tabla 1).

Tabla 1. Edades mínimas y peso de cada una por especie para la evaluación de la defoliación en la Red Balear.

Especie	PESOS			
	N	N-1	N-2	TOTAL
<i>P. halepensis</i>	60%	25%	15%	100%
<i>Q. ilex</i>	70%	30%	-	100%
<i>O. europaea</i>	70%	30%	-	100%

N: crecimiento del año en curso; N-1: crecimiento del año anterior (dos años); y así

sucesivamente.
----------------

### 3.2.1.3. Referencias para la interpretación de resultados

La evaluación de la defoliación se realiza diferenciando porcentajes del 5%, en función de la cantidad de hoja/acícula seca o perdida por el árbol. La referencia utilizada para la interpretación de los resultados son las clases de defoliación definidas por el *ICP-Forests* (EICHHORN *et al*, 2016) y que agrupa los porcentajes de defoliación obtenidos en cinco conjuntos:

- Clase 0: Defoliación 0-10% (árbol sano).
- Clase 1: Defoliación >10-25% (árbol con defoliación ligera).
- Clase 2.1: Defoliación >25-40% (defoliación moderada-baja).
- Clase 2.2: Defoliación >40-60% (defoliación moderada-alta).
- Clase 3: Defoliación >60% (defoliación grave).
- Clase 4: Defoliación de 100% (árbol seco o desaparecido)

En general, los cálculos más comúnmente realizados son los de defoliación media (DM) y el número de elementos incluidos en cada clase de defoliación. Salvo la categorización de DM en clases y la comparación con los datos de otros años (evolución temporal) en la que se tiene en cuenta que las variaciones superiores a cinco puntos porcentuales implican cambios significativos en el estado sanitario de la vegetación (ICP- Forests, 2004), no se suelen usar muchas más referencias para la interpretación de los resultados. Por ello, en la Red Balear se han añadido una serie de índices que faciliten esta tarea (FERNÁNDEZ-BARRAGÁN y REINA, 2016).

### 3.2.1.4. Referencias añadidas en la Red Balear:

**a) Índice de Referencia General (IR):** Se define como la media de todas las evaluaciones previas al año en curso y es el valor esperado de los indicadores utilizados para la interpretación de la defoliación (DM, defoliación por clases, etc.).

**b) Índice de Daño (ID):** Para el tratamiento de la agrupación en clases de los valores de la defoliación, se ha utilizado un índice de daño basado en el índice de infestación/infección desarrollado por TOWNSEND & HEUBERGER (1943). El índice expresa el porcentaje de la escala media obtenida respecto a la máxima posible. Difiere de la defoliación media, dando valor a la categorización de esta variable en clases, y se obtiene a través de:

$$(ID) = \sum (cl \times n) \times 100 / (Z \times N)$$

Donde *cl* es el valor de la clase de defoliación (0 - 4), *n* es el número de árboles evaluado en cada clase de defoliación, *Z* el máximo valor numérico de la clase (4) y *N* es la cantidad total de árboles examinados.

**c) Índices de tolerancia (IT):** Cómo interpretar la información sobre defoliación recogida en la muestra de la Red Balear es una cuestión importante a la hora de redactar los informes anuales de seguimiento. Si bien podemos utilizar su adscripción a clases de la defoliación y su comparación con el referido índice de referencia calculado con los datos de la evaluación previa, nos ha parecido necesario elaborar unos índices de aceptabilidad para algunos indicadores. A falta de referencias a nivel fitosanitario sobre este asunto, se han tomado las medias del período 1991-2019 de la Red europea de Seguimiento de Daños en los Bosques (Red de Nivel I) (AIEF, 2019) y de la Red de Daños en Parques Nacionales y Centros adscritos (OAPN, 2019) con series

y datos similares pero con baja actividad antropogénica en este último caso.

Tabla 2. Valores medios de indicadores de defoliación 1991-2019 en redes de daños.

RED	CLASES DE DEFOLIACIÓN		
	CLASE 2+3	CLASE 3	CLASE 4
NIVEL I	14,9%	1,6%	2,1%
PP.NN	18,3%	2,2%	0,9%
<b>MEDIA</b>	<b>16,6%</b>	<b>1,9%</b>	<b>1,5%</b>
Número medio de árboles (%) por clase de defoliación.			

**c.1) Árboles dañados (AD):** La categoría árboles dañados la constituyen todos aquellos ejemplares que presentan en cada caso una defoliación de entre 26 y 95%, lo que se conoce como Clase 2+3 (CL2+3). Los resultados se obtienen contabilizando los árboles con ese rango de defoliación. Se ha considerado un valor tolerable cuando  $AD \leq 17\%$ .

**c.2) Casos graves (CL3):** La categoría de casos graves la constituyen los elementos con una defoliación de entre 65 y 95% (CL3). Los resultados se obtienen contabilizando los árboles con ese rango de defoliación. Se ha considerado un valor tolerable cuando  $CL3 \leq 2\%$ .

**c.3) Mortalidad (CL4):** La categoría árboles secos la constituyen todos aquellos ejemplares que presentan en cada caso una defoliación del 100% (CL4). Los resultados se obtienen contabilizando los árboles con ese rango de defoliación. Se ha considerado un valor tolerable cuando  $CL4 \leq 1,5\%$ .

**c.4) Índice de Daño (ID):** Para un mejor análisis del parámetro, se establece la siguiente gradación para ID:

- 0: NULO
- 1 a 25: BAJO
- 26 a 40: MEDIO-BAJO
- 41 a 50: MEDIO-ALTO
- 51 a 75: ALTO
- 76 a 99: MUY ALTO
- 100: SECO

### 3.2.2. Agentes nocivos

Los agentes nocivos encontrados en los puntos de control de la Red Balear se registran de acuerdo con la metodología existente (SSF - DGDRyPF, 2012), que aparte de la identificación contiene otros parámetros como la sintomatología, localización en el árbol y extensión. A todo elemento con una defoliación  $\geq 25\%$  debe acompañarle una relación de los agentes presentes en el momento de la evaluación relacionados con esta pérdida foliar.

Adicionalmente, se lleva a cabo una identificación sistemática de agentes concretos de los que interesa conocer su presencia y extensión, independientemente de la defoliación de los árboles afectados. A este respecto, en la actualidad se lleva a cabo el seguimiento del cerambícido *Cerambyx* sp., conforme a la gradación establecida por GONZÁLEZ *et al* (2010). Para ello, en los puntos de control con presencia de *Q. ilex* se ha seleccionado una muestra adicional de 24 pies de esta especie, añadiendo a la parcela de seguimiento estándar (24 pies) los elementos necesarios para ello.

Los agentes nocivos encontrados en los puntos de control, de acuerdo con las premisas apuntadas, se valoran en la Red Balear de acuerdo con los siguientes indicadores:

**a) Abundancia (Abn%):** En relación con un agente nocivo determinado, la Abundancia se calcula en función del número de anotaciones obtenido de ese agente en relación con el total de ellos.

**b) Incidencia (Inc):** La Incidencia mide la extensión (frecuencia) que tiene un agente nocivo en el conjunto de la muestra de una especie forestal determinada.

$$(Inc) = n \times 100 / N$$

Donde n es el número de árboles afectados por un agente nocivo y N es la cantidad total de árboles examinados.

**c) Inc2+3+4:** Esta Incidencia mide la extensión (frecuencia) que tiene un agente nocivo sobre la muestra considerada dañada (defoliación >25%) o seca de una especie forestal determinada.

$$(Inc2+3+4) = n_{>25} \times 100 / N$$

Donde n>25 es el número de árboles con defoliación >25% afectados por un agente nocivo y N es la cantidad total de árboles examinados.

La valoración de los índices de incidencia es la siguiente:

- 0-1% NULA/RARA - GRADO 0
- 2-10% ESCASA -GRADO 1
- 11-25% FRECUENTE -GRADO 2
- 26-50 ABUNDANTE -GRADO 3
- >50% MUY ABUNDANTE -GRADO 4

**d) Gravedad (Gdefm%):** Mide la importancia (Gravedad) de la acción de un agente nocivo sobre una especie forestal, a través de la defoliación media que provoca en esta. La gravedad de la injerencia de un agente puede medirse igualmente con la cantidad de árboles, afectados por aquél, que hay en cada clase de defoliación (clase 2: defoliación moderada; clase 3: grave; clase 4: árbol seco).

### 3.2.3. Otros indicadores

#### 3.2.3.1. Meteorología

A nivel general de los ecosistemas forestales españoles, al menos desde 2005 se vienen observando desviaciones periódicas de la meteorología que en alguna ocasión han sido puntualmente graves (2012 y 2016), basadas en una menor precipitación y el aumento de las temperaturas medias. La recurrencia de estas circunstancias, en sinergia con otros factores abióticos y bióticos, tanto crónicos como cíclicos, episódicos o en aumento, ha derivado en un deterioro apreciable, incluso decaimiento, de distintas especies en zonas concretas de su área de distribución actual donde pueden no encontrar los requerimientos ecológicos necesarios para su correcto desarrollo.

Para el seguimiento meteorológico de los períodos hidrológicos, en cada isla se tienen establecidas aquellas estaciones meteorológicas (AEMET, SIAR) que definen el clima de las distintas áreas. En cada una de ellas se calculan los siguientes parámetros:

- Datos mensuales, anuales, estacionales: temperatura media, temperatura media de la máximas y mínimas, precipitación, humedad relativa media.
- Cálculos: índice de calor anual (I), amplitud térmica, evapotranspiración potencial (ETP), evapotranspiración real (ETR), balance hídrico, excedentes y déficits de agua, índice de aridez de MARTONNE (1915) y LANG (1926), índice de termicidad.

Para la valoración de la información se tienen en cuenta:

- Valores normales de precipitación Mensual 1981-2010 (BOTEY, 2013).
- Datos recogidos en los años previos en cada estación.

### 3.2.3.2. Indicadores de gestión forestal sostenible

Del conjunto de criterios e indicadores Paneuropeos de Gestión Forestal Sostenible se han medido durante la campaña 2020 (disponiéndose de datos de una medición previa efectuada en 2016), en los puntos de la Red de Daños de la red Balear [en una subparcela de 400 m<sup>2</sup>, siguiendo las recomendaciones establecidas para el estudio de la biodiversidad en la Red de Nivel I (SSF – DGDRyPF, 2013)] los siguientes indicadores:

**a) Existencias:** La evaluación de las existencias se ha realizado a través de la variable volumen de madera con corteza (VCC) en superficie arbolada (m<sup>3</sup>/ha), utilizándose la metodología que figura en el Inventario Forestal Nacional (IFN3), mediante ecuaciones que combinan el diámetro normal, la altura total y otros coeficientes dependientes de la especie.

