

RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

RED DE NIVEL II MEMORIA – 2017

MEMORIA

20
17



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

**DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL,
INNOVACIÓN Y POLÍTICA FORESTAL**

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL
ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES**

Clara del Rey, 22
28002 Madrid
Tel. 91 413 70 07
Fax. 91 510 20 57
correo@tecmena.com

Dirección: Roberto Vallejo, Elena Robla, Belén Torres, Ana Isabel González (DGDRiYPF-AIEF).

Realización: TECMENA, S.L

Trabajo de campo: José María Peña, Alfonso Soriano, Juan Molina, Oscar Osorno, Abel Humbría, Irene Guerra, Lara López

Inspección de campo: Belén Torres, Ana Isabel González (DGDRiYPF-AIEF).

Trabajo de gabinete: José María Peña, Mercedes Redruello.

Redacción: Juan Molina, Oscar Osorno, Alfonso Soriano.

Determinación edafológica: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA). UD de Edafología y Ecología - Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes – Universidad Politécnica de Madrid.

Inventario botánico: UD de Botánica – Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal – Universidad Politécnica de Madrid.

Análisis de deposición, foliar y desfronde: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA); Laboratorio Integrado de Calidad Ambiental de la Universidad de Navarra (LICA-UNAV).

Análisis de dosímetros pasivos: Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM).

Datos meteorológicos: Estaciones de la Red de Nivel II; Información elaborada utilizando, entre otras, la suministrada por la Agencia Estatal de Meteorología. Ministerio para la Transición Ecológica.



Índice

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 1 |
| 2. Composición de la Red | 4 |
| 3. Estado fitosanitario de la Red | 5 |
| 3.1. Defoliación y decoloración | 5 |
| 3.2. Agentes dañinos | 12 |
| 3.3. Síntomas y signos | 16 |
| 4. Deposición atmosférica | 21 |
| 4.1. Variables analizadas | 23 |
| 4.2. Principales resultados | 25 |
| 4.2.1. pH | 25 |
| 4.2.2. Conductividad | 28 |
| 4.2.3. Potasio | 30 |
| 4.2.4. Calcio | 32 |
| 4.2.5. Magnesio | 34 |
| 4.2.6. Sodio | 36 |
| 4.2.7. Amonio | 38 |
| 4.2.8. Cloro | 40 |
| 4.2.9. Nitratos | 42 |
| 4.2.10. Sulfatos | 44 |
| 4.3. Interpretación de resultados | 45 |
| 5. Calidad del aire. Inmisión | 47 |
| 6. Análisis foliar | 50 |
| 6.1. Caracterización de los árboles muestra | 50 |
| 6.2. Variables de medición | 51 |
| 6.3. Principales resultados | 52 |
| 6.3.1. Peso seco | 52 |
| 6.3.2. Nitrógeno | 53 |
| 6.3.3. Azufre | 55 |
| 6.3.4. Fósforo | 57 |
| 6.3.5. Calcio | 58 |
| 6.3.6. Potasio | 60 |
| 6.3.7. Carbono | 61 |
| 6.4. Interpretación de resultados | 62 |
| 7. Desfronde | 63 |
| 8. Fenología | 66 |
| 9. Crecimiento. Cintas diamétricas | 70 |
| 10. Meteorología..... | 71 |
| 11. Índice de Area Foliar | 73 |
| 12. Solución del suelo | 75 |
| 13. Memoria detallada de las parcelas de la Red | 75 |

INDICE DE TABLAS

| |
|--|
| TABLA 1: Distribución de parcelas |
| TABLA 2: Clasificación de los ecosistemas representados |
| TABLA 3: Caracterización pH |
| TABLA 4: Caracterización conductividad |
| TABLA 5: Caracterización potasio |
| TABLA 6: Caracterización calcio |
| TABLA 7: Caracterización magnesio |
| TABLA 8: Caracterización sodio |
| TABLA 9: Caracterización amonio |
| TABLA 10: Caracterización cloro |
| TABLA 11: Caracterización nitratos |
| TABLA 12: Caracterización sulfatos |

- TABLA 13: Inmisión atmosférica
- TABLA 14: Muestréos foliares
- TABLA 15: Caracterización peso seco
- TABLA 16: Caracterización nitrógeno
- TABLA 17: Caracterización azufre
- TABLA 18: Caracterización fósforo
- TABLA 19: Caracterización calcio
- TABLA 20: Caracterización potasio
- TABLA 21: Caracterización carbono
- TABLA 22: Caracterización desfronde
- TABLA 23: Resultados evaluación fenológica
- TABLA 24: Valor medio dendrómetros
- TABLA 25: Parámetros medios meteorológicos
- TABLA 26: Índices de Área Foliar
- TABLA 27: Análisis de solución del suelo

INDICE DE FIGURAS

- FIG 1: Distribución de las parcelas
- FIG 2: Clases de defoliación 2015
- FIG 3: Defoliación acumulada por parcelas y años
- FIG 4: Modelos de defoliación Gen. *Pinus*
- FIG 5: Defoliación media por especies (coníferas)
- FIG 6: Modelos de defoliación Gen. *Quercus*
- FIG 7: Defoliación media por especies (frondosas)
- FIG 8a: Evolución defoliación media por parcelas
- FIG 8b: Evolución variación defoliación media por parcelas
- FIG 9: Comportamiento anual del conjunto de variaciones de defoliación
- FIG 10: Agentes dañinos
- FIG 11: Síntomas y signos
- FIG 12: Distribución y abundancia por especie de agentes, síntomas y signos
- FIG 13: Deposición. Vías de entrada/salida al ecosistema
- FIG 14: Deposición. Variación temporal y espacial de pH
- FIG 15: Deposición. Variación temporal y espacial de conductividad
- FIG 16: Deposición. Variación temporal y espacial de potasio
- FIG 17: Deposición. Variación temporal y espacial de calcio
- FIG 18: Deposición. Variación temporal y espacial de magnesio
- FIG 19: Deposición. Variación temporal y espacial de sodio
- FIG 20: Deposición. Variación temporal y espacial de amonio
- FIG 21: Deposición. Variación temporal y espacial de cloro
- FIG 22: Deposición. Variación temporal y espacial de nitratos
- FIG 23: Deposición. Variación temporal y espacial de sulfatos
- FIG 24: Inmisión. Variación temporal y espacial de concentraciones
- FIG 25: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de peso seco
- FIG 26: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de nitrógeno
- FIG 27: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de azufre
- FIG 28: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de fósforo
- FIG 29: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de calcio
- FIG 30: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de potasio
- FIG 31: Análisis foliar. Contenido en carbono
- FIG 32: Variación temporal y espacial del desfronde
- FIG 33: Variación temporal y espacial de la fenología
- FIG 34: Fases fenológicas
- FIG 35: Crecimiento diametral anual
- FIG 36: Principales variables meteorológicas
- FIG 37: Medición del parámetro LAI
- FIG 38: Índices LAI anuales

FIG 39: Lisímetros de tensión para extracción de solución del suelo

1. Introducción.

El establecimiento en 1986 de la Red Europea de Nivel I como labor rutinaria para el control del estado de salud de los bosques y los datos que de forma continua va generando, no sólo demostró su validez en el enfoque de la sanidad forestal y de los nuevos problemas que van surgiendo, también sacó a la luz sus limitaciones como elemento esclarecedor de las relaciones causa-efecto dentro de un ecosistema. El estudio del papel que juega la Contaminación Atmosférica, el clima o cualquier otro agente sobre la evolución de un bosque nunca puede plantearse como una ecuación de una sola variable. Todos los factores propios del medio interactúan, apoyándose a veces, sumando sus fuerzas o por el contrario bloqueándose unos a otros. En esta dinámica juegan un papel fundamental la calidad del aire, el clima, el suelo, los microorganismos descomponedores y los ciclos de nutrientes entre otros, factores que no era posible evaluar dentro de la Red de Nivel I.

