

Septiembre, 2021

Informe de resultados para el periodo 2012-2019

*SEGUIMIENTO DE ESPECIES FORESTALES INDICADORAS DE
CAMBIO CLIMÁTICO EN LA RED DE PARQUES NACIONALES*



Índice

1	INTRODUCCIÓN	3
2	METODOLOGÍA	4
2.1	Evaluación de la vitalidad	7
2.2	Agentes nocivos.....	9
2.3	Caracterización fitoclimática.....	10
3	RESUMEN DEL SEGUIMIENTO DE ESPECIES INDICADORAS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA RED DE PARQUES NACIONALES	12
3.1	Evolución general de la Defoliación Media.....	13
3.1.1	Coníferas y Quercus.....	16
3.1.2	Planifolios y especies arbustivas.....	17
3.2	Evolución general de la defoliación según subtipo fitoclimático.	18
3.2.1	Subregiones fitoclimáticas	21
3.2.2	Coníferas y Quercus.....	22
3.2.3	Planifolios y especies arbustivas.....	23
3.3	Evolución general de la defoliación por agente nocivo	24
3.3.1	Coníferas y Quercus.....	26
3.3.2	Árboles planifolios y arbustivas.....	27



Seguimiento de especies forestales indicadoras de cambio climático en la Red de Parques Nacionales

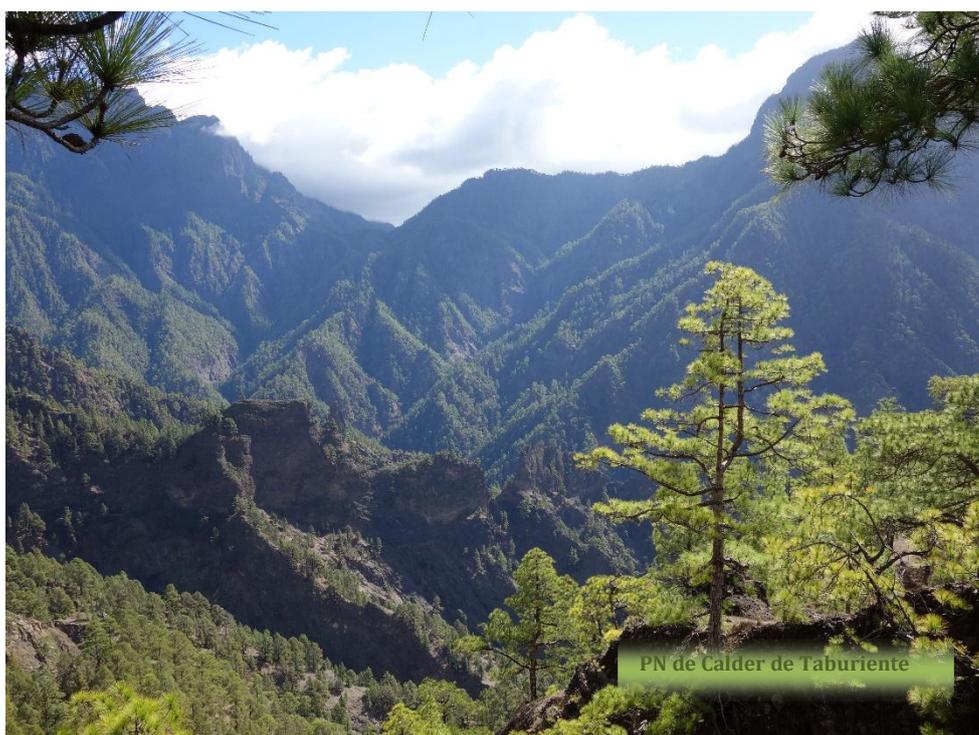
Informe de resultados para el periodo 2012-2019

1 INTRODUCCIÓN

La distribución de las especies forestales no debe verse de forma estática, sino que están sujetas a su constante cambio a distintas escalas espaciales y temporales (Valladares *et al*, 2004). El denominado cambio global está provocado por la actividad humana y tiene impactos muy importantes sobre los ciclos del agua, los elementos y el sistema climático. En regiones como la mediterránea estos cambios, según distintos autores, parecen ser más rápidos y notorios en las últimas décadas.

El proyecto "Seguimiento de especies indicadoras de cambio global en la Red de Seguimiento Fitosanitario en Parques Nacionales", surge de la necesidad de disponer de una base documentada sobre el estado fitosanitario y de conservación de varias especies forestales seleccionadas y presentes en los Parques Nacionales y su evolución a largo plazo, teniendo en cuenta los cambios que se pronostican y modelizan a consecuencia del cambio climático.

En el documento técnico "Seguimiento de la vegetación en los puntos de la Red de Daños en Parques Nacionales y Centros Forestales. Fase IV: Determinación y seguimiento del estado de conservación de las especies forestales indicadoras de cambio global en los puntos de la Red de Daños en Parques Nacionales. 2011-2013" (Pereyra T., Reina M., Reina I. & Fernández-Barragán F. J. - OAPN, 2013) se describe con detalle el objeto del seguimiento, la metodología y parámetros a medir, los motivos para la elección de las diferentes especies en seguimiento, etc. A continuación, se ofrece un resumen de éste.



2 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto, se han tomado como referencia los puntos de control de la Red de Seguimiento Fitosanitario de las Masas Forestales de los Parques Nacionales y Centros, adoptándose su metodología de evaluación sanitaria (Eichhorn et al, 2010) y definiéndose nuevos indicadores.

Se realiza la medición anual de parámetros relacionados con el estado de conservación de determinadas especies indicadoras, de forma que se identifiquen los potenciales cambios en las comunidades y especies que puedan atribuirse a perturbaciones climáticas en el actual contexto de cambio global.

*El seguimiento se realiza en **67 parcelas**, en las que están representados al menos **30 ejemplares** de alguna de las **18 especies indicadoras** arbóreas o arbustivas seleccionadas para su seguimiento, tomando como referencia documentos técnicos¹.*



¹ OAPN 1989/2010. "Red de Daños en Parques Nacionales y Centros Forestales adscritos al OAPN". MARM/ - Felicísimo Ángel M., Muñoz J., Villalba C. 2010. "Impactos y Vulnerabilidad de la Flora y Vegetación Españolas ante el Cambio climático". MARM-Felipe Domínguez. 2009. "Sistema de seguimiento de las plantas vasculares de España". MARM/ VV.AA. 2009. "Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés Comunitario en España. MARM

Las especies seleccionadas se han agrupado en las siguientes categorías:

- Árboles planifolios:
 - *Arbutus unedo* L.
 - *Fagus sylvatica* L.
 - *Laurus novocanariensis* Rivas Mart., Lousã, Fern. Prieto, E. Días, J. C. Costa & C. Aguiar
 - *Persea indica* L.
- Coníferas:
 - *Juniperus phoenicea* var. *turbinata* (Guss.) Tod. Dos submuestras
 - *Pinus halepensis* Mill.
 - *Pinus canariensis* Chr. Sm. Ex DC.
 - *Pinus uncinata* Ram. ex De Candolle
 - *Abies alba* Mill.
- *Quercus* sp.:
 - *Quercus suber* L.
 - *Quercus ilex* subsp. *ballota* (Desf.) Samp.
 - *Quercus pyrenaica* Willd.
 - *Quercus petraea* (Matt.) Liebl
- Especies arbustivas:
 - *Phillyrea angustifolia* L.
 - *Pistacia lentiscus* L.
 - *Buxus sempervirens* L.
 - *Rhododendron ferrugineum* L.
 - *Spartocytisus supranubius* (L. f.) Christ ex G. Kunkel

La codificación de los parques nacionales utilizada en el presente documento es la que se presenta a continuación. Las parcelas de seguimiento se denominan con esta codificación, relativa al parque, seguida de un número ordinal.

Parque Nacional	Codificación
<i>P.N. Aigüestortes y Estany de Sant Maurici</i>	AIG
<i>PN. Caldera de Taburiente</i>	CAL
<i>P.N. de Cabañeros</i>	CBÑ
<i>P.N. Marítimo-Terrestre del Archipiélago de Cabrera</i>	CBR
<i>P.N. de Doñana</i>	DOÑ
<i>P.N. de Garajonay</i>	GAR
<i>P.N. de la Sierra de Guadarrama</i>	GUA
<i>P.N. Marítimo-Terrestre de las Islas Atlánticas de Galicia</i>	IAG
<i>P.N. de Monfragüe</i>	MON
<i>P.N. de Sierra Nevada</i>	NEV
<i>P.N. de Ordesa y Monte Perdido</i>	ORD
<i>P.N. de los Picos de Europa</i>	PIC
<i>P.N. del Teide</i>	TEI

Fig. 1. Codificación de los PPNN en el documento.

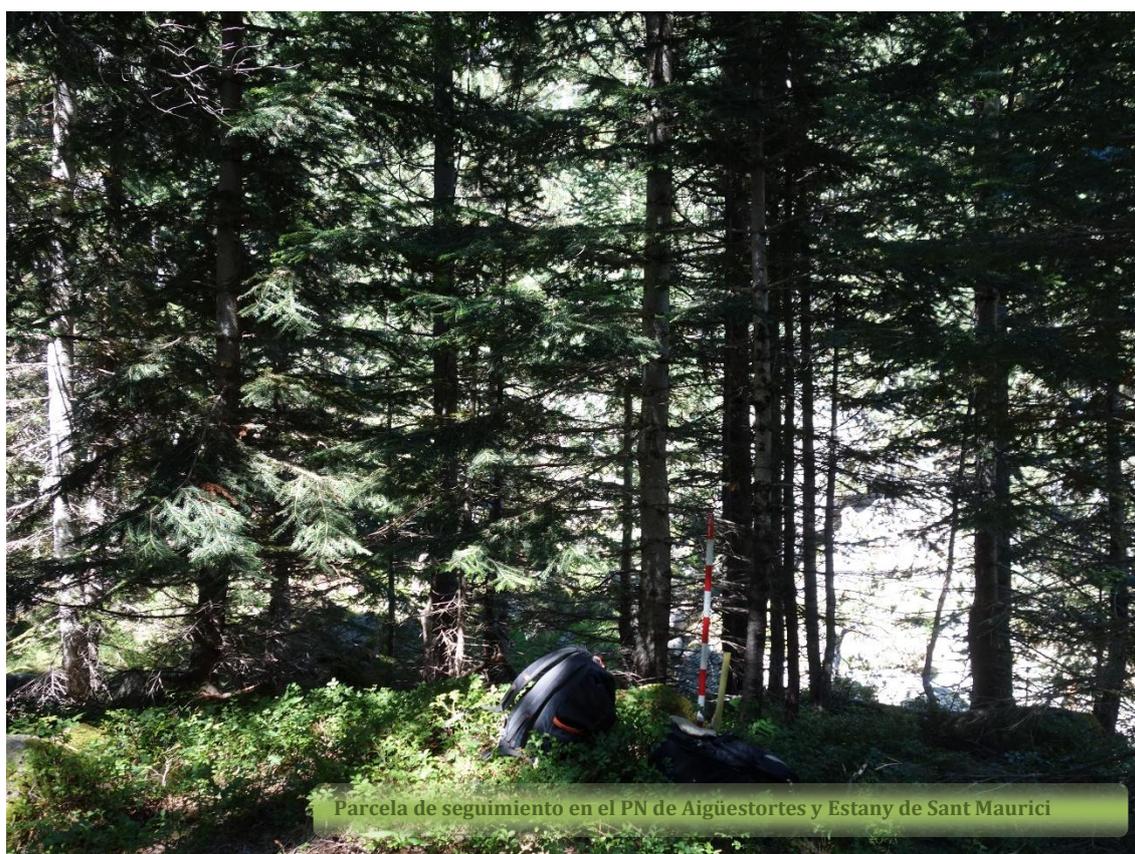


Fig. 2. Especies indicadoras seleccionadas para el seguimiento, número de ejemplares de cada especie y parques en los que están presentes.