**b) Estructura de la masa por edad/clase diamétrica:** La evaluación de la estructura de la masa se realiza a través de la clasificación del número de árboles y del volumen de madera con corteza (VCC m<sup>3</sup>/ha) según clases diamétricas.

**c) Fijación de Carbono:** Los ecosistemas forestales fijan durante su crecimiento carbono procedente del CO<sub>2</sub> atmosférico, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático. El carbono fijado por un bosque se distribuye entre la fracción de biomasa viva, la fracción de biomasa muerta y el suelo. La evaluación de este indicador se realiza a través del carbono almacenado en la fracción de biomasa viva. (MAGRAMA, 2012).

La cuantificación de esta biomasa se estima a través del diámetro normal independiente o en conjunción con otras variables dendrométricas del árbol (RUIZ-PEINADO, 2013). Obtenida la biomasa, se calcula la cantidad de dióxido de carbono almacenada para cada especie según lo expuesto en MONTERO *et al* (2004).

**d) Madera muerta:** La madera muerta desempeña un importante papel en los ecosistemas, formando parte de numerosos procesos: proporciona hábitat, alimento y refugio; aporta fertilidad; participa en la fijación de carbono, etc. (HERNANDO *et al*, 2013)

Para la obtención de este parámetro se determina el volumen (m<sup>3</sup>/ha) de árboles muertos en pie y caídos. Por su parte, la madera muerta en el suelo se desglosa en árboles derribados, tocones, ramas y acumulaciones. Se aplican diferentes fórmulas de cubicación según la tipología de la madera muerta. Como criterio de valoración se han utilizado los umbrales propuestos en la metodología de “Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España” (VVAA, 2009)

### 3.2.3.3. Indicadores de conservación de los tipos de hábitat comunitarios

Con el objetivo de efectuar una aproximación al estado de conservación del hábitat de interés comunitario “Bosques de *Olea* y *Ceratonia*”, se eligieron 4 parcelas de la Red Balear donde el acebuche es la especie principal, con objeto de medir algunos parámetros recogidos entre los expuestos en REY *et al* (2009), significativos del estado de conservación de las masas de esta especie. Los criterios empleados para calificar los resultados se encuentran en la citada publicación.

**a) Potencial de reclutamiento de *Olea* (pies menores):** Número de ejemplares juveniles por ejemplar adulto.

**b) Potencial de reclutamiento de *Olea* (regeneración):** Número de brinzales por ejemplar adulto.

**c) Riqueza específica de árboles, arbustos y lianas de la comunidad climática:** Número de especies de árboles, arbustos y lianas de las que integran la comunidad clímax de la serie de vegetación correspondiente.

**d) Identificación y evaluación de las especies típicas:** Existen varias especies acompañantes fundamentales en la dinámica y función del tipo de hábitat, intervinientes en la dispersión de semillas y reclutamiento de nuevos ejemplares de *Olea*. En la región mediterránea, estas son, entre otras: *Quercus coccifera*, *Crataegus monogyna*, *Euphorbia dendroides*, *Phillyrea latifolia*, *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus* spp..

## 4. Resultados

### 4.1. Defoliación

#### 4.1.1. Defoliación media

##### a) Situación actual (2020)

Durante 2020 los indicadores de vitalidad del conjunto de la masa forestal en seguimiento de la Red Balear se muestran estables con tendencia a la baja en términos de defoliación media (**DM**). Con un valor actual del **26%** se continúa en una clase moderada (CL2: def. 26-60%), no habiéndose recuperado el valor previo (de tipo ligero CL1) al empeoramiento de la pasada campaña (2019: 27%; 2018: 25%).

El valor de DM en 2020 es casi un 1% menor que el de la evaluación precedente, y sigue siendo algo peor que la tasa de referencia (25% IR). A partir del máximo absoluto registrado en 2016 (28,1%) se observó una leve disminución paulatina de este parámetro, que se trunca con los datos de 2019 y 2020. La información actual queda más cerca de los peores años de la serie (2016 y 2017) que de los más favorables (2012 y anteriores).

Entre las especies principales y en cuanto a sus valores medios de defoliación se aprecia una débil tendencia positiva respecto a 2019. Se obtienen datos estables para acebuche y encina, y ligeramente más favorables sin significancia en pino (-1% DM) y sabina (-4%). Para el conjunto de la muestra de **pino carrasco**, DM se sitúa ahora en el **26%** por lo que el indicador mejora aunque no significativamente (-1%), alejándose de los peores niveles de 2017 y 2016. No obstante, el valor actual se halla casi un punto por encima del valor esperado (25% IR) y persiste dentro de una clase moderado-baja (CL2) de defoliación, siendo esto lo más habitual desde 2014 a diferencia de los primeros años de seguimiento cuando esta DM se emplazaba en parámetros consistentemente ligeros (CL1: ligera). Territorialmente, la muestra de pino carrasco de Formentera presenta los valores medios (DM) más altos (31%), mientras que en el resto de las

islas la situación general es muy similar (25-26%).

El valor de defoliación media (DM) para la población de **encina** se sitúa en 2020 en el **23%**, un dato de tipo ligero (CL1), sin variación resaltable, y bastante correcto. No obstante, los datos de las dos últimas campañas interrumpen una tendencia de mejora que venía produciéndose a partir de los datos de 2016 (22%). En cualquier caso, ha de notarse que en la serie de datos de que se dispone (2008-2020) el rango del valor de DM para encina es favorable (17-24%) y que el dato actual es muy próximo al esperado (22% IR).

Superficialmente, la muestra de encina de Menorca, con un 33% de defoliación media, se encuentra en bastante peor estado actual que la de Mallorca, que ostenta datos bastante más bajos (18%).

En el caso de la muestra de **acebuche**, se alcanza en 2020 un valor relativamente alto en cuanto a DM (**35%**), de tipo moderado-bajo (CL2) e invariable respecto al inventario previo, cuando se incrementó de forma significativa (+5%) retomando la tendencia al alza de los anteriores años. En estos momentos se está al nivel de los inventarios con peores registros (2016 y 2017), con el índice de referencia bastante alejado y en mejor disposición (29% IR). El índice de daño se mantiene en una cota medio-alta (43 ID). La muestra de acebuche presenta defoliaciones medias similares (34-36%) en todas las islas donde se hace seguimiento (Mallorca y Menorca).

En el caso del valor de la defoliación media para el conjunto de la muestra de **sabina**, este mejora no significativamente hasta el **26%** (-4%), si bien persiste en un nivel moderado-bajo (CL2). A partir del peor dato (2016, 32%) parece presentarse una discreta recuperación, con altibajos, hasta la actualidad, con una media de referencia ligeramente superior al registro de 2020. Territorialmente, la muestra de sabina de Mallorca, si bien con muy pocos ejemplares (3), sigue presentando una peor aunque muy mejorada DM (28%), que resulta hoy más pareja al de esta especie en las otras islas: 26-24% en Formentera e Ibiza respectivamente.

## b) Defoliación media evolución

La defoliación media en el conjunto de la red tiene un índice de referencia (IR) de carácter ligero (Clase 1) establecido actualmente en 24,8% (Tabla 3). Los peores datos se dan en el período 2014-2017 y, posteriormente, en 2019-2020, todos ellos de tipo moderado-bajo (clase 2.1: defoliación 26-40%).

Tabla 3. Evolución de la defoliación media (DM) e índices de referencia (IR) en puntos de la Red Balear 2008-2020.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	IR
MALLORCA	24,7	25,0	25,6	25,0	25,1	25,4	28,0	25,4	23,8	24,7	24,7	24,5
MENORCA		21,8	23,9	27,6	26,7	26,0	27,2	30,6	27,1	30,9	29,3	26,9
IBIZA		20,0	21,2	22,6	25,0	25,1	28,2	27,2	23,8	26,8	25,3	24,4
FORMENTERA		24,4	25,0	23,9	29,9	30,6	32,7	31,9	27,5	32,9	29,7	28,8
<i>P. halepensis</i>	25,2	23,0	24,0	24,9	26,1	26,3	28,9	27,8	25,3	26,8	25,7	25,0
<i>Q. ilex</i>	21,5	23,1	23,7	23,8	23,2	20,7	22,3	20,9	19,4	22,3	22,5	21,6
<i>O. europea</i>	30,6	24,6	26,8	27,9	27,4	30,5	33,4	34,8	30,0	34,7	34,7	29,4
<i>J. phoenicea</i>	25,0	22,5	23,0	23,2	26,1	26,0	31,7	28,3	27,0	29,3	25,5	26,0
<b>BALEARES</b>	<b>24,7</b>	<b>23,2</b>	<b>24,3</b>	<b>25,0</b>	<b>25,7</b>	<b>25,7</b>	<b>28,1</b>	<b>27,2</b>	<b>24,7</b>	<b>26,9</b>	<b>26,1</b>	<b>24,8</b>

Por islas, las referencias son más altas en Formentera (28,8% IR), donde solamente al inicio de los seguimientos (2011-2013) se registra una DM de tipo ligero (defoliación  $\leq 25\%$ ), y en Menorca (26,9% IR) que presenta un comportamiento similar. En ambas islas el peor dato, de tipo moderado-bajo (clase 2.1), corresponde a 2019 con un 32,9% en Formentera y un 30,9% en Menorca.

Hay una mayor dispersión de datos (Figura 2) en el caso de Formentera, Ibiza y Menorca, con la muestra en seguimiento más pequeña, donde el rango de los valores medios es del 8-9%, mientras que en Mallorca es muy reducido (R: 1,8%) apareciendo un valor atípico alto en 2016: 28,0%.