Con objeto de paliar esta carencia se puso en marcha en Europa el denominado Sistema Pan-europeo para el Seguimiento Intensivo y Continuo de los Ecosistemas Forestales: la Red CE de Nivel II. Consiste en un pequeño número de parcelas ubicadas en los ecosistemas forestales más representativos donde, de acuerdo con la Conferencia de Ministros para la Protección de los Bosques celebrada en Estrasburgo en 1990, se han de realizar estimaciones y medidas numerosas y precisas, que caractericen la masa forestal y su historia, el arbolado y su follaje, la vegetación, el suelo, el clima, la composición química del agua de lluvia al descubierto, bajo el dosel de las copas y de las aguas de drenaje.

El Reglamento Comunitario 1091/94 definió en su día concretamente las labores a realizar en esta Red, que han sido ampliadas y modificadas a lo largo de la historia de la Red, atendiendo a las nuevas prioridades a nivel europeo y para adaptarse a los diferentes Reglamentos Comunitarios que se han ido sucediendo. Hasta el comienzo del proyecto comunitario *FutMon*, en el marco del Instrumento Financiero Life +, la Red española de Nivel II constaba de 54 parcelas representando los principales ecosistemas forestales españoles, de las cuales 14 eran "instrumentadas" (disponen de una serie de dispositivos para mediciones y toma de muestras periódicas de una serie de parámetros, siendo visitadas durante todo el año en intervalos periódicos de 15/30 días) y las 40 restantes eran "básicas" (no disponen de aparatos y son visitadas únicamente 1 vez al año).

Debido a la alta especialización de la Red de Seguimiento Intensivo, el desarrollo de la Red ha requerido una estrecha colaboración con diversos organismos de investigación y Universidades, tanto a nivel Europeo como nacional en cada uno de los países participantes. En España la colaboración se ha venido realizando principalmente con la Unidad de Dinámica de los Ecosistemas Forestales del INIA – CIFOR y el Laboratorio Integrado de Calidad Ambiental de la Universidad de Navarra LICA-UNAV (análisis de las muestras, mantenimiento de la instrumentación en las parcelas, representación en los Paneles Internacionales de Expertos), con la Fundación Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo - CEAM (evaluación de los efectos del ozono troposférico en la vegetación forestal), y con la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Forestal (inventarios de vegetación) y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes (caracterización edáfica) de la Universidad Politécnica de Madrid

A partir de la entrada en vigor del proyecto *FutMon, bajo Life +*, en enero de 2009, la Red de Nivel II se tuvo que adaptar a los nuevos objetivos definidos por el proyecto FutMon, lo que supuso una considerable disminución del número de parcelas, que pasaron de las 54 existentes hasta 2008 a 14, dejando como "durmientes" muchas de las parcelas en las cuales se efectuaban hasta el momento mediciones básicas y centralizando los muestreos en las parcelas instrumentadas, en las que se intensificaron y ampliaron los trabajos, para adaptarlos a los nuevos requerimientos. Este proyecto europeo finalizó en junio de 2011; continuándose desde entonces los trabajos de acuerdo a los manuales y metodologías del Programa Internacional de Cooperación para la Evaluación y Seguimiento de la Contaminación Atmosférica en los

Bosques, ICP-Forests; entidad dependiente de Naciones Unidas y de la que forman parte los siguientes países:



Los muestreos así realizados en las parcelas de Nivel II son:

- ✓ La evaluación del estado sanitario del arbolado
- ✓ El análisis de los suelos (1994-1997)
- ✓ El análisis de los nutrientes foliares.
- ✓ El análisis de los depósitos atmosféricos.
- ✓ La toma de datos sobre el crecimiento de la masa forestal.
- ✓ El análisis de los datos climáticos in situ.
- ✓ El estudio de la fenología de cada parcela.
- ✓ La realización de inventarios botánicos (1999, 2004, 2007-2009)
- ✓ El análisis de la solución de agua en el suelo y de la biomasa de desfronde.
- ✓ El estudio de las concentraciones de contaminación atmosférica de fondo mediante dosímetros pasivos.
- ✓ El inventario liquénico y de otros biomonitores naturales (1997-1999)
- ✓ El estudio de ciertos parámetros sobre biodiversidad forestal: la estructura y las variaciones en la vegetación, la clasificación en tipos de bosque, madera muerta... (2004-2005)

- ✓ El seguimiento, identificación y cuantificación de los principales agentes dañinos, tanto bióticos como abióticos, sobre el arbolado.
- ✓ El desarrollo de guías y manuales de referencia, modelos digitales del arbolado, así como la certificación de trabajos y control de calidad estandarizados a nivel internacional.

En la actualidad, y con la información obtenida de las redes, se han elaborado más de cien proyectos de investigación, además de los informes normalizados ejecutivo y técnico de remisión a las autoridades europeas competentes en las áreas forestal y medio ambiental. El listado completo de proyectos puede consultarse en la página web de ICP-Forests (<http://icp-forests.net/page/project-list>). La Red de Nivel II forma parte también de la Red Española de Investigación Ecológica a Largo Plazo (LTER-Spain). En la presente Memoria se desarrolla el seguimiento intensivo en las parcelas de la Red de Nivel II instaladas en España, comprendiendo el estado fitosanitario correspondiente a 2017 y el histórico hasta 2016 de deposición atmosférica, dosímetros pasivos, análisis foliar, desfronde, fenología y crecimiento desde el inicio de los trabajos.