Especies arbóreas	Nº de ejemplares	Parques Nacionales
<i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>turbinata</i>	92	CBR DOÑ
<i>Pinus halepensis</i>	60	CBR
<i>Pinus canariensis</i>	120	CAL TEI
<i>Pinus uncinata</i>	121	AIG GUA ORD
<i>Abies alba</i>	90	AIG ORD
<i>Arbutus unedo</i>	60	CBÑ MON
<i>Fagus sylvatica</i>	196	ORD PIC
<i>Laurus novocanariensis</i>	126	CAL GAR
<i>Quercus suber</i>	111	CBÑ DOÑ MON
<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>	315	CBÑ GUA MON NEV ORD
<i>Quercus pyrenaica</i>	210	CBÑ GUA NEV PIC
<i>Quercus petraea</i>	82	PIC
Especies arbustivas	Nº de ejemplares	Parques Nacionales
<i>Spartocytisus supranubius</i>	90	TEI
<i>Juniperus phoenicea</i> subsp. <i>turbinata</i>	30	CBR
<i>Buxus sempervirens</i>	55	AIG ORD
<i>Phillyrea angustifolia</i>	104	CBÑ CBR MON
<i>Pistacia lentiscus</i>	60	DOÑ
<i>Rhododendron ferrugineum</i>	60	AIG

El seguimiento de las especies indicadoras dentro de la Red de Parques Nacionales se realiza anualmente en el período comprendido entre el fin de la formación de las nuevas hojas y antes de la decoloración de las mismas en el otoño, adecuándose las visitas a las épocas del año más idóneas para examinar los agentes nocivos característicos de cada zona. Este periodo suele estar comprendido entre primeros de julio y finales de octubre dependiendo de la región biogeográfica en la que se encuentren.

Los parámetros evaluados se clasifican en:

- **Variables de identificación:** año, punto de seguimiento, centro, árbol y especie
- **Variables de localización:** rumbo, distancia, UTM x, UTM y.
- **Variables de crecimiento:** diámetro, altura, anchura de la copa y longitud de la copa.
- **Variables de vitalidad:** defoliación, decoloración, copa muerta, agentes nocivos, floración y fructificación.

Se cuenta con la información aportada por distintas variables de crecimiento y sociabilidad de árboles y arbustos medida con anterioridad al 2013, entre las que cabe destacar la edad, la altura, el diámetro normal, o la cobertura, anchura, altura y visibilidad de copas.



2.1 Evaluación de la vitalidad

Para la evaluación de la vitalidad, en este documento, se han utilizado **cuatro indicadores basados en la evaluación anual de la defoliación** en los árboles de los puntos de seguimiento:

- **Defoliación media (DM):** La defoliación media se ha calculado para cada caso con el error estándar cometido ($p=0,05$) y su desviación típica (s), con objeto de observar la variabilidad contenida en los resultados. Variaciones superiores a cinco puntos porcentuales implican cambios significativos en el estado sanitario de la vegetación (ICP-Forest, 2004).

Defoliación: Según la escala definida por el ICP-Forest y la CE se agrupan los porcentajes de defoliación obtenidos de la siguiente manera:

Clase 0: Árbol sano. Defoliación de 0 a 10%

Clase 1: Defoliación ligera. Defoliación de 10 a 25%

Clase 0+1: **Defoliación \leq 25%: arbolado sano**

Clase 2. Daño moderado. Defoliación de 26 a 60%

Clase 2.1. Daño Moderado-Bajo (26-40 %)

Clase 2.2. Daño Moderado-Alto (41-60 %)

Clase 3. Daño grave. Defoliación > 60 %

Clase 2+3: **Defoliación > 25%: arbolado dañado**

Clase 4. Árbol seco. Defoliación=100%

Fig. 3. Clases de defoliación

- **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.



- **Árboles secos:** la categoría árboles secos la constituyen todos aquellos ejemplares que presentan en cada caso una defoliación del 100%, lo que se conoce como Clase 4 (CL4). Los resultados se obtienen contabilizando los árboles con ese rango de defoliación.
- **Índice de Daño (ID%):** 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 clase (4) y N es la cantidad total de árboles examinados.

2.2 Agentes nocivos

El estudio de los **agentes nocivos** presentes de origen biótico o abiótico que inciden en el estado de salud de los ejemplares se consigna cuando la defoliación del árbol es mayor del 25%, y, por tanto, se considera dañado.

En relación con los agentes nocivos consignados, se utilizan los siguientes indicadores: Abundancia (Abn%), Incidencia (Inc%) y Gravedad (Gdefm%):

- **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 al total de ellos.
- **Incidencia (Inc%):** la Incidencia mide la extensión (frecuencia) que tiene un agente nocivo en el conjunto de la muestra de una especie forestal determinada.
- **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 ésta. También puede medirse con la cantidad de árboles, afectados por aquél, que hay en cada clase de defoliación (clase 2: def. moderada; clase 3: grave; clase 4: árbol seco).



2.3 Caracterización fitoclimática

Para la **caracterización comparativa fitoclimática** los trabajos se han basado en el sistema fitoclimático desarrollado por Allué Andrade en su obra "*Atlas Fitoclimático de España. Taxonomías (1990)*", que establece una correspondencia entre clima y vegetación. La clasificación está basada en la observación de que las curvas de precipitaciones y temperaturas de los climodiagramas de Walter-Lieth (WALTER & LIETH, 1960) responden a ciertos tipos limitados y mantienen una íntima relación con la vegetación.

Se ordenan de climas más cálidos y con sequías asociadas a las altas temperaturas, a climas más fríos, que también pueden implicar deficiencias hídricas, aunque en este último caso asociadas a las heladas. En ambos extremos la vida de vegetación con porte arbóreo no es posible debido a las condiciones climáticas extremas.

El resultado es la caracterización de 19 subtipos de vida vegetal, cada uno de ellos asociado a unas características climáticas concretas y que se reúnen en cuatro tipos fitoclimáticos generales: **Áridos, Mediterráneos, Nemorales** (oceánico templado) y **Oroborealioides** (montaña y alta montaña).

Subregión	Adscripción	Atributos
IV(III)	IV. Bosques mediterráneos Mediterráneo Subsahariano (lentiscares)	Infra-arbóreo Subdesértico Cálido de estíos muy secos
IV2		Mediterráneo genuino (acebuchales) Bosque extrailicino o ilicino Cálido menos seco de inviernos tibios
IV4		Mediterráneo genuino (encinares húmedos) Bosque ilicino exclusivo y genuino Típico Cálido menos seco, de inviernos cálidos
IV(VI)1		Mediterráneo subnemoral (encinares húmedos con quejigo o melojo) Bosque ilicino exclusivo y genuino Transicional hacia planicaducifolia Meseteño
VI(IV)2	VI. Bosques caducifolios nemorales Nemoromediterráneo genuino (quejigares y melojares húmedos con encina)	Transicional Planicaducifolia obligada marcescente subtípica
VI(V)		Nemorolauroide oceánico (robleales pubescentes) Transicional Típico Planicaducifolia obligada
VI		Nemoral genuino (Hayedos) Típico
VIII(VI)	VIII. Bosques aciculifolios boreales Oroborealoide subnemoral (pinas de silvestre con frondosas)	Aciculiperennifolio Transicional hacia planicaducifolia
X(VIII)	X. Formaciones de alta montaña. Oroborealoide genuino (pinas de silvestres y negro)	Aciculiperennifolio Típico Alta montaña
X(IX)1		Oroarticoide crioxérico (pastizal alpinoideo) No arbóreo Sin xerotermia Alta montaña

Fig. 4. Subregiones fitoclimáticas (Allué 1990)

No ha sido posible hasta el momento determinar los subtipos fitoclimáticos de Canarias adscritos a los puntos allí ubicados.

Para más información y consulta del informe completo relativo a esta iniciativa de seguimiento, utilizar el siguiente enlace de la página de la [Red de Bibliotecas de Parques Nacionales](#).

