



*Red Andaluza de
Seguimiento de Daños sobre
Ecosistemas Forestales*

Red SEDA

PERIODO 2000 - 2020

Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente
Dirección General de Política Forestal y Biodiversidad
Servicio de Gestión Forestal Sostenible
Equilibrios Biológicos

Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía M.P.
Dirección de Medio Ambiente y Sostenibilidad
Promoción y Gestión de Recursos Naturales
Sanidad Forestal

El contenido, incluidas las imágenes, está protegido por derechos de propiedad intelectual. Para su uso, solicite autorización al Departamento de Equilibrios Biológicos de la Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente.

1. Introducción	4
2. Representatividad del medio forestal	7
3. Caracterización del arbolado	11
› Defoliación.....	12
◦ Evolución temporal de la defoliación (2000 - 2020).....	14
› Decoloración.....	20
› Árboles muertos	22
4. Caracterización fitosanitaria	24
› Nivel de daño y Nivel de abundancia.....	28
› Agentes causantes de daño.....	30
◦ T1 – Daños atribuibles a animales salvajes y pastoreo	31
◦ T2 – Insectos y ácaros.....	32
◦ T3 – Hongos, bacterias, virus, nematodos y fanerógamas parásitas	36
◦ T4 – Agentes meteorológicos	39
◦ T5 – Acción directa del hombre	41
◦ T6 – Incendios	43
◦ T7 – Contaminante local o regional conocido.....	44
◦ T8 – Otros agentes	45
5. Diagnóstico de la vegetación forestal andaluza	48
› Formaciones de <i>Quercus</i> spp.	50
◦ Podredumbre radical por oomicetos.....	52
› Formaciones de <i>Pinus</i> spp.	54
› Procesos de decaimiento forestal	56



1

Introducción

La Red SEDA es clave para el seguimiento y protección de la vegetación forestal andaluza frente a plagas, enfermedades y otros problemas que amenazan su equilibrio natural

Introducción

La Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía implementó, durante los años 2000 y 2001, la **Red Andaluza de Seguimiento de Daños sobre Ecosistemas Forestales (Red SEDA)**. Esta iniciativa se ha consolidado como herramienta fundamental para el monitoreo y protección de las formaciones forestales frente a la incidencia de plagas, enfermedades y otros agentes nocivos capaces de alterar el equilibrio biológico del monte. La Red SEDA comparte su metodología con la Red Europea de Seguimiento de Daños en los Bosques – Red CE de Nivel I, establecida en España a través de una Red Nacional que opera desde finales de la década de 1980.

Desde su creación, la Red SEDA realiza el seguimiento continuo y sistemático de las masas forestales andaluzas, con carácter anual y sin interrupciones hasta la fecha. La Red se compone de una serie de parcelas de observación ubicadas en los nudos de una malla sistemática de 8x8 km que coinciden con con masas forestales. Para el establecimiento de la parcela es necesario que se cumplan ciertos criterios mínimos de espesura y porte arbóreo, tal y como se recoge en los protocolos técnicos de instalación.

Cada uno de los árboles que componen estas parcelas son sometidos a una caracterización fitosanitaria detallada. De esta manera puede estimarse el vigor y la vitalidad de las formaciones forestales andaluzas mediante la aplicación de criterios técnicos predefinidos, uniformes y ponderables que permiten realizar comparaciones tanto espaciales como temporales. Entre los parámetros evaluados destacan la defoliación de la copa, la decoloración del follaje y el grado de impacto de los agentes nocivos presentes sobre la salud del arbolado. Además, para completar la caracterización, se recopilan datos dasométricos individuales de cada árbol. Toda esta información permite no solo identificar tendencias en el comportamiento del arbolado, sino detectar comportamientos anómalos de la vegetación o llevar a cabo alertas tempranas sobre la actividad de plagas o enfermedades.

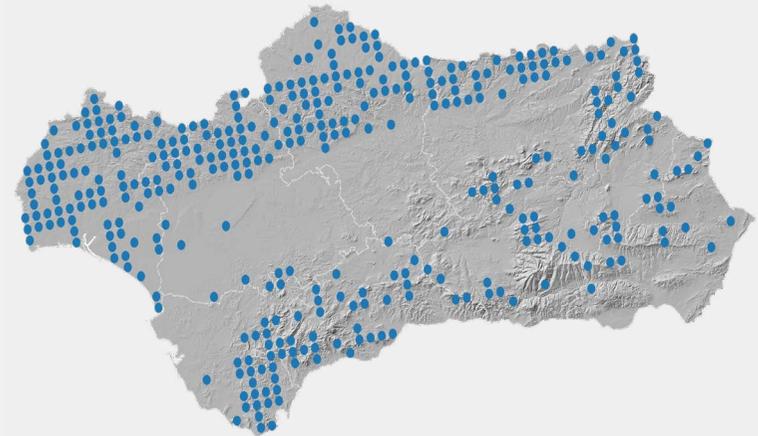


FIGURA 1: DISTRIBUCIÓN EN ANDALUCÍA DE LAS PARCELAS QUE COMPONEN LA RED SEDA

Además del monitoreo de la vegetación forestal, la Red SEDA actúa como base física para la realización de actividades específicas de vigilancia fitosanitaria frente a diferentes agentes nocivos, como *Xylella fastidiosa* o *Bursaphelenchus xylophilus*, entre otros. Su diseño sistemático asegura una cobertura estadísticamente representativa de todo el territorio andaluz. Adicionalmente, sirve como fuente de datos sobre el estado fitosanitario de la vegetación forestal, permitiendo relacionar esta información con variables generales ambientales, climáticas y edáficas y proporcionar resultados en formato gráfico que reflejen patrones y tendencias del arbolado o los agentes nocivos.

La Red SEDA cuenta con un manual de campo que describe detalladamente todos los procedimientos técnicos a seguir. Este documento incluye instrucciones sobre la selección de parcelas, elección y sustitución de árboles, así como los criterios para una correcta evaluación fitosanitaria. Este manual es objeto de revisiones periódicas para incorporar nuevos agentes nocivos y adaptar los protocolos a los avances científicos y técnicos disponibles.



La coordinación con las redes europeas es un componente esencial de la Red SEDA. Se participa regularmente en jornadas de intercalibración a nivel nacional que permiten incorporar nuevas metodologías y en las cuales se realizan evaluaciones conjuntas para asegurar la homogeneidad de los procedimientos empleados en las redes locales. Además, los datos recopilados en Andalucía se integran periódicamente en una base de datos común que fomenta la cooperación internacional.

Las tareas de establecimiento de las parcelas, evaluación de los árboles y tratamiento de datos son llevadas a cabo por técnicos especializados en sanidad forestal, con amplia experiencia en la caracterización fitosanitaria del arbolado y en la identificación y valoración de agentes nocivos. Estos profesionales cuentan con el apoyo de laboratorios de referencia, encargados de identificar agentes que no pueden determinarse en campo mediante observación directa o por sus síntomas y signos.

El criterio principal para la selección de las parcelas es la existencia de una formación forestal que reúna un número suficiente de ejemplares con un porte mínimo, distribuidos en una superficie determinada, de manera que conforme un ecosistema forestal consolidado. La distribución de las parcelas en cada provincia depende directamente de la extensión de la superficie forestal presente. La dificultad en el acceso a la parcela por temas orográficos o administrativos son factores que pueden hacer imposible la instalación de la misma.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por la Red SEDA desde su instalación en 2000 hasta 2020, destacando su monitoreo anual ininterrumpido durante estas dos décadas. El informe se organiza en cuatro áreas clave: en primer lugar, los datos de caracterización de las parcelas, que incluyen información sobre sus atributos principales y su distribución en Andalucía, reflejando la diversidad de los ecosistemas forestales; en segundo lugar, las características del arbolado, que detallan las especies predominantes y la estructura de los recursos forestales; y finalmente, las evaluaciones fitosanitarias anuales, realizadas por técnicos especializados para evaluar el estado de salud de los árboles y detectar y valorar el impacto de plagas y enfermedades. Finalmente, se realiza un breve diagnóstico de las principales formaciones forestales andaluzas, proporcionando una visión integral de su estado y evolución.



2

*Representatividad
del medio forestal*

Representatividad del medio forestal

Cada una de las parcelas que integran la Red SEDA se encuentra caracterizada de acuerdo con sus atributos principales, los cuales suelen mantenerse constantes a lo largo del tiempo. Estos datos proporcionan una base para relacionar el estado fitosanitario del arbolado con diversas condiciones ambientales.

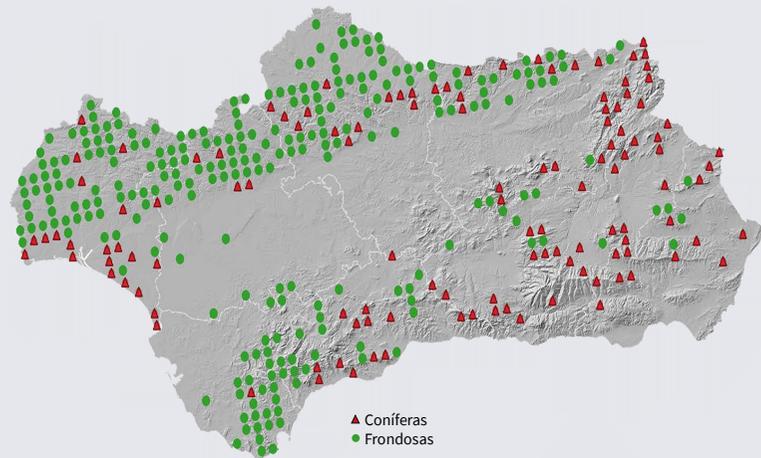


FIGURA 2: PARCELAS CON FRONCHOSAS (SÍMBOLO VERDE) Y CONÍFERAS (SÍMBOLO ROJO)

Para facilitar su clasificación, cada parcela se asigna a un tipo de vegetación dominante, determinado por la especie que la conforma mayoritariamente. En este sentido, las parcelas se dividen en dos grandes grupos: **fronchosas** y **coníferas**, categorías que engloban una amplia variedad de especies características de los ecosistemas forestales andaluces.

La Red SEDA, gracias a su amplio número de parcelas, muestra la variedad de ecosistemas forestales de Andalucía, siendo los más frecuentes los encinares, con un 44,1%, y los pinares de pino piñonero, con un 12,8%.

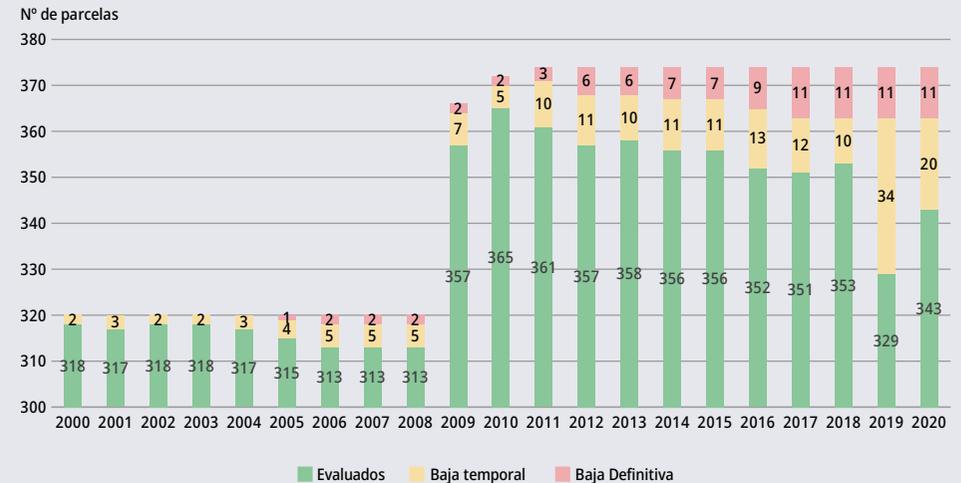


FIGURA 3: EVOLUCIÓN EN EL NÚMERO DE PARCELAS POR CAMPAÑA

La implementación inicial de la Red SEDA en el año 2000 supuso el establecimiento de 320 parcelas de observación distribuidas por todo el territorio andaluz. Desde entonces, periódicamente, se lleva a cabo una revisión de las condiciones en otras localizaciones potenciales, evaluando si cumplen los requisitos necesarios para formar parte de la Red. Gracias a esta planificación, en la Red SEDA quedan representados los principales ecosistemas forestales andaluces, espacios protegidos y áreas sin ninguna figura de protección.

En el periodo 2000 – 2020 la **Red SEDA alcanzó un total de 374 parcelas**, de las que hay 11 en situación de baja definitiva debido a la aparición de circunstancias que impiden su evaluación en un largo plazo. Estas localizaciones se consideran que forman parte de la Red ya que poseen datos asociados en alguna campaña.

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN PROVINCIAL DE PARCELAS DE LA RED SEDA Y BAJAS DEFINITIVAS HASTA 2020

PROVINCIA	Nº PARCELAS TOTALES	PARCELAS EN BAJA DEFINITIVA (2020)
Almería	17	0
Cádiz	30	0
Córdoba	68	0
Granada	34	2
Huelva	89	5
Jaén	56	2
Málaga	32	2
Sevilla	48	0
Total Andalucía	374	11

En 2020 la Red SEDA cuenta con 363 parcelas activas, de las que 246 están dominadas por vegetación de frondosas, mientras que 117 corresponden a formaciones de coníferas. Las parcelas con frondosas se localizan mayoritariamente en la región de Sierra Morena y en las zonas occidentales del Sistema Bético, mientras que las de coníferas predominan en áreas como el litoral onubense y las regiones montañosas de la mitad oriental de Andalucía.

El análisis de la distribución de parcelas revela que provincias como **Almería** y **Granada** concentran una mayor proporción de parcelas dominadas por coníferas, mientras que en **Cádiz**, **Córdoba**, **Huelva** y **Sevilla** predominan las parcelas con frondosas, formación principal de la Red SEDA.

La caracterización de las parcelas que realiza la Red SEDA recoge la diversidad y composición de los ecosistemas andaluces evaluados. Según los datos analizados, la formación más frecuente corresponde a encinares en ladera con densidad abierta sobre sustratos intermedios (arenosos - arcillosos), representando aproximadamente un 45% del total de parcelas. Son zonas que no presentan hidromorfismo y que están sometidas a aprovechamiento cinegético.

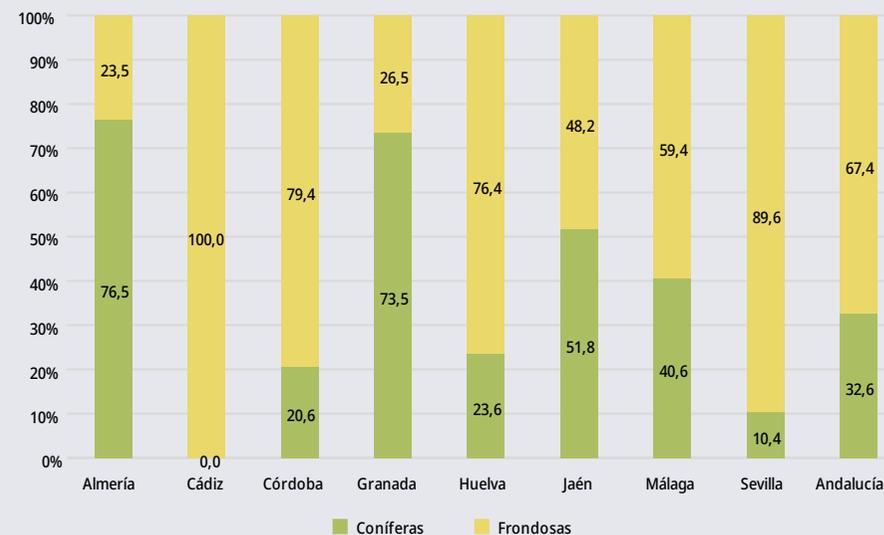


FIGURA 4: PORCENTAJE DE PARCELAS POR PROVINCIA EN ANDALUCÍA SEGÚN EL TIPO DE FORMACIÓN (CONÍFERAS O FRONDOSAS)



En cuanto a las coníferas, el escenario más habitual es un pinar de pino piñonero (*Pinus pinea*), también en ladera, con espesura abierta y procedente principalmente de repoblación. Estas parcelas constituyen alrededor de un 13% del total de parcelas. Otras formaciones secundarias son los alcornocales (11%) y los pinares de pino carrasco (10%). El diseño de la Red SEDA permite que otras formaciones menos comunes pero de gran valor ecológico, como castañares o quejigares, agrupadas bajo la categoría “Otros” estén representadas.

Por todo ello, la Red SEDA se considera una herramienta estratégica para la gestión sostenible de los ecosistemas forestales andaluces, ofreciendo una visión integral y detallada de la diversidad y salud de las formaciones arbóreas andaluzas.

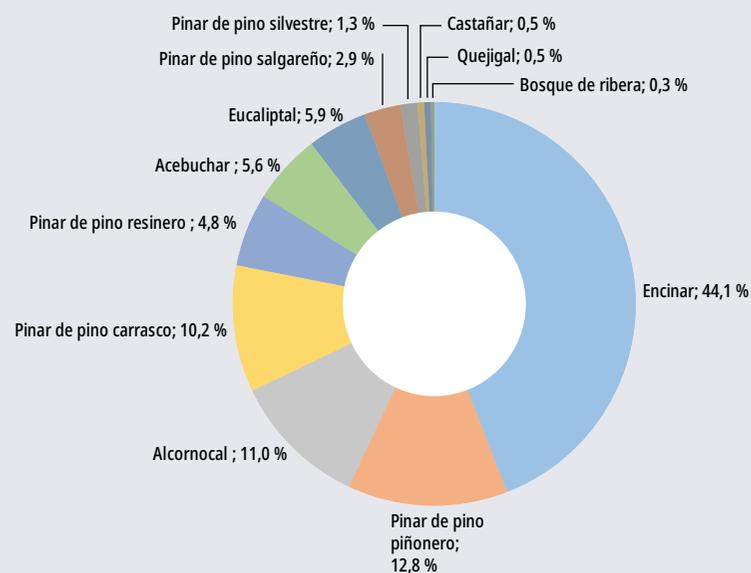


FIGURA 5: REPRESENTATIVIDAD DE LAS DIFERENTES FORMACIONES FORESTALES RECOGIDAS EN LA RED SEDA





Caracterización del arbolado

La defoliación mide el vigor del arbolado, permite comparar tendencias y refleja el impacto de los agentes nocivos en su salud.

Caracterización del arbolado

Las parcelas que conforman la Red SEDA están compuestas, de manera general, por los 24 árboles más próximos al centro teórico de cada parcela, siempre que cumplan los requisitos mínimos de altura y diámetro¹ establecidos en el manual. Se procura que la distribución de los árboles por cuadrantes sea lo más homogénea posible. Sin embargo, en ciertos casos, como en las formaciones adhesionadas, pueden establecerse parcelas con hasta 12 árboles dentro de un radio de 50 metros.

Cada árbol se encuentra localizado espacialmente respecto al centro de la parcela e identificado con un código único que asegura su trazabilidad y seguimiento individualizado a lo largo de las diferentes campañas. Si algún árbol muere, se reemplaza por otro que cumpla los requisitos establecidos de altura y diámetro en el radio determinado, asegurando así que cada parcela conserve, como norma general, un mínimo de 24 individuos evaluables.

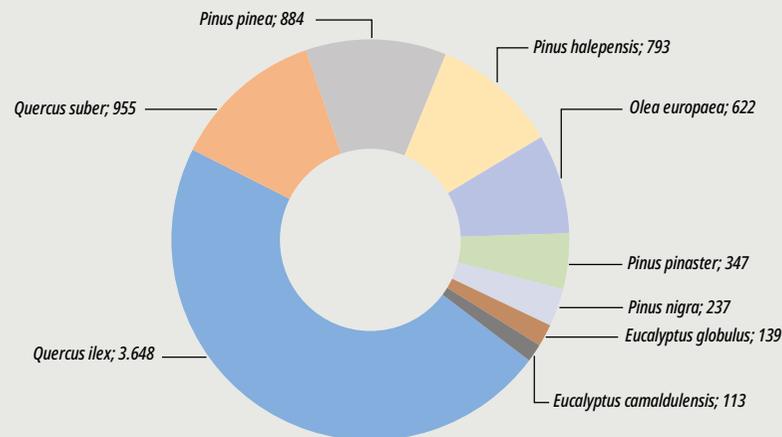


FIGURA 6: NÚMERO DE PIES DE LAS ESPECIES MÁS FRECUENTES EN LA RED SEDA (CAMPAÑA 2020)

A pesar de las fluctuaciones en el número de parcelas activas, desde la ampliación de 2009 se monitorean aproximadamente 8.500 árboles cada año, cubriendo los principales ecosistemas forestales de Andalucía.

Las especies de árboles presentes en la Red SEDA reflejan la distribución y composición de las formaciones forestales más representativas de Andalucía. En la campaña de 2020, la mayor cantidad de árboles correspondieron a encinas (*Quercus ilex*), seguidos de alcornoques (*Quercus suber*), pinos piñoneros (*Pinus pinea*), pinos carrascos (*Pinus halepensis*) y acebuches (*Olea europaea* var. *sylvestris*), que juntas representaron más del 84% del total de árboles evaluados. Sin embargo, también se recogen datos sobre más de 40 taxones distintos, algunos de gran valor ecológico pese a su baja representatividad, como *Juniperus* spp., *Quercus pyrenaica*, *Taxus baccata* y *Fraxinus angustifolia*, entre otros.

Defoliación

La defoliación es el parámetro principal utilizado por la Red SEDA para evaluar el estado de salud del arbolado. La metodología empleada para determinar este índice está coordinada con los protocolos de la Red Europea de Daños en los Bosques, con la que se realizan jornadas de intercalibración periódicas para garantizar la consistencia y homogeneidad de los datos obtenidos.

Este indicador estima, en porcentaje, la pérdida de hojas de la copa de un determinado árbol. Para ello lo debe comparar con un ejemplar ideal, de la misma especie, que no presente daños y esté localizado en la misma zona, es decir, sometido a las mismas condiciones ambientales.

1. Los pies elegidos deberán tener una altura mínima de 60 cm y un diámetro en la base de al menos 7 cm. En el caso particular de que aparezca un pie bifurcado desde el suelo o bien un grupo de chirpiales se considerará como un solo pie, siempre y cuando formen una única copa. Todas las mediciones se realizarán sobre la totalidad del individuo excepto la del diámetro que se llevará a cabo sobre la guía dominante.

Para su determinación se emplean unos criterios técnicos específicos, como el concepto de “copa evaluable²” o “ramillos portantes³”, reduciendo así la subjetividad en las observaciones realizadas por los técnicos. Asimismo, se tienen en cuenta factores como la edad del árbol, la densidad del bosque y la ubicación del individuo dentro de la masa forestal. Con todo ello se logra que las valoraciones realizadas, independientemente del técnico responsable o la localización del árbol, sean equivalentes y comparables entre sí.

La defoliación incluye cualquier pérdida extraordinaria de superficie foliar causada por factores externos al ciclo fenológico habitual del árbol. Es decir, refleja el efecto que tienen los diferentes agentes nocivos (plagas, enfermedades, animales, sequías, vientos o la competencia entre árboles, etc.) sobre el vigor del arbolado, interactuando normalmente de manera conjunta y desencadenando la pérdida extraordinaria de hojas en la copa. Comprende la pérdida total o parcial de follaje en los ramillos, la microfilia y las hojas secas que permanezcan aún adheridas.