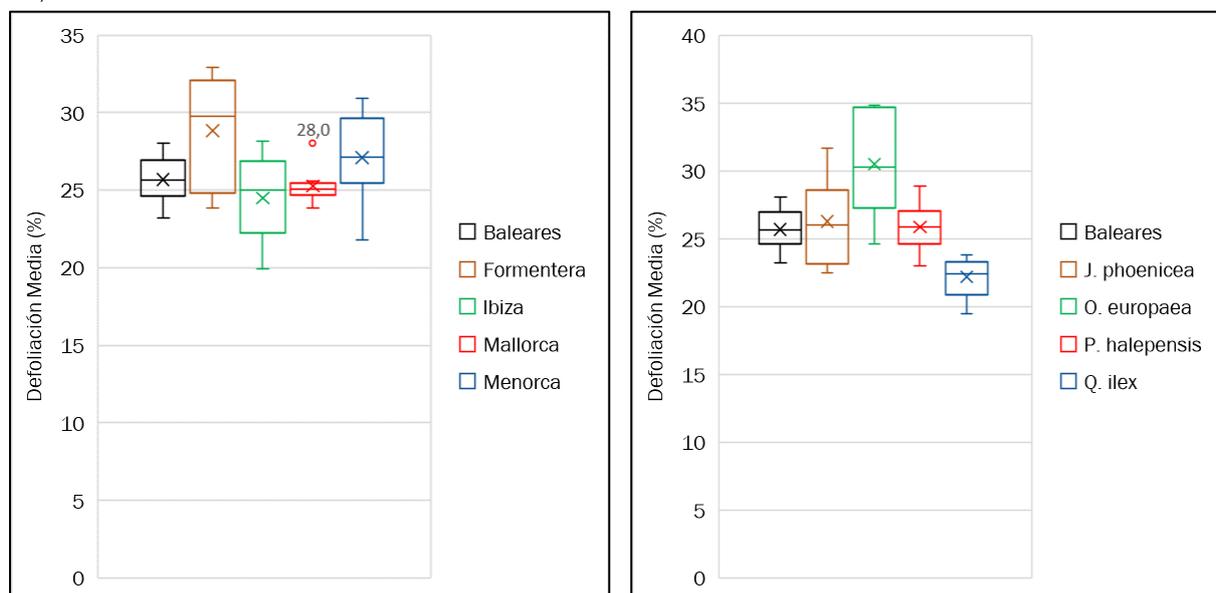


Figura 2. Red Balear 2011-2020. Defoliación media por isla y por especie.

*P. halepensis*, siendo la especie mayoritaria, cumple con la dinámica expresada para el conjunto de la Red. En relación con el resto de las especies, la mejor disposición la presenta *Q. ilex*, más abundante en la mitad norte de Mallorca y en Menorca, cuya DM de referencia se encuentra en tan solo el 21,6% (clase 1). En encina no se registran datos medios de defoliación anuales por encima del 24%, siendo 2018 el año con mejor información (DM 19,4%). En el caso de *O. europaea* encontramos los valores más altos (29,4% IR), especialmente en 2016, 2017 y 2019-2020 con datos medios del 33-35% (clase 2.1). *J. phoenicea*, con poca muestra (31 pies en total) distribuida preferentemente entre Ibiza y Formentera, presenta valores intermedios de DM (26,0% IR) con una continuidad de datos moderado-bajos (Clase 2.1) inferiores al 30% a partir de 2014.

Hay una significativa mayor dispersión de datos (Figura 2) en el caso de *O. europaea* y, en menor medida, en *J. phoenicea*, donde el rango de valores medios de defoliación llega al 10,1% y 9,2% respectivamente. En el resto de las especies este se encuentra en el 4-6%, viéndose la amplitud más baja en el caso de *Q. ilex*.

#### 4.1.2. Arbolado dañado 2020

##### a) Situación actual (2020)

En el conjunto de la **Red Balear**, el arbolado con defoliación alta (arbolado dañado: def. >25%, CL2+3) aunque con una reducción no significativa (-1%), sigue ubicado al nivel de los peores años y significando un inaceptable tercio del total de la muestra (**33%**), muy por encima del nivel de referencia (+7% IR). Por su parte, los elementos en peor estado (CL3: def. >60%) mejoran (-1%) y representan ahora casi un **2%** del total, valor que puede considerarse admisible.

Al ser la especie mayoritaria, **pino carrasco** tiene un comportamiento similar al referido para el conjunto de la red. Así la cantidad de muestra dañada desciende muy ligeramente hasta representar el **31%** (-2%), superior a la tasa de referencia (26% IR), donde no obstante la suma de situaciones graves (def. >60%) es de un bajo **1%** (-0,5%). El 86% de defoliaciones anotadas tienen un valor  $\leq 30\%$  (85% en 2019).

En **encina** se suscita una pequeña mejora (-2%) en cuanto a la suma de elementos dañados (def. >25%) que no compensa aun el empeoramiento de este indicador experimentado en 2019, cuando se alcanzó el valor más alto desde el inicio de los seguimientos (2008). Actualmente se encuentra un inaceptable **23%** de elementos en esta categoría (16% IR). No obstante, dentro de esta cantidad solamente se puede encontrar casi un **2%** de pies con una defoliación de tipo grave (def. >60%), cifra aceptablemente baja y algo mejorada (-1%) respecto a 2019. Se trata de la única especie que mantiene algo más de tres cuartas partes de la muestra en una condición sana (CLO+1) y un 17% (-6%) con defoliación de tipo nulo (CLO). El 87% de defoliaciones anotadas tienen un valor  $\leq 30\%$  (85% en 2019).

La cantidad de arbolado dañado (def.>25%) en el caso de **acebuche**, históricamente abultada desde 2008 (por encima del 34%), actualmente alcanza el **63%**. Se trata de una cifra muy elevada, de mayor calado que la precedente (+9%), resultando la peor desde el inicio del seguimiento, superando ampliamente a los máximos anteriores (2016 y 2017). Las situaciones mayor gravedad (def. >60%) por su parte se reducen no significativamente (-3%) aun a un nivel inaceptable del **8%** (la tasa de referencia se encuentra en el 5%, la más elevada entre las especies en seguimiento). El 88% de defoliaciones anotadas en acebuche tienen un valor  $\leq 50\%$  (85% en 2019).

En **sabina**, después del muy importante repunte (+13%) en cuanto a arbolado dañado (def. >25%) acontecido en 2019, el dato actual se relaja descendiendo (-25%) hasta representar el **36%**, valor igualmente inaceptable pero ubicado en lo que se puede considerar normal para la especie (índice de referencia: 32%). Se tendrá en cuenta que esta categoría alcanzó el 70% en 2016. No obstante, el 84% de defoliaciones anotadas en 2020 sobre sabina tienen un valor  $\leq 30\%$  (63% en 2019). Por otra parte, siguen sin apreciarse casos de carácter grave (def.>60%) ni mortalidad, como viene siendo normal en esta especie.

## b) Arbolado dañado evolución

La cantidad de arbolado considerado dañado (AD: defoliación >25%) en el conjunto de la red balear tiene un valor de referencia alto (26,4% IR) en relación con el umbral de tolerancia asumido (AD  $\leq 17\%$ ). Únicamente en 2011 se observa una situación aceptable en relación con los pies dañados (AD 17,2%), mientras que desde 2016 son frecuentes los valores superiores al 33% (Tabla 4).

Tabla 4. Evolución del arbolado dañado (clases 2+3) e índices de referencia (IR) en puntos de la Red Balear 2010-2020.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	IR
MALLORCA	23,1	23,9	25,2	27,5	21,4	27,3	31,3	31,4	24,1	29,9	30,9	26,5
MENORCA		13,0	16,2	29,2	26,3	27,5	32,5	39,2	32,1	40,8	40,0	28,5
IBIZA		4,2	3,2	13,4	17,1	16,7	35,6	38,9	16,2	33,3	28,7	19,9
FORMENTERA		14,6	31,3	20,8	58,3	64,6	75,0	60,4	39,6	68,8	50,0	48,1
<i>P. halepensis</i>	26,1	15,5	16,3	23,5	23,3	27,4	33,4	37,9	22,5	33,1	31,0	25,9
<i>Q. ilex</i>	7,4	14,0	18,0	16,3	14,3	13,6	20,4	17,6	16,6	25,1	23,4	16,3
<i>O. europea</i>	51,2	29,6	34,1	41,5	38,7	46,8	57,1	56,0	48,8	54,7	63,4	45,9
<i>J. phoenicea</i>	0,0	14,7	14,3	17,9	28,6	29,0	70,0	43,3	46,7	60,0	35,5	32,4
<b>BALEARES</b>	<b>23,1</b>	<b>17,2</b>	<b>18,8</b>	<b>24,5</b>	<b>23,4</b>	<b>26,8</b>	<b>34,4</b>	<b>35,9</b>	<b>25,0</b>	<b>34,7</b>	<b>33,4</b>	<b>26,4</b>

Por islas tampoco se encuentran índices de referencia de AD  $\leq 17\%$ , siendo Ibiza la que presenta la mejor información (IR 19,9%) y Formentera donde se encuentra la más alta (IR 48,1%). En ambos territorios la dispersión de los valores anuales de AD es elevada (Figura 3), con un rango de 75% en Formentera. Ibiza muestra datos de AD tolerables al inicio de los seguimientos (2011-2015), mientras que a partir de 2016 son más frecuentes valores superiores al 33% aunque 2018 se considera un año muy favorable (AD 16,2%). En Formentera, salvo al inicio (2011), la suma de AD suele ser excesivamente alta viéndose valores del orden del 60-70% con mucha frecuencia. Mallorca y Menorca tienen índices de referencia (IR) bastante similares (26,5-28,5%), por encima de lo más aceptable, viéndose una mejor información al inicio del seguimiento (2010-2015) que en la última etapa donde son frecuentes sumas de AD del orden del 30% en Mallorca y del 40% en Menorca. La dispersión de los datos anuales es considerablemente baja en Mallorca (R: 10%).

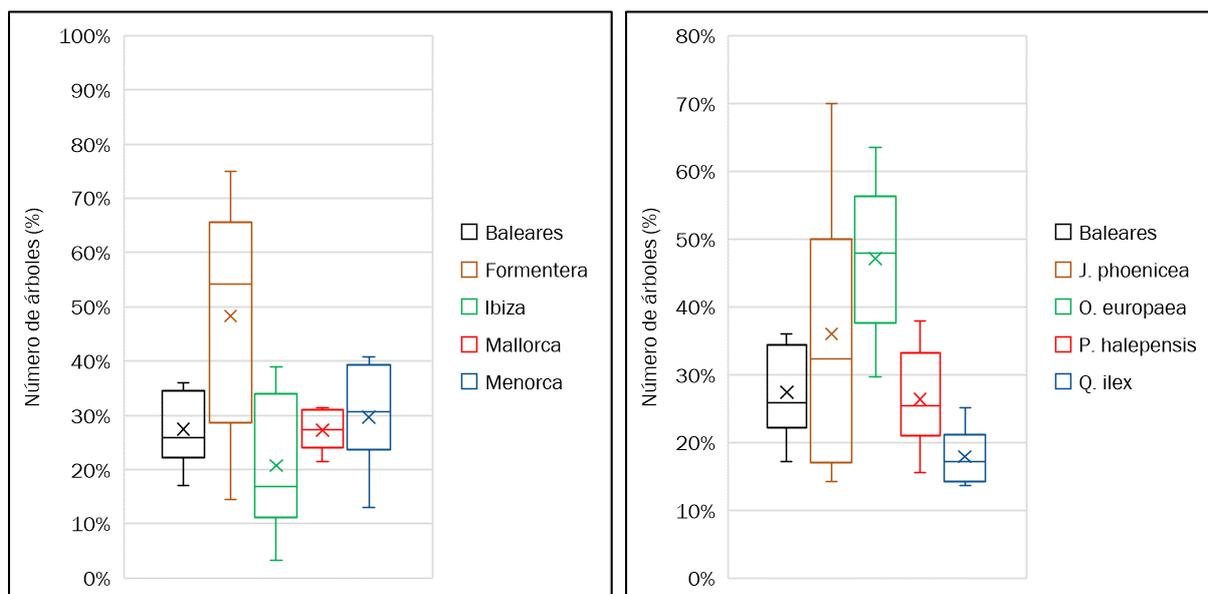


Figura 3. Red Balear 2011-2020. Arbolado Dañado por isla y por especie.