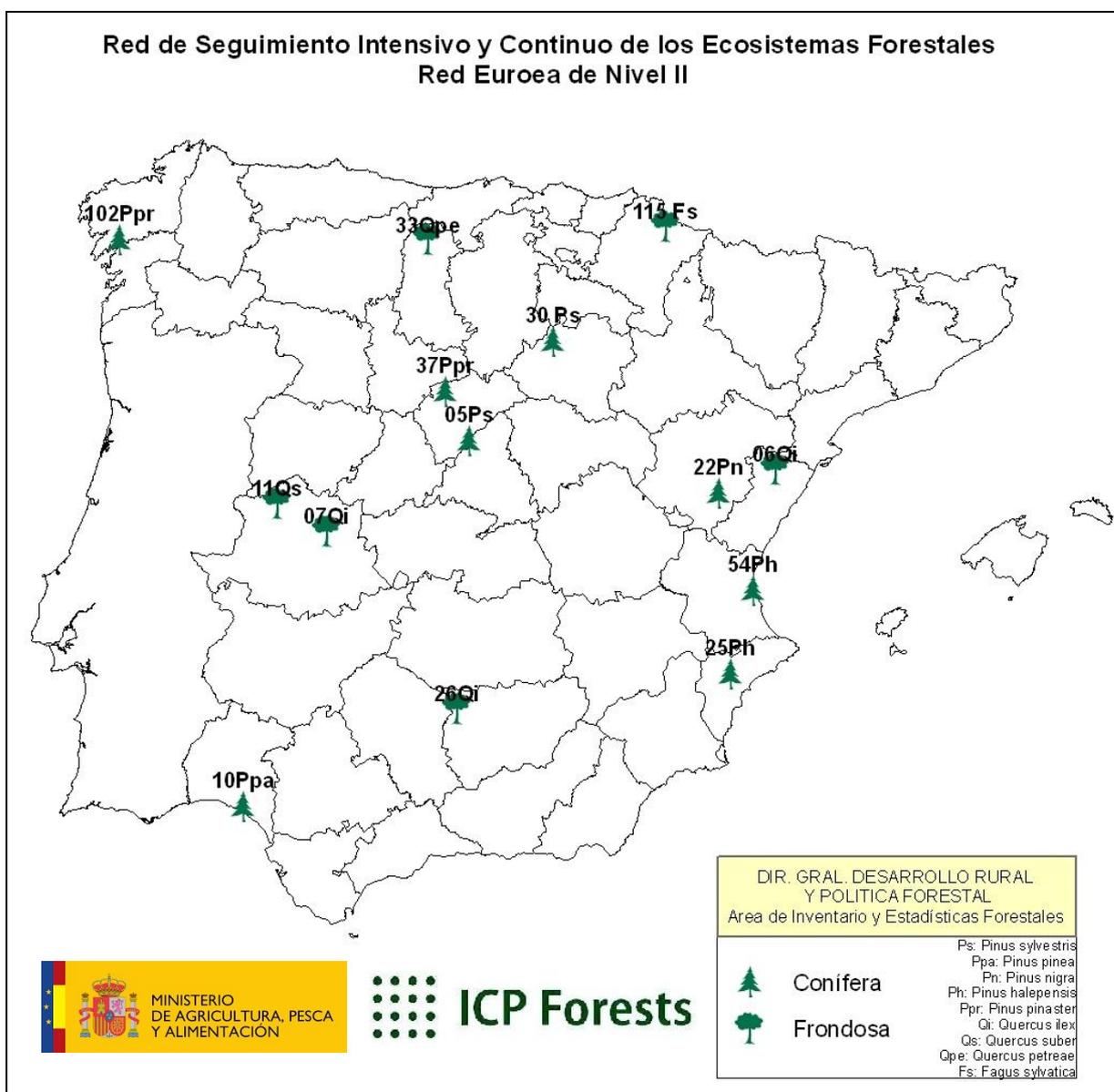


FIG 1: Distribución de las parcelas de la Red de Nivel II en España

2. Composición de la Red.

TABLA 1: Distribución de parcelas por provincias y comunidades autónomas

| ESPECIE | CODIGO PARCELA | PROVINCIA | COMUNIDAD AUTONOMA |
|-------------------------|----------------|-----------|--------------------|
| <i>Fagus sylvatica</i> | 115Fs | NAVARRA | NAVARRA |
| <i>Pinus halepensis</i> | 25Ph | ALICANTE | C. VALENCIANA |
| | 54Ph | VALENCIA | C. VALENCIANA |
| <i>Pinus nigra</i> | 22Pn | TERUEL | ARAGON |
| <i>Pinus pinaster</i> | 37Ppr | SEGOVIA | CASTILLA-LEON |
| | 102Ppr | LA CORUÑA | GALICIA |
| <i>Pinus pinea</i> | 10Ppa | HUELVA | ANDALUCIA |
| <i>Pinus sylvestris</i> | 05Ps | SEGOVIA | CASTILLA-LEON |
| | 30Ps | SORIA | CASTILLA-LEON |
| <i>Quercus ilex</i> | 26Qi | JAEN | ANDALUCIA |
| | 06Qi | CASTELLON | C. VALENCIANA |
| | 07Qi | CACERES | EXTREMADURA |
| <i>Quercus petraea</i> | 33Qpe | PALENCIA | CASTILLA-LEON |
| <i>Quercus suber</i> | 11Qs | CACERES | EXTREMADURA |

Los ecosistemas o tipos de bosque representados por la Red son, de acuerdo con la clasificación europea (Clasificación EUNIS-European Nature Information System):

TABLA 2: Clasificación de ecosistemas representados (Clasificación EUNIS)

| CÓDIGO PARCELA | ESPECIE | TIPO BOSQUE EUNIS | |
|---------------------|-------------------------|-------------------|--|
| 05 Ps (Segovia) | <i>Pinus sylvestris</i> | G3.4B31 | Pinares de <i>Pinus sylvestris</i> silicícolas oromediterráneos del Sistema Central |
| 06 Qi (Castellón) | <i>Quercus ilex</i> | G2.12411 | Encinares de <i>Quercus rotundifolia</i> mesomediterráneos continentales |
| 07 Qi (Cáceres) | <i>Quercus ilex</i> | G2.12421 | Encinares de <i>Quercus rotundifolia</i> luso-extremadurenses mesomediterráneos |
| 10 Ppa (Huelva) | <i>Pinus pinea</i> | B1.74 | Pinares de <i>Pinus pinea</i> sobre dunas estabilizadas del litoral |
| 11 Qs (Cáceres) | <i>Quercus suber</i> | G2.1124 | Alcornocales mesomediterráneos seco-subhúmedos luso-extremadurenses |
| 22 Pn (Teruel) | <i>Pinus nigra</i> | G3.535 | Pinares de pino negral (<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i>) del Sistema Ibérico meridional, de óptimo supramediterráneo |
| 25 Ph (Alicante) | <i>Pinus halepensis</i> | G3.74 | Pinares de pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>) |
| 26 Qi (Jaén) | <i>Quercus ilex</i> | E7.3 | Dehesa |
| 30 Ps (Soria) | <i>Pinus sylvestris</i> | G3.4B2 | Pinares de pino albar (<i>Pinus sylvestris</i>) silicícolas, supra-oromediterráneos, del Sistema Ibérico y del territorio catalanídico central |
| 33 Qpe (Palencia) | <i>Quercus petraea</i> | G1.8623 | Robledales acidófilos orocantábricos |
| 37 Ppr (Segovia) | <i>Pinus pinaster</i> | G3.7211 | Pinares de pino rodeno (<i>Pinus pinaster</i>) del Sistema Ibérico septentrional |
| 54 Ph (Valencia) | <i>Pinus halepensis</i> | B1.74 | Pinares de <i>Pinus halepensis</i> sobre dunas estabilizadas del litoral |
| 102 Ppr (La Coruña) | <i>Pinus pinaster</i> | G3.714 | Pinares de <i>Pinus pinaster</i> galaico-cantábricos |
| 115 Fs (Navarra) | <i>Fagus sylvatica</i> | G1.627 | Hayedos acidófilos húmedos del Sistema Ibérico septentrional |

Cada parcela está formada por una superficie cuadrada de 50x50 m, con una superficie de 0,25 ha, evaluándose el estado fitosanitario de todos los pies arbóreos presentes (salvo que se superen los 200 ejemplares, en cuyo caso se selecciona una submuestra de 50 árboles) y sobre los que se hace el conjunto de observaciones no destructivas (fenología, crecimiento continuo,...). En la zona exterior próxima a la parcela (zona buffer) se instala una parcela bajo cubierta arbórea donde se toman muestras de trascolación; solución del suelo, humedad y temperatura edáficas y desfronde; y a menos de 2 km se sitúa una réplica a campo abierto donde se toman muestras de la deposición incidente, la concentración en aire de determinados contaminantes mediante dosímetros pasivos y se instala un estación meteorológica en continuo. Con periodicidad variable, y siempre en la referida zona buffer –con objeto de no interferir sobre el estado fitosanitario del arbolado-, se toman además muestras de suelo, foliares y de crecimiento.

3. Estado fitosanitario de la Red.

El estado fitosanitario de las parcelas que componen la Red se evalúa de acuerdo a los protocolos comunitarios y Manual del Programa ICP-Forests, mediante el seguimiento de un método estandarizado y común a todos los países integrantes del programa. Se revisan todos los pies arbóreos de la parcela, estimándose la defoliación (principal factor definitorio del estado de salud forestal); decoloración; presencia y extensión de agentes dañinos tales como animales, insectos, enfermedades,... y presencia y extensión de síntomas y signos forestales; además de las correspondientes mediciones dendrométricas de cada pie examinado. Se revisan a continuación estos tres grandes apartados.

Los dos principales parámetros para evaluar el estado de salud en masas forestales son la **defoliación** y **decoloración**

DEFOLIACION: se entiende por defoliación la pérdida de hojas/acículas que sufre un árbol en la parte de su copa evaluable, es decir, eliminando del proceso de estima la copa muerta (ramas y ramillos claramente muertos) y la parte de la copa con ramas secas por poda natural o competencia.

De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

- ✓ **Arboles sin daño:** defoliación 0-10%
- ✓ **Ligeramente dañados:** defoliación 15-25%
- ✓ **Moderadamente dañados:** defoliación 30-60%
- ✓ **Gravemente dañados:** defoliación 65-95%
- ✓ **Arboles muertos:** defoliación 100%

DECOLORACION: se entiende por decoloración, la aparición de coloraciones anormales en la totalidad del follaje o en una parte apreciable del mismo, utilizándose en su evaluación un criterio subjetivo que implica el conocimiento del medio forestal correspondiente por parte del evaluador.