El procedimiento de cálculo establece que se determinará según porcentajes del 5 %, correspondiendo el 5 % al árbol con la menor defoliación y el 100 % a aquel que no tiene prendida ninguna hoja viva en la copa evaluable. Además, estos porcentajes se agrupan en clases para facilitar el proceso de evaluación:

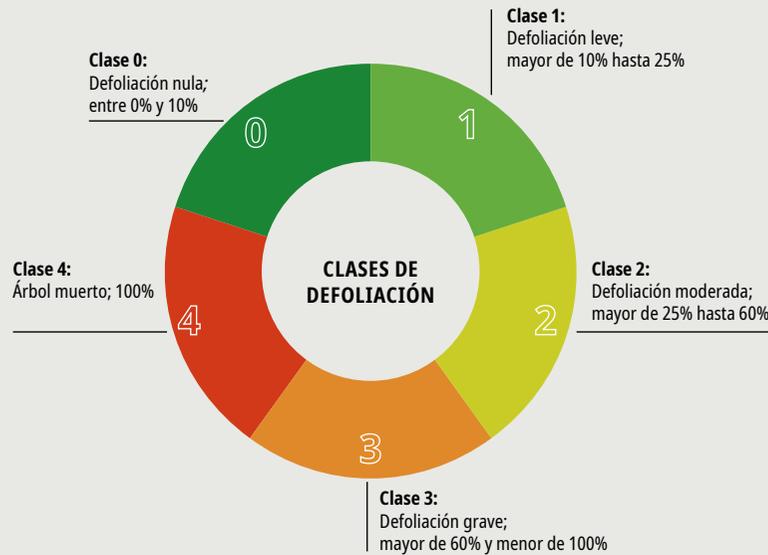
- **Clase 0 (defoliación nula):** Corresponde a un árbol en el cual la acción de los agentes nocivos no se observa o es muy reducida y cuya copa evaluable conserva más del 90 % de las hojas.
- **Clase 1 (defoliación leve):** Se relaciona con actividades poco relevantes de los agentes nocivos pero que no pueden ser catalogadas como nulas, o aquellas más patentes pero que no comprometen su equilibrio, es decir, que el árbol puede recuperar su vigor si el agente (o agentes) nocivos reducen su actividad o desaparecen. Supone que la copa evaluable ha perdido más de un 10% de hoja, aunque sin superar el 25%.
- **Clase 2 (defoliación moderada):** Supone una pérdida de hoja apreciable (superior al 25 % pero sin superar el 60 %). En esta clase, el árbol tiene

dificultades para retornar a un estado de equilibrio, incluso si desaparecen los agentes nocivos. Este riesgo es tanto mayor cuanto mas elevado es el valor de la defoliación asignado.

- **Clase 3 (defoliación grave):** Representa a un árbol severamente dañado, ya que la pérdida de hoja en la copa evaluable es superior al 60 %. Su persistencia está gravemente comprometida, aunque no necesariamente implica su muerte, ya que depende de la naturaleza de los agentes y del vigor del árbol.⁴
- **Clase 4 (árbol muerto):** Son árboles muertos, sin hojas vivas prendidas que corresponden a un 100 % de defoliación. Debe ir acompañado de un valor de decoloración 4.



2. *Copa evaluable: parte de la copa que conforman las ramas vivas y muertas sobre la que se estima el valor de la defoliación. Excluye las ramas gruesas muertas o sin brotes naturales, los brotes epicórmicos y los huecos sin ramas.*
3. *Ramillo portante: Tipo de ramillo final, vivo o muerto recientemente, con capacidad portadora de hoja o acícula.*
4. *Puede darse el caso de árboles con 100% de defoliación (sin hoja prendida verde en la copa evaluable) y que no están muertos; se considerarán en la Clase grave de defoliación.*



La defoliación permite, al cuantificar el vigor de un árbol o conjunto de ellos, llevar a cabo comparaciones o determinación de tendencias entre diferentes ubicaciones, especies o campañas. Además, la Red SEDA obliga a asociar la defoliación con la actividad de los agentes nocivos, ya sean bióticos o abióticos, por lo que queda determinado el impacto de cada uno de ellos en la salud del árbol.

Las variaciones en la naturaleza o intensidad de los agentes nocivos así como la capacidad de respuesta del árbol hacen que este índice pueda presentar una alta variabilidad interanual.

Evolución temporal de la defoliación (2000 - 2020)

Los valores promedio de defoliación entre 2000 y 2020 muestran un incremento progresivo, lo que evidencia un deterioro del vigor del arbolado, tanto en frondosas como en coníferas. Inicialmente, ambos grupos se encuadraban en la Clase Leve (15 % - 25 %), pero hacia el final del período las frondosas se encuentran en la zona baja de la Clase Moderada, con las implicaciones fitosanitarias que esto conlleva. Durante este período, el máximo histórico de defoliación se alcanzó en 2019 para frondosas (casi 30 % de promedio) y en 2017 para coníferas (más del 22 %).

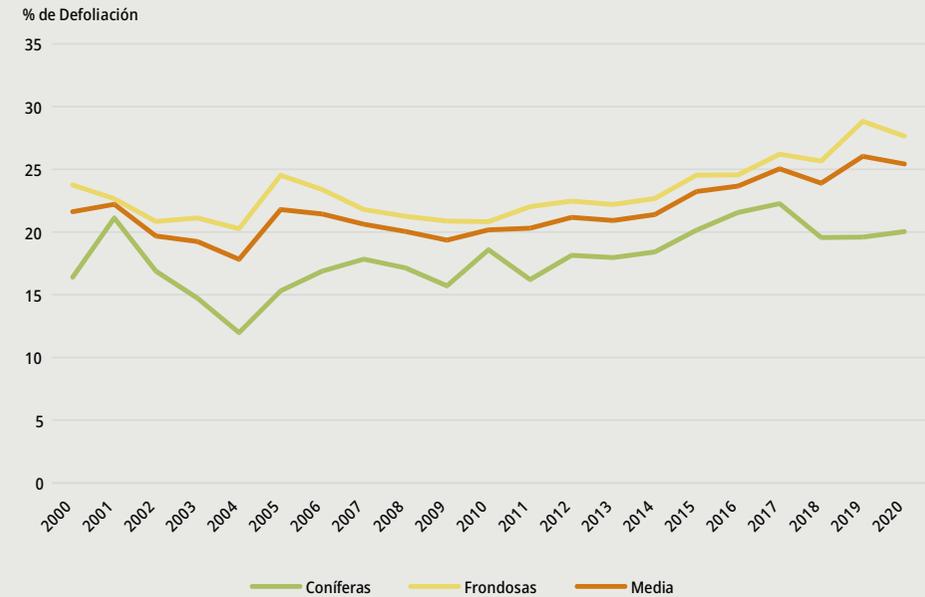


FIGURA 7: EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE MEDIO DE DEFOLIACIÓN EN EL PERIODO 2000-2020

Entre los años 2000 y 2004 se observó una mejora significativa en la defoliación, especialmente en las coníferas, que estuvieron próximas a ingresar en la Clase Nula. Sin embargo, a partir de 2005 se produce una inversión en esta tendencia, con un incremento notable de la defoliación, particularmente en las frondosas, que se mantiene hasta 2020.

TABLA 2: PORCENTAJE DE DEFOLIACIÓN MEDIO POR CAMPAÑA

CAMPAÑA	CONÍFERAS	FRONDOSAS	MEDIA
2000	16,41	23,75	21,62
2001	21,12	22,65	22,21
2002	16,88	20,84	19,68
2003	14,72	21,12	19,24
2004	11,98	20,26	17,83
2005	15,31	24,52	21,79
2006	16,88	23,39	21,44
2007	17,84	21,79	20,62
2008	17,14	21,25	20,04
2009	15,70	20,87	19,35
2010	18,59	20,82	20,17
2011	16,21	22,02	20,30
2012	18,14	22,47	21,16
2013	17,96	22,19	20,92
2014	18,41	22,67	21,39
2015	20,15	24,53	23,23
2016	21,56	24,55	23,66
2017	22,26	26,20	25,04
2018	19,56	25,66	23,89
2019	19,59	28,82	26,04
2020	20,03	27,64	25,43
Media Periodo	17,93	23,24	21,67

La concentración de valores producida en 2001 corresponde a la homogeneización de criterios por parte de los técnicos responsables y con la realización de las evaluaciones en la campaña de establecimiento fuera del período óptimo.

El análisis de la **defoliación según la cantidad de árboles por cada clase de defoliación** refleja una cierta tendencia hacia un progresivo deterioro. En el período 2000 - 2020, la mayoría del arbolado se localizó en las Clases Nula o Leve, aunque se observa una disminución de estos grupos en favor de la Clase Moderada. Paralelamente, la Clase Grave gana presencia de manera paulatina, mientras que la cantidad de árboles muertos se mantiene estable en niveles bajos (inferiores al 1,3 %).

Según el tipo de vegetación, se evidencian diferencias significativas en el comportamiento. Las **coníferas**, desde el inicio del periodo evaluado, presentan una mayor proporción de árboles en las Clases Nula y Leve, aunque muestran una sostenida y notable disminución en el número de ejemplares considerados sin daños desde su punto máximo en 2004. En estas formaciones, además, la presencia de arbolado muerto es considerable y se mantiene estable a lo largo del tiempo.



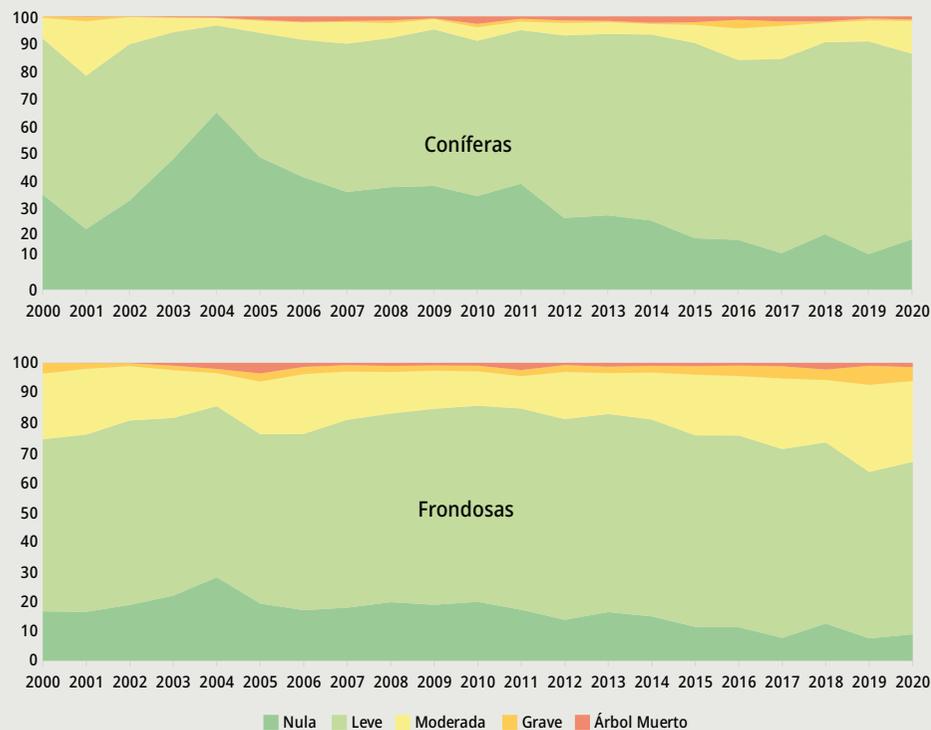


FIGURA 8: EVOLUCIÓN DE NÚMERO DE ÁRBOLES POR VEGETACIÓN Y CLASE DE DEFOLIACIÓN. PERIODO 2000-2020

En cuanto a las **frondosas**, presentan un menor número de árboles en la Clase Nula en comparación con las coníferas, manteniendo, no obstante, una cantidad relativamente constante en la Clase Leve. Por el contrario, las Clases Moderada y Grave experimentan un incremento notable en el número de árboles a partir de la campaña de 2010.

En ambos tipos de vegetación, el año 2004 resalta como el de mayor vigor, mientras que 2019 se identifica como el de mayor deterioro, dado el aumento de árboles en las clases más altas de defoliación. Estas dinámicas muestran la importancia de considerar tanto las características específicas de las formaciones vegetales como las condiciones fitosanitarias en el manejo sostenible de los ecosistemas forestales.

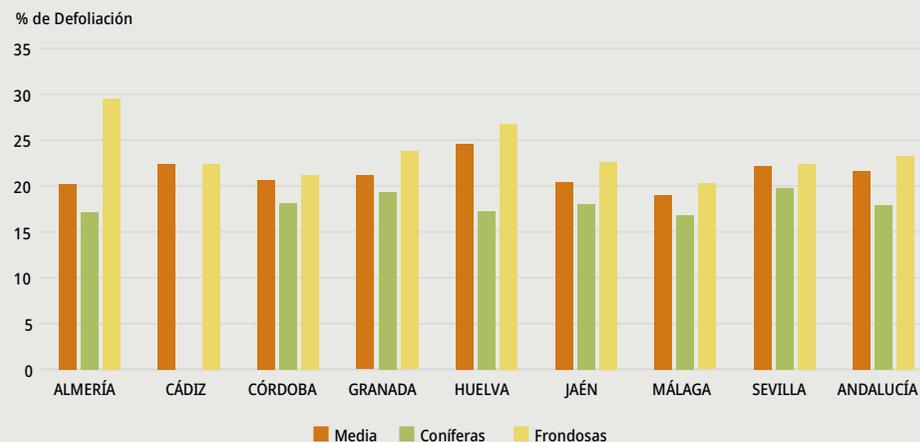


FIGURA 9: DEFOLIACIÓN MEDIA PROVINCIAL (2000 - 2020)

A **nivel provincial**, los valores medios de defoliación durante el periodo 2000 - 2020 presentan una variación reducida, inferior al 5%, estando en todas las provincias dentro de la Clase Leve. El valor más alto corresponde a la provincia de Huelva, con un 24,58 %, mientras que Málaga registra el más bajo, con un 18,98%.

TABLA 3: PORCENTAJE DE DEFOLIACIÓN MEDIO POR PROVINCIAS

CAMPAÑA	CONÍFERAS	FRONDOSAS	MEDIA
ALMERÍA	17,18	29,56	20,22
CÁDIZ	--	22,43	22,43
CÓRDOBA	18,13	21,21	20,65
GRANADA	19,32	23,78	21,15
HUELVA	17,25	26,82	24,58
JAÉN	18,05	22,58	20,40
MÁLAGA	16,82	20,26	18,98
SEVILLA	19,81	22,40	22,19
Andalucía	17,93	23,24	21,67

Las **frondosas** presentan en todas las provincias valores medios más elevados que las coníferas, en consonancia con el análisis regional. La defoliación media más alta para frondosas se registra en Almería (29,56 %), seguida de Huelva (26,82 %), lo que las lleva a establecerlas en la Clase Moderada, mientras que Málaga presenta el valor más bajo para frondosas (20,26 %). Por su parte, las **coníferas** presentan una menor variación, con Sevilla (19,81 %) como el valor más alto y Málaga (16,82 %) como el más bajo.

La distribución de los árboles **según las clases de defoliación** presenta un patrón muy homogéneo entre provincias. En todos los casos, destaca el predominio del arbolado en la Clase Leve, que acumula más del 50% de los ejemplares evaluados, seguido por la Clase Nula y, en menor medida, la Clase Moderada. Así, más del 80% de los árboles registrados se sitúan en las Clases Nula y Leve de defoliación. Por otro lado, la cantidad media anual de árboles muertos se mantiene baja, con un valor inferior al 1,3%.

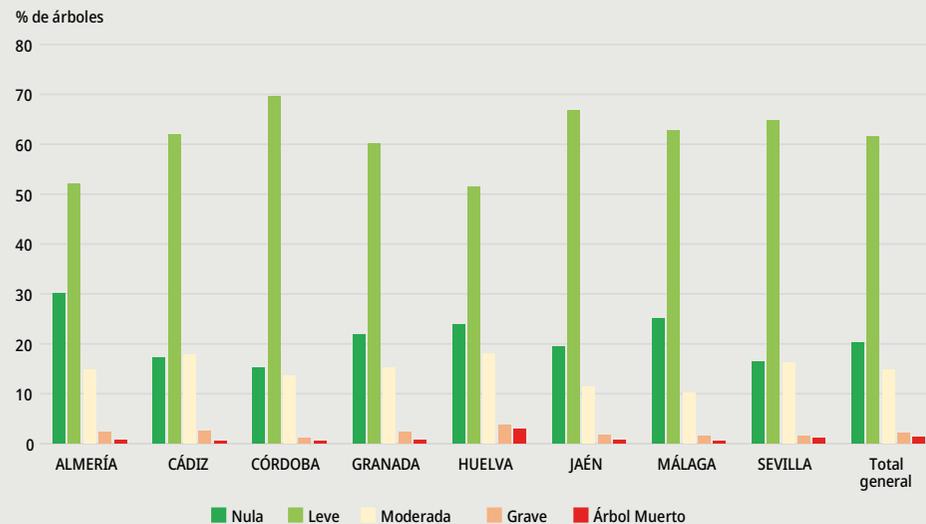


FIGURA 10: PORCENTAJE DE ÁRBOLES EN CADA CLASE DE DEFOLIACIÓN EN CADA PROVINCIA. PERÍODO 2000-2020

El análisis provincial pone de manifiesto situaciones ligeramente diferentes. Mientras Huelva destaca por presentar un número notablemente alto de árboles muertos y en Clase Leve, resaltando la debilidad de su arbolado, Almería es la que acumula mayor cantidad de árboles en las Clases Nula y Leve. El resto de provincias tienen repartos intermedios de árboles según Clases.

Estos resultados subrayan la variabilidad del estado de salud del arbolado entre las provincias y refuerzan la importancia de una evaluación provincial detallada para adoptar medidas específicas según las características locales.



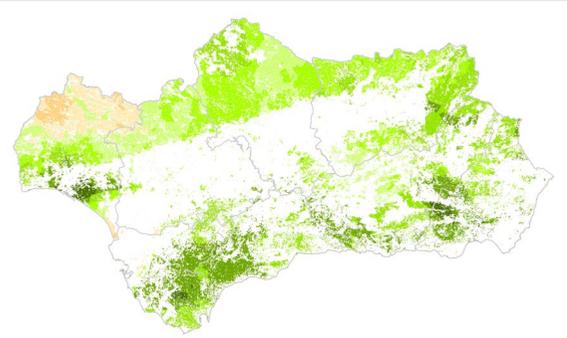


FIGURA 11: ESTIMACIÓN DE LA DEFOLIACIÓN MEDIA EN EL PERIODO 2001 - 2005

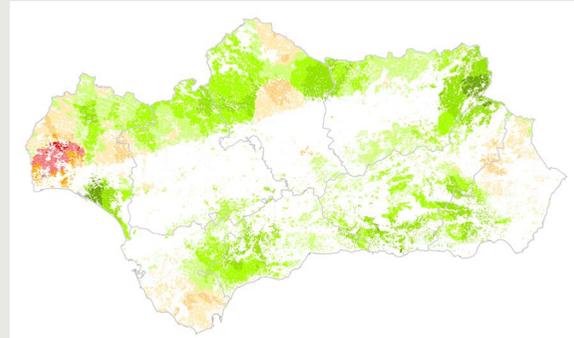


FIGURA 13: ESTIMACIÓN DE LA DEFOLIACIÓN MEDIA EN EL PERIODO 2011 - 2015

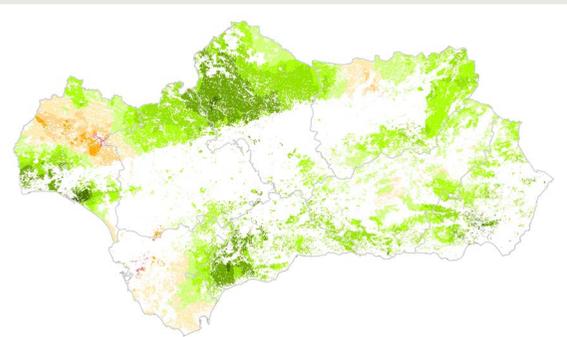


FIGURA 12: ESTIMACIÓN DE LA DEFOLIACIÓN MEDIA EN EL PERIODO 2006 - 2010

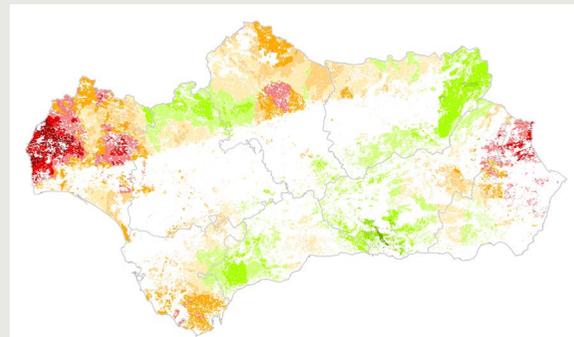


FIGURA 14: ESTIMACIÓN DE LA DEFOLIACIÓN MEDIA EN EL PERIODO 2016 - 2020

El análisis de la defoliación en la Red SEDA, con los datos agrupados por quinquenios, confirma la tendencia al incremento de los daños en los bosques a lo largo del periodo estudiado. Para ello, se ha excluido la campaña de instalación del año 2000, ya que la evaluación del arbolado se realizó fuera del periodo fenológico óptimo, lo que generó valores poco comparables.

Las formaciones con un mayor porcentaje de defoliación sufren un proceso de expansión progresiva: de pequeñas áreas dispersas en el periodo 2001 - 2005 a grandes extensiones localizadas en el suroeste y noreste entre 2016 y 2020. En contraste, se observan amplias zonas con menor deterioro, como la franja litoral de las provincias de Málaga y Granada, la parte central de Sierra Morena (Sevilla y el oeste de Córdoba) y, de manera muy marcada, la zona oriental de Jaén.

Uno de los factores más determinantes en la defoliación es la composición específica de cada parcela. Se observa que las zonas con presencia de *Pinus pinaster* y *Pinus halepensis* han experimentado un mayor incremento de la defoliación, destacando el mal estado de los pinares más orientales de Almería y Granada. En el caso de las frondosas, el deterioro es generalizado en todas las masas, siendo especialmente severo en las situadas en el Andévalo onubense.

Un deterioro tan extendido de la vegetación, sin distinción entre localizaciones ni especies, es característico de la acción de un agente ambiental.



La alteración en los patrones de temperatura y la reducción del agua disponible afecta a la salud del arbolado y modifica el comportamiento de plagas y enfermedades, aumentando la susceptibilidad de las especies huésped.

El periodo 2001 - 2005 muestra la defoliación más baja, como indican los colores verdes correspondientes a la clase de defoliación leve, posiblemente debido a condiciones climáticas favorables y a un bajo nivel de estrés en la vegetación. En el quinquenio 2006 - 2010, comienzan a aparecer áreas afectadas en el noroeste y suroeste de Andalucía, lo que podría indicar el inicio del decaimiento de las formaciones de *Quercus*. Esta situación se intensifica entre 2011 y 2015, extendiéndose incluso, aunque en menor grado, a las masas de pinar orientales. Finalmente, en el periodo 2016 - 2020, la defoliación sigue agravándose en ambos grupos de especies, con valores medios correspondientes a la clase de daño moderado (representado en rojo). El deterioro es crítico en varias zonas, lo que podría comprometer el equilibrio del ecosistema y, en consecuencia, su persistencia.

Esta tendencia al deterioro de las masas forestales se acentúa progresivamente, con un notable incremento en la proporción de parcelas pertenecientes a las Clases Moderadas y Graves. Este aumento se relaciona con la creciente influencia de agentes meteorológicos y antrópicos, como el cambio en las condiciones ambientales, plagas y enfermedades, y prácticas de gestión forestal no sostenibles.

Al comparar las coníferas y las frondosas, se observa que ambas especies experimentan un aumento de la defoliación, aunque con algunas diferencias. Las coníferas inician el periodo con una mayor proporción de árboles sanos, pero su tasa de deterioro es generalmente más rápida. Por el contrario, las frondosas presentan inicialmente un mayor porcentaje de árboles con algún grado de defoliación, pero su evolución es más estable en los últimos años.

En resumen, los resultados del análisis indican una situación preocupante para las formaciones forestales, con una pérdida progresiva de su vigor.



FIGURA 15: PORCENTAJE DE ÁRBOLES EN CADA CLASE DE DEFOLIACIÓN AGRUPADA POR QUINQUENIOS Y VEGETACIÓN

La defoliación, tal y como la emplea la Red SEDA, es un parámetro crucial para evaluar la salud del arbolado en Andalucía. Su progresivo incremento, especialmente en las frondosas, refleja el impacto acumulativo de factores ambientales y agentes nocivos bióticos especialmente a partir de 2004. Esta situación de deterioro también afecta a las coníferas, aunque en un grado ligeramente menor. Este panorama evidencia la importancia de continuar con las tareas de seguimiento y vigilancia de las formaciones forestales para lograr entender las dinámicas del arbolado y establecer estrategias de manejo adaptativas.