Por especies, la única cuyo valor esperado (IR) es tolerable es *Q. ilex* (16,3% IR), con datos buenos hasta 2015 y frecuentes sumas de AD  $>20\%$  a partir de 2016, y una dispersión muy aceptable (R: 10,8%) (Figura 3). La peor información se encuentra en *O. europaea* (45,9% IR) con cantidades anuales de AD continuamente altas que han llegado hasta el 56-57% (2016-2017) y el 63% (2020). También son altos los valores de *J. phoenicea* (32,4% IR), viéndose solo una buena disposición al inicio de los seguimientos (2011-2013) y apareciendo varios años con sumas de AD muy elevadas (2016: 70%; 2019: 60%). Ambas especies presentan una dispersión considerable de los datos de AD, que alcanzan un rango de 55,7% y 33,8% respectivamente. Por su parte, *P. halepensis* sigue la tónica general de Baleares al ser mayoritaria en la Red Balear.

#### 4.1.3. Mortalidad

##### a) Situación actual (2020)

Respecto a la mortalidad sucedida en 2020 en los puntos de seguimiento del conjunto de la Red Balear se observa, al igual que en el inventario anterior, un apreciable descenso del orden del 50% menos que la registrada el año previo. Así la tasa de mortalidad se coloca en un aceptable

**0,4%** (-0,4%), muy lejos de los valores más altos (2016: 2,9%) y por debajo del valor esperado (1% IR).

Por especies, la mortalidad actual, como es lo más común, se advierte mayoritariamente sobre pino carrasco con algún caso aislado adicional de encina. Previamente, en otros taxones únicamente se ha registrado algún caso en acebuche (2016: 1,6%) y también encina (2014: 2%). Los **pinos** secos en 2020 suman un **0,4%** (3 pies), dato que se califica como admisible (CL4:  $\leq 1,5\%$ ) y por debajo de las referencias (1,4% IR).

Territorialmente, en 2020 se presenta una abundancia relativa algo mayor en **Menorca** donde la tasa de mortalidad para pino carrasco alcanza un **1%**, mientras que en el resto de las islas o no se da (Formentera e Ibiza) o es más aceptable ( $<1\%$  en Mallorca).

En la relación de agentes nocivos implicados en la desaparición de pinos, durante 2020 la interacción más frecuente es la oportunista del escolítido *Tomicus destruens* (Wollaston 1865) y otros perforadores. Esto se produce en el **60%** de las ocasiones y siempre en colaboración con otros agentes o en situaciones que previamente han debilitado o dañado los elementos o han favorecido su proliferación puntual:

- En áreas sensibles al estrés hídrico y calor, con problemas recurrentes derivados del fuerte viento, la ubicación, falta de suelo y edad avanzada:
- En áreas con elevada carga de ganado porcino, causante de debilitamiento por las frecuentes heridas.

Finalmente, la mortalidad en el caso de la **encina** (1 pie) supone un **0,5%** de su muestra, dato que se califica como admisible (CL4:  $\leq 1,5\%$ ) aunque ligeramente por encima de su tasa de referencia (0,2%). Territorialmente, en 2020 la mortalidad de esta especie se presenta únicamente en **Menorca**, donde la tasa para esta especie se sitúa en un inaceptable **1,6%**, mientras que en el resto de las islas no se da (Mallorca). En cuanto a agentes nocivos implicados, la encina seca se emplaza en un área con estrés termo-hídrico sobre suelos someros, que en el caso concreto de este individuo indujo un estado previo muy deteriorado con abundante copa muerta acumulada y defoliaciones muy altas, finalmente aprovechado por *Cerambyx* sp.

#### a) Mortalidad acumulada

Desde 2010 se han secado un total de 109 pies que representan el 10,6% de la muestra (1.032 elementos). La mayor parte corresponde a *P. halepensis* (9,9%), siendo muy pocos los casos de encina (0,5%) o acebuche (0,2%).

El agente que presenta mayor incidencia acumulada (Inc4 2010-2020) es el escolítido *T. destruens* que aparece implicado en un 49% de los casos (Tabla 5), si bien con carácter mayormente oportunista sobre arbolado con problemas previos (decaimiento), sobre todo por competencia entre elementos (Inc4: 30%), estrés hídrico-térmico (Inc4: 13%), suelos someros (Inc4: 13%), resinosis (Inc4: 7%), golpes (Inc4: 3%), *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton 1980 (Inc4: 3%), podas (Inc4: 2%), *Phellinus pini* (Thore) Pilát (Inc4: 1%) y en zonas con restos de cortas.

Tabla 5. Incidencia de agentes nocivos en la mortalidad 2010-2020.

AGENTE NOCIVO	CL4	INC4
<i>Tomicus destruens</i>	53	49%
Competencia	33	30%
Cortado	29	27%

Estrés hídrico-térmico	14	13%
Suelo escaso	14	13%
Buprétido	9	8%
Resinosis	8	7%
Viento	7	6%
<i>Diplodia</i> sp.	4	4%
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	3	3%
<i>Sphaeropsis sapinea</i>	3	3%
Perforador (xilófagos)	3	3%
Golpe	3	3%
Podas	2	2%
Cerambícidos	2	2%
<i>Cerambyx cerdo</i>	1	0,9%
<i>Phellinus pini</i>	1	0,9%
Pudrición	1	0,9%
Golpe	1	0,9%
Cerdo	1	0,9%
Combado/inclinado	1	0,9%
<i>Orthotomicus erosus</i>	1	0,9%
Riada	1	0,9%
<i>Kermes vermilio</i>	1	0,9%
CL4: número pies secos; INC4: incidencia (%)		

Otro agente con significativa mortalidad acumulada es la actividad antropogénica (cortas) con una responsabilidad (Inc4) del 27% y una apreciable frecuencia sobre *P. halepensis*, siendo especialmente activa en 2014 (8 pies) y 2016 (12 p.), pero presentándose también en 2013 (3 p.), 2015 (2 p.), 2017 (3 p.) y 2019 (1 p.). En mucha menor medida aparece el viento como responsable de mortalidad (Inc4: 6%).

En encina la mortalidad se ha presentado de forma multifactorial en áreas con decaimiento, registrándose el patógeno *Diplodia* sp. (Inc4: 4%), *Cerambyx* sp. Inc4: 0,9%), pudriciones (Inc4: 0,9%), *Kermes vermilio* Planchon, 1864 (Inc4: 0,9%) y *Biscogniauxia mediterranea* (De Not.) Kuntze 1891. En acebuche se han registrado dos elementos secos en todo el período: uno afectado por una riada y otro con síntomas de estrés hídrico-térmico sobre suelos pobres.

## 4.2. Agentes nocivos

### 4.2.1. Situación actual 2020

Respecto a la **incidencia** de los agentes nocivos con más importancia relativa, puede decirse que esta es apreciablemente menor que en 2019 y que los de tipo abiótico (T4) vuelven a presentar los datos más altos, llegando a registrar un peso actual de más del 35% (-4%) sobre la muestra general. Los denominados “otros” (T8), los hongos (T3) y los insectos (T2) se mueven en una horquilla entre el 29% (T8) y el 22% (T2). El resto de los tipos no tiene una presencia significativa: caza/ganado (2%) y actividades humanas (2%).

En cuanto a su evolución, buena parte de ellos experimentan alguna reducción sobre la información precedente, siendo los insectos los que más se aminoran (T2: -9%), mientras que las tipologías abióticos y hongos se reducen en un 4%. Por su parte las categorías “otros”, caza/ganado y actividades humanas prácticamente no cambian. El arbolado sin daños se amplía significativamente en 2020 hasta el 36% (+6%) del total de la muestra en seguimiento.

Respecto a la **gravedad** inferida por los agentes nocivos, calculada en base a la defoliación observada (Gdefm), puede decirse que las más altas corresponden tanto a las tipologías más escasas [caza/ganado (37%)] como por el contrario a las más habituales: “otros” (35%) y abióticos (33%). Con menor virulencia afectan a la muestra los hongos, insectos y la acción humana, con defoliaciones comprendidas en el intervalo 28-31%.

Respecto a **mortalidad** (CL4), cabe destacar que los daños atribuidos a la acción de los animales (T1) resultan en esta ocasión los más lesivos, implicados en el secado de ejemplares en un 6% de las veces en las que se manifiestan. En menor medida, también insectos (T2) y abióticos (T4) están implicados en alguna mortalidad que va del 1,3-0,6%.

En el caso de las **defoliaciones graves** (CL3: defoliación >60%), todos los agentes nocivos de mayor incidencia pueden verse involucrados en algunas situaciones de este tipo aunque normalmente no sobrepasan el 3% de veces, No obstante, llegan a alcanzar el 6% en el caso de “otros” (T8).

Respecto a agentes nocivos concretos, se estima relevante la incidencia ( $\geq 5\%$ ) sobre **encina** del cerambícido ***Cerambyx sp.*** que aparece en un 44% de los elementos (-6% respecto al inventario previo) aunque realmente en términos de defoliación de las copas la suma de elementos considerados dañados (Inc2+3+4) por este motivo es bastante más reducida (16%) y los casos más graves (CL3) o la mortalidad (CL4) solo llegan al 2-0,5% de la muestra respectivamente. Territorialmente la mayor incidencia de *Cerambyx sp.* se encuentra en Menorca (60% de los elementos) donde aparece un 32% de pies dañados y un 11% de situaciones graves (def. >60%) por este motivo entre otros (sinergia de varios agentes). En Mallorca la colonización asciende al 37% y la suma de encinas dañadas es apreciablemente menor (9%) y sin casos graves como de costumbre.