De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de decoloración:

- ✓ **Clase 0:** decoloración nula
- ✓ **Clase 1:** decoloración ligera
- ✓ **Clase 2:** decoloración moderada
- ✓ **Clase 3:** decoloración grave

3.1. Defoliación y decoloración.

El análisis de los resultados obtenidos durante la revisión del año en curso lleva a las siguientes conclusiones:

1. En primer lugar, y por lo que se refiere al estado fitosanitario, cabe apuntar las malas condiciones climáticas que se han registrado en España durante el año 2017, al que se refiere la evaluación fitosanitaria, en el que según las series históricas AEMET se han combinado temperaturas muy altas –de hecho las más elevadas desde 1965- lo que aumenta la evapotranspiración de la vegetación, junto con unas precipitaciones muy escasas, en torno a un 27% inferiores a la media del periodo 1981-2010, resultando además una primavera particularmente seca, lo que resulta determinante para el buen desarrollo de los árboles. A todo ello se añade un agudo episodio de heladas tardías a lo largo de la primera quincena de mayo en el tercio norte peninsular, lo que se ha reflejado en las frondosas que iniciaban su brotación.
2. Atendiendo a la serie histórica de datos, se observa que el peor estado de la red tuvo lugar en el bienio 1994-1996, cuando casi la mitad de las parcelas evaluadas se situaron en niveles de defoliación moderados. A partir de 1998 se advirtió una ligera mejoría, pasando a ser los daños moderados un fenómeno más puntual. Se ha considerado a la sequía como el factor responsable de los resultados habidos en esos años.

3. A partir de 1998 el porcentaje de parcelas con daño moderado decae, experimentando un repunte en 2000-2001 y 2009-2010 junto con el último periodo 2014-2017. A lo largo de la serie histórica de datos destaca el mediocre estado de las parcelas 07Qi (Cáceres), 25Ph (Alicante) y 37Ppr (Segovia); debidas básicamente a tres grandes factores de debilitamiento estructural del arbolado: seca de quercus, sequía y muérdago.
4. En la presente revisión, y en las parcelas objeto de seguimiento, se advierte una situación relativamente estable respecto a la revisión anterior, tendiendo a empeorar las más norteñas, quizá debido a tener un arbolado menos acostumbrado a la falta de agua y altas temperaturas del verano. La única parcela que empeora de forma estadísticamente significativa, de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales, es la 102Ppr (La Coruña) debido a los daños causados por una tormenta, lo que continúa apuntando a las fisiopatías como uno de los principales agentes de daño en la evaluación del año en curso.
5. Las defoliaciones más graves, a lo largo de la serie histórica de años, están asociadas a operaciones de corta planificada, tal como ha ocurrido en el aclareo de las parcelas 10Ppa (Huelva) o corta de las parcelas 02Ppr y 15Fs (Navarra), posteriormente sustituida por los puntos 102Ppr y 115Fs.
6. Se observa en general que tras la estabilización en el comportamiento de las parcelas durante el periodo 2011-2013, en el que se frenó el decaimiento habido en el bienio anterior 2009-2010, se vuelve a una situación de mayor deterioro relativo; tendencia ésta ya observada anteriormente, y que se lleva observando desde hace cuatro años.
7. Se advierte una cierta inercia en el comportamiento de las coníferas frente a las frondosas, de forma que en un año de malas condiciones para la vegetación (en el ámbito mediterráneo fundamentalmente fenómenos de sequía y en menor medida golpes de calor) las primeras especies que reaccionan son las frondosas caducifolias, presentando defoliaciones, decoloraciones y decaimiento, mientras que las coníferas acusan el decaimiento tras un periodo adverso más prolongado y siempre con retraso frente a las frondosas. El fenómeno continúa observándose durante la evaluación del año en curso, viéndose afectadas hayas y robles.
8. El fenómeno de decoloración, al contrario de lo que ocurre en el centro y norte de Europa, es un fenómeno marginal en la Red, viéndose en general pocos pies afectados y en general en grado ligero. En España se advierte en general que el fenómeno está ligado a condiciones de sequía o falta de agua, y en menor medida a fenómenos de elevadas temperaturas o “golpe de calor”; dentro de este empeoramiento más o menos generalizado, se ha advertido en general un incremento en los índices de decoloración, no tanto en lo que se refiere a su intensidad, pues en la gran mayoría de los casos se ha calificado como ligera, como en lo que se refiere a su frecuencia, al afectar a fracciones de arbolado significativas en algunos casos, tales como las parcelas de frondosas de hoja blanda, como hayas y robles, o pino carrasco, especie esta última tradicionalmente ligada a malas condiciones de estación.

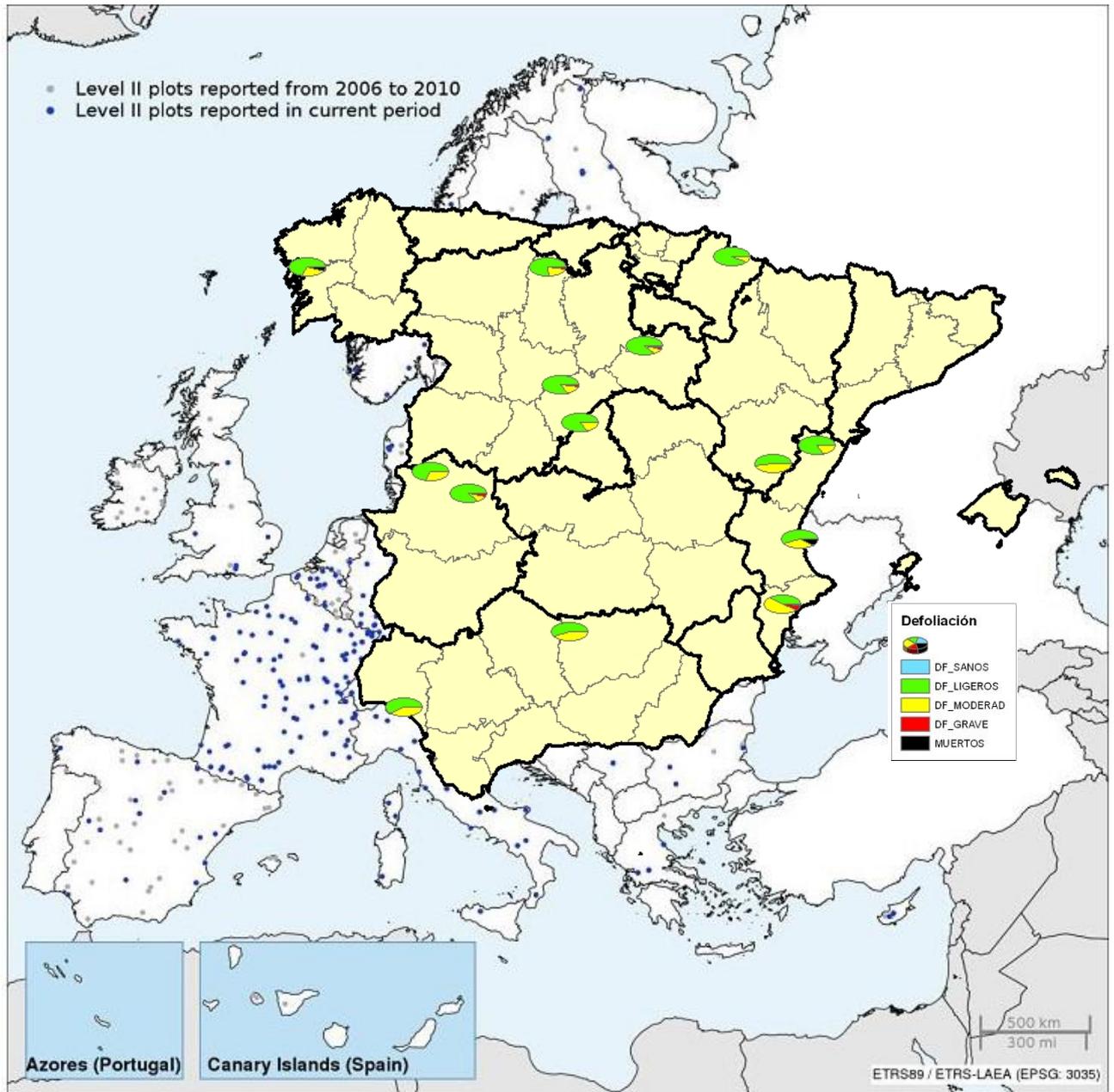


FIG 2: Red de Nivel II España 2017: distribución del arbolado por clases de defoliación