Los informes de resultados de campañas anteriores se pueden encontrar en el siguiente enlace de la web del OAPN:
[Seguimiento de especies indicadoras](#)

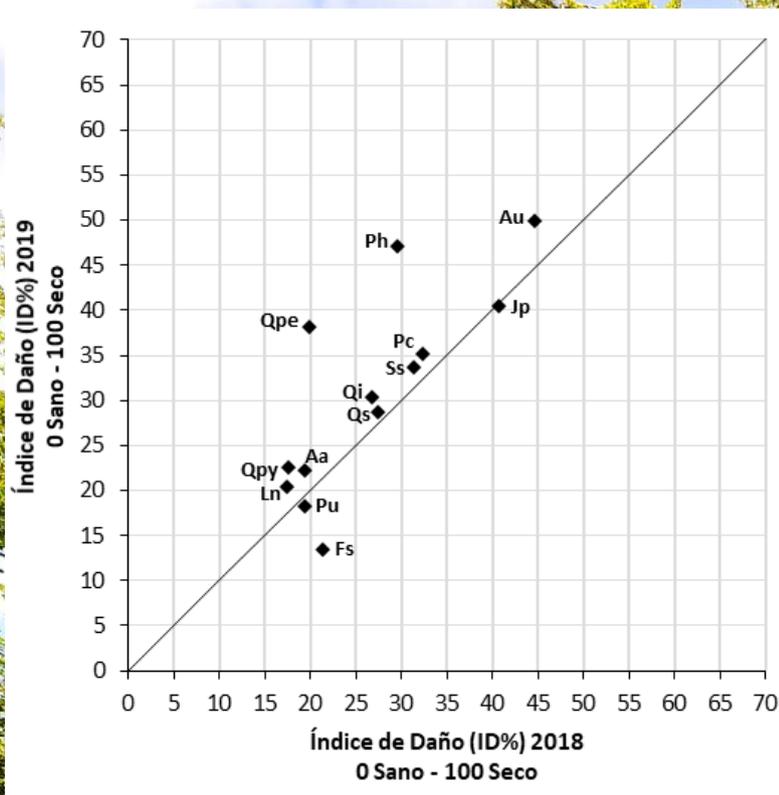
Los datos brutos utilizados para la elaboración de los informes están disponibles para su uso, previa solicitud, en el correo electrónico: seguimiento@oapn.es



3 RESUMEN DEL SEGUIMIENTO DE ESPECIES INDICADORAS DE CAMBIO CLIMÁTICO EN LA RED DE PARQUES NACIONALES

Desde 2005 se vienen observando desviaciones periódicas de la meteorología local que en alguna ocasión han resultado graves (2012 y 2016), basadas en una menor precipitación y el aumento de las temperaturas medias. En 2019, a consecuencia de una situación meteorológica que vuelve a resultar desfavorable, con datos de precipitación tan escasos en algunos ámbitos (regiones mediterránea y macaronésica) como los de la última gran sequía (2012), y temperaturas en general más cálidas (salvo en la región atlántica) que las del año precedente, **los indicadores de vitalidad de las especies en seguimiento vuelven a empeorar en términos generales.**

Fig. 5. Evolución del índice de daño (ID %) por especie en 2018 y 2019





Parcela de seguimiento en el PN de Monfragüe

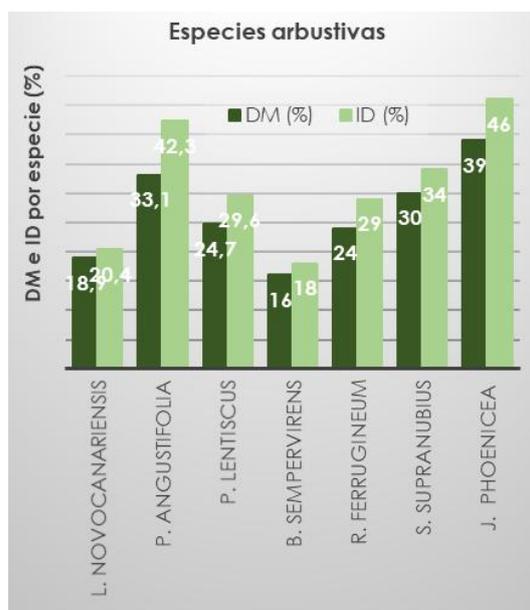
3.1 Evolución general de la Defoliación Media

Atendiendo al indicador de **defoliación media** (DM) relativo a 2019, calculado por especies, las especies forestales arbóreas que presentan grados de defoliación media superiores a 25 % (y por lo tanto la muestra se considera dañada) son el **roble albar** en el frente eurosiberiano; **madroño, sabina y pino carrasco** en la región mediterránea; y **pino canario y retama del Teide** en la macaronésica, siendo algo más bajos en Canarias (DM 30%) que en el resto de las regiones. Estas especies constituyen actualmente el 46% del conjunto de taxones arbóreos evaluados (2018: 31%).

Si bien la evolución de DM en 2019 es desfavorable en casi todas las especies, esta subida solamente puede calificarse de significativa (superior al 5%), en el caso del roble albar (+16%), madroño (+7%) y pino carrasco (+7%). En *A. unedo* estas variaciones interanuales son más frecuentes, si bien en *Q. petraea* y *P. halepensis* es más novedosa, causada en el primer caso por daños por nieve que se dieron en 2018, y en el segundo por la irrupción del patógeno foliar *Cyclaneusma minus*.



Fig. 7. Comparativa de valores de DM e ID para especies arbóreas en 2019



Para las especies arbustivas en seguimiento, los resultados de 2019 muestran empeoramientos en los indicadores, debido fundamentalmente a las peores condiciones termopluviométricas del periodo. Los matorrales de la biorregión mediterránea (sabina, labiérnago y lentisco) rompen en 2019 la tendencia positiva registrada en los años previos y empeoran a causa del actual estrés hídrico,

Fig. 8. Comparativa de valores de DM e ID para especies arbustivas en 2019

No obstante, cabe señalar la existencia de factores no climáticos que inciden adicionalmente en el estado de varios taxones, tanto de forma endémica como coyuntural, pudiéndose citar los daños por paso de maquinaria en la muestra de sabina (CBR); falta de luz en boj (AIG); herbivoría en lentisco (DOÑ) y labiérnago (MON, CBÑ); y finalmente los patógenos y el encharcamiento en rododendro (AIG). Se estima que en algunas ocasiones estos afectan a la vegetación de forma más importante que la climatología, no guardando relación directa con ésta.

Por especies, sigue destacando el grave deterioro de la **retama del Teide** sustentado por el reiterado déficit hídrico sobre el que intervienen distintos agentes nocivos. Aunque últimamente la situación es algo mejor, la mortalidad acumulada (entre otros indicadores) dista considerablemente de lo que se pueda considerar correcto.

En las páginas siguientes, se incluyen gráficos por especies, en los que se observa cómo se distribuye y evoluciona desde 2012 la cantidad de arbolado que se sitúa en cada una de las clases de defoliación. En la parte superior de cada cuadro, se detalla el número de árboles que componen la muestra para cada especie, y el parque nacional en el que se ubican.

En la parte inferior se incluye el valor de la defoliación media (DM) y el Índice de Daño (ID) para el conjunto de la muestra de cada especie, cuyos valores se han sintetizado en las figuras 9 y 10.

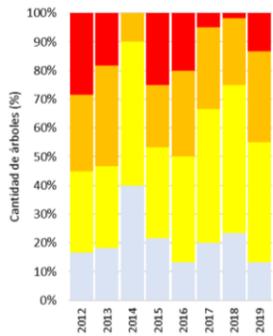
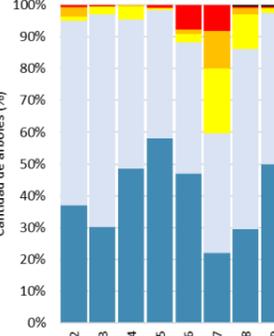
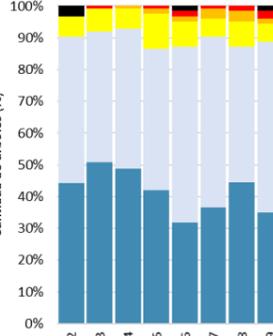
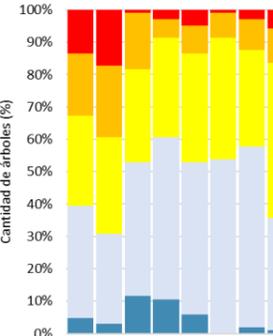
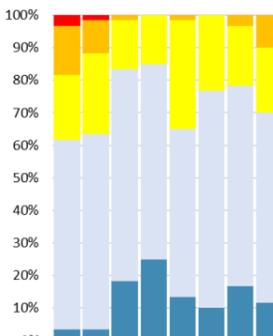
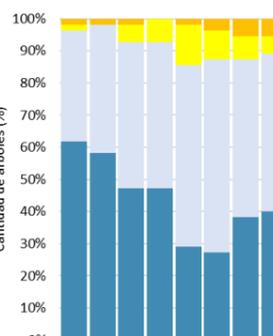
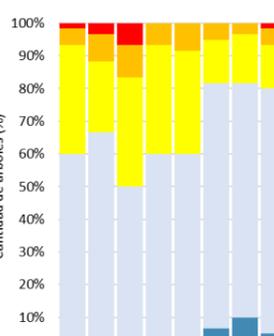
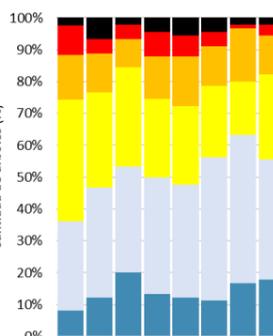
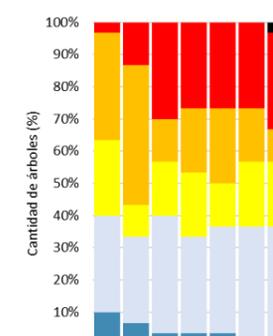
*Si bien la evolución de DM en 2019 es desfavorable en casi todas las especies, esta subida solamente puede calificarse de significativa (superior al 5%), en el caso del **roble albar**, **madroño** y **pino carrasco** y destaca el grave deterioro de la **retama del Teide**.*