Con  $\geq 10\%$  de incidencia general se encuentra el díptero ***Dryomyia lichtensteini*** (F. Löw) (10%), si bien su alcance sobre elementos dañados queda en un escaso 7%. Prácticamente todos los registros de este agente se encuentran en Menorca, donde se observa con una presencia bastante amplia (31%), con incidencia sobre arbolado dañado en torno al 19% de las encinas evaluadas. En Mallorca la detección de *D. lichtensteini* resulta anecdótica (1%).

Otros agentes reseñables con menor relevancia son : *Kermes vermilio* (Inc 7%), *Diplodia sp.* (6%), Defoliadores (5%), *Aceria ilicis* (3%), *Phellinus torulosus* (3%), *Biscogniauxia mediterranea* (2%).

En el caso de **pino carrasco**, resalta la incidencia de **procesionaria del pino** (*T. pityocampa*), que abarca al 10% de la muestra general disminuyendo respecto a 2019 (-8%). Consecuentemente, la cantidad de elementos dañados por este motivo se reduce hasta el 6%, en ningún caso graves o muertos. En Mallorca es más abundante (17%) que en Menorca (9%), con una cantidad de elementos dañados por este motivo del 10-7% respectivamente. En esta revisión no se ha observado a este agente en los pinos en seguimiento de Ibiza y Formentera.

Otro agente particularmente abundante sobre pino carrasco es el patógeno ***Thyriopsis halepensis*** (Ck.) Theiss y Syd, cuya incidencia general resulta la más elevada para la especie, alcanzando el 32%, con un 19% de dañados y <1% de casos graves (def. >60%). Este hongo foliar incide muy frecuentemente sobre *P. halepensis*, encontrándose muy unido a la debilidad del hospedante producida por situaciones de estrés como defoliador activo de acícula vieja. Territorialmente, el patógeno está bastante presente en todas las islas si bien se estima significativamente más abundante en las más xéricas, Formentera (63% de la muestra) e Ibiza (40%), a diferencia de Mallorca (26%) o Menorca (19%).

Con  $\geq 5\%$  de incidencia general se registra el escolítido *Tomicus destruens* (5%) y el patógeno *Sphaeropsis sapinea* (9%). En el caso de *T. destruens* se contabiliza una colonización general (bien en perforaciones del tronco o en brotes del año) sobre elementos dañados (def.  $>25\%$ ) de solo el 2%, con  $<1\%$  de casos graves o mortalidad. Territorialmente, este agente se encuentra en todas las islas, y su incidencia oscila entre el 7% (Ibiza) y el 3% (Formentera). A excepción de Mallorca, donde se relaciona con casuísticas graves o mortalidad en algún caso, en el resto de los espacios la presencia sobre pies dañados es baja (2,5% en Ibiza) o inexistente en Menorca y Formentera. Respecto a *S. sapinea*, su presencia general en arbolado dañado suma un 9%, pero su relación con casos graves es muy reducida ( $<1\%$ ) y solo aparecen en Mallorca (9% general y 7% de dañados). No obstante, la mayor abundancia de anotaciones se produce en Ibiza (14% general y 7% de dañados), con presencia muy ligera en Menorca y ausente en Formentera.

Otros agentes reseñables con menor relevancia son: *Sirococcus conigenus* (4%), Desconocido/resinosis (3%), *Phellinus pini* (2%) y *Mycosphaerella* sp. (1%).

En el caso de **acebuche** (*O. europaea*), el agente más abundante es la bacteria *Xylella fastidiosa* que aparece en el 21% de la muestra general (+5%). El arbolado dañado por este motivo suma un 13% de los elementos en seguimiento, no relacionándose con mortalidad y apreciándose solo un 2% de casos graves. En su distribución por islas únicamente se tienen evidencias de su presencia en Menorca donde afecta al 96% de los elementos, viéndose un 8% de casos graves.

Otros agentes reseñables con menor relevancia son: *Resseliella oleisuga* (4%) y *Spillocaea oleagina* (1%).

Considerando la poca cantidad de **sabinas** (*J. phoenicea*) que están en seguimiento en las parcelas de la Red Balear (31 Uds.), el agente que más incidencia presenta es la roya *Gymnosporangium sabiniae* (Dicks.) G. Winter, 1884 registrándose en el 16% de los elementos si bien solamente el 10% puede considerarse dañado (def.  $>25\%$ ). Por este motivo siguen sin verse casos graves o mortalidad. El patógeno aparece en Mallorca y Formentera sobre un 33% de la muestra en ambos casos. Respecto a otros agentes, cabe resaltar los problemas derivados de la **falta de iluminación**, en general bastante extendidos (35% de la muestra de sabinas) y que afectan por igual a todas las islas con presencia de esta especie en las parcelas (Mallorca, Ibiza y Formentera), denotando un problema generalizado. No obstante no se advierten casos graves o mortalidad por este motivo. El escolítido *Phloeosinus* sp. se presenta con una incidencia general del 10%, perforando ramillas, si bien no se encuentra sobre pies dañados. Aparece de forma más habitual en la pequeña muestra de Mallorca (33%), mientras que en Ibiza y Formentera se queda en el 7 y 3% respectivamente.

Respecto a los agentes nocivos que afectan de modo **general** a todas las especies, se citan principalmente abióticos, animales, y de tipo T8 ("otros agentes"). Aquellos que más inciden son los abióticos relacionados con el estrés ambiental: sequía, calor y suelos someros y/o pobres. El **estrés hídrico-térmico** presenta una amplia incidencia general que no obstante se reduce (-8%), afectando al 34% de la masa muestral total. El arbolado dañado (def.  $>25\%$ ) con estos síntomas ronda el 22%, aunque solamente puede constatarse un 1% de casos graves (def.  $>60\%$ ) y un  $<1\%$  de mortalidad donde estos motivos tienen relevancia. Territorialmente el estrés hídrico-térmico, con significativas reducciones sobre todo en Menorca e Ibiza, incide bastante más en Formentera (80%) e Ibiza (59%) que en Menorca (20%) o Mallorca (30%).

La influencia de los **suelos someros o pobres** es más localizada, viéndose una incidencia general de 19% (similar a la obtenida en campañas anteriores) que sobre arbolado dañado se reduce hasta el 14%. Otra situación que genera bastante elemento dañado es la

**competencia/dominancia** (masas densas), incidiendo en un 20% de la muestra general. El arbolado dañado por esta circunstancia es del 17%, siendo del 1% o incluso <1% la aparición de casos graves o mortalidad respectivamente. Mientras en Mallorca este tipo de daño se encuentra en el 11% de su muestra, en el resto de las islas es una situación bastante más frecuente, que incluso puede llegar a representar el 31% en el caso de Menorca. Todas las islas presentan tipologías graves asociadas a este problema, oscilando entre el 9% de Ibiza y el 5% de Mallorca. La mortalidad subyace muy escasamente (<1%) por estos motivos exclusivamente en Menorca.

Por último el **viento** arroja una presencia apreciable, incidiendo en un 9% de la muestra general, con un 7% de pies dañados. Se trata de un agente especialmente presente en Formentera (50%), mientras que en el resto de las islas aparece más discretamente (Menorca 12%, Ibiza y Mallorca 4%). En la última localización se observa causando mortalidad en un 5% de sus apariciones.

Otros agentes reseñables con menor relevancia son: decaimiento (3%), senectud (2%), bacteriosis (2%), animales (1%) y cortas/podas/golpes (3%).

#### 4.2.2. Incidencia acumulada

La mayor incidencia acumulada entre 2016 y 2020 se presenta en el caso de *Cerambyx* sp., el estrés hídrico-térmico y el patógeno *Thyriopsis halepensis*, cuya presencia se registra individualmente en el 36-41% de la muestra de cada especie afectada (Tabla 6). No obstante, la incidencia sobre arbolado dañado (Inc2+3+4, defoliación >25%) se reduce hasta el 27% en el caso del agente abiótico y al 21% en el hongo, siendo relevante la escasa relación de *Cerambyx* sp. con defoliaciones altas (Inc2+3+4: 12%).

Tabla 6. Incidencia acumulada de agentes nocivos 2016-2020.

PIES	INC	AGENTE NOCIVO	REG	DM	INC2+3+4
1089	36-41%	<i>Cerambyx cerdo</i>	445	25,0	12%
5352		Estrés hídrico-térmico	2155	33,7	27%
3487		<i>Thyriopsis halepensis</i>	1272	30,7	21%
5352	10-19%	Competencia	1005	37,2	13%
3487		<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	619	31,9	11%
151		<i>Gymnosporangium sabiniae</i>	25	34,0	13%
5352		Suelo escaso	856	34,6	11%
615		<i>Verticillium dahliae</i>	71	38,7	8%
615		<i>Xylella fastidiosa</i>	63	37,86	7%
3487	5-8%	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	273	29,8	4%
151		<i>Phloeosinus</i> sp.	11	23,6	1%
5352		Viento	386	35,6	5%
1089		<i>Kermes vermilio</i>	76	31,5	4%
3487		<i>Tomicus destruens</i>	212	42,3	3%
1089		<i>Dryomyia lichtensteini</i>	54	33,5	3%
1089		<i>Aceria ilicis</i>	32	24,5	1%
1089	1-3%	<i>Diplodia</i> sp.	31	30,3	1%
3487		<i>Sirococcus conigenus</i>	82	33,0	2%
615		<i>Resseliella oleisuga</i>	13	35,4	2%
1089		<i>Phellinus torulosus</i>	21	15,0	0,1%
1089		<i>Lymantria dispar</i>	18	20,8	0,4%
5352		Desconocido	86	38,5	1%
5352		Golpe	88	35,3	1%