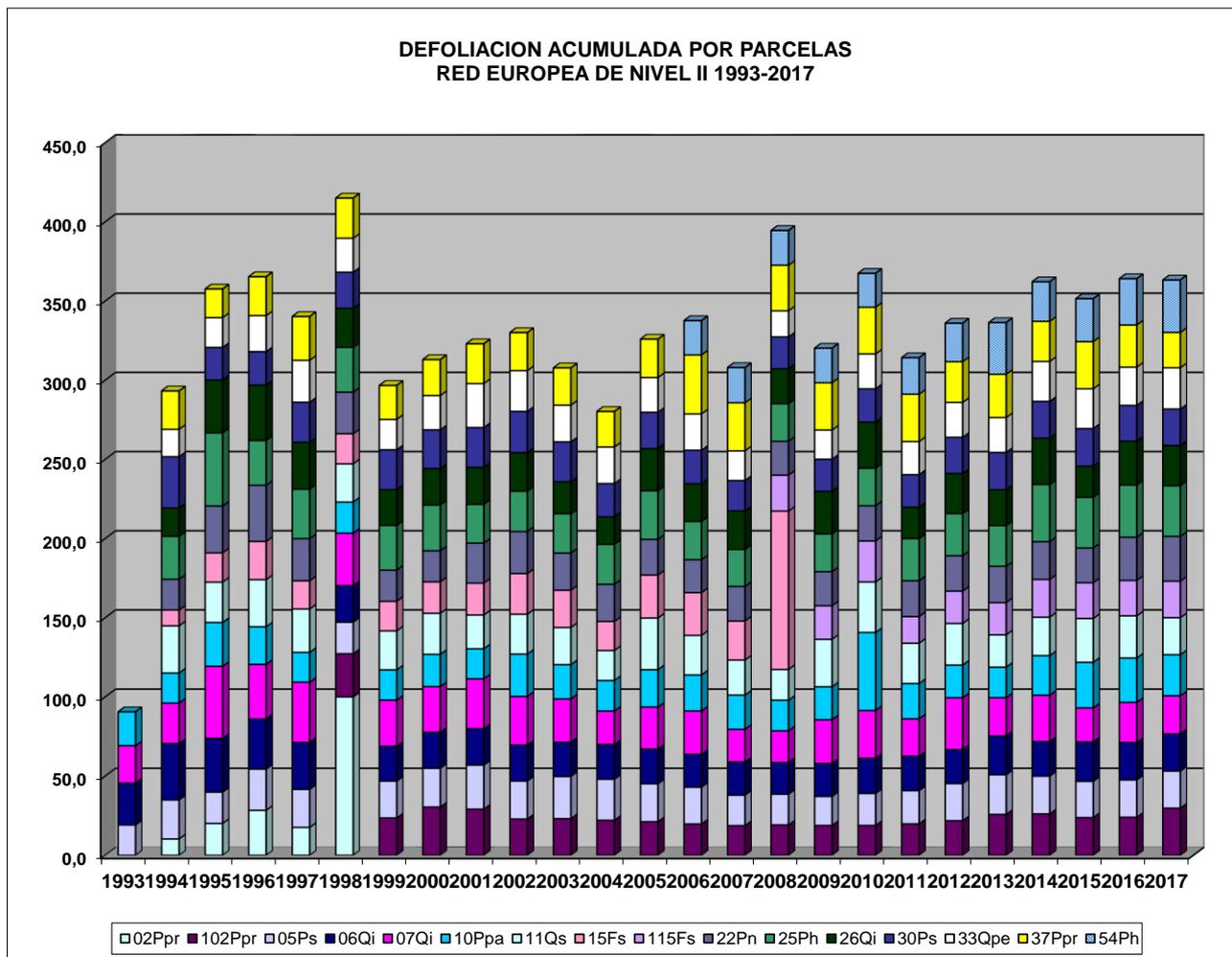


FIG 3: Defoliación (%) acumulada por parcelas y años. Indica las condiciones generales de la Red en un año determinado