Decoloración

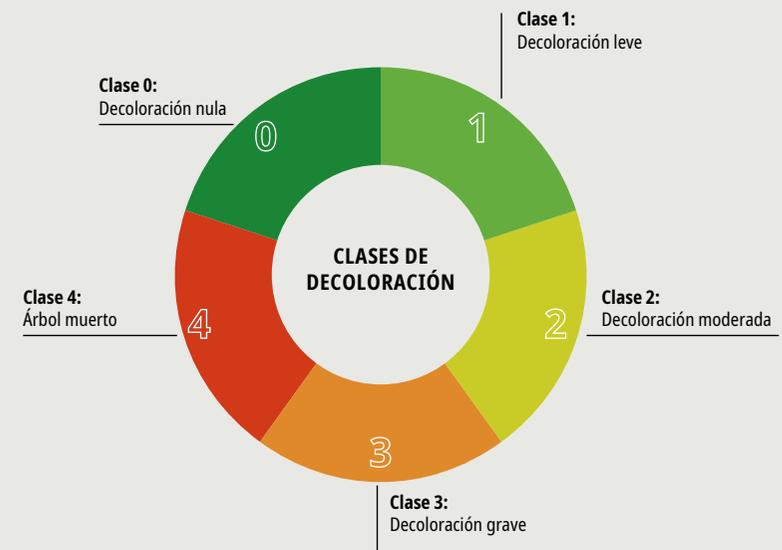
La decoloración mide el grado de alteración en el cromatismo habitual de las hojas o acículas respecto al color característico de cada especie en su ubicación específica. Es importante señalar que las hojas muertas o marchitas, así como aquellas que presentan un cambio de color asociado a su caída inminente por efecto de plagas, enfermedades u otros agentes nocivos, deben clasificarse dentro de la categoría de defoliación. Su determinación, al igual que la defoliación, se lleva a cabo siguiendo metodologías similares a las utilizadas en la Red Europea de Daños en los Bosques, reforzadas mediante jornadas de intercalibración que garantizan la uniformidad y fiabilidad de los resultados obtenidos.

La decoloración aporta información sobre el estado de salud del arbolado, enfocándose particularmente en los efectos de la contaminación atmosférica, como las deposiciones de azufre o nitrógeno, la lluvia ácida y otros factores similares. Su importancia ha disminuido desde la instalación de la Red Europea, incluso en países con alta industrialización, hasta el punto de ser considerada una evaluación opcional. La Red SEDA, por su parte, ha optado por mantener su evaluación debido a su posible relevancia en contextos específicos.

En el arbolado andaluz, en proceso de decaimiento, la decoloración es clave para detectar síntomas que la defoliación podría no evidenciar.

En el caso del arbolado andaluz, que atraviesa un proceso de decaimiento complejo, este parámetro cobra especial relevancia, ya que permite identificar sintomatologías particulares que podrían pasar desapercibidas en la evaluación exclusiva de la defoliación. Por tanto, la determinación de la decoloración complementa de manera significativa el diagnóstico de la salud forestal.

Se consideran cinco Clases:



La decoloración se evalúa en cada uno de los árboles incluidos en los puntos de la Red SEDA, de manera simultánea con la defoliación. Esta estimación se basa en el tono general de la copa, considerando la proporción de superficie afectada en relación con el total.

En todas las campañas de la Red SEDA, la Clase de decoloración Nula ha sido claramente mayoritaria, superando consistentemente el 90% de los árboles evaluados, tanto en formaciones de coníferas como en frondosas. Esto evidencia que, pese a las alteraciones detectadas en otros parámetros como la defoliación, el arbolado presenta en su gran mayoría un cromatismo normal en las hojas o acículas.

A partir de la tercera campaña, tras la homogeneización de los criterios de evaluación de la decoloración con la Red Europea, se observó una notable reducción en la cantidad de árboles asignados a clases más elevadas. Este ajuste metodológico mejoró la coherencia de los datos con otras redes y supuso una reducción de las clases 2, 3 y 4 hasta quedar casi residuales en el resto del periodo. En cuanto a la Clase 4, cabe destacar que su presencia corresponde exclusivamente a árboles clasificados como “árboles muertos”, asignados por criterio a un 100% de defoliación y clase 4 de decoloración.

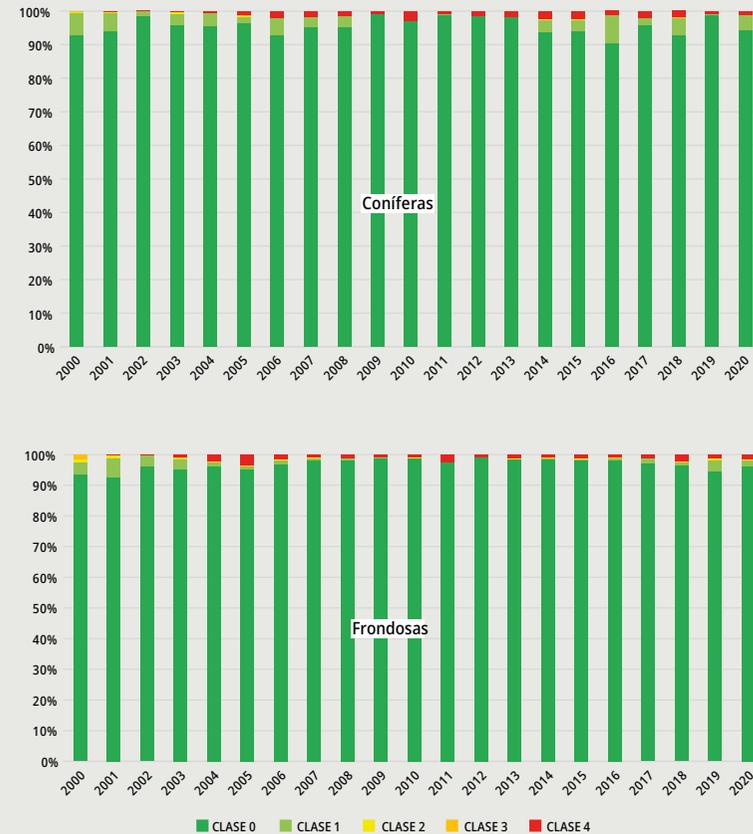


FIGURA 16: PORCENTAJE DE ÁRBOLES EN CADA CLASE DE DECOLORACIÓN POR CAMPAÑA

Las coníferas muestran una notable estabilidad en la proporción de árboles clasificados en la Clase Nula. A partir de 2014 comienza a ser relevante los árboles en Clase Leve, coincidiendo con la aparición de procesos de decaimiento los pinares y que parece extenderse hasta 2020. Por su parte, las frondosas tienen una menor presencia de Clase Leve o Moderada, apareciendo de manera residual (en comparación con las coníferas) partir de 2012 y cobrando progresivamente una mayor importancia.

En general, aunque otros parámetros como la defoliación pueden reflejar alteraciones relevantes, la decoloración permanece estable y mayoritariamente dentro de los valores normales (Clase nula). Sin embargo, se conserva como indicador complementario del vigor del arbolado ya que permite discriminar entre ciertas alteraciones fisiológicas.

Los datos medios de decoloración por provincia permiten establecer patrones sobre el estado del arbolado en diferentes zonas de Andalucía. La Clase Nula sigue siendo claramente predominante en todas las provincias, aunque Almería destaca por presentar una mayor proporción de árboles en la Clase 1 de decoloración en comparación con el resto de las provincias andaluzas. Este dato se relaciona con la incidencia de alteraciones que afectan a la gran parte de la copa como contaminaciones, debilitamientos o decaimientos.

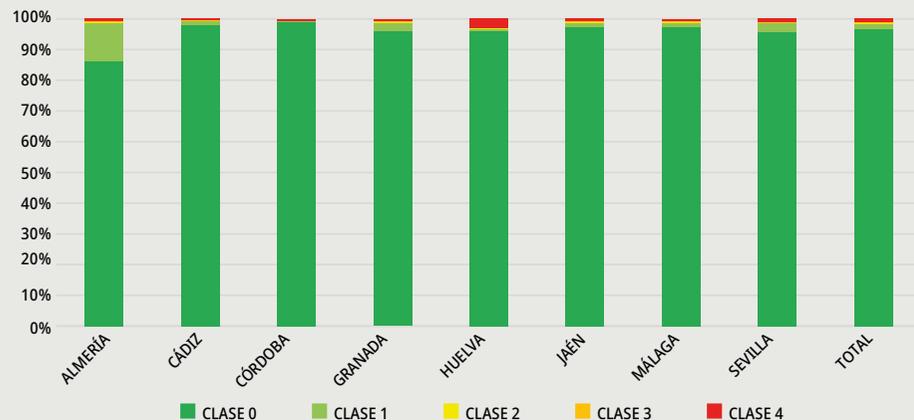


FIGURA 17: PORCENTAJE DE ÁRBOLES EN CADA CLASE DE DECOLORACIÓN POR PROVINCIA. PERIODO 2000 – 2020

Por otro lado, en Huelva se observa una situación notablemente distinta, ya que registra una mayor cantidad de árboles clasificados en la Clase 4 de decoloración, que implica la presencia de arbolado muerto. Este hecho, además de recoger los casos en los que se lleva a cabo un aprovechamiento del arbolado, podría estar relacionado con factores específicos de la zona, como condiciones ambientales adversas, mayor incidencia de plagas o enfermedades, o posibles efectos acumulativos de contaminación atmosférica.

Árboles muertos

El protocolo de la Red SEDA establece que cada punto de monitoreo debe contar con 24 árboles, evaluados anualmente. Factores como las condiciones ambientales, la actividad de plagas, enfermedades o el manejo forestal pueden provocar la muerte de algunos ejemplares. Cuando esto ocurre, al árbol se le asigna un porcentaje de defoliación del 100% y una clase de decoloración de 4. En la siguiente campaña, se reemplaza el árbol con uno nuevo, manteniendo así siempre constante el número de ejemplares por parcela⁵.

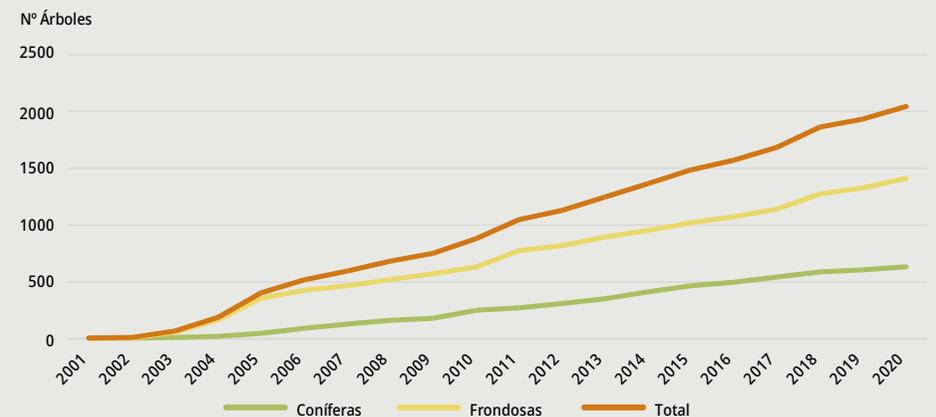


FIGURA 18: NÚMERO DE "ÁRBOLES MUERTOS" POR CAMPAÑA. VALOR ACUMULADO.

5. En masas ahuecadas o con decaimiento, de cualquier especie, se levantará o evaluará el punto aunque no se consigan los 24 pies, ya que, en este caso, se considerará que 12 pies son suficientes.

La Red Seda ha registrado una mayor incidencia de la mortandad en frondosas (69 %) que en coníferas, con Huelva concentrando más del 50% de la misma.

La mortalidad acumulada en la Red SEDA ha mostrado un incremento relativamente constante entre 2001 y 2020. La campaña siguiente a la instalación (2001), se reportaron 7 árboles muertos, mientras que en 2020 el acumulado alcanzó los 2.043 ejemplares. A lo largo del período de monitoreo, las frondosas han sido más afectadas que las coníferas, representando el 69% del total de árboles muertos (1.410 frondosas frente a 633 coníferas en 2020). Por otra parte, la mortalidad se concentró especialmente en algunos años críticos, como 2005 (216 árboles muertos), 2011 (168 árboles) y 2018 (178 árboles).

Si referimos la cifra de árboles muertos a la cantidad de ejemplares que conforman la Red SEDA, los arbustos (*Crataegus monogyna*, *Juniperus phoenicea*, *Rhamnus alaternus*) son los que presentan porcentajes de mortalidad relativos más elevados (superior al 5 %), mientras para encinas, alcornoques, pinos carrascos y acebuches son inferiores al 1 %.

Sin tener en cuenta el caso de los eucaliptos, la mortalidad se concentra claramente en la provincia de Huelva, que representa más del 35 % del total con 469 árboles muertos. Las provincias de Jaén, Córdoba y Sevilla presentan una situación intermedia, en torno al 12 - 15 % de la mortandad, muy vinculada a la “seca” de los *Quercus*. El resto de las provincias presenta cifras significativamente menores.

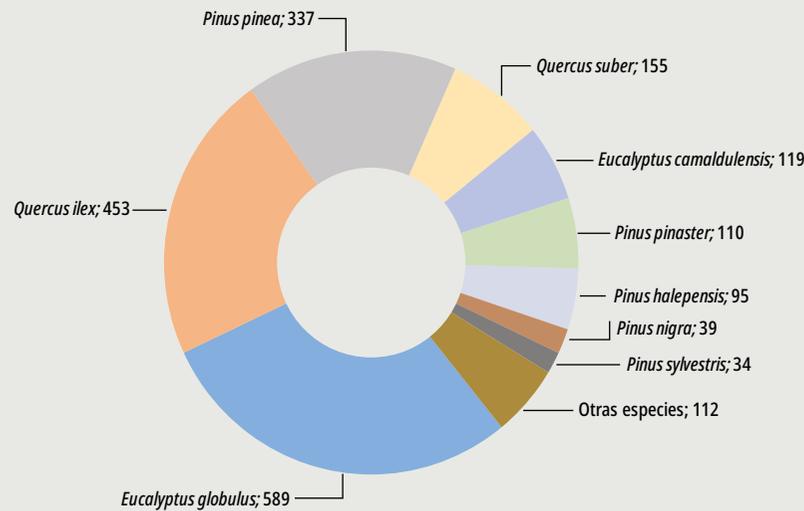


FIGURA 19: EJEMPLARES MUERTOS SEGÚN ESPECIE. PERIODO 2001 - 2020

Un caso particular lo constituyen los eucaliptos, ya que son las especies que presentan una mayor mortalidad debido al aprovechamiento maderero al que están sometidos, llegando a suponer un 50,4 % del total de las frondosas muertas que la Red SEDA ha determinado. Esta situación sucede principalmente en la provincia de Huelva y, en menor medida, en la de Sevilla. Sin considerar estas especies, la cifra de *Quercus* muertas es similar a la de *Pinus*.

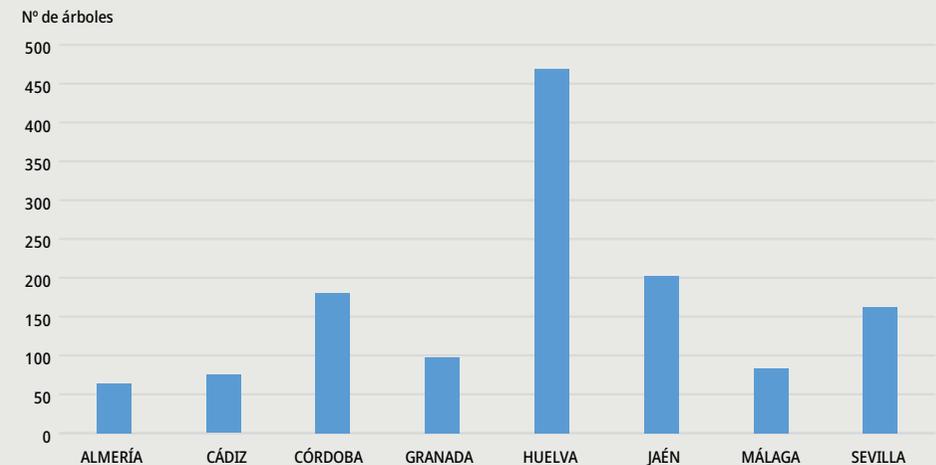


FIGURA 20: ÁRBOLES MUERTOS POR PROVINCIA (EXCLUIDOS LOS EUCALIPTOS). PERIODO 2001 - 2020



4

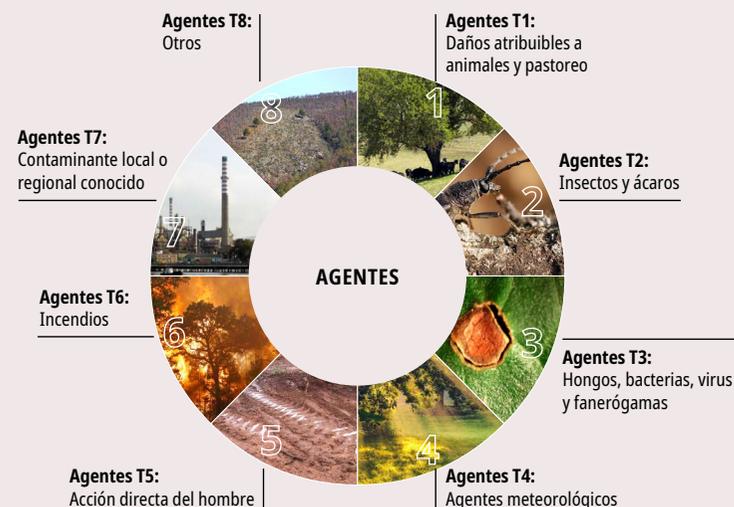
Caracterización fitosanitaria

Caracterización fitosanitaria

Las evaluaciones realizadas por la Red SEDA tienen como objetivo no solo determinar el porcentaje de defoliación y la clase de decoloración de cada árbol, sino también identificar, cuantificar y caracterizar los agentes nocivos presentes. Para lograrlo, se trata de determinar qué agente afecta al vigor de cada ejemplar, medir el impacto de su actividad en el árbol y evaluar la abundancia del mismo. Esto permite establecer una relación directa entre los valores de defoliación observados y la actividad de los agentes responsables.

La caracterización fitosanitaria de los árboles evaluados en la Red SEDA se basa en criterios comunes a los establecidos por la Red Europea, con adaptaciones a las condiciones particulares del entorno mediterráneo. Los agentes de daño se clasifican inicialmente en dos grandes grupos según su naturaleza: abióticos y bióticos, organizados en categorías denominadas “T”. Con el tiempo, la información recolectada sobre estos agentes se ha ajustado a los objetivos específicos de la red y a las particularidades de la vegetación andaluza.

En 2004 se decidió que la identificación de la zona específica del árbol afectada por cada agente, como lo establece la Red Europea, sería secundaria. En su lugar, se priorizó la determinación de la contribución de cada agente al porcentaje de defoliación a través del nivel de daño. Además, se estableció la cuantificación del agente mediante el nivel de abundancia, lo que permite estimar con mayor precisión el impacto real sobre el árbol. Este enfoque garantiza una evaluación más precisa, evitando considerar agentes presentes que no estén activos en el momento de la evaluación.



La identificación de los agentes nocivos puede realizarse gracias a la experiencia y formación de los técnicos responsables. No obstante, en casos en los que no es posible determinar la causa visualmente, se recurre al apoyo de laboratorios fitopatológicos, asegurando una caracterización completa y precisa. Hasta 2020, la Red SEDA ha registrado más de 253.000 agentes nocivos, lo que evidencia la magnitud del monitoreo realizado.

Por tanto cada uno de los agentes nocivos deben estar debidamente identificados, valorado su efecto sobre la defoliación y establecida la cantidad de cada uno presente. De esta manera, la imagen que se puede conformar del árbol año a año es más acertada.

Los agentes abióticos, insectos y hongos, son los principales responsables del deterioro de la vegetación andaluza en los últimos años. Los eventos climáticos extremos (sequías) contribuyen a agravar esta situación.

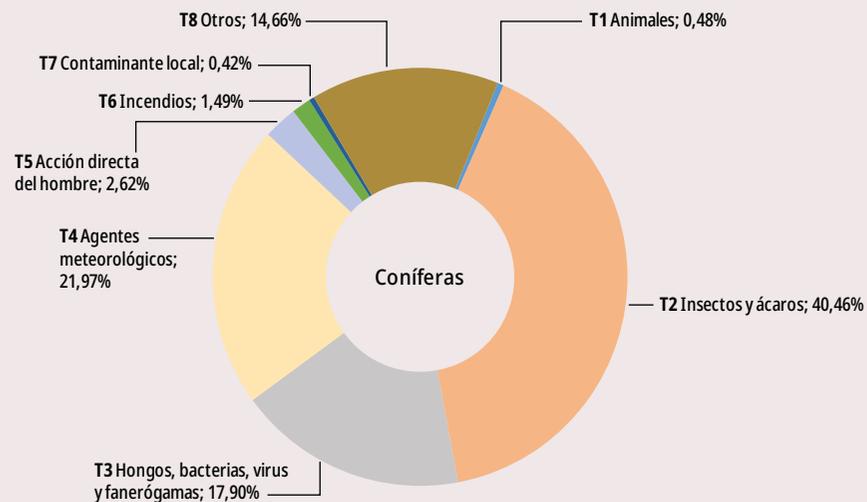
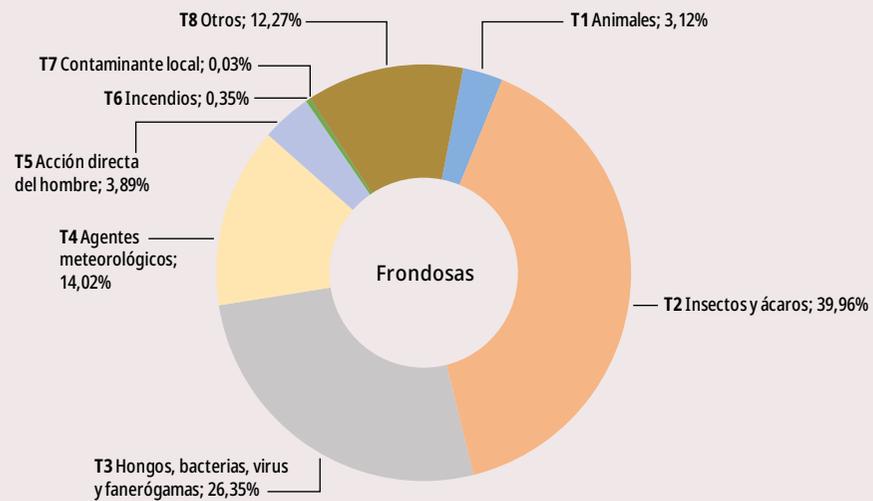


FIGURA 21: PROPORCIÓN DE AGENTES CONSIGNADOS EN CADA CAMPAÑA. PERIODO 2000 - 2020

De los agentes nocivos identificados hasta 2020, la mayoría corresponde a factores bióticos (71,31%), entre los que se incluyen insectos, ácaros, hongos, bacterias, virus, fanerógamas parásitas y daños causados por la acción humana. Los agentes abióticos meteorológicos (T4) representan el 15,37% del total y están asociados principalmente a sequías y eventos atmosféricos. Por su parte, los daños relacionados con incendios (T6) y la acción de fauna silvestre, doméstica o cinegética (T1) muestran un impacto creciente, especialmente en los últimos años.

Si consideramos esta información según el tipo de vegetación, se aprecian algunas diferencias como pueden ser el menor impacto que la fauna (doméstica, silvestre o cinegética) o las enfermedades tienen sobre las coníferas frente a las frondosas o, por el contrario, la mayor detección de daños relacionados con agentes abióticos meteorológicos o incendios que sufren las frondosas respecto a las coníferas.



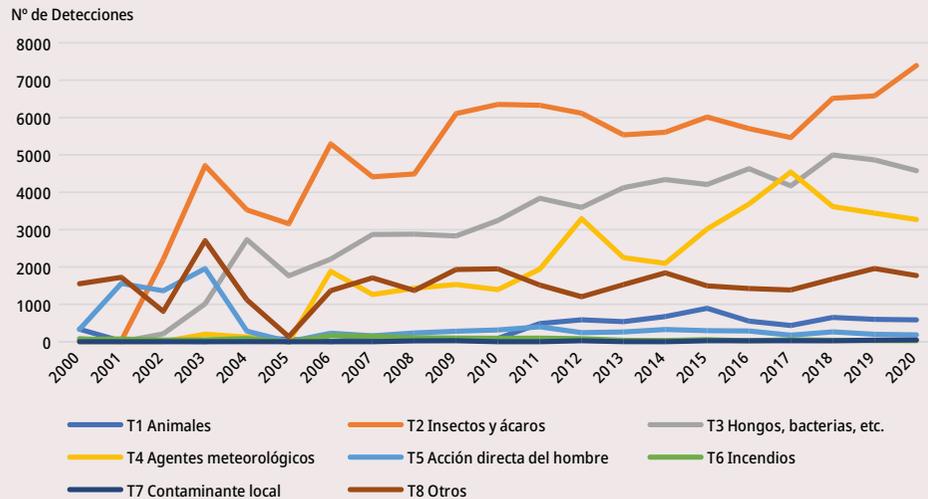


FIGURA 22: CANTIDAD DE AGENTES T CONSIGNADOS EN CADA CAMPAÑA. PERIODO 2000 - 2020

Cabe señalar cómo los grupos “T2 - Insectos y ácaros” y “T3 - Hongos, bacterias, virus y fanerógamas parásitas” han sido los más frecuentes, con un crecimiento constante desde 2004. Por su parte, los daños abióticos meteorológicos (T4) destacan especialmente a partir de 2006, con picos significativos en las campañas de 2006, 2012 y 2017 y aquellos asociados a la acción directa del hombre (T5) se mantienen relativamente constantes a lo largo del tiempo.