1089		<i>Asterodiaspis ilicicola</i>	16	17,2	0,1%
3487		<i>Phellinus pini</i>	51	33,1	0,8%
3487		Resinosis	50	47,6	1%
5352		Decaimiento	68	47,7	1%
5352		Viejo	62	33,55	0,7%
5352		Perforador (xilófagos)	53	39,7	0,7%
615		<i>Othiorrhynchus cribicollis</i>	6	55,8	1%
1089		<i>Biscogniauxia mediterranea</i>	10	47,0	0,6%
5352		Sal/viento	45	36,0	0,7%
1089		<i>Agrius</i> sp.	9	30,0	0,3%
1089		Exudación	9	14,4	0,0%
5352		Pudrición	44	34,0	0,5%
5352		Cerdo	37	36,2	0,4%
5352		Podas	32	27,5	0,1%
5352		Tumor/Engrosam./Verruga	30	39,3	0,4%
615		<i>Spilocaea oleaginea</i>	3	26,7	0,2%
1089		Agallas	5	28,0	0,3%
5352		Deficiencia de estación	23	30,0	0,3%
3487		<i>Dioryctria sylvestrella</i>	14	28,9	0,2%
5352		Defoliador	21	30,0	0,2%
615		<i>Euphyllura olivina</i>	2	27,5	0,2%
5352		Cortado	16	100,0	0,3%
1089		<i>Diplodia</i> sp.	3	26,7	0,1%
1089		<i>Taphrina kruchii</i>	3	26,7	0,1%
1089		<i>Lonsdalea quercina</i>	3	25,0	0,0%
3487	<1%	<i>Mycosphaerella pini</i>	8	22,5	0,0%
5352		Cortas (daño de corta)	11	38,2	0,2%
5352		Rotura	10	34,0	0,1%
3487		<i>Mycosphaerella</i> sp.	6	26,7	0,1%
3487		Resinosis	6	28,3	0,1%
5352		Bupréstido	9	100,0	0,2%
5352		Ramas puntisecas/ramillos secos	7	35,0	0,1%
5352		Fumagina	6	33,3	0,1%
5352		Nieve	6	29,2	0,1%
5352		Hiedra	5	65,0	0,1%
5352		Daño mecánico	5	36,0	0,1%
5352		Cerambícidos	5	52,0	0,0%
1089		<i>Nycteola revayana</i>	1	40,0	0,1%
1089		<i>Phyllosticta</i> sp.	1	90,0	0,1%
1089		<i>Phytophthora</i> sp.	1	70,0	0,1%
3487		Crecimientos anormales	3	30,0	0,1%
5352		Daño en tronco	4	52,5	0,1%
5352		Epifitosis/Plantas trepadoras	4	60,0	0,1%
5352		Áfidos	4	28,8	0,1%
5352		Phylloxérico	4	26,3	0,0%
5352		Hongo cortical	4	22,5	0,0%
3487		<i>Leucaspis pini</i>	2	30,0	0,1%
3487		<i>Peridermium pini</i>	2	30,0	0,1%
5352		Chupadores	3	38,3	0,1%

5352		Cabra	3	16,7	0,0%
5352		Desconocido	2	30,0	0,0%
5352		Granizo/Pedrisco	2	60,0	0,0%
5352		Bacteriosis	2	27,5	0,0%
5352		Fuego	2	15,0	0,0%
3487		<i>Brachyderes</i> sp.	1	40,0	0,0%
3487		<i>Dendrolimus pini</i>	1	30,0	0,0%
3487		<i>Orthotomicus erosus</i>	1	100,0	0,0%
3487		<i>Cyclaneusma minus</i>	1	40,0	0,0%
5352		Ramoneo	1	50,0	0,0%
5352		Riada	1	100,0	0,0%
5352		Roca	1	30,0	0,0%
5352	36%	SIN DAÑOS	1948	17,9	0,2%

PIES: pies totales por especie; INC: incidencia general; REG: registros de agentes nocivos; DM: defoliación media; INC2+3+4: incidencia sobre arbolado dañado (defoliación >25%).

Con mucha menos incidencia acumulada (10-19%) se encuentra a nivel general la competencia (competencia, dominancia, falta de iluminación) y los suelos someros/pobres. Por especies, se destaca *Thaumetopoea pityocampa* en pino carrasco, la roya *Gymnosporangium sabiniae* en sabina y *Verticillium dahliae* y la bacteria *Xylella fastidiosa* en acebuche. Sobre arbolado dañado (INC2+3+4) la incidencia se encuentra en tan solo el 7-13%. El resto de los agentes nocivos registrados tiene una incidencia general  $\leq 3\%$ .

Otros agentes nocivos sin referencias estadísticas encontrados sobre la vegetación arbórea y arbustiva de los puntos de control entre 2019 y 2020 se reflejan en la Tabla 7.

Tabla 7. Otros agentes nocivos sin referencias estadísticas 2019-2020.

ESPECIE	INSECTOS	HONGOS	OTROS
<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pachyrhinus</i> sp. <i>Leucaspis</i> sp. <i>Pineus pini</i>	<i>Armillaria</i> sp.	Escobas de bruja <i>Bacillus vuilemini</i>
<i>Quercus ilex</i>	<i>Curculio</i> sp. <i>Lithocolletis ilicis</i> <i>Plagiotrochus quercusilicis</i>	<i>Fusicladium quercus-ilicis</i> Roñas Fumaginas	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>
<i>Olea europaea</i>	<i>Prays oleae</i> <i>Resseliella oleisuga</i>		
<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Planococcus</i> sp.	<i>Pestalotiopsis</i> sp. <i>Diaporthe</i>	
<i>Ceratonia siliqua</i>		<i>Pseudocercospora ceratoniae</i>	
<i>Arbutus unedo</i>	<i>Heliethrips haemorrhoidalis</i> <i>Charaxes jasius</i>	<i>Phomopsis</i> sp. <i>Septoria unedonis</i>	<i>Tetranychus urticae</i>
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Carulaspis juniperi</i> <i>Oligotrophus panteli</i>	<i>Kabatina juniperi</i>	
<i>Phillyrea</i> sp.	<i>P. oleae</i> Cicadélidos <i>O. cribicollis</i> <i>E. olivina</i>		
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Aglaope infausta</i> <i>Rhamphus</i> sp.		
<i>Cistus</i> sp.	<i>Icerya purchasi</i> <i>Ceroplastes</i> sp.		

	<i>Lecanodiaspis sardoa</i>		
<i>Rosmarinus officinalis</i>	<i>Chrysomela americana</i> <i>Eriococcus devoniensis</i>		
<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>R. oleisuga</i> <i>Saissetia oleae</i> <i>Sinoxylon sexdentatum</i>	<i>Pileolaria sp.</i>	
<i>Chamaerops humilis</i>	<i>Paysandisia archon</i>	<i>Pestalotiopsis palmarum</i> <i>Helmithosporium/Dreschlera</i>	
<i>Crataegus monogyna</i>		<i>Gymnosporangium clavariiforme</i>	
<i>Erica sp.</i>	<i>Altica sp.</i> <i>Lobesia sp.</i>		
<i>Rubus sp.</i>	<i>Lepidosaphes sp.</i>		
<i>Ruscus aculeatus</i>		<i>Helmithosporium/Dreschlera.</i>	
<i>Daphne gnidium</i>	<i>Lobesia sp.</i>		
<i>Myrtus communis</i>		<i>Pseudocercospora lindericola</i>	

#### 4.2.3. Plagas cuarentenarias

La Ley 43/2002, de 20 de noviembre, de Sanidad Vegetal, define como plaga de cuarentena aquella que puede tener potencial importancia económica y que aparece en la lista comunitaria o ha sido calificada así por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Los reglamentos europeos y nacionales establecen para los distintos Estados miembros la obligación de realizar prospecciones anuales en sus territorios para conocer la situación de determinados organismos perjudiciales (organismos de cuarentena). Actualmente, las plagas cuarentenarias están reguladas por el Reglamento (UE) 2016/2031 del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de octubre de 2016, relativo a las medidas de protección contra las plagas de los vegetales. La trasposición de esta normativa al derecho español es el Real Decreto 739/2021, de 24 de agosto, por el que se dictan disposiciones para la aplicación en España de la normativa de la Unión Europea relativa a las medidas de protección contra las plagas de los vegetales y los controles y otras actividades oficiales en dicha materia.

Es muy importante detectar los primeros focos de una plaga que aparece por primera vez en un Estado miembro o parte de ella, para evitar que se establezca allí, siempre que sea posible, o al menos que no se propague. También es importante conocer la situación y evolución de las plagas establecidas, para evitar que se extiendan a otros territorios.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación establece un calendario anual de prospecciones de organismos y planes o programas de prevención, erradicación o control de determinadas plagas vegetales de interés en España, que deben llevar a cabo las Comunidades Autónomas, así como la fecha de entrega de los informes con los resultados obtenidos. Además, para las plagas de cuarentena, ha elaborado planes nacionales de contingencia, protocolos de inspección y prospecciones y requisitos para la circulación de material vegetal.

Los distintos planes de contingencia o control elaborados por las autoridades fitosanitarias europeas y nacionales se basan en el examen periódico de las masas forestales a través de procedimientos estandarizados, tal como los que ofrece la Red Balear, examinándose en la actualidad la presencia de síntomas o signos asociados a plagas cuarentenarias de la Unión (*Fusarium circinatum*, *Phytophthora ramorum*), plagas prioritarias (*Anoplophora chinensis*, *Xylella fastidiosa*, *Bursaphelenchus xylophilus*) y plagas cuarentenarias de zonas protegidas

(*Erwinia amylovora*).

Hasta la fecha, solamente las muestras de acebuche recogidas en 2018 en el punto 070159.1.A de Ciutadella de Menorca dieron positivo en *X. fastidiosa*, una enfermedad que desde su detección en 2016 se encuentra bastante extendida por el territorio de las Islas Baleares.

#### 4.3. Meteorología

Según los datos normales (BOTHEY, 2013), las Islas Baleares presentan bastantes diferencias según las zonas teniéndose una amplitud pluviométrica (AP) elevada que va desde los 375 mm hasta los más de 1.000 mm (AP: 803 mm). Territorialmente, esta amplitud es máxima en Mallorca (AP: 766 mm). La mayor pluviosidad se encuentra en el norte de Mallorca (Escorca). Los valores más bajos coinciden con Formentera y la mitad sur de Ibiza y de Mallorca (Figura 4).

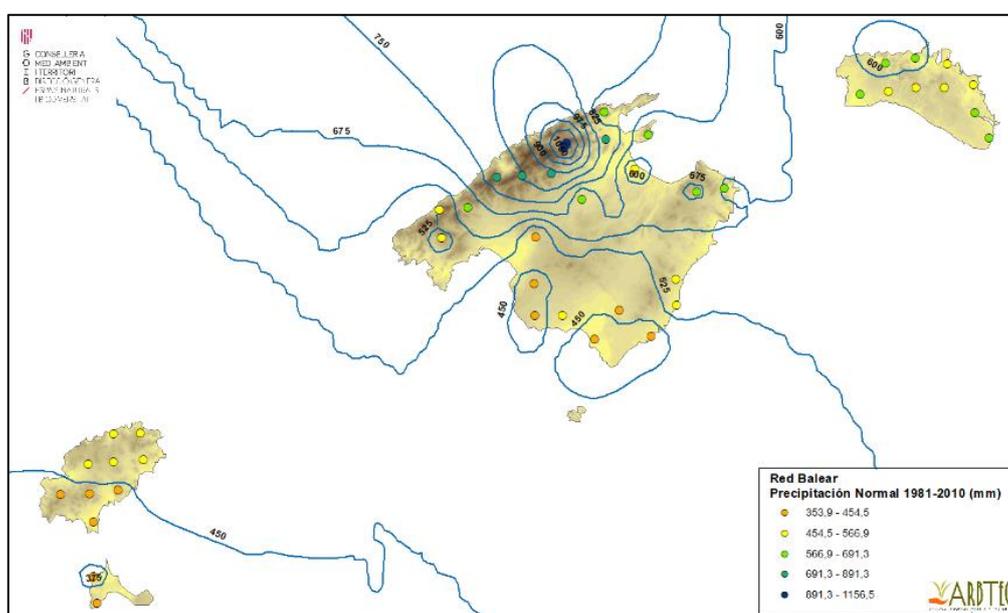


Figura 4. Isoyetas de precipitación normal en las Islas Baleares.