3.1.1 Coníferas y Quercus

Juniperus phoenicea var. turbinata	Pinus halepensis	Pinus canariensis	Pinus uncinata	Abies Alba
<p>90 ejemplares CBR, DOÑ</p> <p>Empeoramiento continuado en los últimos años, siendo mayoritarios (52%) los pies con una defoliación moderada. El número de árboles dañados (AD) alcanza el 60% de la muestra.</p> <p>DM: 34,1% ID: 40,5</p>	<p>60 ejemplares CBR</p> <p>Empeora en 2019 debido, principalmente, a la incidencia del patógeno foliar <i>Cyclaneusma minus</i>. La DM aumenta un 7% con respecto a 2018, siendo de tipo moderado-bajo. Grave aumento de elementos dañados (AD) que alcanzando el 80% de la muestra.</p> <p>DM: 32,1% ID:47,1</p>	<p>120 ejemplares CAL, TEI</p> <p>Empeora por las malas condiciones ambientales, manteniendo una defoliación media de tipo moderado-bajo. Relevante incremento del número total de elementos dañados (AD) que alcanza el 37% de la muestra.</p> <p>DM: 29,8% ID: 35,2</p>	<p>121 ejemplares AIG, GUA, ORD</p> <p>Se mantiene un estado de la muestra muy correcto, con un 92 % de arbolado sano.</p> <p>DM: 16,1% ID: 18,2</p>	<p>90 ejemplares AIG, ORD</p> <p>Ligeros aumentos en los indicadores dentro de la estabilidad que presenta. Señalar la reciente aparición de mortalidad en Ordesa por los problemas de infestación elevada de muérdago, con decaimiento asociado e injerencia de patógenos oportunistas.</p> <p>DM: 19,5% ID: 22,2</p>
Quercus suber	Quercus ilex subsp. ballota	Quercus pyrenaica	Quercus petraea	<p>LEYENDA</p> <ul style="list-style-type: none"> DM: Defoliación media (%) Clases de DM (%): <ul style="list-style-type: none"> NULA (0-10%) LIGERA (11-25%) MODERADA-BAJA (26-40%) MODERADA-ALTA (41-60%) GRAVE (>60%) SECO (100%) ID: Índice de daño (%) AD: Arbolado dañado (% de árboles con DM > 25%) Arbolado sano: (% de árboles con DM < 25%)
<p>111 ejemplares CBÑ, DOÑ, MON</p> <p>Se observa una situación algo peor en lo que a DM, pies dañados e índice de daño se refiere, pero que en ningún caso resultan los peores de la serie. Los ejemplares en estado grave son muy escasos, pero se mantiene un nivel de mortalidad algo elevado (1,8%).</p> <p>DM: 24,6 % ID: 30,4</p>	<p>317 ejemplares CBÑ, GUA, MON, NEV, ORD</p> <p>Tras la mejoría de los indicadores en 2017 y 2018, la DM empeora no significativamente, aumentando un 2,2% respecto al año anterior. De manera similar ocurre con la suma de elementos dañados (AD). En conjunto un índice de daños estable.</p> <p>DM: 24% ID: 28,7</p>	<p>210 ejemplares CBÑ, GUA, NEV, PIC</p> <p>Retroceden los indicadores de salud, tras la mejoría observada después de los malos datos de 2015. La DM continua en valores ligeros, mientras que el AD representa un 16 % del total.</p> <p>DM: 20,1% ID: 22,5</p>	<p>82 ejemplares PIC</p> <p>Tradicionalmente en buen estado, muestra un abrupto empeoramiento a causa de daños por nieve ocurridos en otoño de 2018. La DM duplica el valor del año anterior. El ID y la cantidad de arbolado no dañado alcanza el peor valor de la serie. Importante mortalidad que alcanza al 10% de la muestra.</p> <p>DM: 32,3% ID: 38,1</p>	

3.1.2 Planifolios y especies arbustivas

Arbutus unedo	Fagus sylvatica	Laurus novocanariensis	Phillyrea angustifolia	Pistacia lentiscus
<p>60 ejemplares CBN, MON</p>  <p>Es una de las especies más dañada en la última década. La DM aumenta un 7,4%, cerca de alcanzar las peores cifras. El arbolado dañado (AD) alcanza el máximo en la serie, 87% de la muestra, si bien no se observa mortalidad. Los pies con defoliación grave ascienden al 13%.</p> <p>DM: 44,3% ID: 50,0</p>	<p>196 ejemplares ORD, PIC</p>  <p>Los hayedos en seguimiento mejoran apreciablemente. La suma de arbolado dañado (AD) tan solo supone el 2% de la muestra, el mejor dato de toda la serie. Destacar la aparición de extensos y variables daños por una nevada temprana en otoño de 2018.</p> <p>DM: 14,1% ID: 13,5</p>	<p>126 ejemplares CAL, GAR</p>  <p>Estado fitosanitario sin cambios significativos a lo largo del seguimiento, con una cantidad de pies en buen estado elevada y estable. El ID y la DM aumentan de manera no significativa.</p> <p>DM: 18,9% ID: 20,4</p>	<p>104 ejemplares CBN, MON</p>  <p>Los datos generales permanecían estables en los últimos años, pero en 2019 la DM aumenta un 4%, al igual que el ID, que se sitúa en una cifra similar a la de los peores años al inicio del seguimiento. Abundancia de elementos dañados que alcanza el 64%.</p> <p>DM: 33,1% ID: 42,3</p>	<p>60 ejemplares DON</p>  <p>El lentisco venía mostrando indicadores bastante aceptables, pero en 2019 la situación aparente resulta menos propicia. Aumenta la DM y el ID, y la suma de muestra dañada (AD) alcanza el 30%. No aparecen casos de mortalidad, ni de defoliaciones graves.</p> <p>DM: 24,7% ID: 29,6</p>
<p>Buxus sempervirens</p>	<p>Rhododendron ferrugineum</p>	<p>Spartocytisus supranubius</p>	<p>Juniperus phoenicea</p>	<p>LEYENDA</p>
<p>55 ejemplares AIG, ORD</p>  <p>Los datos generales muestran un paulatino empeoramiento desde 2012, aunque la muestra se sitúa en una buena situación sanitaria general. La cantidad de elementos sanos es apreciablemente alta con ausencia de mortalidad y casos graves en toda la serie.</p> <p>DM: 16,4 % ID: 17,7</p>	<p>60 ejemplares AIG</p>  <p>Ligero empeoramiento respecto de 2018 dentro de la dinámica estable y positiva que viene experimentando en los últimos años. Los elementos considerados sanos suponen el 80% de la muestra, apareciendo un escaso 2% de pies con defoliaciones grave.</p> <p>DM: 24,3% ID: 29,2</p>	<p>90 ejemplares TEI</p>  <p>Continúa estable, dentro de su situación de deterioro. Se incrementa levemente la DM y el ID, a consecuencia del aumento apreciable en el número de ejemplares dañados. La cantidad de retamas sana alcanzó su máximo en 2018 con el 63%, estando en la actualidad en tan solo un 55%.</p> <p>DM: 29,9% ID: 33,6</p>	<p>29 ejemplares CBR</p>  <p>La serie de datos muestra valores poco favorables a lo largo de todo periodo de estudio. Desde 2013 la DM se sitúa por encima del 41%. El indicador de elementos sanos alcanza el mínimo de la serie (31%) con el ID más alto de entre las especies arbustivas.</p> <p>DM: 39,3% ID: 45,7</p>	<ul style="list-style-type: none"> • DM: Defoliación media (%) • Clases de DM (%): <ul style="list-style-type: none"> ■ NULA (0-10%) ■ LIGERA (11-25%) ■ MODERADA-BAJA (26-40%) ■ MODERADA-ALTA (41-60%) ■ GRAVE (>60%) ■ SECO (100%) • ID: Índice de daño (%) • AD: Arbolado dañado (% de árboles con DM > 25 %) • Arbolado sano: (% de árboles con DM < 25 %)



3.2 Evolución general de la defoliación según subtipo fitoclimático.

Centrándonos en los **aspectos fitoclimáticos**, en líneas generales se mantiene en 2019 la tendencia referida en informes anteriores. En la práctica totalidad de la muestra se manifiesta un comportamiento peor en los subtipos fitoclimáticos de los extremos inferiores, donde la vegetación encuentra temperaturas más altas y menor precipitación, en relación con las circunstancias de estrés termohídrico

Esta situación se observa en buena parte de las especies arbóreas en seguimiento (**encina, rebollo, alcornoque, madroño, abeto y sabina**). En **haya y roble albar** es más variable según las campañas, no pudiéndose establecer conclusiones fitoclimáticas claras por el momento, presentándose en algún caso significativos problemas coyunturales como las roturas por nieve que influyen significativamente en sus indicadores de vitalidad en 2019.



No obstante, y a pesar de lo anterior, los hayedos muestreados parecen tender a encontrarse algo peor en sus áreas naturales de distribución y mejor en las de influencia oceánica o de alta montaña, y en el caso del roble, hasta 2018 también se venía constatando una mejor situación en la ubicación más fresca.

El **pino negro** solía mostrarse en estado más desfavorable en el fitoclima del extremo superior y teóricamente no arbóreo, si bien esta situación se desdibuja en 2019 no reseñándose grandes diferencias entre las diferentes submuestras del Pirineo, mientras que la joven muestra de Guadarrama no varía en su estado óptimo.

Finalmente, en cuanto a **pino carrasco y a las especies representadas en Canarias (pino canario y loro)**, con una única adscripción fitoclimática o sin adscripción definida, se observa que todos los pinos en 2019 se resienten por el incremento general de la xericidad, con un empeoramiento muy significativo de *P. halepensis* a causa de infecciones fúngicas adicionales al estrés ambiental, entre otros. En el caso de *L. novocanariensis*, mantiene su habitual estabilidad con valores aceptables en los puntos de control.

En cuanto al **boj**, se mantiene en buen estado general, y se viene mostrando más vigoroso en la submuestra de fitoclima más cálido, y en peor estado en la de mayor altitud (aparentemente motivada por factores ajenos al clima como es la falta de iluminación bajo el dosel arbóreo).



Daños por *Cydalima perspectalis* en *Buxus balearica*. CBR

El **rododendro** también se puede encuadrar dentro de una dinámica relativamente estable y positiva, aunque suele presentar baja retención foliar derivada de patógenos, en ambientes donde prospera el hongo radical *A. mellea*. Mejores datos generales en los fitoclimas teóricamente supraarbóreos.

En el caso particular del **labiérnago**, única especie arbustiva mediterránea con muestra en dos fitoclimas, en 2019 por efecto de la sequía, se invierte la tendencia anterior, que presentaba en mejor estado a la muestra de la zona más árida (CBR) debido a los reiterados problemas por ungulados que se producen en el fitoclima teóricamente más favorecedor (CBÑ y MON).



*En la práctica totalidad de la muestra se manifiesta un **comportamiento peor en los subtipos fitoclimáticos** de los extremos inferiores, **donde la vegetación encuentra temperaturas más altas y menor precipitación***

3.2.1 Subregiones fitoclimáticas

T'm > -7°	3 < a < 11	T'm > 0°	tf > 9,5°	P < 450	P < 450	☀️☀️☀️ ☀️☀️☀️	💧💧💧	☀️☀️☀️	IV(III)	Mediterráneo subsahariano (lentiscales)	IV Bosques mediterráneos
			P > 450	P > 450	IV2				Mediterráneo genuino (acebuchales)		
	tf < 9,51°	400 < P < 500	☀️☀️☀️	☀️☀️☀️	IV4	Mediterráneo genuino (encinares húmedos)					
	T'm < 0°	P < 725	☀️☀️☀️	☀️☀️☀️	IV(VI)1	Mediterráneo subnival (encinares húmedos con quejigo o melojo)					
T'm < -7°	1,25 < a < 3	T'm < 0°		P < 725	P < 725	☀️☀️☀️	💧💧💧	☀️☀️☀️	VI(IV)2	Nemoromediterráneo genuino (quejigares y melojares húmedos con encina)	VI Bosques caducifolios nemorales
			P > 725	P > 725	☀️☀️☀️	💧💧💧	VI(V)	Nemorolauroide oceánico (robleales pubescentes)			
	0 < a < 1,25	P > 950	tf < 4°	Hp > 5 meses Hs < 3 meses	P > 950	P > 950	☀️☀️☀️	💧💧💧	☀️☀️☀️	VI	Nemoral genuino (Hayedos)
				Hp < 5 meses Hs > 3 meses	P > 950	P > 950	☀️☀️☀️	💧💧💧	☀️☀️☀️	VIII(VI)	Oroborealoide subnival (pinos de silvestre con frondosas)
T'm < -7°			tc > 10°	-	-	☀️☀️☀️	💧💧💧	☀️☀️☀️	X(VIII)	Oroborealoide genuino (pinos de silvestres y negro)	X Formaciones alta montaña
			tc < 10°	-	-	☀️☀️☀️	💧💧💧	☀️☀️☀️	X(IX)1	Oroarticoide termoaxérico (pastizal alpinoide)	

T'm = Temperatura media de las mínimas del mes más frío (el mes con la temperatura media menor, generalmente enero).
a = lapso de tiempo donde la curva de temperaturas esta por encima de la de precipitaciones, expresada en meses y fracciones de meses
Tf = Temperatura media mensual mas baja.