Las condiciones particulares de la vegetación andaluza así como el tipo y relevancia de los agentes nocivos implicados ha supuesto una adaptación de la metodología de caracterización fitosanitaria de los árboles que componen la Red SEDA. Desde la campaña de instalación se fueron realizando ensayos para el ajuste de la valoración de los agentes nocivos y su catalogación a fin de cumplir con el objetivo de que la Red SEDA actuara como generadora de información sobre los agentes presentes y la relativa importancia de cada uno al estado de la vegetación andaluza.

A partir de 2005 se considera consolidada la metodología de evaluación de agentes y sus daños asociados, continuando así hasta la actualidad. Por ello, en los análisis presentados a continuación, el periodo considerado se inicia en 2005. Los procedimientos y criterios se han actualizado, pero sin suponer alteraciones significativas.

De esta manera, a partir de 2004 los grupos “T2 – Insectos y ácaros” y “T3 – Hongos, bacterias, virus y fanerógamas parásitas” se consolidan como los más frecuentemente indicados en la caracterización del arbolado, mostrando una clara tendencia creciente en todo el periodo. Los agentes abióticos meteorológicos cobran relevancia con la adaptación de la metodología, especialmente a partir de 2006, con una evolución creciente hasta 2020 y mostrando picos muy destacados en las campañas de 2006, 2012 y 2017.

El grupo “T8 – Otros” acoge a agentes nocivos relacionados con las características selvícolas de la masa arbolada (densidad, tangencia, edad, etc.), muy relevantes en el entorno mediterráneo en el que estamos y que debe quedar debidamente caracterizado. Además, también incluye a aquellas situaciones en las cuales el árbol presenta defoliación sin que se le pueda asignar un agente nocivo responsable. En esos casos, este código señala que hay un agente desconocido que está actuando.

Los daños asociados a la acción directa del hombre (T5), tras el ajuste de los criterios se mantiene relativamente constante, al igual que los incendios (T6). Por otra parte, los daños atribuibles a animales salvajes y pastoreo (T1) han ido aumentando en los últimos años, siendo en un principio casi nulos y resultando considerables en la actualidad. Los efectos de los contaminantes locales (T7) tiene detecciones localizadas y puntuales, teniendo una relevancia menor respecto a los demás.

Si hacemos el análisis por provincias, ya considerando únicamente el periodo 2005 – 2020, vemos un comportamiento de los datos muy heterogéneo. El grupo de los insectos es el más detectado, excepto en Jaén y Málaga, aunque con diferente relación al resto de agentes según la provincia.

Las enfermedades tienen una representación muy irregular con cierta relación a la presencia de frondosas. Posiblemente por la misma razón los daños “T5 Asociados a la acción directa del hombre” son más frecuentes en provincias con abundancia de frondosas, especialmente *Quercus* (Cádiz, Córdoba, Huelva, Málaga y Sevilla). Finalmente, destacar la relevancia de los daños abióticos meteorológicos (T4), especialmente en la provincia de Jaén, Málaga y Cádiz y los daños “T6 Incendio” en Málaga.

El grupo de agentes “T7 Contaminantes locales” es el que con menor frecuencia se ha detectado, llegando a no aparecer en algunas provincias en todo el periodo.

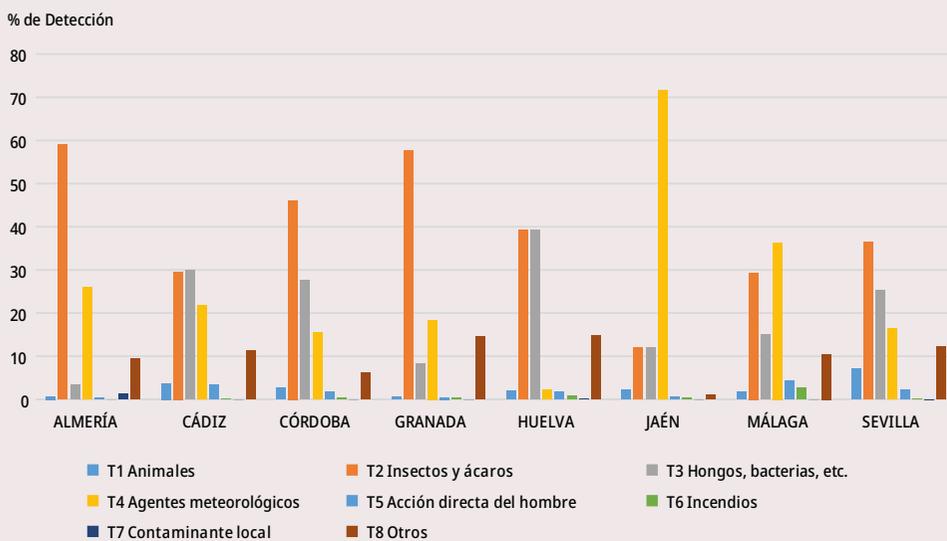


FIGURA 23: DETECCIÓN DE AGENTES POR GRUPOS T Y PROVINCIAS. PERIODO 2005 - 2020

Nivel de daño y Nivel de abundancia

La caracterización fitosanitaria se completa valorando la cantidad de agente presente en el árbol y la gravedad del daño que provoca. Para ello se emplean dos conceptos: Nivel de daño y Nivel de abundancia. El empleo coordinado de estos dos términos evita errores de interpretación y ayuda a catalogación del efecto real de los agentes sobre el estado fitosanitario del árbol.

El **Nivel de daño** indica la contribución que la actividad del agente realiza sobre el porcentaje de defoliación. Esto supone que debe haber cierta relación entre ambos parámetros de manera que un porcentaje de defoliación elevado debe estar asociado con la acción de agentes que lo justifiquen.

TABLA 4: CLASES DE NIVEL DE DAÑO Y DE NIVEL DE ABUNDANCIA

NIVEL DE DAÑO	NIVEL DE ABUNDANCIA
Sin daño (Presencia)	Baja
Daño leve	Media
Daño moderado	Alta
Daño grave	Incuantificable

Por otro lado el **Nivel de abundancia** cuantifica, siempre que sea posible⁶, la cantidad de agente presente independientemente de su efecto sobre el arbolado. Su consideración de manera independiente evita asignar importancia a agentes fácilmente observables o muy abundantes pero cuyo efecto sobre el árbol es reducido, quedando el nivel de daño únicamente para valorar su influencia en la defoliación.

6. De forma general la cantidad de árbol afectado o la cantidad de síntomas, no deben asimilarse a nivel de abundancia, ya que estos aspectos ya son recogidos por el porcentaje de defoliación y por el nivel de daño. Se deberá indicar la abundancia en el caso de insectos, fanerógamas parásitas o trepadoras y en la caracterización del riesgo estructural; en el resto de casos, donde se desconoce o no se puede valorar la cantidad de agente se considerará el “nivel de abundancia” como “Incuantificable”

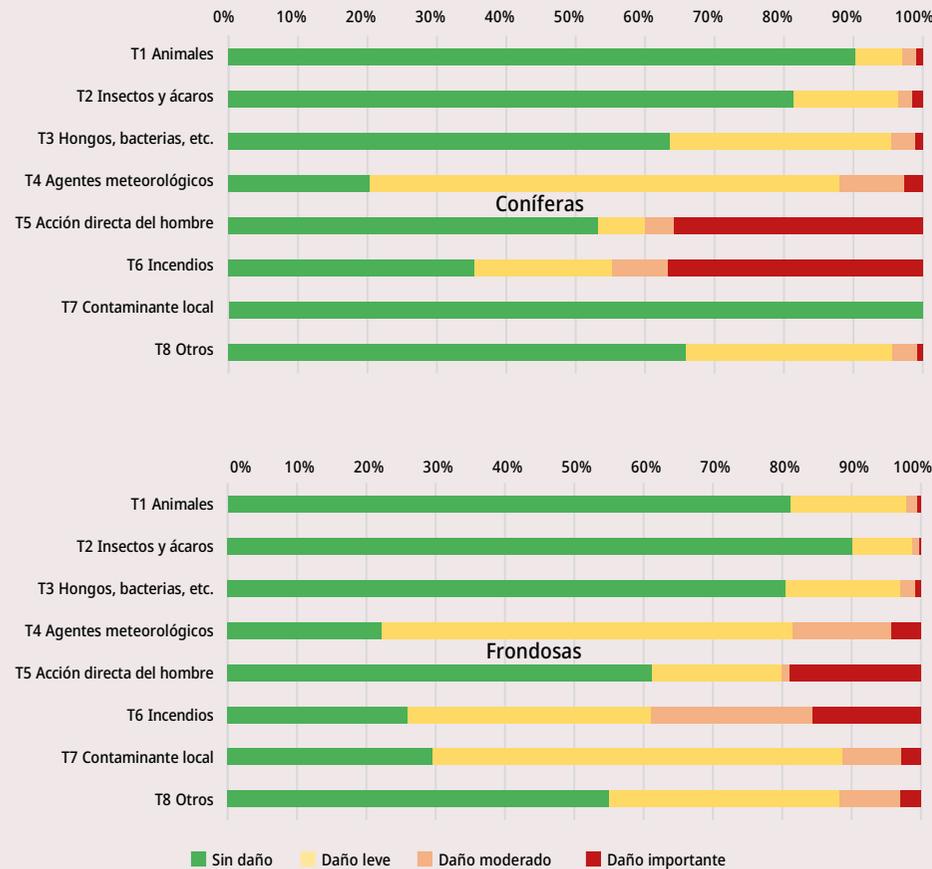


FIGURA 24: PORCENTAJE DE AGENTES SEGÚN NIVEL DE DAÑO. PERIODO 2005 - 2020

El nivel de daño permite determinar qué grupos son los que su actividad tiene un mayor perjuicio sobre el arbolado. A pesar de que más prácticamente un 65% de los agentes indicados pertenecen a grupo de las plagas (T2) y enfermedades (T3), en la gran mayoría de los casos quedan señalado su efecto sobre la defoliación como Nulo o Leve. Otros grupos menos representativos, como el que recoge los daños asociados a manejos culturales (T5) o incendios (T6), se asocian con frecuencia (más del 20% de los casos) con nivel de daño Grave. Los agentes

meteorológicos (T4) muestran una situación intermedia, con daños leves muy generalizados y daños moderados y graves relevantes.

En el caso de las coníferas se observa un mayor efecto de los daños derivados de acciones directas del hombre (T5) e incendios (T6), mientras las frondosas sufren más daño de agentes meteorológicos (T4) y contaminantes locales (T7).

Como se ha indicado con anterioridad, hasta 2005 no quedó consolidada la metodología propia de la Red SEDA por lo que no se ofrecen resultados de dicho periodo a fin de no distorsionar la gráfica. En el periodo 2005 - 2020, predomina la detección de agentes sin daño (bien porque su efecto sobre el arbolado es reducido o bien porque son escasos y repercuten muy poco sobre la defoliación). A lo largo del periodo, los agentes con nivel leve de daño están en crecimiento hasta 2016, para posteriormente invertir su tendencia.

El uso del nivel de daño y la abundancia permite evaluar con mayor precisión la influencia de los agentes en la salud del árbol.

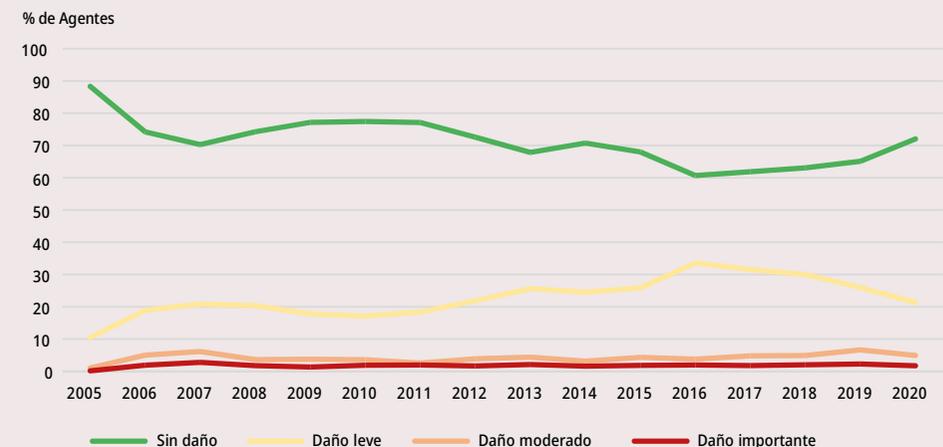


FIGURA 25: EVOLUCIÓN DEL NÚMERO DE AGENTES NOCIVOS POR NIVEL DE DAÑO. PERIODO 2005 - 2020

Es necesario señalar que sobre cada árbol se pueden asignar hasta 6 agentes nocivos diferentes y que la defoliación que muestre será combinación de la actividad de dichos agentes, donde cada uno contribuirá en función de su nivel de daño. Es decir, una defoliación elevada puede deberse a un único agente en nivel grave, a varios en nivel moderado o cualquier otra combinación equivalente.

Agentes causantes de daño

Los grupos “T” en los que se codifican los agentes nocivos pueden estar compuestos por varios elementos, por ejemplo los insectos o agentes abióticos meteorológicos, o por uno, como es el caso de los incendios. La caracterización fitosanitaria implica la identificación de cada uno de estos agentes según un sistema de códigos, así como la estimación de su abundancia y la determinación del nivel de daño en función del porcentaje de defoliación del árbol.

La Red SEDA establece que se debe indicar todos los agentes detectados, priorizando aquellos cuya actividad repercute en su estado fitosanitario y, por tanto, tienen un reflejo en el porcentaje de defoliación. Durante las primeras campañas se limitó el número de agentes a un total de 3 bióticos y 3 abióticos. En la actualidad se pueden codificar hasta 6 agentes independientemente de su naturaleza. Aunque no es obligatorio indicar los agentes presentes con nivel de daño nulo y abundancia baja, se suelen indicar.

El objetivo principal de la Red SEDA es realizar el seguimiento del estado del arbolado, identificando los agentes nocivos que están participando en su deterioro. Para la caracterización del estado del árbol se emplea el porcentaje de defoliación, siendo desde mitad de mayo a noviembre el periodo óptimo para su determinación y que corresponde con la menor actividad del árbol. Estas fechas no son del todo idóneas para la observación de los agentes nocivos mientras están actuando, especialmente aquellos bióticos, donde el periodo óptimo sería la primavera por lo que con frecuencia es necesario realizar su identificación y valoración interpretando sus restos, síntomas, signos, etc.

El impacto de los animales, especialmente los silvestres, en la defoliación de la Red SEDA ha aumentado con el tiempo, pudiéndose convertir en un factor a considerar en el deterioro del arbolado.

La continuidad en el tiempo de los árboles que conforman la Red SEDA permite que actúe como sistema de alarma frente a la aparición de brotes extraordinarios de plagas. Por esta razón es empleada como base sobre la que establecer los trabajos de vigilancia de organismos de cuarentena sobre el territorio forestal andaluz, aprovechando su carácter aleatorio que permite cubrir la gran mayoría de formaciones y especies existentes. Para ello, de manera conjunta a la observación detallada de los árboles para determinar qué agentes están presentes según la Red SEDA, se aplican los procedimientos de detección específicos para cada una de las plagas de cuarentena que correspondan según la localización.

De manera general, se comprueba cómo los daños asociados a insectos y ácaros (T2) y hongos, bacterias, virus y fanerógamas (T3), anteriormente señalados como los más numerosos, raramente producen daños importantes, siendo en su mayoría clasificados como sin daños; situación muy similar a lo que ocurre con los contaminantes locales (T7). Sin embargo, en el caso de los T2 y T3 la gran cantidad de detecciones en cada campaña suele hacer que su contribución a la defoliación sea relevante. Los incendios (T6), como parece razonable, son los que se asocian con un mayor nivel de daño, seguidos de aquellos daños derivados de la acción del hombre (T5) y los meteorológicos (T4).

En cuanto a la caracterización según el tipo de vegetación, las coníferas presentan una menor defoliación, estando asociada a un menor número de agentes nocivos (principalmente bióticos). Por su parte el grupo de las frondosas está formado por una variedad mucho mayor de especies por lo que la cantidad de agentes, especialmente los “T2 – Insectos y ácaros” y “T3 – Hongos, bacterias, virus, nematodos y fanerógamas parásitas”, es mucho más numerosa.

El efecto del clima sobre la vegetación es patente, además de actuar a gran escala y de manera continuada. El establecimiento de la Red SEDA coincidió con unos

años de cierta bonanza climática posterior a la sequía de mitad de los 90 y que se prolongó hasta 2004 donde comenzó de nuevo el estrés ambiental (con escasez de precipitaciones y aumento de temperatura) de manera generalizada. A partir de 2016 se vuelve a repetir esta situación de sequía hasta el año 2020.

A continuación, se analizará el impacto observado de cada grupo de agentes T en la Red SEDA durante el período 2005-2020, con el objetivo de evaluar su influencia en el estado fitosanitario del arbolado.

T1 – Daños atribuibles a animales salvajes y pastoreo

El grupo “T1 – Daños atribuibles a animales salvajes y pastoreo” recoge los efectos negativos que los animales provocan daños en el árbol y, por tanto, causan defoliación. Incluye al ganado doméstico, cinegético, pájaros o roedores capaces de en su alimentación (ramoneo, descortezado, etc.) o comportamiento (nidos, rozaduras en tronco, etc.) provocar daños en el arbolado.

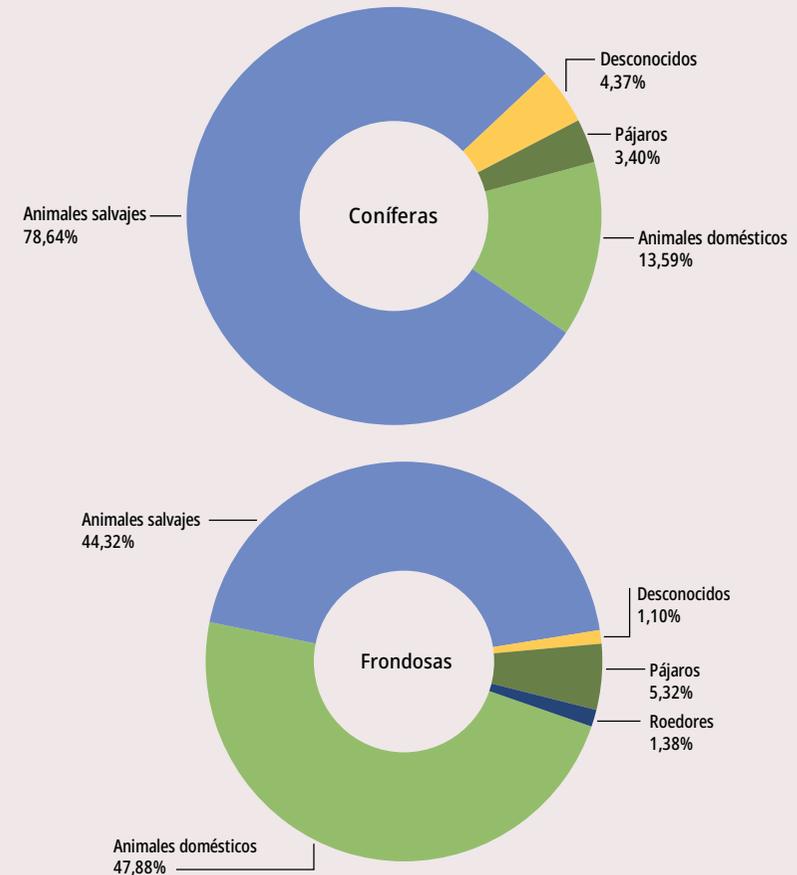


FIGURA 26: AGENTES T1 – DAÑOS ATRIBUIBLES A ANIMALES SALVAJES Y PASTOREO EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 - 2020

Son un grupo relativamente poco numeroso (2,67% del total) y en que, además, predomina el nivel de daño nulo por lo que de manera general su efecto sobre el arbolado es poco relevante.

Los agentes más frecuentemente identificados corresponden a animales salvajes y domésticos, tomando una mayor relevancia los primeros en formaciones de coníferas mientras en el caso de las frondosas ambos agentes participan de la misma manera.

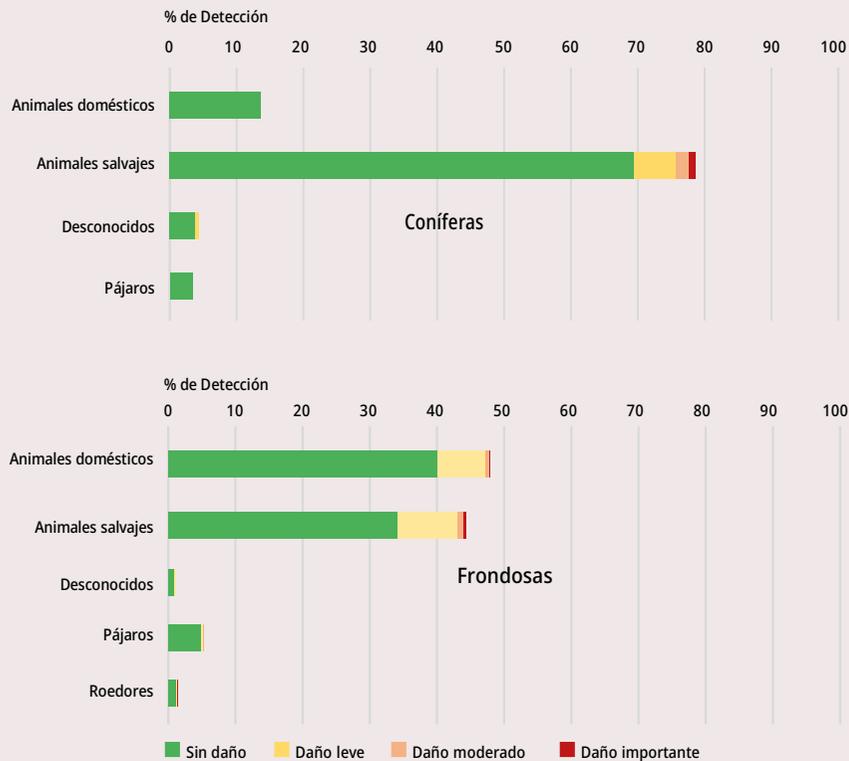


FIGURA 27: PORCENTAJE DE DETECCIÓN DE AGENTES T1 – DAÑOS ATRIBUIBLES A ANIMALES SALVAJES Y PASTOREO EN LA RED SEDA POR NIVEL DE DAÑO RESPECTO AL TOTAL. PERIODO 2005 – 2020

Considerando las detecciones según el nivel de daño producido en el arbolado se observa como los animales domésticos y salvajes son los que provocan un mayor daño, aunque ambos con carácter leve. Los daños moderados o importantes son reducidos, teniendo poca repercusión en el arbolado de la Red SEDA al ser poco detectados. Sin embargo, en el caso de las coníferas los daños aparecen asociados únicamente a animales salvajes, quedando las detecciones del resto de categorías asignadas al nivel “Sin Daño”. Esta situación es totalmente diferente en las formaciones de frondosas en las cuales los daños se reparten entre ganado

doméstico y salvaje casi de la misma manera. Cabe señalar, en estas últimas formaciones, la importancia de los daños causados por roedores aunque con muy baja frecuencia.

A lo largo del tiempo los daños asociados a animales salvajes y domésticos han ido aumentando, especialmente a partir del año 2010. Por su parte, los daños relacionados con roedores y pájaros tienen un comportamiento similar aunque en un grado muy inferior a los realizados por animales domésticos y salvajes.