Los resultados de defoliación media por parcela a lo largo de estos años de seguimiento de la Red Balear, expuestos cartográficamente (Figura 5), parecen indicar que existe una relación entre estos y las precipitaciones normales. Para evaluar si existe una dependencia lineal entre estas dos variables se ha calculado su correlación mediante PEARSON (Tabla 8). Para ello, a cada parcela se le ha asignado el valor de precipitación de la estación más próxima de la que se disponen datos normales de lluvia (1981-2010), y se han comparado con sus datos de defoliación media de 2016 a 2020.

Tabla 8. Correlación de Pearson entre precipitación normal y defoliación media/parcela.

	2016	2017	2018	2019	2020
r (BALEARES)	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5
r (MALLORCA)	-0,3	-0,4	-0,4	-0,6	-0,6

De los resultados obtenidos se infiere que:

- A nivel general, todos los valores de r resultan negativos lo que indica que existe alguna

relación persistente entre precipitaciones normales escasas y defoliaciones medias altas. En la isla de Mallorca, donde reside la mayor amplitud pluviométrica, esta relación se hace más significativa.

- En condiciones reales de fuerte sequía (2016) se tiene una correlación general muy baja ( $r = -0,2$ ), la predictibilidad es muy escasa. Sin embargo, la correlación negativa adquiere mayor importancia cuando la pluviometría se acerca a los valores normales (2017-2020:  $r = -0,4/-0,5$ ).

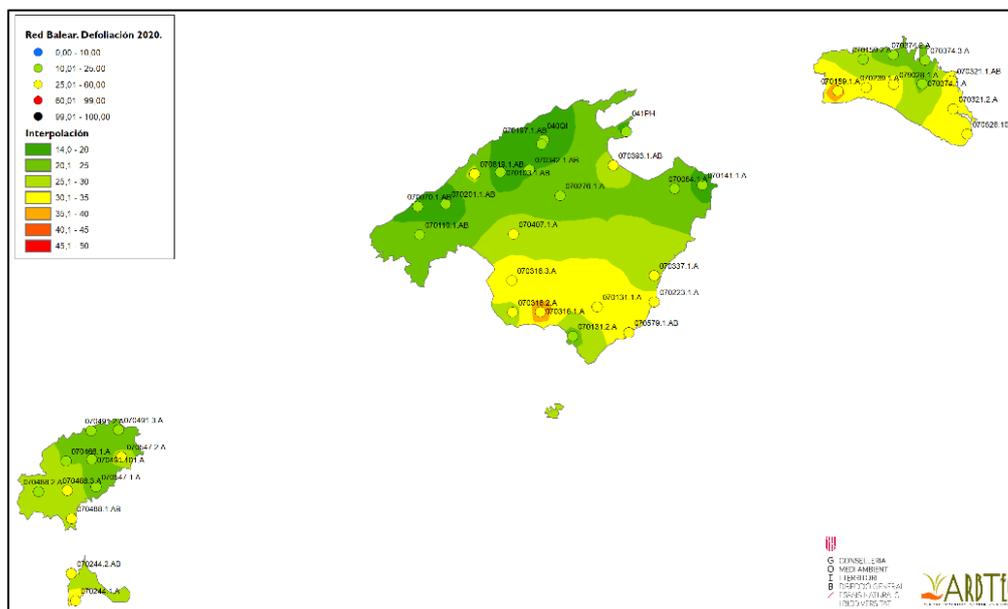


Figura 5. Defoliación media 2020 de punto de control de la Red Balear.

#### 4.4. Indicadores de gestión forestal sostenible

##### 4.4.1. Existencias:

En la Red Balear, el **número de pies** medido en las subparcelas (400 m<sup>2</sup>) alcanza la cifra de 935 ejemplares, es decir 544 pies/ha (-7 pies/ha respecto al inventario de 2016). Su distribución por islas es: 53% en Mallorca, 28% en Menorca, 18% en Ibiza y 2% en Formentera. El número de coníferas es superior al de frondosas, 60% frente a 40%.

Respecto al tipo de formación, son mayoritarios los pinares donde se han medido 525 árboles (56% del total), seguidos de encinares con 213 pies (23%), las mezclas de coníferas y frondosas con 102 árboles (11%), acebuchales con 77 ejemplares (8%), y la mezcla de coníferas autóctonas solamente con 18 individuos (2%).

Sin embargo, respecto a la **densidad** de las masas forestales según el tipo de formación, la mayor espesura es la presentada por las mezclas de coníferas y frondosas (850 p/ha) y los encinares (761 p/ha). Por su parte, los pinares de pino carrasco (486 p/ha) y los acebuchales (481 p/ha) se mantienen cerca de la media Balear (544 p/ha), mientras que las mezclas de coníferas, con pino y sabinas en Formentera, son poco densas (225 p/ha).

Atendiendo a las **existencias en volumen con corteza (VCC)**, se han contabilizado un total de 175,4 m<sup>3</sup> (+10,6 m<sup>3</sup> respecto al inventario anterior) —lo que constituye un volumen medio de 102 m<sup>3</sup>/ha—, en el que el 88% corresponde a coníferas y solamente el

12% a frondosas. Las formaciones que más contribuyen en VCC son los pinares de pino carrasco: 133,9 m<sup>3</sup>. No obstante, a nivel superficial la mayor concentración de volumen se encuentra en las masas que son mezcla de coníferas y frondosas con 175,2 m<sup>3</sup>/ha, por encima de pinares (123.9 m<sup>3</sup>/ha), encinares (57.5 m<sup>3</sup>/ha), mezclas de coníferas (32.5 m<sup>3</sup>/ha) y acebuchales (11.6 m<sup>3</sup>/ha).

#### 4.4.2. Estructura de la masa por edad/clase diamétrica:

En 2020, para toda la Red Balear, las clases diamétricas más abundantes son las que corresponden a los árboles de menor diámetro, (CL10: 7-15 cm y CL20: 16-25) con una media de 188 y 169 pies/ha. La cantidad de árboles disminuye progresivamente desde la clase 10 hasta la clase 70 (66-75 cm), esta última con una densidad de solo 1,2 pies/ha, y compuesta exclusivamente por pino carrasco, al igual que la clase 60 (46-55 cm), también muy escasa (2,9 pies/ha). Se ha contabilizado un 4% de *P. halepensis* añosos: aquellos con un diámetro mayor o igual a 40,61 cm (Alberdi et al, 2013).

Por formaciones arboladas en la Red Balear, los **pinares**, presentan una distribución diametral media irregular, manifestando una preponderante y similar cantidad de pies de entre 7 y 35 cm de diámetro (CL10, CL20 y CL30) que, en conjunto, representan el 85% de la muestra. Las clases superiores, arbolado maduro o extra-maduro (CL40, 50, 60 y 70), son escasas.

Respecto a **encinares**, estos adquieren una estructura semirregular, joven, en la que abundan las clases diametrales inferiores (CL10 y CL20: 78% de la muestra). Las encinas más maduras son escasas, no encontrándose ejemplares de más de 45 cm.

Los **acebuchales** se estructuran regularmente, con todos sus efectivos entre los 7 y los 25 cm de diámetro.

Las **formaciones mixtas**, (pino/frondosa), se estructuran de forma irregular, con una abundancia del arbolado más joven (CL10: 350 pies/ha) y cantidades significativas de clases inmediatamente superiores (CL20, CL30 y CL40), del orden de 105-225 pies/ha, junto con una muy escasa población extra madura (CL60: 8 pies/ha).

Finalmente, la formación tipificada como **mezcla de coníferas autóctonas**, exclusiva de Formentera, arroja una estructura irregular, con elementos que se distribuyen variablemente por las clases diamétricas CL10 a CL40, sin árboles gruesos.

#### 4.4.3. Fijación de Carbono:

En 2020, por el método de ecuaciones de estimación de **biomasa** (RUIZ-PEINADO, 2013), la masa forestal contenida en las parcelas de la Red Balear, en su conjunto, contiene 235.821 kg de biomasa viva total (incrementando un 8,6% desde el inventario de 2016), lo que suponen de media 137.105 kg/ha. Por tanto, el **CO2 acumulado** supone 433 Tn en el conjunto de las parcelas, con un 76% en la fracción aérea y 24% en la subterránea. El CO<sub>2</sub> acumulado por superficie arbolada, en la biomasa viva, es de 252 Tn/ha.

#### 4.4.4. Madera muerta:

El volumen de madera muerta (VMM) total medido en los puntos de seguimiento es de 50,0 m<sup>3</sup>, lo que corresponde a un volumen medio de 14,2 m<sup>3</sup>/ha, incrementado respecto a la cuantificación previa de 2016 (+4,3 m<sup>3</sup>/ha).

En su conjunto, las parcelas contienen solo un 5% (1,5 m<sup>3</sup>/ha) de madera muerta en pie, que se

ha reducido significativamente respecto a la evaluación anterior (2016: 4,8 m<sup>3</sup>/ha), y un 95% de fragmentos caídos (12,7 m<sup>3</sup>/ha). Entre la madera caída, los elementos con un diámetro >30 cm alcanzan los 3,6 m<sup>3</sup>/ha y se incrementan hasta el 12% del volumen total medido (2016: 4,6%).

En relación con el tipo de formación, el mayor VMM sigue encontrándose en los pinares de pino carrasco, donde se estiman 20,3 m<sup>3</sup>/ha actuales, bastante más que en 2016 (13,7 m<sup>3</sup>/ha). De ellos, solamente 2,0 m<sup>3</sup>/ha (5%) se corresponden con arbolado muerto en pie, reduciéndose mucho esta característica (2016: 7 m<sup>3</sup>/ha, 30%). Relativamente relevante sigue siendo el dato de VMM en masas mezcla de coníferas y frondosas, donde se estiman 7,8 m<sup>3</sup>/ha (-2 m<sup>3</sup>/ha) y el 4% corresponde a madera muerta en pie. Respecto al resto de formaciones (acebuchales, encinares y otras mezclas), el VMM medio no supera individualmente los 4 m<sup>3</sup>/ha.