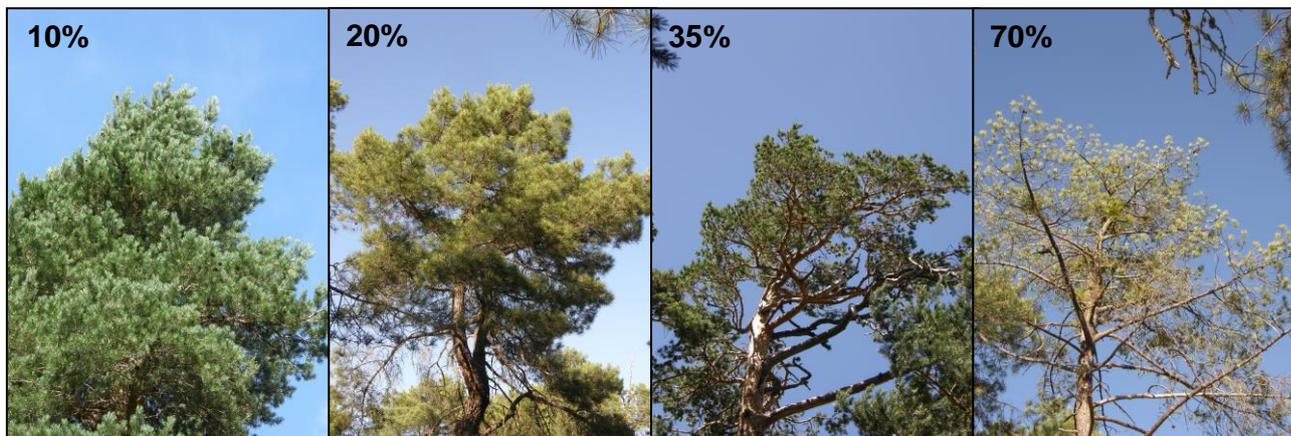


FIG 4: Modelos de defoliación. Gen. *Pinus*

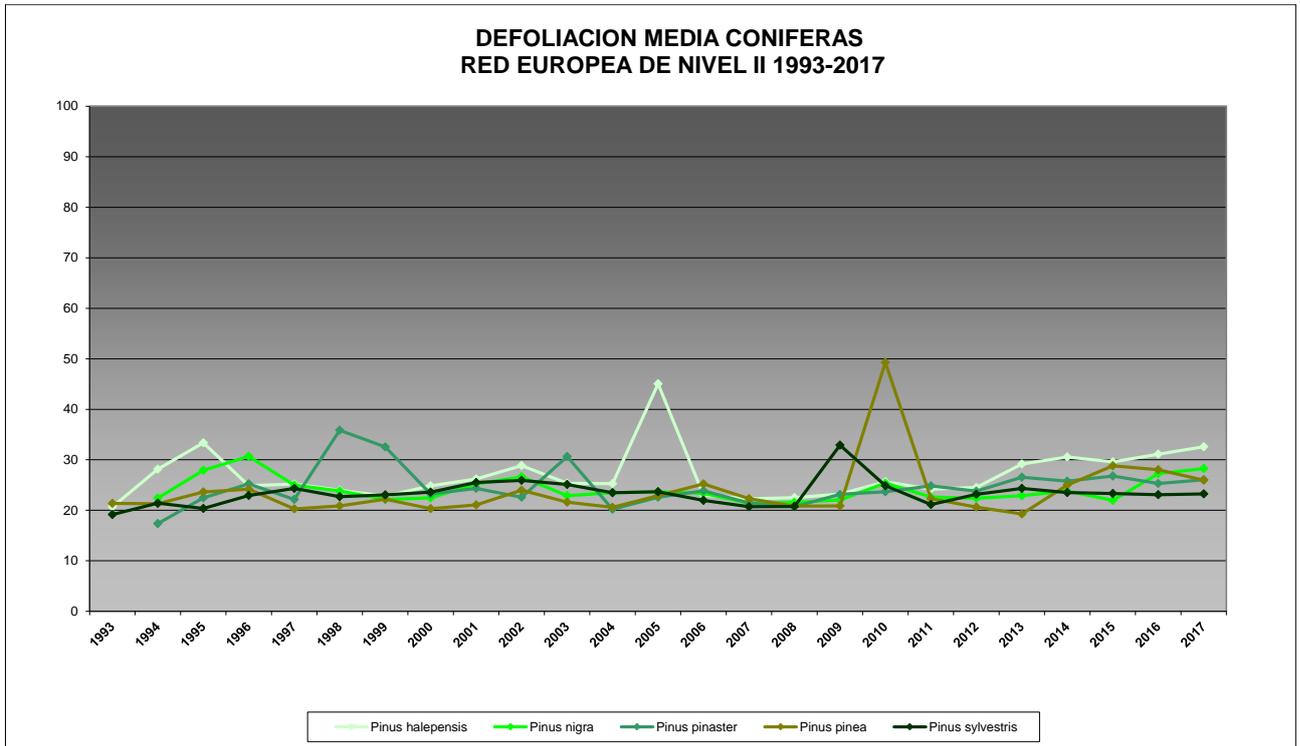


FIG 5: Defoliación media por especies desde el replanteo de la Red. (Coníferas)

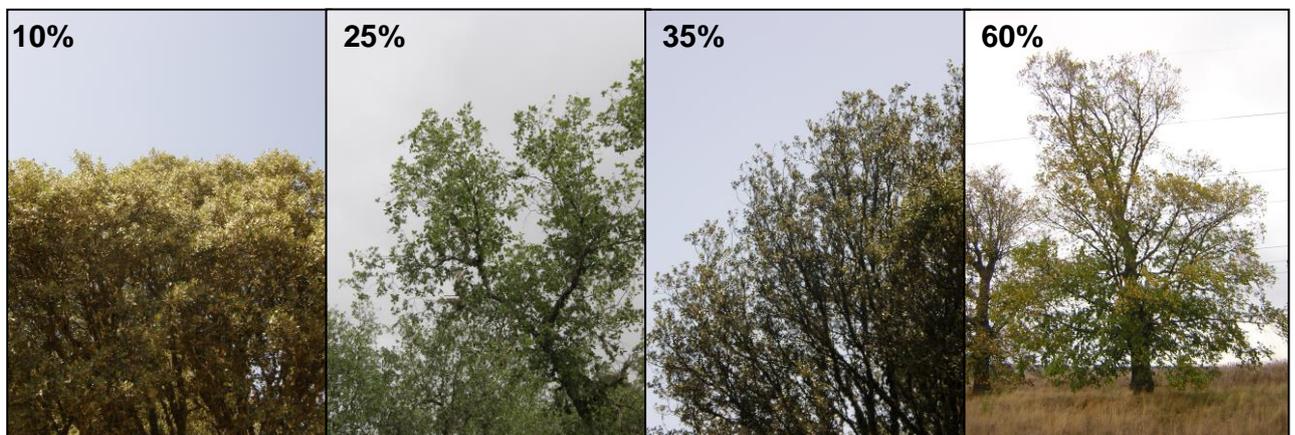


FIG 6: Modelos de defoliación. Gen. *Quercus*

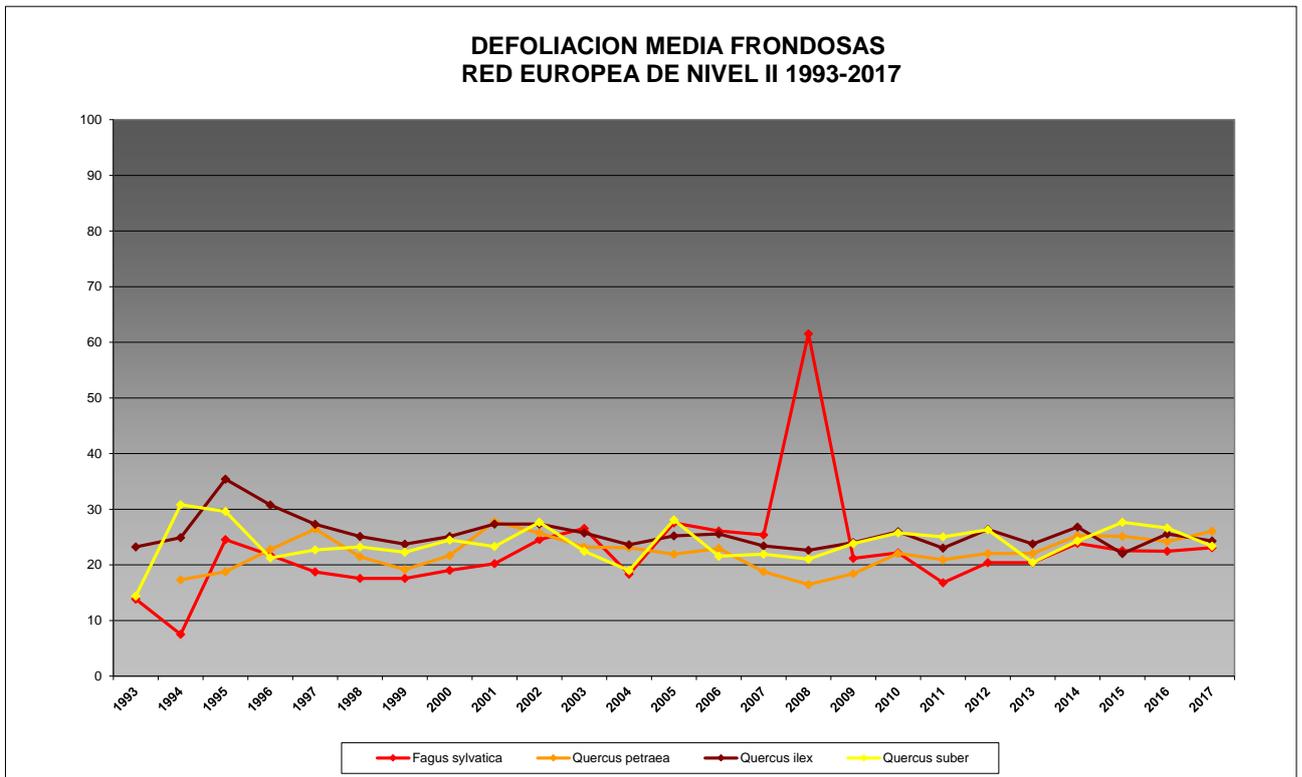


FIG 7: Defoliación media por especies desde el replanteo de la Red. (Fronosas)

RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES - NIVEL II

HISTORICO DEFOLIACION MEDIA

| PARCELA | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 02Ppr | | 10,3 | 20,1 | 28,4 | 17,6 | 100 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 102Ppr | | | | | | 27,3 | 23,6 | 30,5 | 29,1 | 22,9 | 23,1 | 22,1 | 21,2 | 19,8 | 18,7 | 19,2 | 18,8 | 18,8 | 19,8 | 21,8 | 25,8 | 26,1 | 23,8 | 24,0 | 29,8 |
| 05Ps | 19,1 | 24,6 | 19,8 | 26,0 | 24,0 | 19,9 | 23,3 | 24,5 | 27,8 | 24,0 | 26,6 | 25,9 | 24,0 | 23,2 | 19,2 | 19,4 | 18,3 | 20,2 | 21,0 | 23,5 | 25,0 | 23,8 | 22,8 | 23,6 | 23,4 |
| 06Qi | 26,4 | 35,6 | 34,0 | 31,6 | 29,7 | 23,0 | 22,0 | 22,7 | 23,0 | 22,7 | 21,7 | 21,9 | 21,9 | 20,7 | 20,9 | 20,0 | 20,8 | 22,2 | 21,7 | 21,5 | 24,5 | 21,8 | 24,9 | 23,6 | 23,5 |
| 07Qi | 23,7 | 25,5 | 45,5 | 34,5 | 38,0 | 33,2 | 29,2 | 28,8 | 31,5 | 30,7 | 27,3 | 21,2 | 26,5 | 27,4 | 20,7 | 20,0 | 27,6 | 30,2 | 23,6 | 32,8 | 24,1 | 29,3 | 21,5 | 25,4 | 24,1 |
| 10Ppa | 21,4 | 19,0 | 27,7 | 23,7 | 18,8 | 19,7 | 19,1 | 20,3 | 19,0 | 26,7 | 21,6 | 19,3 | 23,6 | 22,7 | 21,6 | 19,4 | 20,9 | 49,3 | 22,3 | 20,6 | 19,3 | 25,0 | 28,8 | 28,0 | 26,0 |
| 11Qs | | 29,8 | 25,5 | 29,8 | 27,5 | 24,2 | 24,6 | 25,9 | 21,3 | 25,2 | 23,5 | 19,0 | 32,6 | 25,0 | 22,1 | 19,4 | 30,0 | 31,9 | 25,5 | 26,3 | 20,4 | 24,3 | 27,7 | 26,6 | 23,4 |
| 15Fs | | 10,0 | 18,5 | 24,1 | 17,8 | 19,0 | 18,7 | 19,8 | 20,2 | 25,7 | 23,5 | 18,3 | 27,2 | 27,0 | 24,7 | 100 | | | | | | | | | |
| 115Fs | | | | | | | | | | | | | | | | 22,7 | 21,2 | 25,9 | 16,8 | 20,4 | 20,4 | 23,8 | 22,6 | 22,4 | 23,1 |
| 22Pn | | 19,4 | 29,6 | 35,5 | 26,6 | 26,3 | 19,7 | 19,6 | 25,3 | 26,5 | 23,5 | 23,5 | 22,4 | 20,8 | 21,8 | 21,4 | 21,5 | 22,2 | 22,6 | 22,4 | 22,9 | 23,8 | 21,9 | 27,2 | 28,3 |
| 25Ph | | 27,2 | 46,1 | 28,3 | 31,3 | 28,3 | 28,3 | 28,9 | 24,5 | 25,5 | 24,8 | 25,2 | 30,7 | 24,2 | 23,4 | 23,8 | 23,9 | 23,7 | 26,6 | 26,6 | 25,7 | 36,1 | 32,0 | 33,0 | 32,0 |
| 26Qi | | 17,9 | 33,4 | 35,0 | 29,7 | 24,7 | 22,5 | 23,0 | 23,3 | 24,3 | 20,2 | 17,3 | 26,7 | 23,8 | 24,3 | 22,1 | 26,9 | 29,1 | 19,8 | 25,3 | 22,6 | 29,3 | 19,6 | 27,7 | 25,4 |
| 30Ps | | 32,4 | 20,6 | 21,1 | 25,2 | 22,8 | 25,2 | 24,5 | 25,2 | 26,1 | 25,2 | 21,0 | 23,0 | 21,2 | 19,2 | 20,1 | 20,3 | 21,0 | 20,6 | 22,9 | 23,6 | 23,2 | 23,8 | 22,6 | 23,1 |
| 33Qpe | | 17,3 | 18,8 | 22,8 | 26,5 | 21,5 | 19,2 | 21,7 | 27,8 | 25,7 | 23,2 | 23,1 | 21,9 | 22,9 | 18,8 | 16,5 | 18,4 | 22,0 | 20,9 | 22,0 | 22,0 | 25,2 | 25,1 | 24,2 | 26,0 |
| 37Ppr | | 24,2 | 18,1 | 24,6 | 27,7 | 25,3 | 21,4 | 22,7 | 25,1 | 24,0 | 23,6 | 22,4 | 24,2 | 37,2 | 30,4 | 28,8 | 29,9 | 29,5 | 29,9 | 25,7 | 27,3 | 25,4 | 29,8 | 26,6 | 22,3 |
| 54Ph | | | | | | | | | | | | | | 21,7 | 22,2 | 21,9 | 21,8 | 21,4 | 23,1 | 24,3 | 32,6 | 25,0 | 27,1 | 29,2 | 33,1 |

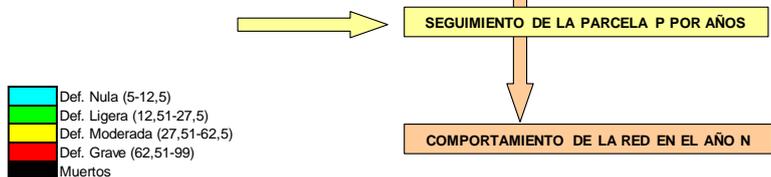


FIG 8a: Evolución de la defoliación media por parcelas a lo largo de la serie histórica