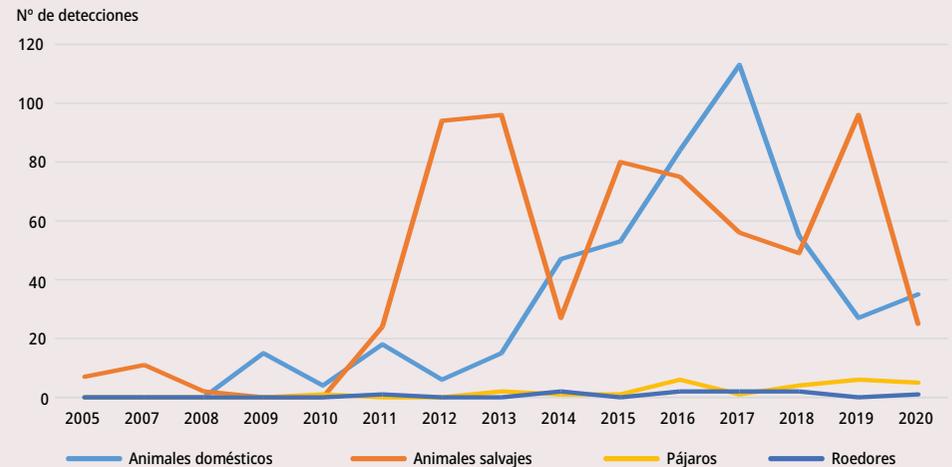


FIGURA 28: AGENTES T1 – DAÑOS ATRIBUIBLES A ANIMALES SALVAJES Y PASTOREO CAUSANTES DE DAÑO EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 – 2020

T2 – Insectos y ácaros

El grupo “T2 – Insectos y ácaros” es uno de los que incluye a una cantidad mayor de agentes diferentes. La actividad que desarrollan sobre el arbolado es muy variada, pudiendo afectar a raíces, tronco, ramas, ramillos, hojas, etc. En cada una de esas situaciones se debe estimar cual es la contribución que hace a la defoliación final del árbol.

Durante el periodo 2000 – 2020 el grupo T2 ha sido el que con mayor frecuencia ha sido determinado en el arbolado que conforma la Red SEDA, suponiendo prácticamente un 40% de los agentes tanto para coníferas como para frondosas. Esta predominancia no se ha traducido directamente en efecto sobre el arbolado ya que en la mayoría de los casos ($\approx 80\%$) su nivel de daño era nulo.

El procedimiento de detección de los agentes supone la observación visual de la copa y de las demás partes del árbol. Así se han determinado casi 90 especies de insectos o ácaros sobre el arbolado de la Red SEDA, cada uno de ellos contribuyendo a la defoliación según su etiología. Con cierta frecuencia, y ante la imposibilidad de observar al agente responsable del daño debido a la época en la que se realiza la evaluación, se debían de utilizar códigos genéricos en los que se indicaba el tipo de agente (defoliador, chupador, minador, etc.) pendiente de su determinación.



La presencia de insectos y ácaros es constante en la Red SEDA, y sus efectos son variados, desde una ligera defoliación hasta daños severos que comprometen la supervivencia del árbol.

Los agentes T2 más frecuentemente identificados son insectos y ácaros habituales en las formaciones forestales y cuya actividad es muy patente aunque no tienen por qué participar de manera decisiva en la defoliación. Ejemplo de ello es la presencia de agallas de *Dryomyia lichtensteni*, las manchas de color óxido del ácaro *Eriophyes ilicis*, los orificios de salida de *Cerambyx* spp. etc. Es habitual encontrar signos de alimentación en hojas o acículas como las realizadas por *Pachyrhinus squamosus* y *Thaumetopoea pityocampa* o sintomatología muy llamativa como las “banderas” provocadas por la alimentación de las larvas de *Coroebus florentinus*. Sin embargo, en otras ocasiones no es posible determinar con precisión el agente causante y debe indicarse como “no identificado”.

Las coníferas muestran un menor abanico de agentes nocivos, concentrando gran parte de las detecciones en un número reducido de especies. Los defoliadores como *Pachyrhinus squamosus*, *Thaumetopoea pityocampa* y *Brachyderes suturalis* suponen casi el 60% de los agentes identificados, siendo destacable la presencia de pulgones (*Cinara* spp, *Eulachnus* spp, y *Schizolachnus* spp.) y cochinillas (*Leucaspis pini*). Los daños asociados a insectos floeófagos (*Tomicus destruens* y *T. minor*) son relevantes, llegando a superar el 5% de las detecciones.

Por su parte, las frondosas muestran un mayor abanico de huéspedes aunque una gran cantidad de los agentes observados (casi un 70%) corresponden a agallas de *Dryomyia*, defoliadores no identificados y ácaros; que no suelen ser responsables de daños de relevancia en el arbolado.

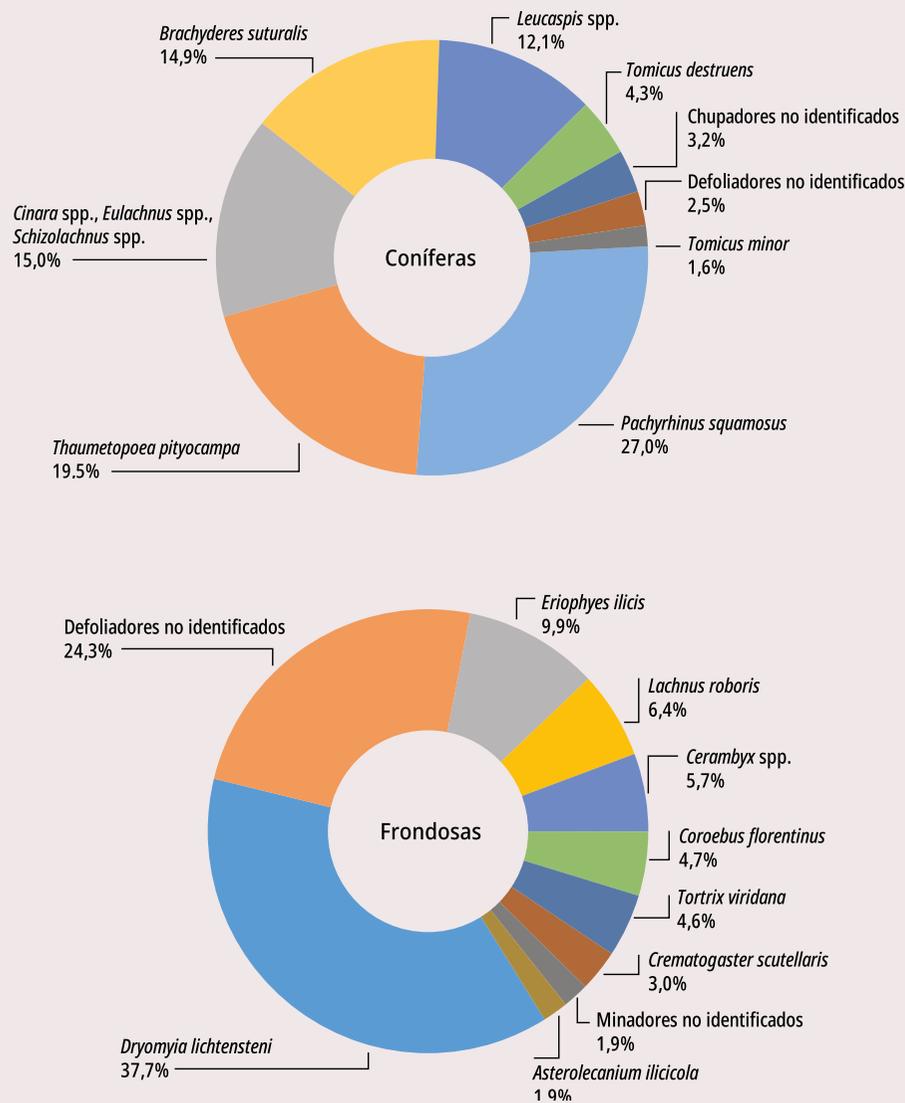


FIGURA 29: AGENTES T2 – INSECTOS Y ÁCAROS DETECTADOS EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 - 2020

La cantidad de agentes con una representatividad superior al 1% es alta, incluyendo una gran variedad de tipos de insectos y ácaros como pueden ser *Kermococcus ilicis*, *Agrilus grandiceps*, *Periclista andrei*, *Dryocosmus kuriphillus*, *Lymantria dispar*, etc.

Sin embargo, como ya se ha comentado, la cantidad de detecciones de un agente no se relaciona con su relevancia respecto al estado fitosanitario, para ello se debe tener en cuenta el “Nivel de daño” que se le asigna. En este sentido destaca la agalla de la encina (*Dryomyia lichtensteni*) cuya presencia es destacada (32% de detecciones frente al total), pero cuya incidencia en el deterioro del estado del arbolado es reducida.

Considerando su contribución a la defoliación, destacan la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*), el psílido del eucalipto (*Glicaspis brimblecombei*) y el barrenillo del pino (*Tomicus destruens*), los cuales, con frecuencia, están asociados a niveles de daño importantes. La participación de otros insectos perforadores (los floeófagos *Orthomicus erosus* e *Ips sexdentatus* o los xilófagos *Phoracantha semipunctata* y *Cerambyx* spp.) es también muy relevante.

Destaca la gran incidencia, en detección y nivel de daño, que se asocia con el grupo de insectos defoliadores desconocidos. La época en la que se realizan las tareas de evaluación de la Red SEDA es idónea desde el punto de vista del árbol, pero no es así para la detección de las plagas ya que, frecuentemente, no es posible observar en acción a los insectos responsables de los daños si no únicamente sus síntomas o signos; por ello es este grupo tan numeroso.

Refiriéndonos únicamente al caso de las **coníferas**, la predominancia de la procesionaria como agente principal de daño es aún mayor, tanto por la cantidad de detecciones como por el número de ellas asignados a niveles de daño moderado e importante, al igual que los floeófagos. Otros insectos como el defoliador *Pachyrhinus scuamosus* o los pulgones como *Cinara* spp., *Eulachnus* spp., etc son frecuentemente determinados, aunque con menor incidencia en la defoliación.



FIGURA 30: PORCENTAJE DE DETECCIÓN DE AGENTES T2 – INSECTOS Y ÁCAROS DETECTADOS EN LA RED SEDA POR NIVELES DE DAÑO RESPECTO AL TOTAL. PERIODO 2005 - 2020

En el caso de las **frondosas** es donde se concentran las detecciones de defoliaciones en las que no es posible asignar el agente responsable, predominando claramente el nivel de “Sin Daño”. *Cerambyx* spp. es un agente que no interviene directamente sobre el vigor del arbolado, pero que en formaciones envejecidas o con niveles muy altos de población provoca roturas de ramas y troncos de manera importante. La Red SEDA lo identifica con cierta frecuencia, asignándole un papel importante en el deterioro del arbolado. *Coroebus florentinus* aparece asociado con frecuencia a niveles de daño moderado e importante, debiendo destacar que el daño tan llamativo que provoca (banderolas) es provocado por un único individuo. Son relevantes, además, los daños sobre *Quercus* realizados por *Kermococcus ilicis*, *Eriophyes ilicis*, *Platypus cylindrus* y *Lymantria dispar* con poca frecuencia, pero niveles de daño elevados.

Son numerosas las parcelas de la Red SEDA establecidas sobre eucaliptales, situación que se pone de manifiesto por la cantidad de detecciones de agentes específicos de esta especie. Aún así, cabe destacar cómo los insectos responsables, en proporción, de una mayor cantidad de daños son los que atacan a eucaliptos (*Glicaspis brimblecombei* y *Phoracantha semipunctata*). *Gonipterus scutellatus* aparece de manera más esporádica.



Considerando únicamente los agentes T2 que con mayor frecuencia se asocian a niveles de daño moderados o importantes se pueden diferenciar varios comportamientos. Hay plagas, como puede ser la procesionaria del pino (*Thaumetopoea pityocampa*), que presenta un comportamiento cíclico, alternando campañas donde es muy frecuentemente considerada responsable de daños significativos (2010, 2015 y 2016) frente a otras con incidencias muy reducidas (2005, 2006, 2009 y 2014). En el caso de los agentes defoliadores no identificados, de manera general asociados a frondosas, la situación es muy similar ya que en 2015 aparecen como responsables de daños de importancia, con un papel secundario el resto de campañas.

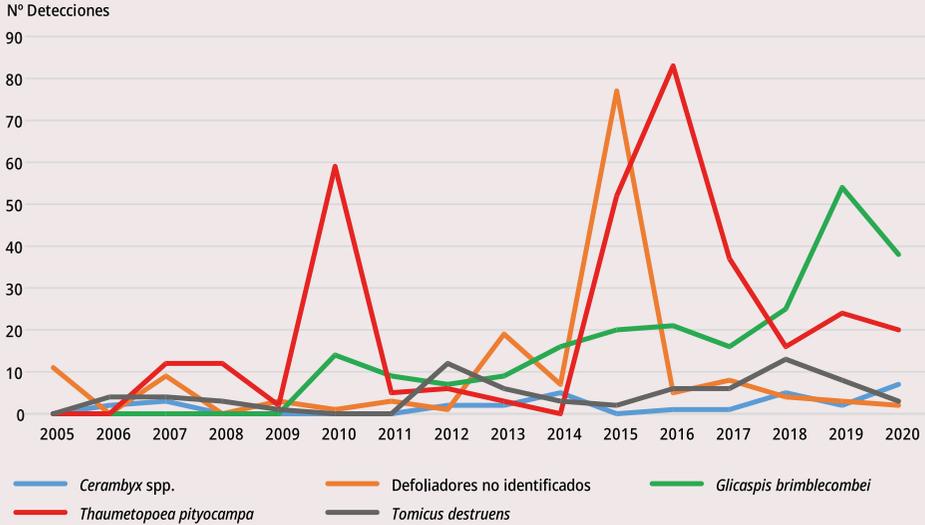


FIGURA 31: PRINCIPALES AGENTES T2 – INSECTOS Y ÁCAROS CAUSANTES DE DAÑO EN NIVELES MODERADO Y GRAVE EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 – 2020

La capacidad de que *Cerambyx* spp. sea capaz de provocar defoliaciones es muy reducida. A lo largo de las campañas su relevancia es escasa, aunque a partir de 2017 parece estar en crecimiento. Un comportamiento similar es el que presenta *Tomicus destruens*, donde a partir de 2011 aparece cada vez con mayor frecuencia asociado a niveles de daño moderados e importantes, con máximos en las

campañas de 2012 y 2018. *Glicaspis brimblecombei*, es una plaga de eucalipto que pone de manifiesto el empleo de la Red SEDA como herramienta de alerta frente a agentes nocivos ya que su primera detección en Andalucía se produjo en 2009, quedando en 2010 identificada en parcelas de la Red, y cobrando relevancia a partir de dicha campaña.

Sin tener en cuenta su participación en la defoliación del árbol, en el periodo 2005 - 2020 aparecen dos insectos floeófagos, *Orthotomicus erosus* e *Ips sexdentatus*, con un grado de detección muy inferior a *Tomicus destruens*. Destacar también *Phoracanta semipunctata*, plaga de eucalipto, con un comportamiento similar a los floeófagos.

T3 – Hongos, bacterias, virus, nematodos y fanerógamas parásitas

El grupo T3 engloba a un variado abanico de organismos (hongos, bacterias, virus, nematodos y fanerógamas parásitas) que pueden actuar como plaga sobre el arbolado. De esta diversidad deriva una sintomatología igualmente heterogénea y, con cierta frecuencia, poco específica por lo que se hace necesaria la participación de un laboratorio que identifique el organismo implicado.

Los síntomas y signos asociados a los T3 pueden aparecer en cualquier parte del árbol, por lo que habrá que acceder a ella con el instrumental adecuado para su observación y recogida de muestra.

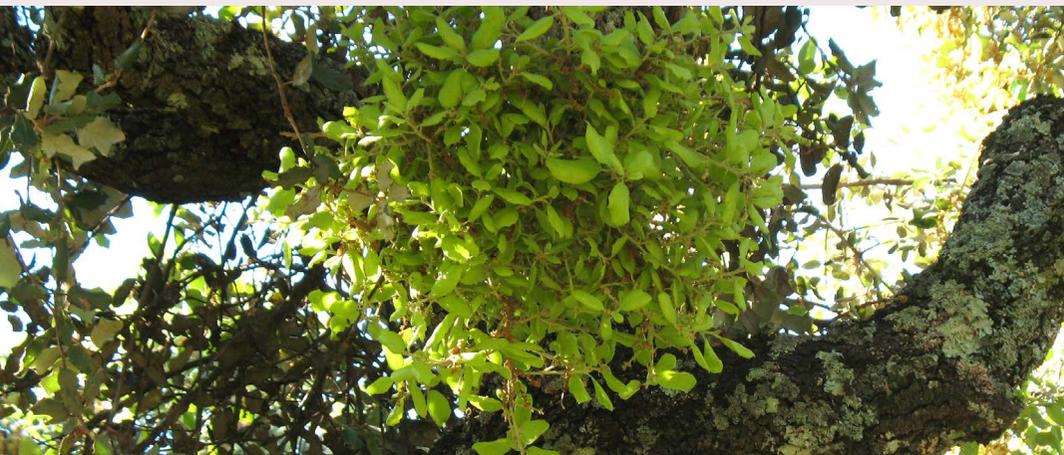
Al igual que el grupo T2 – Insectos y ácaros, el grupo T3 está conformado por un número muy elevado de agentes nocivos. En el periodo 2000 – 2020 aparece como el segundo en detecciones, cobrando importancia desde el inicio de la Red SEDA, aunque en la mayoría de los casos (>80%) sin asociarse con daño en el arbolado.

Durante el **periodo 2000 – 2020** se han identificado un total de 39 agentes T3, de los cuales la mayoría son hongos. Se establecen categorías generales (hongos

defoliadores, hongos de pudrición, bacteriosis / virosis, etc.) en las que no se llega a determinar el agente responsable porque no se considera relevante para el estado fitosanitario del árbol. Cabe destacar que la cantidad de agentes T3 detectados en frondosas es casi ocho veces superior a la de coníferas.

El agente T3 más frecuentemente identificado corresponde al grupo de “hongos de pudrición”, suponiendo más del 54% de las detecciones, seguido de los chancros asociados a *Diplodia* en ramillas (12,5%) y a la acción de *Thyriopsis halepensis* en las acículas (7,2%). La relevancia de los grupos de agentes (hongos de chancros, defoliadores, fumaginas, etc.) pone de manifiesto su presencia habitual aunque quedando en un papel secundario en cuanto al daño sobre el árbol.

Uno de los agentes nocivos encuadrados en este grupo T3 son los oomicetos responsables de la podredumbre radical de las frondosas (principalmente *Phytophthora cinnamomi* y *Pythium spiculum*), enfermedad culpable de la muerte de un gran número de árboles en Andalucía y englobada dentro de la “Seca de los *Quercus*”. Es un agente presente en el suelo cuya actividad provoca daños asintomáticos en la parte aérea del árbol que únicamente pueden ser diagnosticados en laboratorio. Aunque la Red SEDA se ha usado como base física para diferentes estudios sobre estos agentes, no permite estimar la cantidad de arbolado infectado o la extensión afectada por podredumbre. En el apartado de Diagnóstico de la vegetación forestal andaluza se desarrolla esta situación.



Los hongos, bacterias, virus y plantas parásitas son algunos de los agentes nocivos más habituales en el monte andaluz, especialmente sobre frondosas, ocasionando daños y síntomas muy variados. Su actividad está frecuentemente asociada de manera directa con la defoliación.

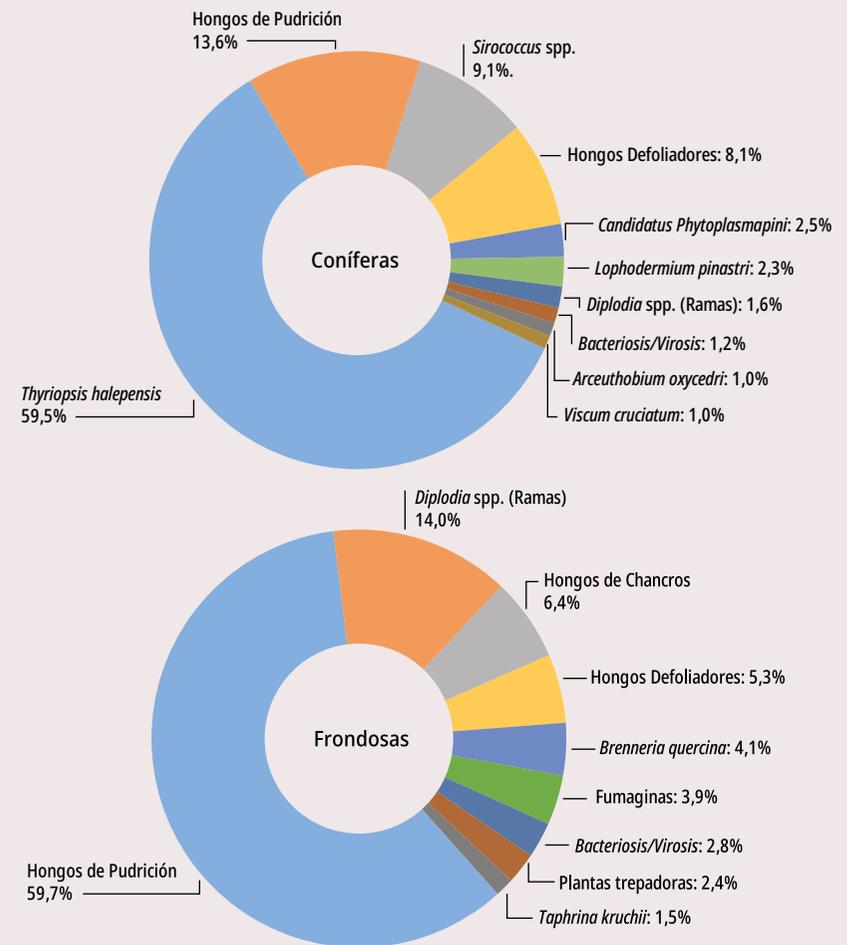


FIGURA 32: AGENTES T3 – HONGOS, BACTERIAS, VIRUS, NEMATODOS Y FANERÓGAMAS PARÁSITAS DETECTADOS EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 - 2020

Las evaluaciones sobre las **coníferas** muestran al hongo foliar *Thyriopsis halepensis* como el agente nocivo más identificado (59%), quedando en un nivel inferior otros hongos foliares como *Sirococcus* spp. (9%) o *Lophodermium pinastri* (2,3%) muy habituales en las ramillas y acículas de los pinares andaluces.

Cabe destacar la relevancia que presenta *Candidatus Phytoplasma pini* (2,5%). Este organismo procariota de la clase de los mycoplasmas se desarrolla en el interior del floema y necesita de un vector para su dispersión. Comenzó a asociarse con daños sobre los pinares españoles a partir de 2008 al producir alteraciones en el crecimiento de las acículas así como malformaciones de los ramillos.

El grupo de especies **frondosas** está dominado por los *Quercus*, suponiendo mas del 50% del total, por lo que los agentes T3 determinados serán habitualmente huéspedes de estas formaciones. El agente nocivo más habitual son los hongos de pudrición (59,7%), especialmente asociados a oquedades en troncos y ramas principales, muy característicos de encinares y alcornoques envejecidos e intervenidos por el hombre. Estos hongos, en estricto, no son agentes nocivos ya que su actividad se restringe a material muerto (xilema) y no afectan al vigor del arbolado. Sin embargo, con mucha frecuencia suele ser causa de rotura de ramas y troncos al reducir la resistencia estructural del árbol comportándose entonces como un agente de daño.

La incidencia de *Diplodia* spp. en ramillos es importante (14%) ya que su actividad incide directamente en la defoliación. Destaca la cantidad de detecciones de *Brenneria quercina* (4,1%), especialmente en bellotas, y de las escobas de bruja provocadas por *Taphrina kruchii* (1,5%).

Los hongos de pudrición, considerando el **nivel de daño**, además de ser los más frecuentes, son los responsables de un gran número de situaciones en los que se asocian a niveles de daño moderado e importante aunque, como ya se ha indicado, no actúan directamente sobre la defoliación. Los otros agentes con mayor incidencia sobre el arbolado son las plantas trepadoras, por el efecto de competencia que ejercen y los chancros provocados por *Diplodia* en ramillos. Agentes señalados con frecuencia como *Brenneria quercina*, *Taphrina kruchii* o *Sirococcus* spp. no aparecen por su escaso efecto sobre la copa.