P = Precipitación anual total
Hp = Periodo de helada segura (en meses)
Hs = Periodo de helada probable (en meses)
tc = Temperatura media mensual más alta

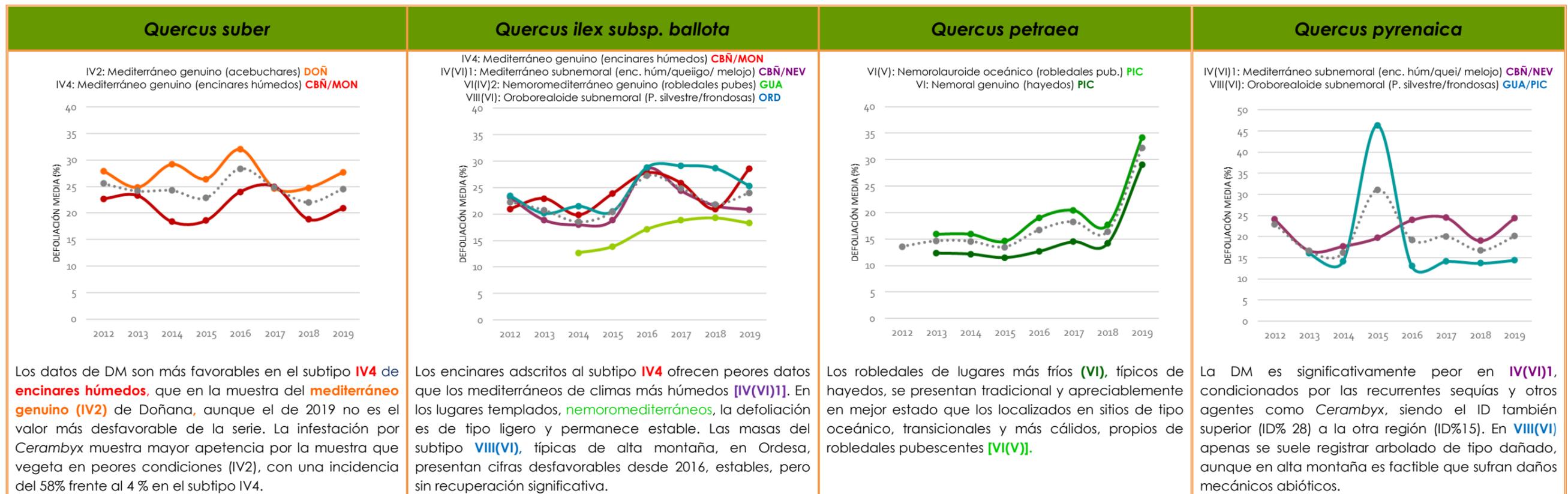
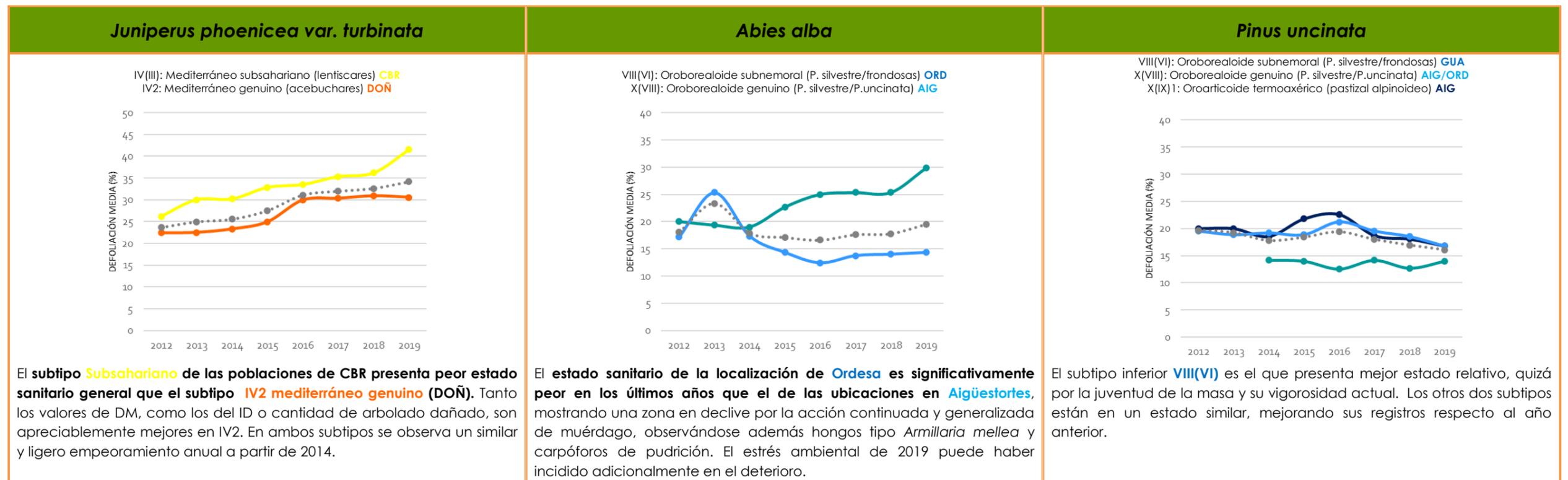
Parcela en el PN de Picos de Europa



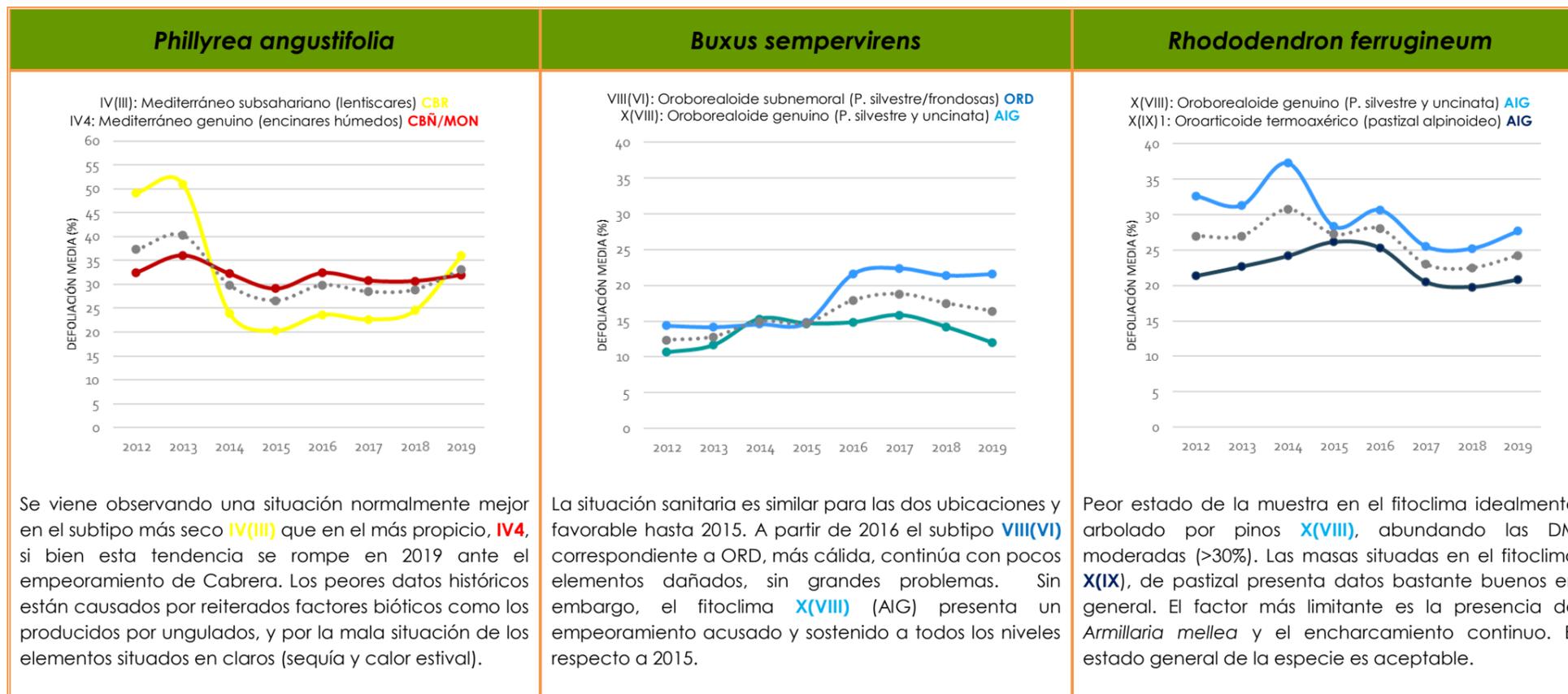
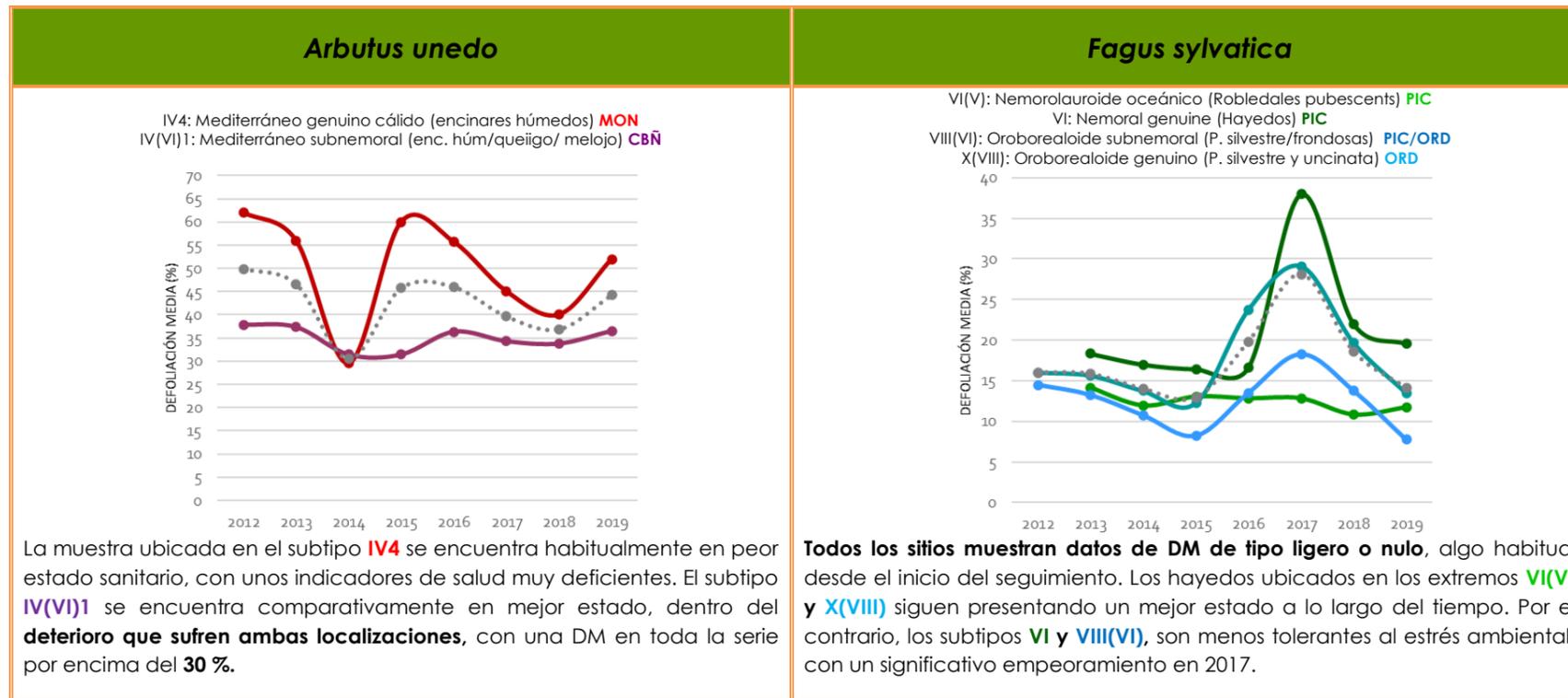
Parcela en el PNMT de las Islas Atlánticas de Galicia