En cuanto al estado de descomposición, resulta más abundante (5,6 m<sup>3</sup>/ha) la madera en grado 3 (empezándose a pudrir, sin corteza) que puede indicar un estado medio de descomposición. La madera podrida o muy podrida (grados 4 y 5) representan conjuntamente 6,4 m<sup>3</sup>/ha y la más fresca 2,3 m<sup>3</sup>/ha (grados 1 y 2). En general, existen más restos antiguos (76%) que recientes (24%).

La valoración general de la madera muerta presente en las parcelas de la Red Balear, según MÜLLER & BÜTLER (2010), es DESFAVORABLE-INADECUADO frente al desfavorable-malo de 2016.

#### 4.5. Indicadores de conservación de los tipos de hábitat comunitarios

En cuanto a los indicadores expuestos en la metodología relativos al estado de conservación de las 4 parcelas representativas del hábitat “Bosques de *Olea* y *Ceratonia*”, estos resultan en casi todos los casos desfavorables. Solo se puede hacer una excepción en cuanto a la presencia de pies menores, que se considera favorable en el 50% de las parcelas estudiadas.

### 5. Conclusiones

- Siendo muy elevada la amplitud pluviométrica de las Islas Baleares, la información recogida aporta una concordancia territorial entre pluviometría normal baja y datos medios altos de defoliación de los puntos de control, que en Mallorca se hace más significativa, por lo que se considera que el estrés hídrico es el agente más determinante en la evolución de este indicador en estas áreas.
- La defoliación media general de Baleares presenta aun un índice de referencia de tipo ligero (def. ≤25%), aunque desde 2014 los datos anuales son insistentemente más altos, de tipo moderado-bajo (def. 26-40%). Territorialmente, Formentera y Menorca se encuentran tradicionalmente en peor estado, mientras que por especies la información de defoliación media es significativamente más baja en *Q. ilex*.
- La cantidad de arbolado dañado (AD: defoliación >25%) es generalmente más alta que los estándares tomados por referencia, tanto a nivel territorial como por especies, y singularmente en el caso de Formentera y *O. europaea*. Solamente es tolerable en el caso de Ibiza y de *Q. ilex*.
- El índice de referencia general de arbolado en estado grave (CL3, defoliación >60%) en Baleares se mantiene dentro del umbral tolerable, viéndose que este solo ha sido superado en 2018. Territorialmente, la muestra de Menorca se encuentra en peor disposición con continuas sumas anuales de CL3 >2%. Por especies, destacan los altos valores de *O. europaea* a partir de 2015, y los continuos de *Q. ilex* en Menorca.
- Los datos de referencia de mortalidad en el conjunto de Baleares se mantienen dentro del nivel normal establecido, aunque se ha podido superar en 2014 y 2016 a consecuencia de la

actividad antropogénica (cortas) sobre *P. halepensis*. Solo esta especie presenta datos elevados entre 2014 y 2018 tanto en Mallorca como en Menorca.

- La mortalidad es mucho más abundante en pino carrasco que en otras especies que componen la muestra, y es mayoritariamente producida por *T. destruens* previa debilidad del hospedante provocada por otros agentes y también a causa de una actividad antropogénica bastante continuada.
- Los agentes nocivos de mayor incidencia acumulada en los puntos de control entre 2016 y 2020 son *Cerambyx* sp., el estrés hídrico-térmico y el patógeno *Thyriopsis halepensis*. No obstante, es relevante la escasa relación de *Cerambyx* sp. con defoliaciones altas (def. >25%).
- Respecto a organismos de cuarentena, solamente una muestra de acebuche de una parcela en Menorca dio positivo en *X. fastidiosa* en 2018. No obstante, esta enfermedad se encuentra bastante extendida por el territorio de las Islas Baleares.
- En la Red Balear, las existencias en volumen con corteza (VCC) crecen respecto a 2016. Actualmente la mayor espesura es la presentada por las masas mezcladas de coníferas y frondosas y los encinares, mientras que las formaciones que más contribuyen en VCC son las masas mezcla de coníferas y frondosas, por encima de los pinares.
- En cuanto a la estructura de la masa por edad/clase diamétrica, las clases más abundantes son las que corresponden con los menores diámetros, (<25 cm), mientras que los pies considerados añosos solo suponen un 4% del total. Respecto a las principales formaciones, pinares y encinares presentan estructuras irregular y semirregular respectivamente, en ambos casos con poco arbolado maduro. En el caso de los acebuchales, estos se encuadran en un tipo de masa regular, mayoritariamente formados por pies de poco diámetro.
- La fijación de carbono de la masa forestal se ha incrementado desde el inventario anterior a una tasa del 2,15% anual, estando este dato muy en la línea del CO<sub>2</sub> fijado calculado por otros autores (MONTERO *et al*, 2005).
- El volumen de madera muerta (VMM) total medido también se ha incrementado respecto a la cuantificación de 2016, y sobre todo se corresponde con grandes fragmentos caídos (diam>30). Existen más restos antiguos que recientes, presentando un estado de descomposición medio. La valoración general de la madera muerta presente resulta no obstante desfavorable-inadecuado.
- Los indicadores relativos al estado de conservación de las parcelas representativas del hábitat comunitario “Bosques de *Olea* y *Ceratonia*” resultan en general desfavorables, excepto el referido a la presencia de pies menores.

## 6. Agradecimientos

A los Agentes de Medio Ambiente por su inestimable ayuda, los gestores de los espacios naturales por su colaboración, los propietarios y personal de las fincas privadas por su favorable disposición, y al personal del ejército con responsabilidad en los terrenos con sitios de seguimiento.

## 7. Bibliografía

ALBERDI ASENSIO, I., CONDES RUIZ, S., AGUIRRE, A., HERNÁNDEZ, L., VALLEJO, R. y CAÑELLAS, I. (2013). La estimación de los árboles añosos en el Inventario Forestal Nacional.

ÁREA DE INVENTARIOS Y ESTADÍSTICAS FORESTALES (AIEF) (2019). Inventario de daños forestales (IDF) en España. Red europea de Seguimiento de Daños en los Bosques (Red de Nivel I). Resultados del muestreo de 2019. Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

BOTEY, R., GUIJARRO J. A. y JIMÉNEZ A. (2013). Valores normales de precipitación Mensual 1981-2010. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Agencia Estatal de Meteorología 2013.

EICHHORN J, ROSKAMS P, POTOČIĆ N, TIMMERMANN V, FERRETTI M, MUES V, SZEPESI A, DURRANT D, SELETKOVIĆ I, SCHRÖCK HW, NEVALAINEN S, BUSSOTTI F, GARCIA P & WULFF S (2016) *Part IV: Visual Assessment of Crown Condition and Damaging Agents. In: UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 54 p. ISBN: 978-3-86576-162-0. [http://icpforests.net/page/icp-forests-manual].*

FERNÁNDEZ-BARRAGÁN J. y REINA I. 2016. Red de evaluación y seguimiento de daños en las masas forestales de las islas baleares 2016. Servei de Sanitat Forestal GOIB.

GONZÁLEZ, E., GALLEGO, D., LENCINA, J. L., CLOSA, S., MUNTANER, A., y NÚÑEZ, L. (2010). Propuesta de una metodología para la determinación de los niveles de infestación por *Cerambyx cerdo* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Cerambycidae). Evaluación de los niveles de infestación en Mallorca, año 2009. Boletín de Sanidad Vegetal-Plagas, 2, 157-163.

HERNANDO GALLEGO, A., ROSARIO TEJERA, R., GARCÍA-ABRIL, A. y PÉREZ-PALOMINO, A. (2013, June). La madera muerta como indicador del estado de conservación de los hábitats en la Red Natura. In Congresos Forestales.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE (2012). Criterios e Indicadores de gestión forestal sostenible en los bosques españoles.

MONTERO, G., RUIZ-PEINADO, R. y MUÑOZ, M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO<sub>2</sub> por los bosques españoles. Monografías INIA: Serie Forestal. N° 13. 2005.

MONTERO, G., MUÑOZ, M., DONÉS, J. y ROJO, A. (2004). Fijación de CO<sub>2</sub> por *Pinus sylvestris* L. y *Quercus pyrenaica* Willd. en los montes “Pinar de Valsaín” y “Matas de Valsaín”. Invest Agrar: Sist Recur For, 13(2), 399-415.

ORGANISMO AUTÓNOMO PARQUES NACIONALES (2019). Revisión del estado fitosanitario de los Parques Nacionales y Centros Forestales adscritos al OAPN. Organismo Autónomo Parques Nacionales.

REY, P.J., ALCÁNTARA, J.M. y FERNÁNDEZ, J.M. (2009). 9320 Bosques de *Olea* y *Ceratonia*. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 66 p.

RUIZ BENITO, P., ÁLVAREZ-URÍA, P. y ZAVALA, M. A. (2009). Pinares mediterráneos de pinos mesogeanos endémicos. En: VV.AA., Bases ecológicas preliminares para la

conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 112 p.

RUIZ-PEINADO, R. (2013). Modelos para la estimación del carbono en la biomasa de los sistemas forestales. Influencia de la silvicultura en los stocks de carbono. Universidad de Valladolid. Instituto Universitario de Investigación y Gestión Forestal Sostenible. Tesis Doctoral.

Servei de Sanitat Forestal GOIB (2012) (<http://www.caib.es/sites/sanitatforestal>).

SSF – DGDRyPF (2012). Red de Seguimiento a Gran Escala de Daños en los Montes (Red de Nivel I). Manual de Campo. Ministerio de Agricultura, alimentación y Medio Ambiente.

SSF – DGDRyPF (2013). Manual Red de Nivel I (revisión de 2013). Comisión Económica para Europa de Naciones Unidas. Convenio Marco de Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia. Programa Internacional de Cooperación para el Seguimiento y la Evaluación de los Efectos de la Contaminación Atmosférica en los Bosques.

TOWNSEND G. R. & HEUBERGER J. W. (1943). *Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. Plant Disease Report*, 24, 340-343.

UNECE ICO Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.) (2016). *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on Forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde.* [<http://www.icp-forests.org/Manual.htm>].

VALLADARES, F., VILAGROSA, A., PEÑUELAS, J., OGAYA, R. y CAMARERO, J.J. (2008). Estrés hídrico: ecofisiología y escalas de la sequía. En: VALLADARES, F. (ed.). *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. 2ª edición. Naturaleza y Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. pp. 165-192.