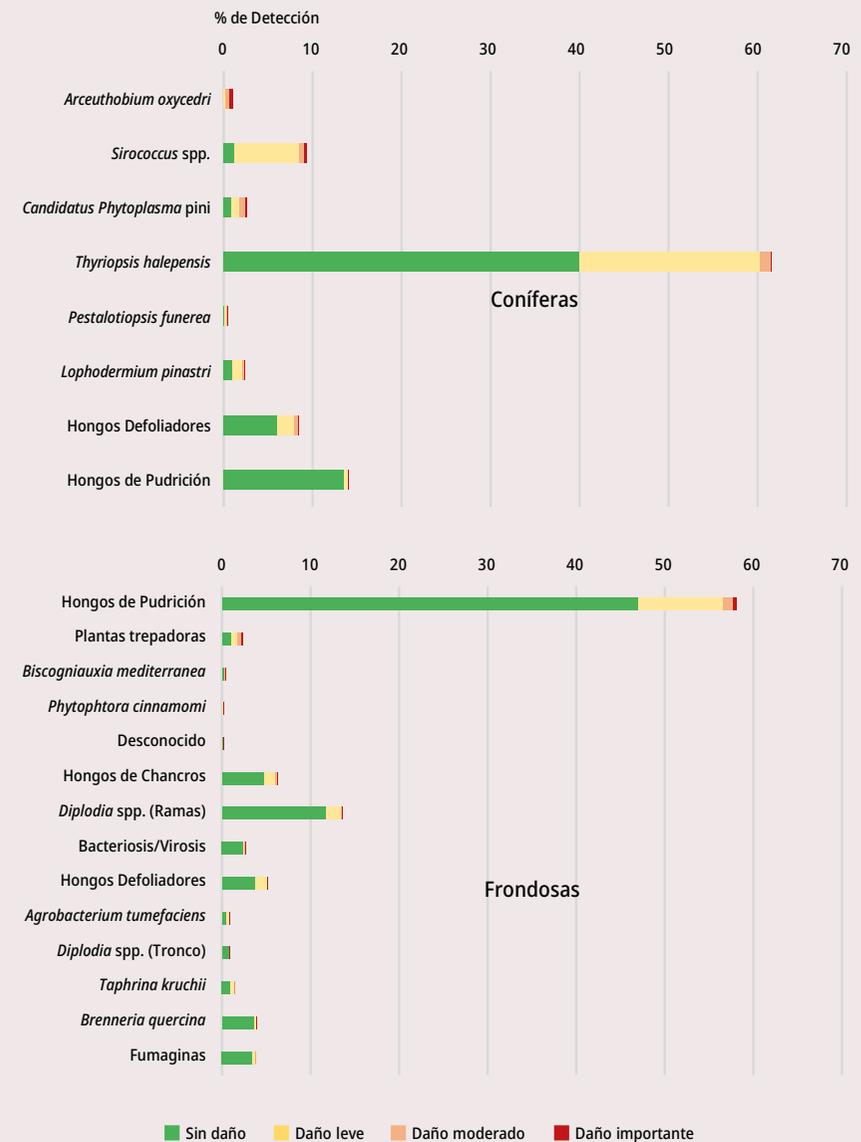


FIGURA 33: AGENTES T3 – HONGOS, BACTERIAS, VIRUS, NEMATODOS Y FANERÓGAMAS PARÁSITAS DETECTADOS EN LA RED SEDA POR NIVELES DE DAÑO. PERIODO 2005 - 2020

En cuanto a **frondosas** los hongos de pudrición son los que aparecen un mayor número de veces asociados a niveles de daño tanto moderados como importantes. Esto solo pone de manifiesto el envejecimiento en el que se encuentran estas formaciones, especialmente las quercíneas, y el daño que estas oquedades provocan en el árbol. La posible confusión a la que este agente puede llevar se trató de solventar incluyendo en 2019 nuevas categorías en el grupo "T8 - Otros" tales como "riesgo estructural" o "senescencia / decrepitud" de manera que se cuantificara por separado el hongo y la situación vegetativa del arbolado.

La evolución de la detección de los agentes responsables de daños de nivel moderado y grave es muy variable. Algunos, como *Brenneria quercina*, van adquiriendo con el tiempo una mayor relevancia que se mantiene a partir de 2017. Otros, *Diplodia* en ramas o *Candidatus Phytoplasma pini*, alternan campañas de con una clara incidencia con otras de escasa afección. Cabe señalar los elevados daños asociados a *Arceuthobium oxycedri* en la práctica totalidad de las campañas consideradas.

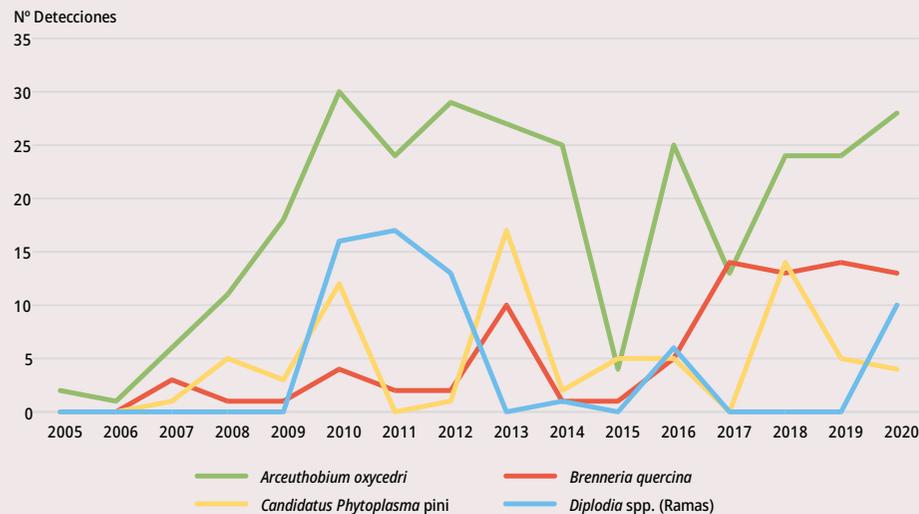


FIGURA 34: PRINCIPALES T3 – HONGOS, BACTERIAS, VIRUS, NEMATODOS Y FANERÓGAMAS CAUSANTES DE DAÑO EN NIVELES MODERADO Y GRAVE EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 – 2020

Este análisis, considerando la contribución de cada agente al estado del arbolado, permite relativizar la frecuencia de detección y así valorar adecuadamente a los agentes detectados por la Red SEDA. Los agentes T3 más habitualmente determinados, hongos de pudrición o *Thyriopsis halepensis*, no participan en la defoliación en la misma proporción que otros menos frecuentes.

T4 – Agentes meteorológicos

El grupo "T4 – Agentes meteorológicos" trata de recoger aquellos agentes nocivos abióticos asociados a los fenómenos meteorológicos que afectan al arbolado. Pueden tener un carácter general, afectando a grandes superficies como corresponden a sequías o vientos, o local como los daños por rayo donde su actividad queda restringida a un único árbol. El listado de agentes, aunque heredado de la Red Europea, se ha adaptado a las condiciones andaluzas.

Es un grupo frecuentemente indicado en los trabajos de evaluación al representar más del 15% del total de los agentes determinados, llegando a casi el 22% en el caso de coníferas. Su relevancia ha ido en aumento desde el inicio de la Red SEDA, llegando a ser el más importante en algunas provincias como Jaén. Es destacable que es el grupo de agentes que presenta una menor cantidad de detecciones sin daño.

Por la tipología de agentes T4 su actividad suele extenderse a toda la parcela, aunque lógicamente, variando su nivel de daño de árbol a árbol. Por definición, son agentes cuya abundancia debe ser "incuantificable" ya que no es posible determinar la cantidad de agente responsable del daño.

Las sequías, las temperaturas extremas y los vientos fuertes afectan de manera significativa la salud de los bosques. Estos fenómenos meteorológicos, vinculados con el cambio climático, han cobrado relevancia en los últimos años, especialmente para las frondosas.

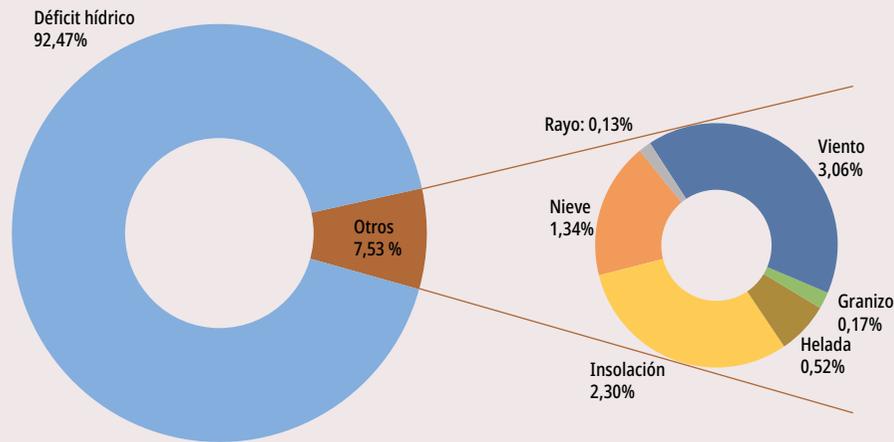


FIGURA 35: AGENTES T4 – AGENTES METEOROLÓGICOS DETECTADOS EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 - 2020

El agente T4 que con mayor frecuencia se ha determinado en las evaluaciones realizadas de la Red SEDA es el “Déficit hídrico”, con más del 92% de las detecciones. Este predominio frente al resto de agentes hace que deba considerarse como el agente abiótico nocivo de daño más relevante de los que se recogen en la Red SEDA. Este término hace referencia a los efectos nocivos que la falta de agua tienen sobre el arbolado, independientemente si es sequía pluviométrica, edáfica o por cualquier otra causa. En un segundo nivel destacan los daños por viento (3,06%) responsables de la rotura de ramas o el descalce de árboles y los efectos de la insolación (2,3%) que provocan la caída de hojas.

La relevancia del déficit hídrico se refleja también en su contribución a la defoliación, con aproximadamente un 10 % de las detecciones asociadas a niveles de daño moderados e importantes. El resto de agentes T4 se encuentran en una categoría inferior, suponiendo un 8 % de los casos con menos del 1 % de los daños moderados e importantes. De éstos, son la nieve, el viento y el granizo los que provocan un mayor deterioro del arbolado.

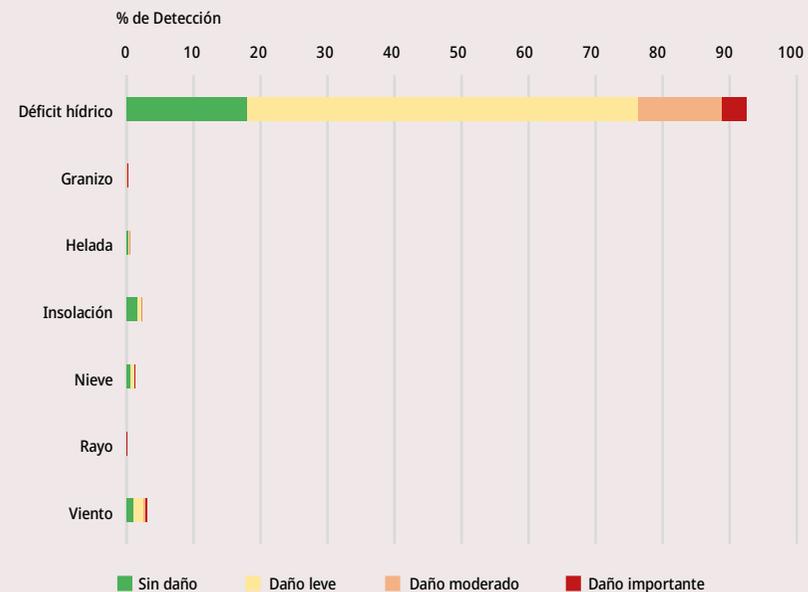


FIGURA 36: AGENTES T4 – AGENTES METEOROLÓGICOS EN LA RED SEDA POR NIVEL DE DAÑO. PERIODO 2005 - 2020



El déficit hídrico es un agente que suele actuar de manera generalizada en toda la parcela, aunque con niveles de daño diferentes para cada árbol. Supone la caracterización de la falta de agua por parte de la planta por ausencia de precipitaciones, por exceso de transpiración debido a temperaturas elevadas o por falta de disponibilidad en suelos poco profundos o rocosos. Es uno de los agentes más asociado a daños en la Red SEDA.

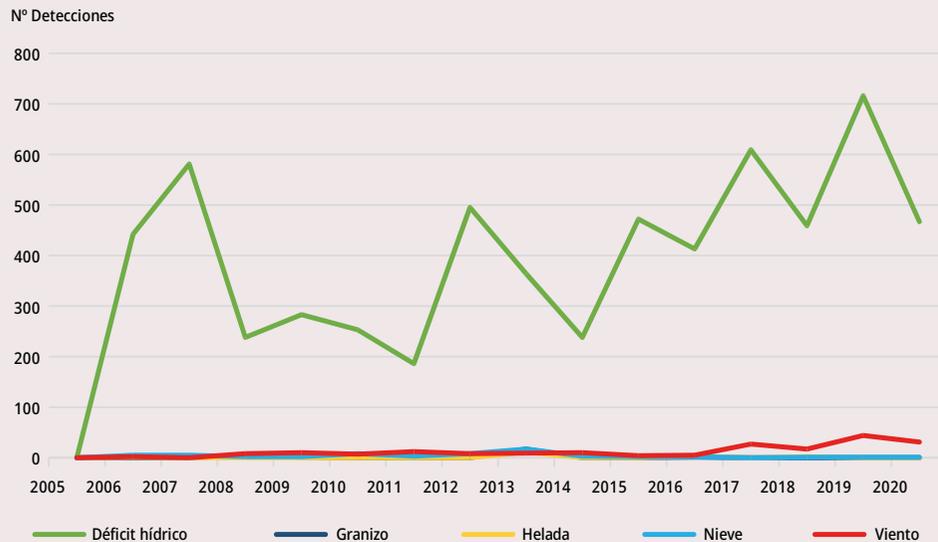


FIGURA 37: PRINCIPALES T4 – AGENTES METEOROLÓGICOS CAUSANTES DE DAÑO EN NIVELES MODERADO Y GRAVE EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 – 2020

La evolución de los agentes T4 a lo largo de las campañas tiene una relación directa con las condiciones ambientales sucedidas en cada uno de los años. Se observa como el déficit hídrico ha ido progresivamente en aumento, alcanzando máximos relativos en las campañas en las que la precipitación ha sido inferior a la media y las temperaturas han sido altas.

En menor medida el efecto del viento también ha tenido una mayor participación a partir de 2016, alcanzando su máximo absoluto en 2019. Los daños por insolación, en mucha menor medida, mantienen cierta semejanza con los asociados a falta de agua. La vegetación responde a estas condiciones incrementando su defoliación durante los periodos de estrés, sin mostrar un comportamiento diferente entre frondosas y coníferas.

El granizo, las heladas y los daños por la acción de la nieve muestran un comportamiento similar, con daños poco relevantes pero concentrados en los años más fríos. En este sentido destaca la campaña de 2013 con el máximo del periodo para estos tres agentes. Los daños por rayo tienen un carácter muy local por lo que su detección por parte de la Red SEDA queda sujeta a que ocurran en la zona en la que se ubica la parcela.

T5 – Acción directa del hombre

Las actuaciones desarrolladas en la gestión y manejo del monte y su arbolado pueden afectar al vigor de la masa forestal en su conjunto o de manera individual. El grupo de agentes nocivos “T5 – Acción directa del hombre” trata de recoger los efectos sobre el árbol al llevar a cabo actuaciones sobre él o su entorno.

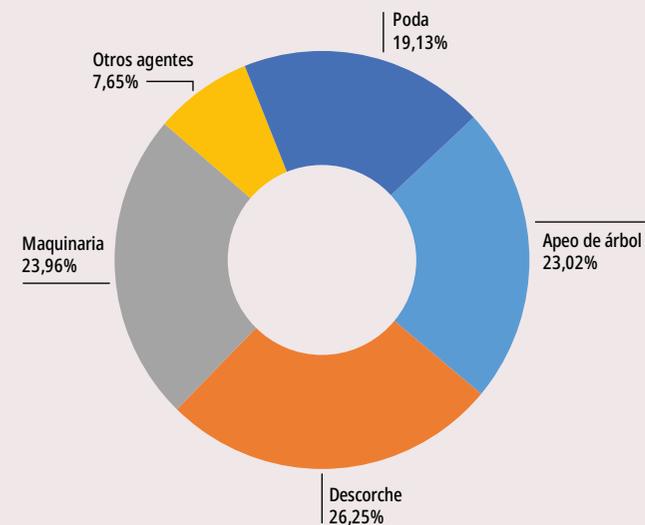


FIGURA 38: AGENTES T5 – ACCIÓN DIRECTA DEL HOMBRE DETECTADOS EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 - 2020

Son un grupo de agentes nocivos que no suelen detectarse con frecuencia y que se presentan más a menudo sobre en frondosas (especialmente en *Quercus*) que en coníferas. A pesar de relativa baja detección, es habitual que se asocie con daños moderados o graves sobre el árbol.

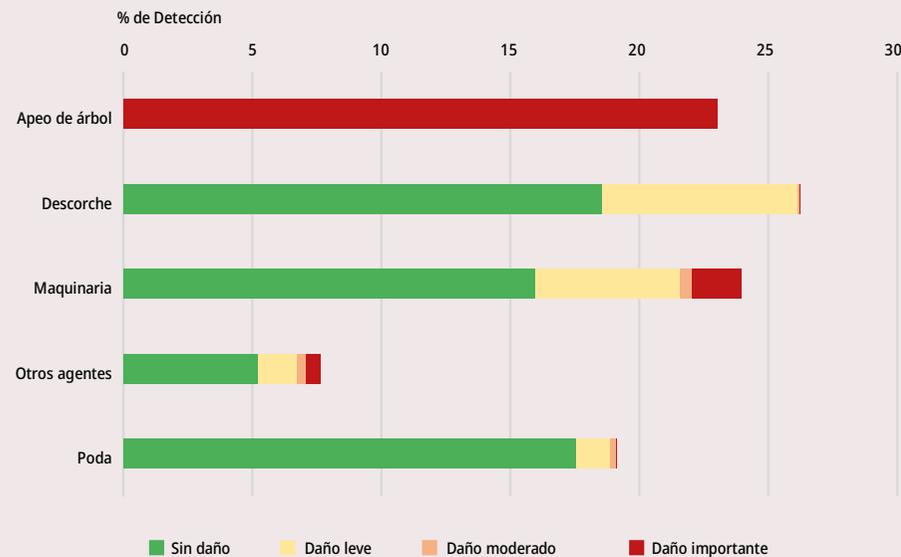


FIGURA 39: AGENTES T5 – ACCIÓN DIRECTA DEL HOMBRE EN LA RED SEDA POR NIVEL DE DAÑO. PERIODO 2005 - 2020

*Las actuaciones realizadas por el hombre pueden ser el origen de daños significativos en las masas forestales, particularmente en aquellas dominadas por especies del género *Quercus*. La gravedad de los daños ocasionados por los apeos se debe a que implican la tala del árbol evaluado.*

Considerando el nivel de daño para cada uno de los agentes que componen el grupo T5, se observa cómo el “Apeo de árbol” es responsable de daños importantes casi un 85% de las veces en que es indicado. En el resto de ocasiones, la asignación de daños menos intensos es debida a que el árbol que sufre el apeo no es sobre el que se lleva a cabo la tala o que se estima que hay capacidad de rebrote o mantiene hojas verdes. Los daños por apeo son más frecuentes e importantes en frondosas que en coníferas, tanto por el número de pies con daños (directos o indirectos) como por el porcentaje de registros señalados con nivel de daño importante.

El empleo de maquinaria en las actuaciones de gestión, en ocasiones, puede ser responsable de daño en el arbolado. Los golpes de los aperos, tractores, etc. en las zonas basales de los troncos suelen dañar la corteza y el cambium, exponiendo la madera para el ataque de organismos xilófagos. En los casos donde se asocia con daños moderados e importantes supone heridas relevantes que debilitan al árbol. Aparece con más frecuencia e intensidad de daño en coníferas que en frondosas.

Por otro lado, la poda, entendida como aquella actuación que elimina ramas y ramillas vivas para tratar de orientar el crecimiento y desarrollo de la copa conforme a las necesidades del gestor, no se considera defoliación una vez realizada. Sin embargo, la realización de cortes y aparición de heridas relacionadas sí pueden afectar al vigor del árbol y, por tanto, al porcentaje de defoliación. De manera general, aparece con mucha frecuencia con niveles de daño bajos, indicando una ejecución adecuada.



El descorche del alcornoque se asocia con daños moderados o importantes en menos del 1% de los casos, quedando catalogado como “sin daño” en un 72 % de las veces indicadas lo que implica una ejecución sin efecto sobre la defoliación.

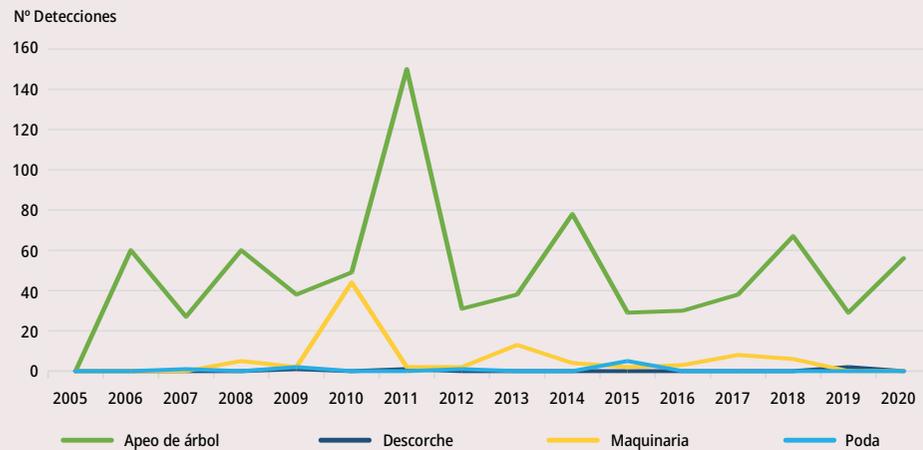


FIGURA 40: PRINCIPALES AGENTES T5 – ACCIÓN DIRECTA DEL HOMBRE CAUSANTES DE DAÑO EN NIVELES MODERADO Y GRAVE EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 – 2020

En el periodo 2005 – 2020 el agente T5 que con mayor frecuencia aparece en niveles de daño moderados e importantes es el “Apeo de arbolado”, con un claro máximo en 2011 consecuencia de un pico de aprovechamientos. En un nivel inferior aparece los daños asociados a maquinaria y, con aún menos relevancia, los provocados por podas.

T6 – Incendios

Los incendios son eventos catastróficos en los que el fuego se propaga libremente quemando la vegetación. Debido a la especificidad del agente responsable y las características propias del suceso conforman un único grupo de agentes: “T6 – Incendios”. Pueden ser responsables de daños de diferente intensidad, desde soflamados ligeros al calcinado completo del árbol, y sus efectos prolongarse en el tiempo más allá de la campaña en la que se produce el fuego.

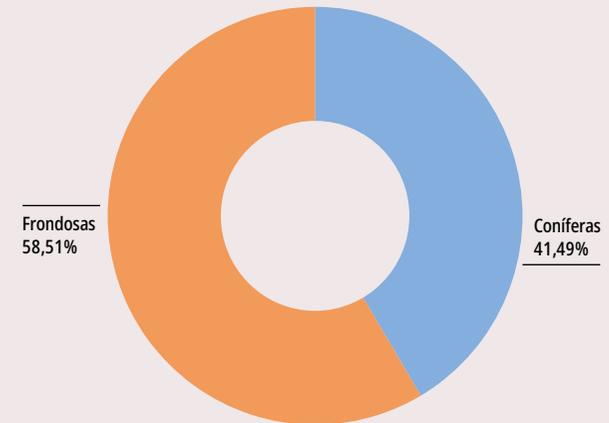


FIGURA 41: AGENTE T6 – INCENDIOS DETECTADOS EN LA RED SEDA SEGÚN GRUPO DE ESPECIES AFECTADA. PERIODO 2005 - 2020

Los agentes “T6 – Incendios” no suelen indicarse como agente de daño en las evaluaciones realizadas de la Red SEDA, apareciendo en menos de un 2% de los casos. Se asocia más frecuentemente a frondosas que sobre coníferas.