3.2.2 Coníferas y Quercus



3.2.3 Planifolios y especies arbustivas



3.3 Evolución general de la defoliación por agente nocivo

Los **agentes nocivos** presentes de origen biótico o abiótico que inciden en el estado de salud de los ejemplares se consignan cuando la defoliación del árbol es mayor del 25%, y, por tanto, se considera dañado. Los clasificamos en:

- **Daños por animales:** animales domésticos o silvestres, ramoneo, rozado, perforaciones de pájaros...
- **Daños por enfermedades:** hongos
- **Daños por acción directa del hombre:** cambios de usos del suelo, operaciones selvícolas, productos químicos...
- **Daños por insectos:** defoliadores, perforadores, chupadores...
- **Daños abióticos:** químicos (deficiencia de nutrientes, sal), físicos (sequía, avalanchas, viento, rayo, inundaciones...).
- **Daños por incendios**
- **Otros agentes:** Competencia, senectud, muérdago, trepadoras, bacterias, virus, ...



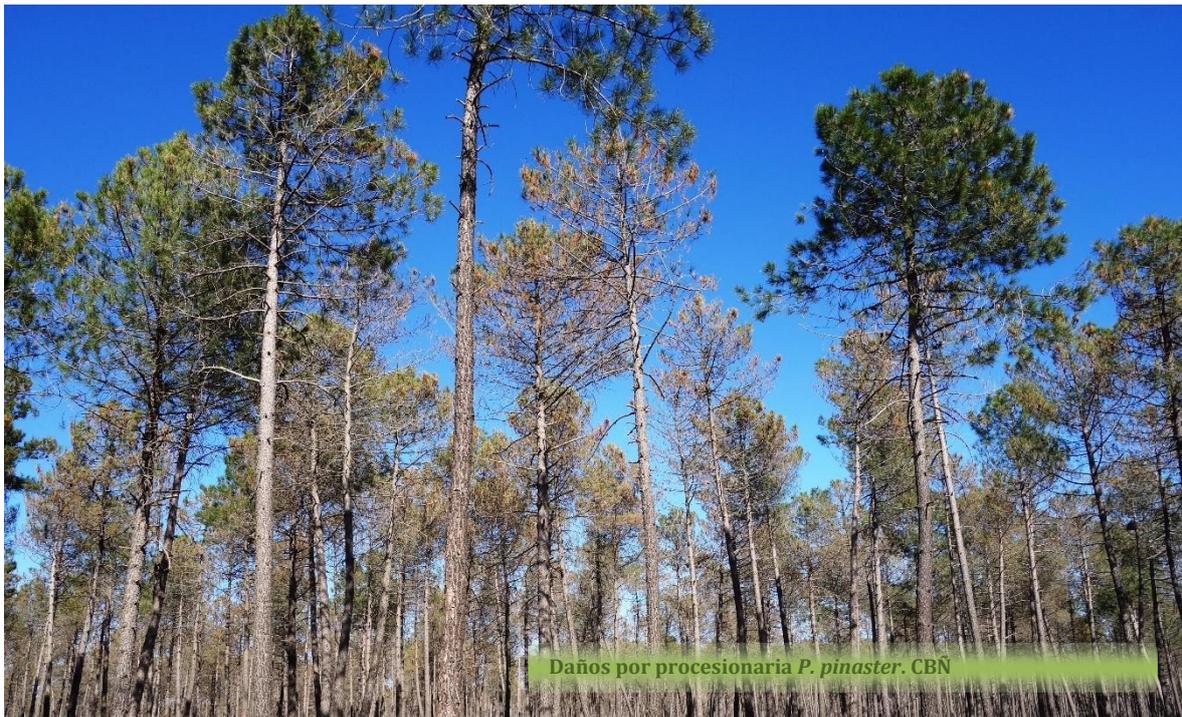
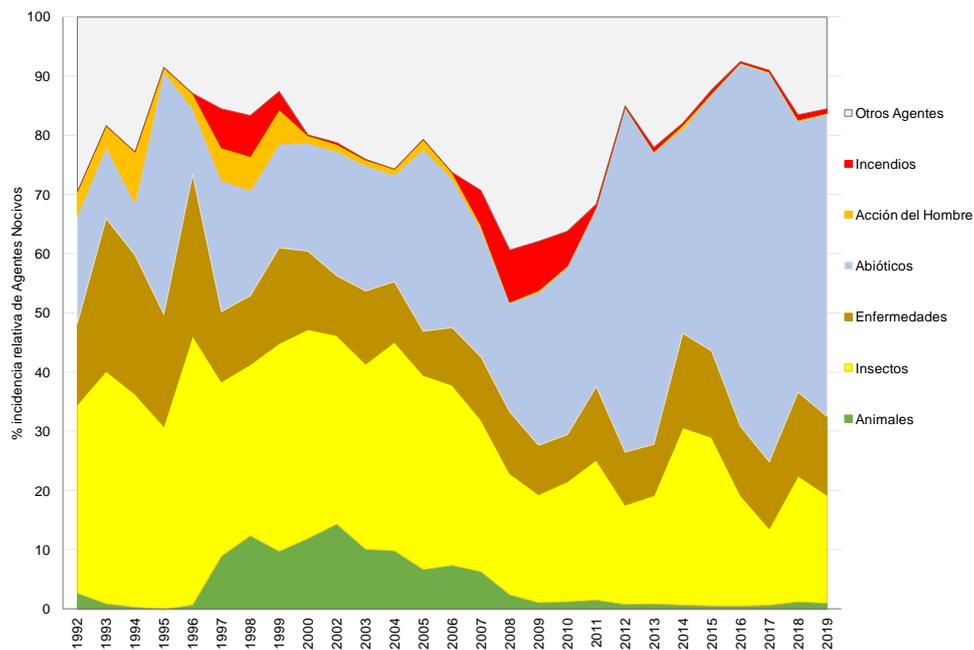


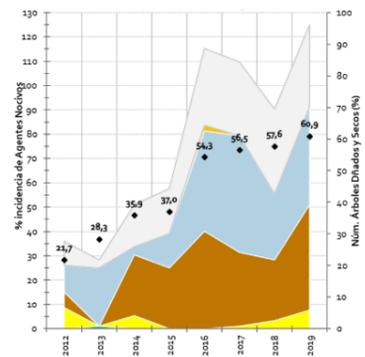
Fig. 9. Evolución de la Incidencia (Inc%): la Incidencia mide la extensión (frecuencia) que tiene un agente nocivo en el conjunto de la muestra de una especie forestal determinada.



Durante todo el período de seguimiento 2019 se han identificado **239 agentes nocivos sobre más de 100 taxones de plantas**. Se observa que el grueso de los daños producidos está causado por **agentes abióticos**, seguido por **insectos** y **enfermedades**

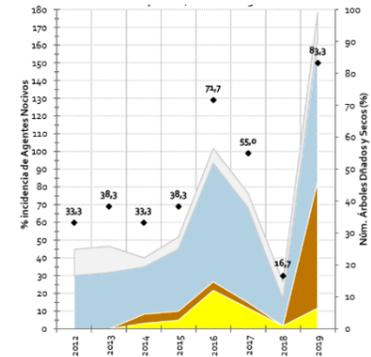
3.3.1 Coníferas y Quercus

Juniperus phoenicea var. turbinata



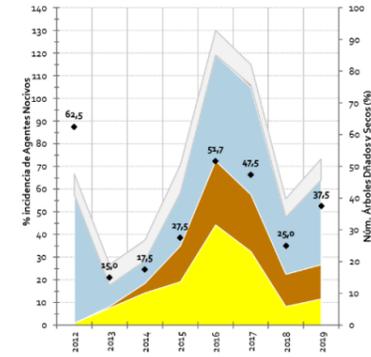
Los agentes mas extendidos son los **patógenos** (Inc% 43%) destacando *G. sabiniae*, *Pestalotiopsis sp.* y *Diarporthe*; **abióticos**, **estrés hídrico-térmico** (Inc% 40%; Gdefm% 40%) que provocan un 12% de casos graves, y **competencia** (falta luz). La falta de iluminación en DOÑ (Inc% 22%) propicia la falta de retención foliar y alta infección por patógenos, registrando un 10% casos graves. Destaca el decaimiento inespecífico en CAB (Inc% 8%), de los que un 71% se encuentra en estado grave.