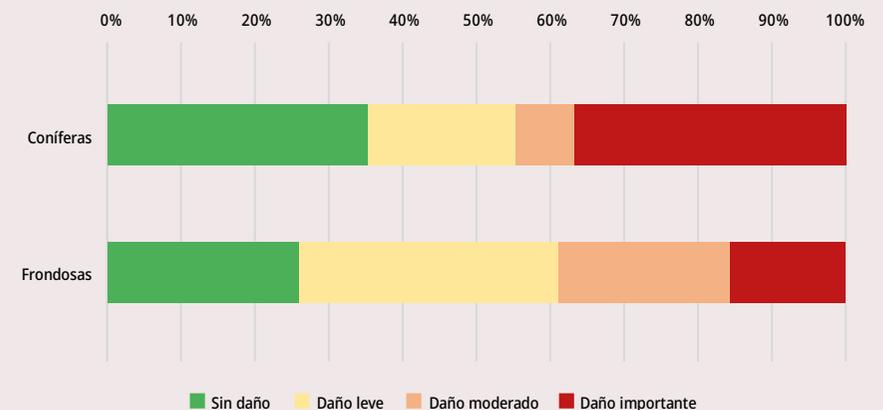


FIGURA 42: AGENTE T6 – INCENDIOS POR NIVEL DE DAÑO EN LA RED SEDA SEGÚN GRUPO DE ESPECIES AFECTADA. PERIODO 2005 - 2020

Los incendios son la causa de daños graves y directos para los ecosistemas forestales tanto de frondosas como de coníferas, llegando a causar la pérdida total de arbolado en las áreas afectadas. Entre 2005 y 2020 aparecen picos de incidencia significativa algunos años

Sin embargo, en cuanto a su efecto en la defoliación, los incendios son el grupo que con mayor frecuencia relativa se asocia con el nivel de daño importante de toda la Red SEDA, quedando la categoría “Sin daño” muy reducida. Por lo tanto, es un agente de daño poco habitual, pero que suele provocar daños de nivel moderado e importante. En cuanto a su efecto según el tipo de vegetación, las formaciones de coníferas sufren un menor número de incendios (41,49%) pero se ven afectadas por niveles de daño importante en más de un 35% de los casos (frente al 15,5% de las frondosas).

La ocurrencia de los daños por incendios tiene relación directa con las condiciones ambientales que los favorece. La tendencia en el periodo 2005 – 2020 muestra una cierta regresión, especialmente por partir de campañas como las de 2006, 2007 y 2011 donde la ocurrencia de daños fue muy alta. El comportamiento según grupos de especies, aparentemente, no muestra una tendencia clara.



FIGURA 43: AGENTE T6 – INCENDIOS CAUSANTES DE DAÑO EN NIVELES MODERADO Y GRAVE EN LA RED SEDA POR GRUPO DE ESPECIES AFECTADAS. PERIODO 2005 – 2020

T7 – Contaminante local o regional conocido

Uno de los objetivos por los que la Red Europea se constituyó, como ya se ha comentado, fue determinar el efecto que sobre la vegetación tenían las contaminaciones con agentes químicos. De la misma manera que los incendios, la relevancia que se le asignó en los países centroeuropeos a este tipo de daños y la particularidad de los agentes intervinientes hicieron que todos ellos quedaran englobados en una única categoría “T7 – Contaminante local o regional conocido”.

El medio forestal andaluz es muy diferentes de las formaciones europeas tanto en la composición específica como su localización respecto a los centros industrializados, frecuente origen de estos contaminantes. Además, estos agentes producen una sintomatología muy inespecífica que es difícil de relacionar con ellos. Por su parte, el análisis de los resultados de las muestras tomadas es complejo debido a la falta de cifras normales de referencia, complicando la asociación del resultado con la sintomatología.

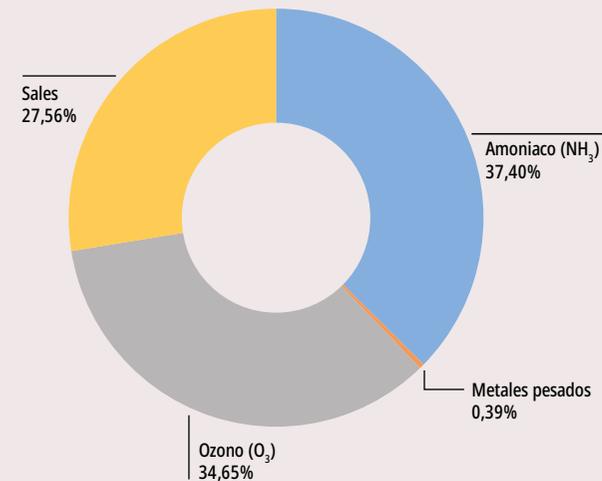


FIGURA 44: AGENTES T7 – CONTAMINANTE LOCAL O REGIONAL CONOCIDO EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 - 2020

Las decoloraciones y defoliaciones asociadas por la Red SEDA a agentes contaminantes son poco frecuentes, con un marcado carácter local y de baja incidencia en el arbolado.

Por todo ello son el grupo de agentes que con menor frecuencia se ha indicado durante el periodo de evaluaciones de 2005 – 2020, alcanzando únicamente los 254 registros (0,10% del total).

Las detecciones de daños asociados a “sales”, “amoníaco” u “ozono” son similares, aunque la totalidad de los primeros se restringe a las frondosas, mientras los dos últimos se reparte casi al 50% sobre coníferas.

De manera general, los daños por “amoníaco” corresponden en exclusividad a una parcela de *Pinus nigra* en la provincia de Almería, mientras los asociados a “sales” se localizan en su totalidad en una parcela de *Eucalyptus camaldulensis* y *E. globulus* en la provincia de Huelva, siendo estos últimos los únicos considerados como causantes de daño.

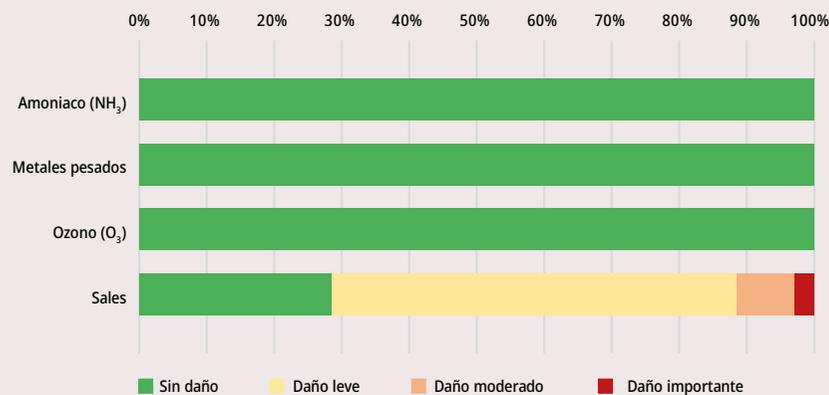


FIGURA 45: AGENTES T7 – CONTAMINANTE LOCAL O REGIONAL CONOCIDO POR NIVEL DE DAÑO EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 - 2020

T8 – Otros agentes

El grupo “T8 – Otros agentes” se creó inicialmente como una categoría destinada a agrupar a todos aquellos agentes que actúan sobre el arbolado y que, por diversas razones, no es posible identificar o se encuentran pendientes de análisis en laboratorio.

Además, este grupo cumple con el propósito de equilibrar el valor de defoliación determinado con la actividad de los agentes presentes. Debe existir una correspondencia directa entre el porcentaje de defoliación y los niveles de daño atribuidos a dicho árbol. Si los niveles de daño asignados no justifican un valor específico de defoliación, se deberá complementar la caracterización con un “T8 – Otros agentes”, asignándole un nivel de daño suficiente para que quede equilibrado y una abundancia considerada “incuantificable” debido a que no es posible determinar su causa pero se valoran sus efectos. De esta forma, siempre se garantiza una equivalencia entre la defoliación observada y los agentes señalados, incluso si uno de ellos es clasificado como “T8 – Otros”.



El grupo T8 incluye agentes diversos: desde los vinculados al estado selvícola (densidad, edad, etc.) hasta los que requieren análisis de laboratorio, destacando aquellos que evidencian un deterioro del árbol causado por un agente sin identificar.

Los árboles que componen cada uno de los puntos de la Red SEDA estaban escogidos, siguiendo los procedimientos, de los estratos dominantes y codominantes; sin embargo, con el paso de los años, algunos de ellos quedaron bajo la cubierta y empezaron a sufrir los efectos de la competencia y la dominancia del resto de la vegetación. Por ello se amplió este grupo para que incluyera estos conceptos.

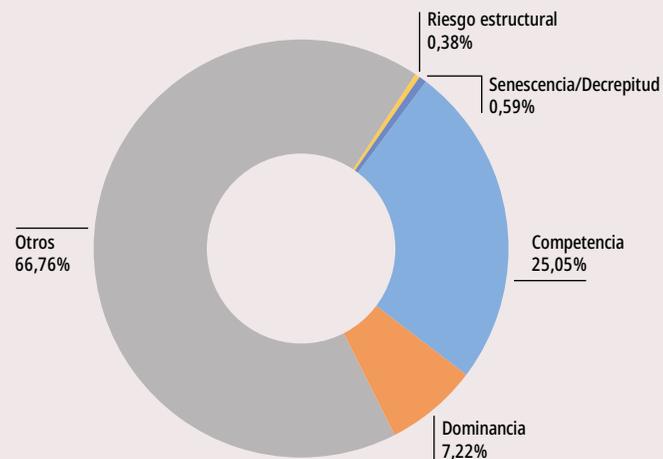


FIGURA 46: AGENTES T8 – OTROS AGENTES EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 – 2020

Finalmente, en la campaña de 2019 para recoger la situación de envejecimiento y déficit selvícola en la que se encuentra gran parte del arbolado y que acaba provocando la caída de ramas o troncos, se incluyó como agentes T8 a los siguientes:

1. Senescencia / decrepitud.- Conjunto de cambios que se producen, tanto superficial como internamente, y que conllevan la disminución de las capacidades fisiológicas y/o estructurales del árbol a causa de la edad.

2. Riesgo estructural.- Cuantificación visual de defectos morfológicos y/o anomalías estructurales que pongan en riesgo de ruptura y/o caída del árbol o partes de él.
3. Daños colaterales.- Daños estructurales, principalmente en fuste, como consecuencia indirecta y fortuita del golpeo de pies de apeos o derribos, ramas de poda, rocas, etc.



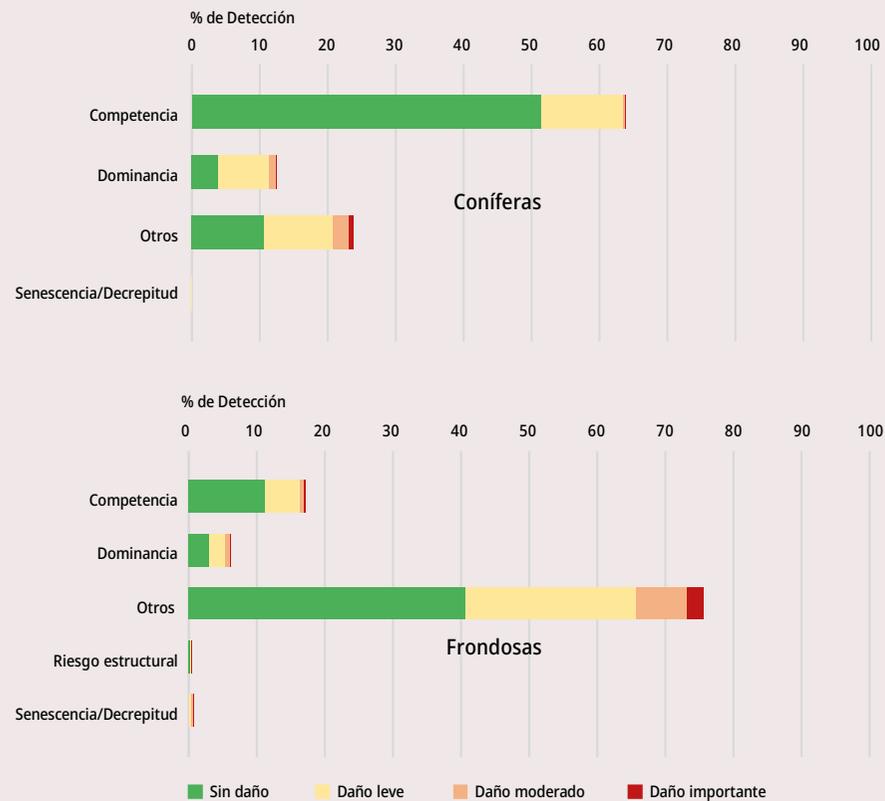


FIGURA 47: AGENTES T8 – OTROS AGENTES POR NIVEL DE DAÑO EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 - 2020

El grupo “T8 – Otros agentes” es indicado con frecuencia en la caracterización fitosanitaria del arbolado como ajuste de la participación de los agentes en el deterioro del árbol, tal y como ya ha sido comentado. Tras la consolidación de la metodología de evaluación de los agentes de daño, ha mantenido niveles de detección relativamente constantes. En cuanto a los niveles de daño asociados, tiene una situación intermedia respecto al resto de grupos T.

Los efectos de la competencia y la dominancia son, además del grupo de los “Otros”, los que más habitualmente se indican como presentes en el arbolado.

El “Riesgo estructural” y la “Senescencia / Decrepitud” quedan con una participación más reducida ya que únicamente posee dos campañas de datos para el periodo del que es objeto el informe.

Considerando los dos grupos de especies se observa como la competencia es más frecuentemente indicada en el caso de coníferas que en frondosas, aunque con más del 50% de los casos con nivel “sin daño”. La situación es muy similar a la anterior en el caso de la “dominancia”.

Analizando la evolución de los agentes T8 con el tiempo, se observa como “Otros” va adquiriendo mayor relevancia. A pesar de que es un agente no identificado, sí se puede asimilar directamente al deterioro de la vegetación ya que refleja la actividad indeterminada por la que la defoliación del árbol aumenta de una campaña a otra, siendo más patente en el caso de las frondosas que en las coníferas.

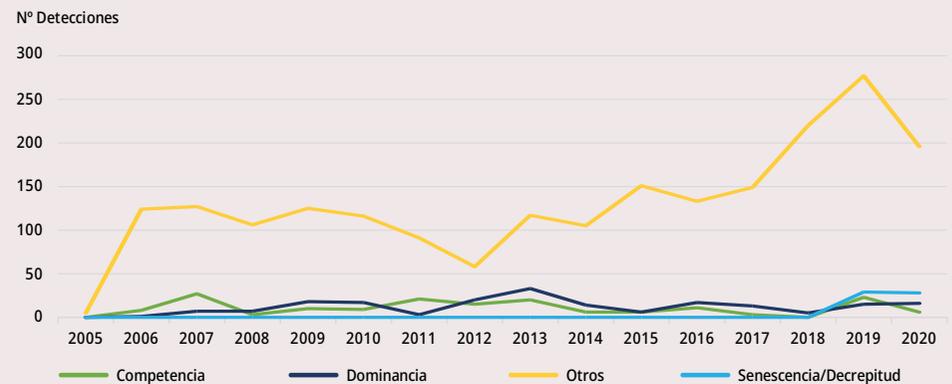


FIGURA 48: AGENTES T8 – OTROS AGENTES CAUSANTES DE DAÑO EN NIVELES MODERADO Y GRAVE EN LA RED SEDA. PERIODO 2005 - 2020

En cuanto al resto de agentes, a lo largo de las campañas parece observarse un progresivo incremento de los daños de “Competencia” y “Dominancia” como corresponde al desarrollo de la vegetación y a la continuidad de los árboles que componen el punto.



5

*Diagnóstico de
la vegetación
forestal andaluza*



Una de las labores más importantes para garantizar la persistencia de los ecosistemas forestales es la realización de tareas de vigilancia, de manera que se puedan anticipar las amenazas lo antes posible para que se pueda actuar y mantener su equilibrio biológico. En un Medio Natural diverso y extenso, en el que participan numerosos organismos y ambientes, la **Red Andaluza de Seguimiento de Daños** es una de las herramientas más adecuadas para llevar a cabo esta compleja tarea. Su carácter sistemático es fundamental para que la información recogida pueda ser extrapolada a la totalidad del territorio, optimizando esfuerzos. Por otro lado, su permanencia en el tiempo y la continuidad de los procedimientos de trabajo hace que se puedan llevar a cabo comparaciones entre campañas, determinar tendencias o detectar anomalías en la vegetación o en los agentes.

De manera general, como ha quedado expuesto con anterioridad a través de la defoliación, el vigor del arbolado se encuentra en una situación de **progresivo deterioro**. El escenario ambiental en el que nos encontramos inmersos, caracterizado por la alteración de las condiciones ambientales, afecta tanto a la vegetación forestal como al resto de elementos del ecosistema que reaccionan modificando su fenología y, por tanto, las relaciones de equilibrio establecidas. Son situaciones que suelen actuar sobre grandes extensiones de terreno (regiones o comarcas) y que evolucionan de manera lenta y progresiva.

Considerando los datos medios de defoliación procedentes de la Red SEDA, entre el año 2000 y 2020 todas las especies representadas han mostrado un incremento de su valor, más acusado en el caso de las frondosas, que además partían de una situación más desfavorable que las coníferas.

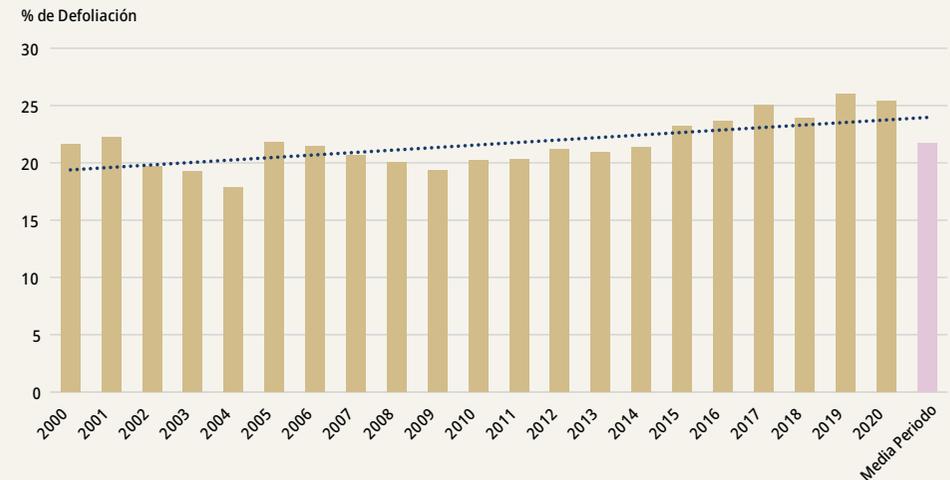


FIGURA 49: EVOLUCIÓN DE LA DEFOLIACIÓN MEDIA EN LA RED SEDA. PERIODO 2000 – 2020

La línea de tendencia muestra un incremento de la defoliación en todo el periodo cercano al 5%. Por otra parte, la cantidad de arbolado considerado dañado (perteneciente a las clases de defoliación Moderada, Grave y Árbol muerto) en el periodo 2000 – 2020 es superior al 18%, situación que se agrava a partir de 2015 donde esta misma agrupación de clases alcanza casi el 30%, poniendo de manifiesto la intensidad del deterioro en el que está inmersa la vegetación.

Los datos recogidos por la Red SEDA confirman que los ecosistemas forestales andaluces, especialmente aquellos dominados por frondosas, están en declive. El cambio climático acentúa esta situación, favoreciendo la proliferación de plagas.

Analizando los **principales agentes nocivos** intervinientes, de manera general, los niveles de daños de la práctica totalidad de los grupos “T” muestran una mayor actividad a partir de los años 2010 a 2012. En el caso de los agentes abióticos, esta situación es especialmente patente con el agente T4 – Déficit hídrico, que refleja la acción negativa de la falta de agua disponible para el árbol, claramente crítico a partir de 2011. De manera similar el grupo T8 – Otros, a partir de 2012, incrementa su efecto sobre el arbolado.

En cuanto a los agentes **bióticos**, el cambio de condiciones ambientales también afecta a la fenología de los grupos T2 y T3, mostrando una mayor actividad agentes como procesionaria, *Brenneria quercina*, *Glicaspis* spp. y otros defoliadores y, por tanto, participando directamente en la decadencia del arbolado.

La **modificación de los patrones de precipitaciones y lluvias** en Andalucía supone un incremento de la duración o intensidad de las épocas del año donde las condiciones son adversas para la vegetación, afectando a su vigor. De manera similar los ciclos del resto de organismos (insectos, hongos, aves, etc.) se ven alterados, pudiendo llegar a provocar daños de mayor intensidad en el arbolado.

Adicionalmente, el comercio, con el intercambio cada vez más habitual de mercancías entre puntos distantes, es una vía de **dispersión de organismos** que pueden constituirse como plagas⁷ de gran potencial dañino al ser introducidas en ecosistemas que no están adaptados a ellas. La debilidad de la vegetación y la simplificación del Medio Natural favorecen la implantación de estos organismos foráneos.

Formaciones de *Quercus* spp.

Las **formaciones forestales mas representativas** del medio ambiente andaluz son las que están compuestas por especies del género *Quercus* spp. (*Quercus ilex*, *Q. suber*, *Q. canariensis* y *Q. faginea*) ocupando más de 2 millones de hectáreas en formaciones puras o mezcladas con otras frondosas o coníferas. Suelen ser masas

antropizadas, sometidas a un aprovechamiento múltiple (agrícola, ganadero y selvícola) y que con frecuencia presentan un grave problema de regeneración y envejecimiento.

La Red SEDA recoge la relevancia de estas formaciones ya que es el grupo de especies que más frecuentemente aparece en las parcelas. Supone la evaluación de casi 5.000 árboles localizados en más de 250 parcelas localizadas en todas las provincias andaluzas, concentrando Córdoba, Huelva y Sevilla un 63,8 % de los *Quercus*.

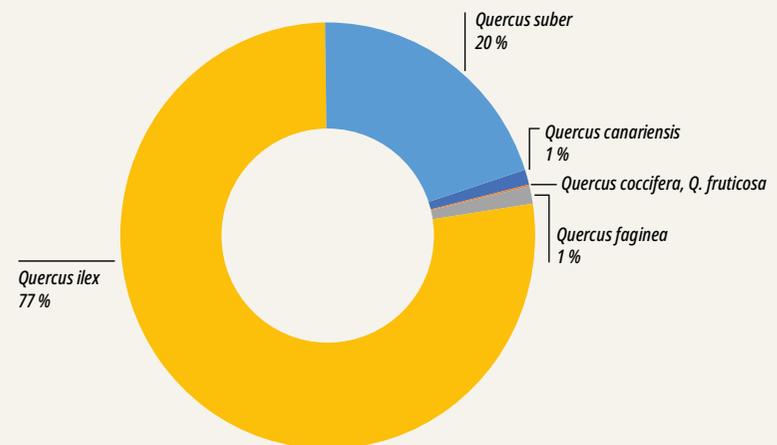


FIGURA 50: ESPECIES DE QUERCUS EVALUADAS EN LA RED SEDA. CAMPAÑA 2020

Las formaciones de Quercus en Andalucía están en declive, afectadas principalmente por la falta de agua y el envejecimiento de los árboles. Las encinas, alcornoques y quejigos presentan patrones de daños similares, aunque los quejigos muestran mayor resistencia.

7. Plaga: entendida como toda especie, cepa o biotipo de agente patógeno, animal o vegetal, que sea nocivo para los vegetales o productos vegetales. Es decir, cualquier elemento de daño en el que participe un ser vivo (insecto, hongo, bacteria, etc.)

La evolución de la defoliación de los *Quercus* a lo largo del periodo 2000 – 2020 es coincidente con lo anteriormente señalado para frondosas ya que suponen casi tres cuartas partes del total. Aunque se observa una progresiva decadencia de estas especies, más acelerada a partir de 2010 – 2012, solo las encinas presentan una tendencia permanentemente creciente en la defoliación.

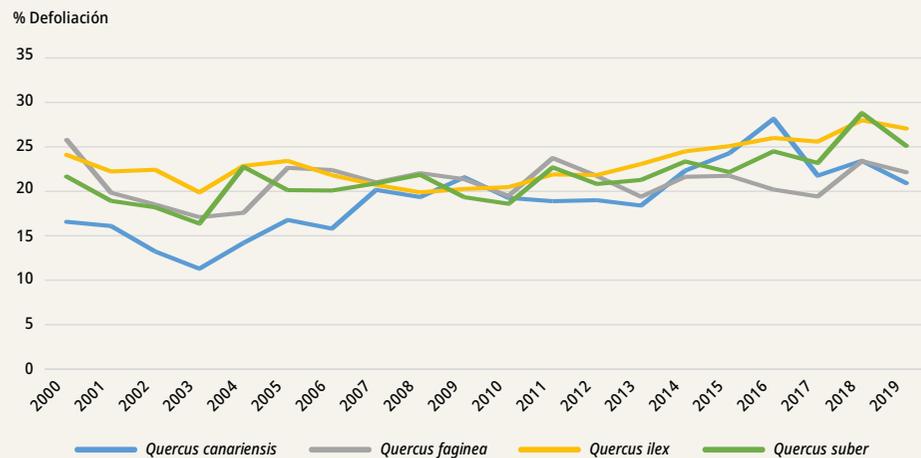


FIGURA 51: DEFOLIACIONES DE LAS ESPECIES MÁS REPRESENTATIVAS DE QUERCUS SPP. EN LA RED SEDA

Este deterioro se refleja directamente en la detección de **Quercus muertos**. Lógicamente la mayor parte de los más de 620 árboles de este grupo corresponden a encinas (*Quercus ilex*), alcanzando el 72,9% de las muertes, producidas de manera creciente a partir de 2007, con un máximo en 2018 donde se perdieron en total 89 árboles. De la misma manera, los alcornoques (*Quercus suber*) suponen el 24,9%, aunque en este caso la pérdida anual es relativamente constante en torno a 10 ejemplares por año.

Sin embargo, al referir estas cifras a la cantidad de pies existentes, son otras especies las que aparecen como más afectadas. La coscoja (*Quercus coccifera*) muestra dos episodios de mortandad relativa en 2007 y 2009, mientras las dos especies de quejigo (*Quercus canariensis* y *Q. faginea*) presentan picos puntuales.

De esta manera se pone de manifiesto que estas especies menos frecuentes, sufren daños más agravados que otras más habituales.

Los principales **agentes nocivos** responsables del daño en los *Quercus* según se extrae de los datos de la Red SEDA son los meteorológicos (T4), con una dominancia clara del “Déficit hídrico” en más del 95% de los casos donde se asocia a niveles de daño Moderados e Importantes. El siguiente grupo en importancia corresponde a los T3 donde las pudriciones y los chancros de ramas de *Diplodia* son los que provocan una mayor defoliación. Los insectos y ácaros (T2) tienen una participación destacada en el deterioro de estas especies principalmente a través de la actividad de los insectos defoliadores (*Catocala* spp., *Lymantria dispar*, *Periclista andrei*, etc.) y perforadores como *Coroebus florentinus* y *Cerambyx* spp. o chupadores como *Kermococcus ilicis* o *Lachnus roboris*; todos ellos en niveles secundarios. Cabe señalar la relevancia de los T8 correspondientes a “Competencia” y “Dominancia” y especialmente los daños debido a “Senescencia / Decrepitud”, aun siendo agentes incorporados a la Red SEDA recientemente.

En este escenario las **encinas** muestran una afección por falta de agua disponible por encima del alcornoque y del *Quercus canariensis*. Además de los daños derivados de las pudriciones y las defoliaciones por chancros o insectos, tienen una participación importante en el deterioro agentes bióticos secundarios como *Dryomyia lichtensteni*, *Taphrina kruchii*, *Agrilus* spp. o la interacción con animales salvajes. Por parte de los agentes abióticos, los daños por apeo de arbolado y los derivados del manejo inadecuado de maquinaria junto a los incendios son los más relevantes.

Los **alcornoques** sin embargo sufren con mayor intensidad la actividad de los T2 y T3, aunque siempre en menor nivel que el “Déficit hídrico”. Los defoliadores son responsables de una parte importante del deterioro, apareciendo de manera relevante *Lymantria dispar* y *Periclista* spp. Por su parte, asociados tanto al huésped como al aprovechamiento del corcho, aparecen los agentes *Biscogniauxia mediterranea* (antes *Hypoxyylon mediterraneum*) y los hongos de chancros en tronco y ramas. Destacar la escasa representatividad de los daños con nivel “Moderado”

e “Importante” asignados directamente al descorche o los relacionados con el “Riesgo estructural” o “Senescencia/decrepitud”.

Finalmente, en los **quejigos** (*Quercus faginea* y *Q. canariensis*) destaca la actividad de las plantas trepadoras como responsable de un porcentaje importante de los daños y la participación de *Biscogniauxia mediterranea* en la defoliación del *Quercus faginea*.

Con todo ello **se puede concluir** que el análisis de los datos de la Red SEDA pone de manifiesto el delicado estado de las formaciones de *Quercus* en Andalucía, donde la sequía se manifiesta como el agente nocivo de más relevante en el proceso de debilitamiento del arbolado por su nivel de daño y frecuencia de aparición. La importancia relativa de agentes como “hongos de pudrición”, “Déficit estructural” y, especialmente, “Senescencia / decrepitud” ponen de manifiesto el envejecimiento generalizado de estas masas y el riesgo de desaparición que presentan.

Podredumbre radical por oomicetos

La podredumbre radical es una enfermedad forestal provocada por el oomiceto *Phytophthora cinnamomi*, uno de los organismos fitopatógenos más destructivos del mundo. Provoca la muerte generalizada de las raíces finas de las plantas que infecta, reduciendo la capacidad que tienen de absorber agua y nutrientes por lo que provoca una sintomatología muy similar a la sequía u otros déficits hídricos.

La podredumbre radical es una de las principales amenazas para las formaciones de Quercus. La Red SEDA, por el seguimiento continuado e individualizado de los árboles, es clave para la realización de estudios. Sin embargo, su metodología no está diseñada para evaluar de manera precisa la incidencia, extensión o dinámica específica de esta enfermedad.

La **podredumbre radical** acaba con la muerte del árbol en un plazo variable de tiempo en función del nivel de infección, estado de vigor previo del huésped y de cómo actúen el resto de elementos (ambientales o bióticos) sobre el mismo. Otras especies de los géneros *Phytophthora* y *Pythium* también pueden asociarse a la podredumbre. Estos oomicetos actúan en el suelo, medio que emplean de manera natural para dispersarse con el flujo de agua o con el movimiento de tierra o terrones. Aunque su rango de huéspedes es muy amplio y variado, su actividad sobre el género *Quercus* lo ha situado como una de las amenazas más graves en Andalucía para la supervivencia de estas especies.

La identificación de esta enfermedad únicamente es posible a través del análisis en **laboratorio** de material infectado (raíces). Debido a que la sintomatología que produce la podredumbre radical en la parte aérea del árbol es muy similar a la que presenta una planta sometida a falta de recursos hídrico, a la diferente intensidad de respuesta que el huésped infectado puede presentar y al desconocimiento sobre la distribución que puede tener el oomiceto en el suelo es muy difícil determinar la extensión y límites del foco.

La podredumbre se encuentra ampliamente distribuida en las formaciones de *Quercus* de Andalucía occidental, siendo responsable del debilitamiento y muerte de un número incuantificable de ejemplares. Su extensión hacia las formaciones más orientales depende de las facilidades en la dispersión que se le ofrezcan, muy relacionadas con el movimiento de animales y maquinaria por el barro y tierra que puedan llevar adheridos.

La **Red SEDA** ha servido como base física y metodológica para numerosos trabajos sobre podredumbre radical. Se han tomado en diferentes ocasiones muestras en todas las parcelas con presencia de *Quercus*, independientemente de si presentaban sintomatología, para conocer la distribución del oomiceto en las formaciones forestales andaluzas. Posteriormente, también se ha procedido a caracterizar el componente biológico del suelo de las parcelas de *Quercus* para determinar con exactitud la variedad de organismos (patógenos o antagonistas) presentes y tratar de relacionarlos con el estado de vigor del arbolado. Incluso,

sobre aquellas parcelas afectadas por podredumbre radical porque contaban con detecciones del patógeno, se han llevado a cabo trabajos de identificación genética para la detección de “árboles escape” con características de tolerancia o resistencia a esta enfermedad.

Sin embargo, la relevancia que tiene este agente en el medio forestal andaluz no queda reflejada en los datos de la Red SEDA ya que presenta limitaciones para la valoración frente a este tipo de patógenos y daños. Los procedimientos de trabajo establecidos indican que, para poder asignar un agente como causante de un daño a un árbol determinado, es necesario tener cierta seguridad de que está actuando sobre él. De esta manera únicamente aquellos árboles sobre los que se haya tomado muestra de sus raíces y el laboratorio haga una detección positiva podrían asociarse a podredumbre.

Los muestreos de podredumbre realizados tenían un carácter general, prospectando sobre la unidad “parcela”, de manera que en caso de identificación se consideraba a la totalidad de dicha unidad como afectada, pero no pudiendo asumir que la totalidad del arbolado lo presentaba. Por ello la afección en el arbolado provocada por *Phytophthora cinnamomi* no queda adecuadamente reflejada en la Red SEDA. Esta limitación no ha impedido generar información basada en estos trabajos.

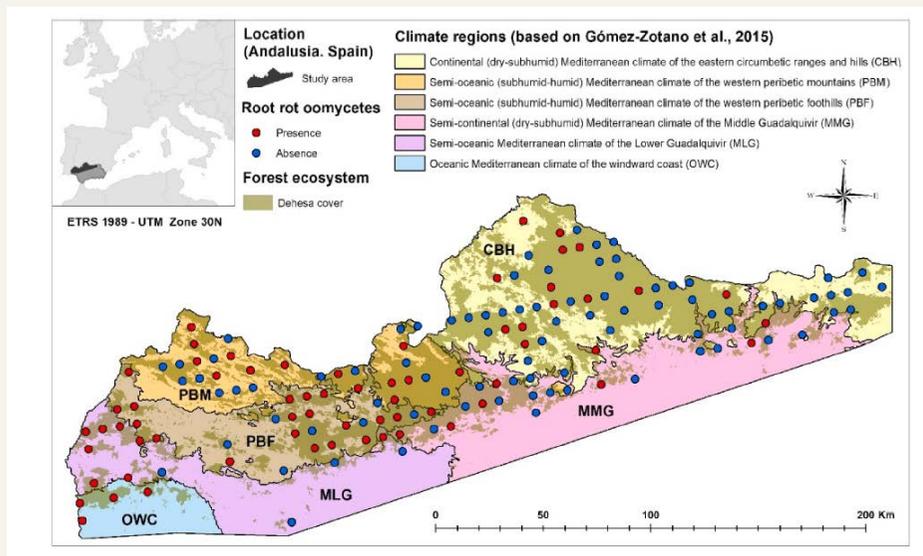


FIGURA 52: PUBLICACIÓN CON LA CARTOGRAFÍA DE LAS LOCALIZACIONES DE LOS PUNTOS DE MUESTREO SOBRE DEHESAS DE QUERCUS SPP. CON PRESENCIA / AUSENCIA DE RAÍCES CON INFECCIÓN POR OOMICETOS, TOMADOS DE LA RED SEDA⁸.

8. Tomado de: *The enviromental drivers influencigg spatio-temporal dynamics of oak defoliation and mortality in dehesas os Southern Spain. Forest Ecology and Management 485 (2021) 118946*

Formaciones de *Pinus* spp.

Los **pinares** son, por extensión, la segunda formación forestal andaluza en importancia, superando las 700.000 ha. Aunque el abanico de especies es amplio, por existir algunas procedencias exóticas, las principales son *Pinus pinea* (pino piñonero), *P. halepensis* (pino carrasco), *P. pinaster* (pino negral), *P. nigra* (pino salgareño) y *P. sylvestris* (pino albar). De manera general, se puede decir que son masas artificiales, localizadas sobre estaciones de calidad baja y con vocación protectora. Suelen presentar un déficit selvícola que supone un exceso de densidad y que, con frecuencia, ha impedido la mezcla y/o relevo de especies.

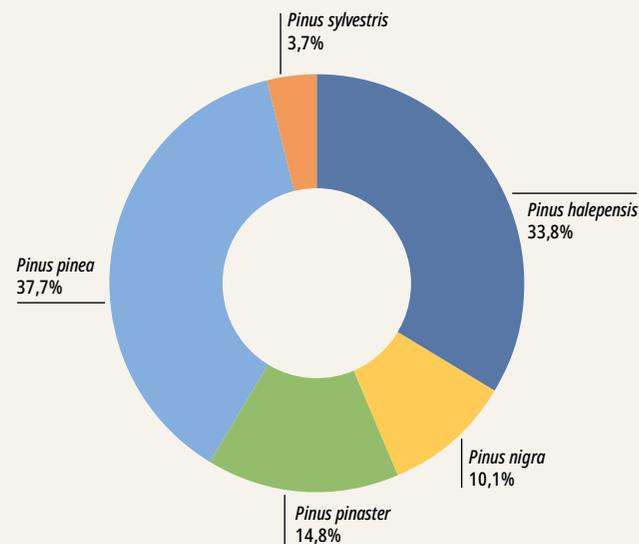


FIGURA 53: ESPECIES DE PINUS SPP. EVALUADAS EN LA RED SEDA. CAMPAÑA 2020

En la Red SEDA hay un total de **131 parcelas** en las que se localizan los más de 2.300 ejemplares de *Pinus* spp. Destaca la provincia de Cádiz que no presenta ninguna parcela de pinar, seguida de Sevilla, únicamente con 6, mientras Jaén con 32 es la provincia con más parcelas de estas especies.

*Las formaciones de *Pinus* spp. en Andalucía, según la Red SEDA, muestran un aumento de la defoliación desde 2010 y daños significativos relacionados con el déficit hídrico. Aunque presentan una menor cantidad de agentes nocivos bióticos sobre ellos que las frondosas, son más vulnerables a incendios y a condiciones climáticas extremas.*

La defoliación de las coníferas según la Red SEDA en el **periodo 2000 – 2020** siempre se ha mantenido con un valor inferior a las de las frondosas. Los pinares, como componentes principales de las coníferas, mantienen esta situación. La evolución de la defoliación muestra como, tras un periodo inicial decreciente (hasta 2004), los valores entran en una tendencia positiva, alcanzando en 2017 su máximo. El pico de defoliación que aparece en 2012 sobre *P. sylvestris* corresponde a un apeo de arbolado, que supuso la corta de gran parte de los pies de la parcela, mientras el de 2010 sobre *P. nigra* es debido a la intensa actividad de la procesionaria en la provincia de Jaén.

De manera general para todas las especies, el incremento de la defoliación en el periodo entre 2015 y 2018 corresponde en gran medida a la actividad de la **procesionaria**, que en esos años tuvo niveles de infestación muy elevados.

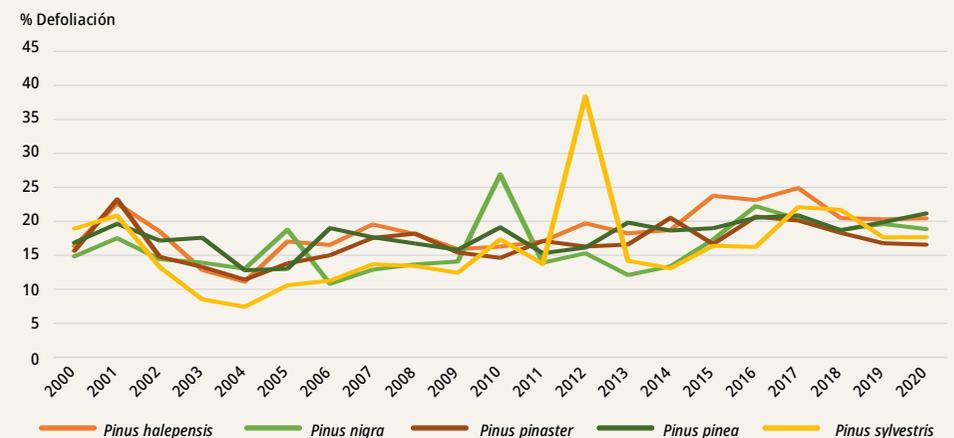


FIGURA 54: DEFOLIACIONES DE LAS ESPECIES MÁS REPRESENTATIVAS DE PINUS SPP. EN LA RED SEDA

Aunque no se pueden determinar diferencias de comportamiento o evolución entre las especies consideradas, al valorar la **mortandad** de ejemplares sí aparecen discrepancias. Más de la mitad de los pinos muertos (54,8 %) corresponden a *P. pinea*, especialmente en el periodo 2006 – 2010 y en el 2013 – 2020, muy por encima de lo que le correspondería por su abundancia respecto a otras especies. Es común y sin diferenciación por especies la aparición de mortandades elevadas en algunas parcelas de pinar debido a aprovechamientos o actuaciones selvícolas.

En cuanto a los **agentes nocivos**, son los T4 - Agentes meteorológicos los que con mayor frecuencia aparecen asociados a niveles de daño moderados y altos (41,9 %), determinando al “Déficit hídrico” como responsable en un 92% de los casos. El grupo T2 – Insectos y ácaros es el siguiente en contribución a la defoliación, principalmente por la acción de la procesionaria del pino (60,5 %), aunque el floeófago *Tomicus destruens* (12,9 %) y el grupo de los insectos chupadores (9,5 %) tiene también una importante repercusión en el estado de los pinares.

La relevancia del grupo T3 – Hongos, bacterias, virus, nematodos y fanerógamas parásitas y T5 – Acción directa del hombre es muy similar, destacando claramente en éste último el apeo del arbolado, lógicamente, como el agente más notable y con mayor efecto sobre la defoliación ya que supone la eliminación del árbol. Los efectos de *Thyriopsis halepensis* y *Candidatus Phytoplasma pini* son similares, alcanzando importancia a partir de 2013/2014, aunque de una manera inferior a los anteriormente señalados. *Sirococcus* spp. mostró una gran actividad entre los años 2010 – 2012, quedando posteriormente escasamente citado.

Aunque a nivel de grupo quede poco representados, los incendios forestales (T6) son un agente que no puede obviarse por su repercusión en el estado del arbolado, quedando por su importancia únicamente por detrás del “Déficit hídrico” y la procesionaria del pino.

Analizando la situación por especie se observa cómo, a pesar de no ser la especie más frecuente, el **pino carrasco** es quien más sufre los daños por “Déficit hídrico” así como los efectos de la densidad excesiva y la competencia. Además, también

presenta los efectos de las afecciones más propias como *Sirococcus* spp., *Thyriopsis halepensis*, *Candidatus Phytoplasma pini* o los insectos chupadores (*Cinara* spp., *Eulachnus* spp. o *Schizolachnus* spp.). Esta confluencia de factores, especialmente a partir de 2010 han contribuido a un deterioro de estas formaciones por encima de otros pinares.

El pino piñonero es la especie, con mucho, más afectada por los incendios forestales, siendo la segunda en daños por “Déficit hídrico”. En un nivel inferior se encuentran agentes como la corta de ejemplares, los daños por maquinaria como consecuencia de actuaciones selvícolas, las defoliaciones por procesionaria (especialmente en 2016 y 2017), la actividad de insectos floeófagos (*Tomicus destruens* y *Orthotomicus erosus*) y, a partir de 2018, los daños por *Lophodermium pinastri*. Con todo esto, su estado fitosanitario puede ser considerado medio entre las formaciones de pinar.

Las masas de ***P. pinaster***, de manera general, suelen presentar un estado de deterioro más elevado que el resto de pinares. El “Déficit hídrico” es el principal agente asociado a su debilitamiento, acompañado de manera secundaria por los efectos de la procesionaria y el apeo de árboles. Destaca la actividad casi en exclusividad de *Ips sexdentatus* y *Matsucoccus feytaudi* sobre esta especie.

Finalmente, las formaciones de ***P. nigra*** son las que menos se ven afectadas por el agente nocivo de “Déficit hídrico”. Es la procesionaria la que actúa como agente principal de daño de manera muy generalizada en casi todas las parcelas.

Con todo esto se puede establecer que el estado de las formaciones del género *Pinus* se ven muy condicionado por el déficit hídrico, especialmente aquellas especies localizadas en los pisos inferiores. Los agentes nocivos acompañantes tienen una elevada dependencia de la especie huésped, excepto en el caso del pino piñonero que muestra una alta afección por incendios y apeo de arbolado. De manera general, los pinares se encuentran en un proceso de debilitamiento menos acentuado que en el caso de los *Quercus*, pero con caracteres comunes vinculados a la disponibilidad de agua.

Procesos de decaimiento forestal

Las situaciones de deterioro grave del arbolado en los que el factor ambiental tiene una participación decisiva, durante un tiempo prolongado y en los cuales pueden participar otros agentes nocivos con diferente intensidad son denominados “Procesos de Decaimiento Forestal”. Son situaciones complejas en las que cada agente nocivo participa con diferente intensidad, contribuyendo entre todos a debilitar a la vegetación hasta provocar su muerte, y sobre los que existen escasas herramientas de lucha o mitigación de daños. Los periodos de sequía (edáfica o ambiental), por su duración o intensidad, se han revelado como los periodos más críticos para la vegetación, siendo cuando aparecen los mayores daños.

Los procesos de decaimiento se distinguen claramente de los casos tradicionales de plagas, aunque intervengan varios agentes y puedan generar consecuencias similares para el arbolado, principalmente por la escasa influencia del factor ambiental o climático. Estas situaciones suelen resolverse mediante intervenciones locales dirigidas al agente causante. En cambio, la presencia de un factor ambiental que afecta superficies extensas de manera generalizada, sin distinguir entre especies y alterando las condiciones de vegetación, dificulta la posibilidad de encontrar medidas efectivas para enfrentarse a la situación.

En Andalucía, desde finales del siglo pasado se tiene constancia de procesos de decaimiento, conocidos coloquialmente como “Secas”, especialmente sobre formaciones de *Quercus* aunque se han visto afectadas otras especies tanto de frondosas como de coníferas. Estas situaciones de debilitamiento y mortandad ya se habían reportado desde numerosos puntos de España, Europa y del resto del mundo, cada una de ellas con el denominador común del cambio en las condiciones de la estación en la que se ubican.

Los procesos de decaimiento son situaciones en las que la vegetación evoluciona desfavorablemente, de manera más o menos rápida, en un plazo de tiempo indeterminado. Aún con esta definición, no se dispone de parámetros claros para definir cuando una formación, especie o extensión de superficie se encuentra en “decaimiento”.

El decaimiento forestal es un proceso complejo en el que factores ambientales y bióticos interactúan, debilitando las masas forestales hasta causar su muerte, con pocos medios eficaces para mitigar sus efectos. La Red SEDA juega un papel crucial en el monitoreo y la detección temprana de estos procesos.

La Red Andaluza de Seguimiento de Daños, como herramienta de vigilancia de las formaciones forestales, ofrece información sobre el estado de la vegetación general a través de muestreos anuales. La recogida de datos a través de un número elevado de parcelas localizadas al azar según una malla sistemática garantiza la representatividad de los resultados. De esta manera proporciona información general sobre la tendencia que sigue la vegetación y puede permitir alertar de situaciones de riesgo antes de que lleguen a un punto más avanzado. Sin embargo no es capaz de determinar superficies afectadas ni anticipar comportamientos futuros de la vegetación o de los agentes actuantes más allá de estimaciones estadísticas de los datos de las parcelas a las formaciones adyacentes.

Tanto en el caso de las formaciones de *Quercus* como de *Pinus*, se ha expuesto con anterioridad cómo del abanico de agentes nocivos recogidos por la Red SEDA el “Déficit hídrico” es el que con mayor frecuencia supone daños de intensidad en el arbolado. De manera secundaria aparecen agentes como insectos floeófagos (*Tomicus* spp., *Ips sexdentatus*, *Orthomicus erosus*, etc.) o xilófagos (*Cerambyx* spp.) cuya actividad depende del estado de vigor del arbolado y, por tanto, se ven favorecidos por la debilidad provocada por la combinación de escasez de agua disponible y la elevación de temperatura.

El escenario forestal en el que se encuentra el monte andaluz, y que los datos de la Red SEDA recoge, se encuentra condicionado por unas formaciones arbóreas envejecidas y faltas de regeneración (*Quercus*), vegetando en densidades excesivas con problemas de competencia (*Pinus*) en las que ocasionalmente aparecen situaciones de plagas o enfermedades, muchas de las veces favorecidas por unas

condiciones climáticas poco habituales prolongadas en el tiempo. La cantidad de daños asociados a incendios y por apeo de arbolado reflejan la progresiva reducción de masa forestal.

En conclusión, el proceso de decaimiento en el que se encuentran las formaciones forestales andaluzas posee una componente ambiental claramente dominante. La codificación de la Red SEDA asigna al agente “Deficit hídrico” toda esta situación, englobando desde la falta de accesibilidad al agua en suelo al exceso de demanda derivado de la elevación de las temperaturas. Además afecta de manera similar a los dos grupos de especies, *Quercus* y *Pinus*, consideradas.

En este escenario tienen una actividad destacada los agentes, principalmente bióticos, oportunistas que se aprovechan de la situación de debilidad del arbolado para su desarrollo y provocan daños de relativa importancia. Por otra parte, el cambio de condiciones ambientales, provoca la aparición de brotes de plagas y enfermedades que hasta ese momento tenían una participación mínima en el deterioro del arbolado y que pasan a cobrar cierta importancia.

Finalmente, en paralelo en el medio natural estas circunstancias favorecen el desarrollo de diferentes agentes (por ejemplo procesionaria o lagarta peluda) potenciando su daño en el arbolado y sucesos extraordinarios (incendios, aprovechamientos) que se superponen a toda esta situación general y suponen un deterioro de las formaciones forestales.

La confluencia de todo esto en el espacio y en el tiempo suele llevar a las masas forestales a un progresivo debilitamiento o estrés, provocando defoliaciones y alteraciones en la fenología, que puede acabar con la muerte bien de individuos o de formaciones más o menos extensas, y que conforman el **Decaimiento Forestal**.