Pinus halepensis



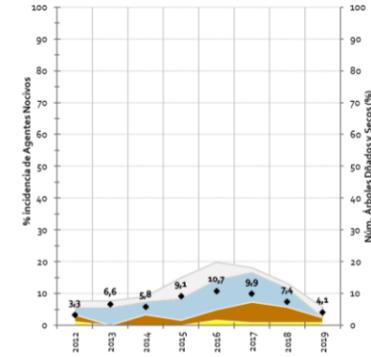
Los principales agentes son **abióticos** (Inc% 78%; Gdefm% 32%), alcanzando un máximo histórico el **estrés hídrico** con estaciones deficientes. Los **patógenos** aparecen de manera novedosa y extensa (Inc% 72%; Gdefm% 31%), especialmente *Cyclaneusma sp.*, aunque tan solo causa defoliaciones de tipo moderado-bajo. Con menor presencia daños por **insectos** (12%), tanto la procesionaria del pino como los perforadores *D. Sylvestrella* y *T. destruens*.

Pinus canariensis



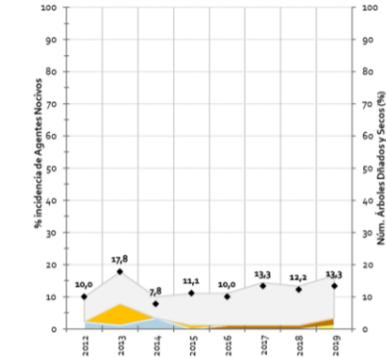
Predominio claro de agentes **abióticos**, **sequía y falta de suelo** (ambos con una Gdefm% en torno al 43%). El siguiente agente que aparece es el **patógeno T. halepensis**, que ha incrementado su Gdefm% al 47%. Los daños por **insectos** (12%), son causados casi en exclusiva por *B. rugatus*. La dominancia, englobada en el grupo "otros agentes" presenta los más altos niveles de virulencia Gdefm% 60%.

Pinus uncinata



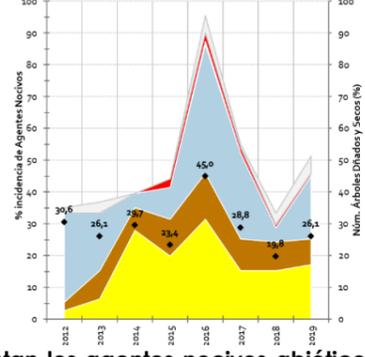
Poca incidencia de agentes nocivos, no alcanzando ningún agente una Inc% del 2%, y todos ellos con un Gdefm% en torno al 30%. La categoría más reseñada es la de tipo "otros" (competencia, senectud y decaimiento específico), en sus niveles de presencia habitual. Con muy poca presencia aparecen patógenos. Cabe destacar la desaparición de daños de origen abiótico, que suelen presentar una componente dominante.

Abies Alba



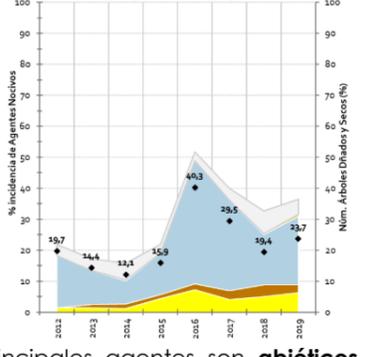
Los agentes nocivos son mayoritariamente del tipo "otros", referidos a la presencia de muérdago, problemas derivados de la competencia y senectud, con una Inc% conjunta del 24%. **Muérdago y senectud son los agentes que más infieren**, con una Gdefm% del 50%, que, aunque no aparecen en pies en estado grave se ven implicados en la desaparición del arbolado en un 20% de sus apariciones. La incidencia del resto de agentes es muy baja.

Quercus suber



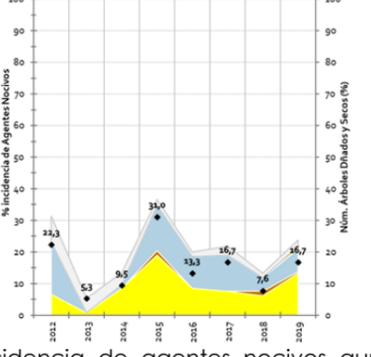
Repuntan los agentes nocivos abióticos (Inc% 20%). Con un Gdefm% del 43% **la sequía y el calor causan daños graves y mortalidad**. Los **insectos** (Inc% 17%), representados por coleópteros perforadores entre los que destaca *Cerambyx sp.*, son uno de los agentes que presenta **mayor gravedad** (Gdefm% del 48%). Tendencia a la baja de daños por hongos, procedentes en gran medida del manejo selvícola, Inc% 8% y relacionados (10%) con mortalidad (tronchados).

Quercus ilex subsp. ballota



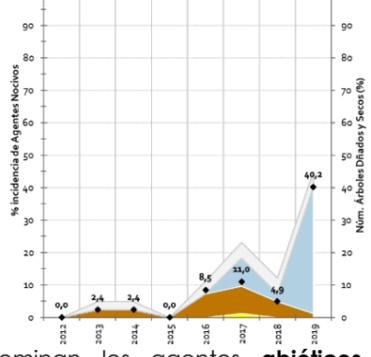
Los principales agentes son **abióticos**, **estrés hídrico y térmico** con estaciones deficientes (Inc% 22%) con una Gdefm% entre 37-39%. Se dan valores de Gdefm%>45% atribuidos a la **vejez**, **decaimiento** y los **patógenos Biscogniauxia mediterránea** y *Diplodia sp.* Respecto a **insectos**, destacan los grandes perforadores que pese a no tener una gran incidencia (Inc% 2,5%), generando un 25% de casos graves, y están presentes en el 50% de los puntos en seguimiento.

Quercus pyrenaica



La incidencia de agentes nocivos aumenta algo, sobre todo en el caso de **insectos** (Inc% 13%) por el avance del *R. quercus* en NEV con un Gdefm% del 45%. También destacar la implicación en la mortalidad de *Cerambyx sp.* en CBN. Los agente **abióticos** aumentan, sobre todo sequía y calor (Inc% 3,3%). Con una incidencia mucho menor la tipología "otros", con agentes como la competencia, la acción humana (cortas) y patógenos (*M. alphitoides*).

Quercus petraea



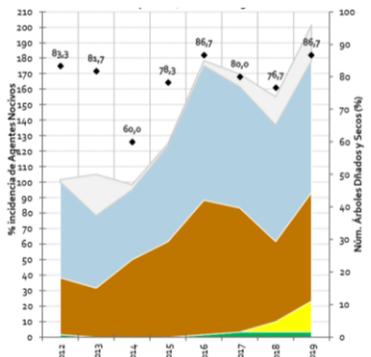
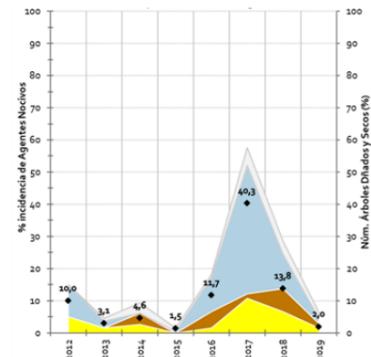
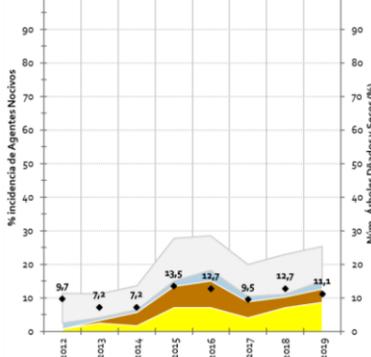
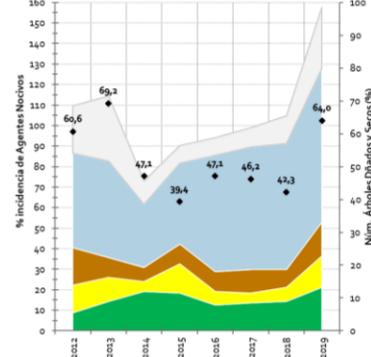
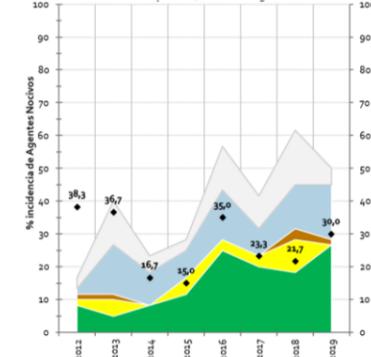
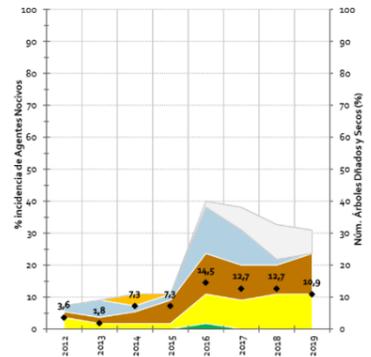
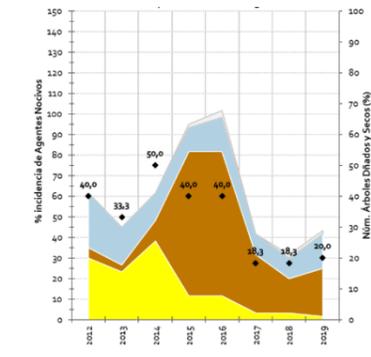
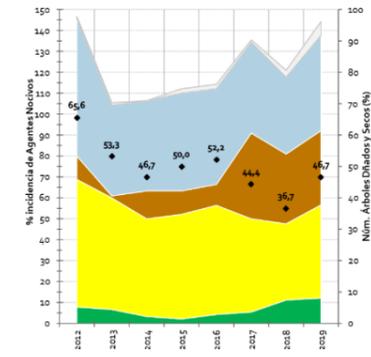
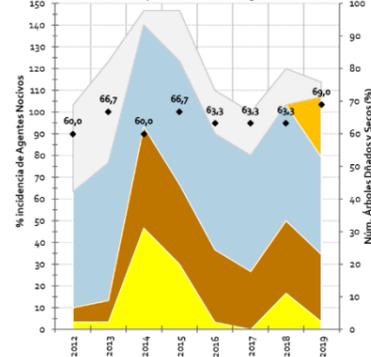
Predominan los agentes **abióticos** (nieve) (Inc% 39%) con significativa virulencia. A bastante distancia aparecen los catalogados como "otros" (trepadoras, dominancia, golpes de origen incierto) y el patógeno *Microsphaera alphitoides* con presencia leve pero recurrente.

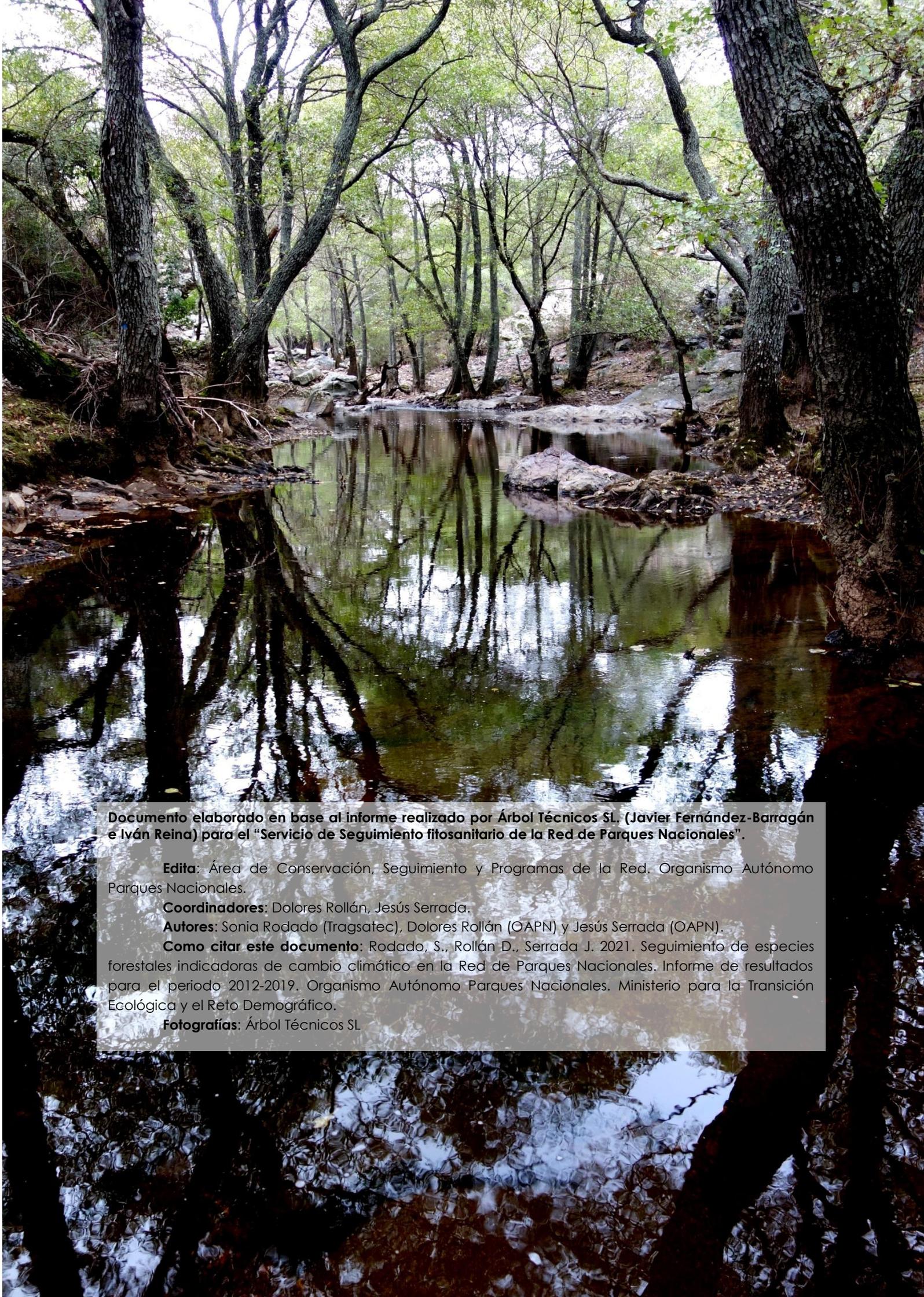
LEYENDA

- Otros Agentes
- Incendios
- Acción del Hombre
- Abióticos
- Enfermedades
- Insectos
- Animales
- ◆ Árboles Dañados y Secos (def>25%)

- **Inc.%:** Incidencia. Extensión del agente.
- **Gdefm%:** Gravedad. Importancia de la acción de un agente sobre una especie.

3.3.2 Árboles planifolios y arbustivas

Arbutus unedo	Fagus sylvatica	Laurus novocanariensis	Phillyrea angustifolia	Pistacia lentiscus
 <p>Combinación de agentes abióticos (deficiencias estación y recurrentes sequías) y patógenos (preferentemente <i>S. unedonis</i> y <i>Phomopsis</i>), resulta una incidencia Inc% 70-85% y una Gdefm% 47-50%. Repunta la acción de <i>L. dispar</i> (Inc% 20% y Gdefm% 43%). Otros agentes son menos frecuentes, pero producen daños más graves: escodados fauna (Gdefm% 45%), competencia o dominancia (Gdefm% 60-80%). Solo el 13% de los madroños en seguimiento se encuentran libres de daños.</p>	 <p>Baja incidencia de agentes nocivos, con predominando los del tipo "otros" (bacterias, virus, sociabilidad, ácaros...) con una Inc% 31%. La inferencia de abióticos se ha reducido (-24%). En cuanto a insectos en zonas atlánticas, muy poca presencia de <i>Rhynchaenus fagi</i> y de perforadores (Gdefm% del 70%, e implican la mortalidad de ejemplares en un 50% de sus apariciones). Los hongos se consignan tan escasamente como los insectos, citándose algunas micosis foliares.</p>	 <p>Bajo nº de agentes nocivos, siendo los principales agentes endémicos recurrentes. La mayor incidencia (Inc% 10%) se corresponde con situaciones de competencia y dominancia, y más puntualmente con la senectud. Los daños derivados de insectos afectan al 9% de la muestra, principalmente por <i>Laparocerus</i> spp (Gdefm% 70%) Respecto a abióticos, se destaca la incidencia novedosa del viento.</p>	 <p>Se incrementa la presencia de todos los grupos de agentes. Muy apreciable incidencia de abióticos (Inc% 75%), los de tipo "otros agentes" (Inc% 30%) y los derivados de animales (Inc% 21%), seguidos de enfermedades (Inc% 16%) e insectos (Inc% 15%). De los abióticos el estrés termo-hídrico presenta una Gdefm% 40%. Los derivados de la actividad de los animales (CBÑ y MON) son principalmente ramoneo y roturas. Las injerencias de patógenos e insectos son generales, pero sin causar daños graves.</p>	 <p>La incidencia mayoritaria corresponde a ungulados (Inc% 27%, máximo desde 2012), sin apreciar situaciones de carácter grave (Gdefm% 41%) en ningún caso. Menos abundantes los daños por agentes abióticos, repuntando la ausencia de lluvia (Inc% 17%, Gdefm% 40%). En 2019 no aparecen daños por insectos.</p>
 <p>Aumenta la incidencia de patógenos (Inc% 13%), los insectos se mantienen estables (Inc% 11%) y disminuyen los de la categoría "otros" (Inc% 7%). Desaparecen los agentes de tipo abiótico. Los patógenos más frecuentes <i>P. buxi</i>, más escasas las micosis con <i>sitomatología de tipo Volutella buxi</i>, teniendo ambos una Gdefm% 40-50%. Entre insectos <i>P. buxi</i> (Inc% 9% Gdefm% 42%) y <i>Eriococcus buxy</i> (Gdefm% 45%). En otros agentes, habituales problemas de falta de iluminación.</p>	 <p>Repunte de agentes patógenos y abióticos, manteniéndose o disminuyendo los de tipo "otros" e insectos. Respecto a patógenos (Inc% 23%) las micosis foliares siguen siendo las más abundantes (15%), en menor medida <i>E. rhododendri</i> (5%) y <i>A. mellea</i> (3%, Gdefm% 55%). Respecto a abióticos (Inc% 17%) presentan un Gdefm% 39% las ubicaciones deficientes (rocas) y el crónico encharcamiento en algunas zonas (Gdefm% 35%). En la tipología "otros" señalar el secado inespecífico de ramas con gravedad elevada (70%).</p>	 <p>Estado fitosanitario general deficiente, un problema complejo sustentado por el déficit hídrico, en el que intervienen otros agentes: <i>Acmaeodera cisti</i>, otros bupréstidos perforadores, herbívoros (conejo), decrepitud, otros agentes abióticos, diaspíridos como <i>Lepidosaphes</i>, patologías de sintomatología diversa y una enorme infestación en tallos de <i>S. leplastriana</i>. Todos los agentes están vinculados con estados de gravedad, estando más relacionados con casos de mortalidad los perforadores, pudriciones en ramas y el estrés ambiental.</p>	 <p>Por grado de incidencia: abióticos (45%), antrópicos (28%), patógenos (31%) otros daños (7%) e insectos (3%). En el caso de insectos, aunque su incidencia es leve, algunos alcanzan un Gdefm% 70%, como <i>C. juniperi</i>. En el caso de hongos, existe una apreciable incidencia de <i>G. sabiniae</i> (17%) con una Gdefm% 60%. El estrés hídrico es el agente más abundante, pero las situaciones de gravedad en las que aparece la sequía se reducen al 23%. Los problemas de competencia y dominancia se han reducido al 7%.</p>	<h3>LEYENDA</h3> <ul style="list-style-type: none"> □ Otros Agentes ■ Incendios ■ Acción del Hombre ■ Abióticos ■ Enfermedades ■ Insectos ■ Animales ◆ Árboles Dañados y Secos (def>25%) <ul style="list-style-type: none"> • Inc.%: Incidencia. Extensión del agente. • Gdefm%: Gravedad. Importancia de la acción de un agente sobre una especie.

A photograph of a forest stream with trees reflected in the water. The water is calm, creating clear reflections of the surrounding trees and sky. The trees are mostly deciduous with green leaves, and the ground is covered with fallen leaves and rocks.

Documento elaborado en base al informe realizado por Árbol Técnicos SL. (Javier Fernández-Barragán e Iván Reina) para el “Servicio de Seguimiento fitosanitario de la Red de Parques Nacionales”.

Edita: Área de Conservación, Seguimiento y Programas de la Red. Organismo Autónomo Parques Nacionales.

Coordinadores: Dolores Rollán, Jesús Serrada.

Autores: Sonia Rodado (Tragsatec), Dolores Rollán (OAPN) y Jesús Serrada (OAPN).

Como citar este documento: Rodado, S., Rollán D., Serrada J. 2021. Seguimiento de especies forestales indicadoras de cambio climático en la Red de Parques Nacionales. Informe de resultados para el periodo 2012-2019. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Fotografías: Árbol Técnicos SL