EVOLUCION DEFOLIACION MEDIA RESPECTO A AÑO ANTERIOR

| PARCELA | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | | |
|---------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|--|
| 02Ppr | 9,8 | 8,3 | -10,8 | | | | | | | | | | | 0,0 | | | | | | | | | | | |
| 102Ppr | | | | | -3,7 | 6,9 | -1,3 | -6,3 | 0,3 | -1,0 | -0,9 | -1,4 | -1,1 | 0,5 | -0,4 | 0,0 | 1,0 | 2,0 | 4,0 | 0,4 | -2,3 | 0,2 | 5,8 | | |
| 05Ps | -4,8 | 6,2 | -2,0 | -4,1 | 3,3 | 1,2 | 3,3 | -3,8 | 2,6 | -0,7 | -1,9 | -0,8 | -4,0 | 0,1 | -1,0 | 1,9 | 0,8 | 2,5 | 1,6 | -1,2 | -1,0 | 0,8 | -0,2 | | |
| 06Qi | -1,7 | -2,3 | -2,0 | -6,6 | -1,0 | 0,8 | 0,2 | -0,2 | -1,1 | 0,2 | 0,0 | -1,2 | 0,2 | -0,9 | 0,8 | 1,4 | -0,5 | -0,3 | 3,1 | -2,7 | 3,1 | -1,4 | -0,1 | | |
| 07Qi | 20,0 | -11,0 | 3,5 | -4,8 | -4,0 | -0,3 | 2,7 | -0,8 | -3,3 | -6,2 | 5,3 | 0,9 | -6,7 | -0,7 | 7,6 | 2,6 | -6,6 | 9,1 | -8,6 | 5,1 | -7,8 | 3,9 | -1,3 | | |
| 10Ppa | 8,7 | -4,0 | -4,9 | 0,8 | -0,5 | 1,2 | -1,4 | 7,8 | -5,1 | -2,4 | 4,4 | -0,9 | -1,1 | -2,3 | 1,5 | 28,5 | -27,0 | -1,7 | -1,3 | 5,7 | 3,8 | -0,8 | -2,1 | | |
| 11Qs | -4,3 | 4,3 | -2,4 | -3,3 | 0,5 | 1,3 | -4,6 | 3,9 | -1,7 | -4,5 | 13,7 | -7,6 | -2,9 | -2,7 | 10,6 | 1,9 | -6,4 | 0,8 | -5,9 | 3,9 | 3,4 | -1,0 | -3,3 | | |
| 15Fs | 8,5 | 5,6 | -6,3 | 1,2 | -0,3 | 1,2 | 0,3 | 5,5 | -2,2 | -5,2 | 8,8 | -0,2 | -2,3 | 75,3 | | | | | | | | | | | |
| 115Fs | | | | | | | | | | | | | | | -1,5 | 4,7 | -9,1 | 3,6 | 0,0 | 3,5 | -1,3 | -0,1 | 0,6 | | |
| 22Pn | 10,2 | 5,9 | -8,9 | -0,3 | -6,6 | -0,1 | 5,6 | 1,3 | -3,0 | -0,1 | -1,0 | -1,7 | 1,0 | -0,4 | 0,2 | 0,7 | 0,4 | -0,2 | 0,5 | 0,9 | -1,9 | 5,3 | 1,0 | | |
| 25Ph | 19,0 | -17,8 | 3,0 | -3,0 | 0,0 | 0,6 | -4,4 | 1,0 | -0,7 | 0,4 | 5,4 | -6,5 | -0,7 | 0,3 | 0,1 | -0,1 | 2,9 | -0,1 | -0,9 | 10,4 | -4,1 | 0,9 | -0,9 | | |
| 26Qi | 15,5 | 1,6 | -5,3 | -5,0 | -2,2 | 0,5 | 0,3 | 1,0 | -4,2 | -2,8 | 9,3 | -2,8 | 0,5 | -2,2 | 4,8 | 2,2 | -9,3 | 5,5 | -2,8 | 6,7 | -9,6 | 8,0 | -2,3 | | |
| 30Ps | -11,8 | 0,5 | 4,1 | -2,4 | 2,4 | -0,8 | 0,7 | 0,9 | -0,9 | -4,2 | 1,9 | -1,8 | -2,0 | 0,9 | 0,2 | 0,7 | -0,4 | 2,3 | 0,8 | -0,4 | 0,6 | -1,2 | 0,5 | | |
| 33Qpe | 1,5 | 4,0 | 3,7 | -5,0 | -2,3 | 2,5 | 6,1 | -2,0 | -2,6 | -0,1 | -1,2 | 1,0 | -4,2 | -2,3 | 1,9 | 3,6 | -1,1 | 1,1 | 0,0 | 3,2 | -0,1 | -0,9 | 1,9 | | |
| 37Ppr | -6,1 | 6,4 | 3,1 | -2,3 | -3,9 | 1,2 | 2,4 | -1,1 | -0,4 | -1,1 | 1,8 | 13,0 | -6,9 | -1,6 | 1,1 | -0,4 | 0,4 | -4,1 | 1,6 | -2,0 | 4,4 | -3,1 | -4,3 | | |
| 54Ph | | | | | | | | | | | | | | 0,6 | -0,3 | -0,1 | -0,4 | 1,7 | 1,3 | 8,3 | -7,6 | 2,1 | 2,1 | 3,9 | |

VarDef < 0 Mejoría
 VarDef < 5 Mejoría significativa
 VarDef > 5 Empeoramiento significativo
 VarDef > 0 Empeoramiento

Var Def 2017 = Def 2017 - Def 2016

FIG 8b: Evolución de la variación de defoliación media por parcelas a lo largo de la serie histórica

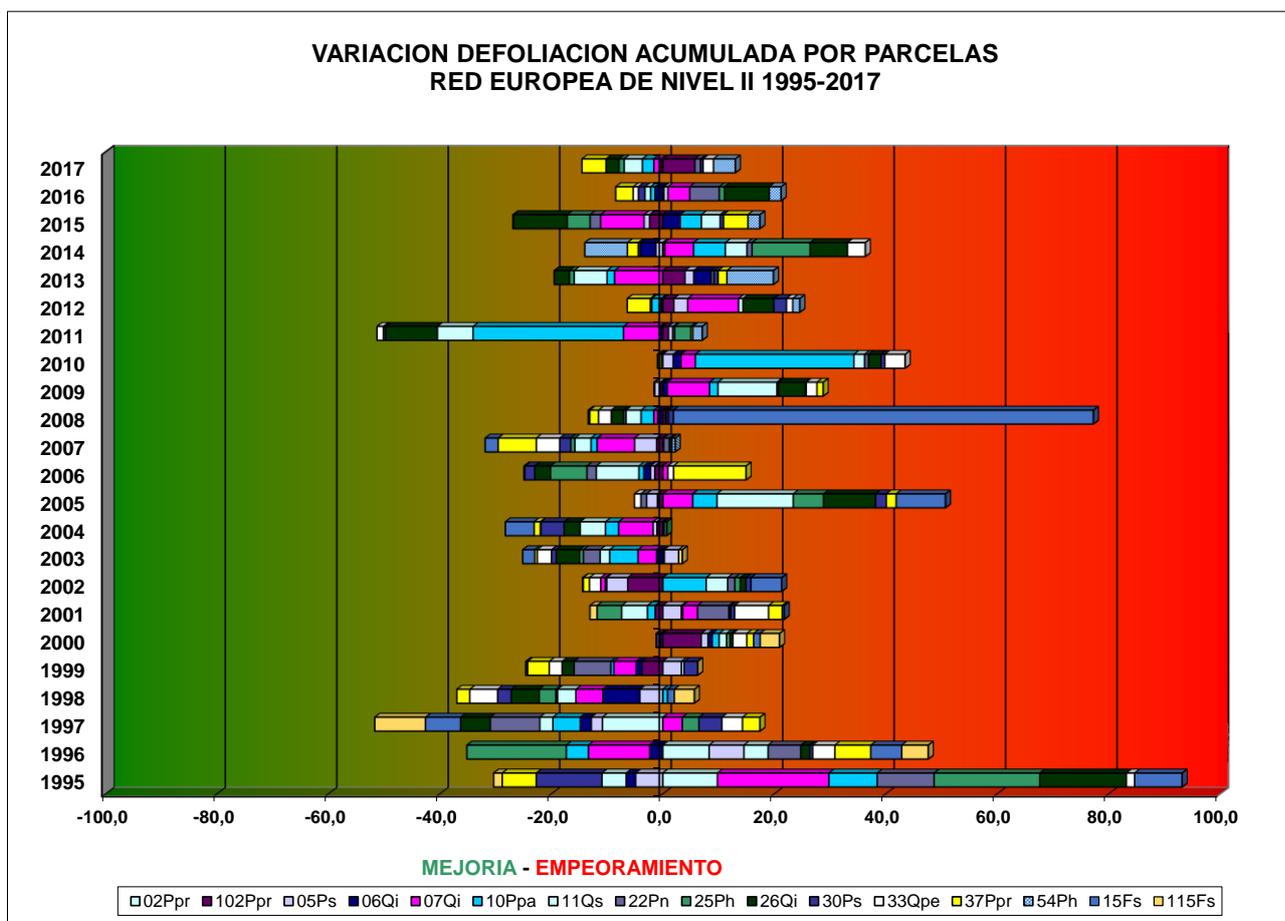


FIG 9: Comportamiento anual del conjunto de variaciones de la defoliación. El desplazamiento hacia la izquierda o derecha del eje de ordenadas indica la tendencia general a la mejoría o empeoramiento respectivamente en un año determinado con respecto al precedente.

3.2. Agentes dañinos.

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados y por especies forestales, se observa en la revisión del año en curso:

1. En la presente revisión y sobre *Pinus halepensis* se observa la casi generalizada presencia de daños por sequía, asociado a microfilias y decoloraciones amarillentas de las acículas de mayor edad; la situación de debilidad generada, unida a poblaciones preexistentes en las parcelas, han favorecido el desarrollo de insectos perforadores como *Tomicus destruens* presentes en casi uno de cada tres pinos evaluados, de quienes se ven ramillos terminales atabacados en la parte superior de la copa debidos a la alimentación de maduración del insecto, junto con brotes caídos por el suelo y perforados en su base, sin que se hayan localizado focos de pies muertos debidos al desarrollo de las galerías larvarias. De forma más aislada se ha observado la presencia de perforaciones de *Dioryctria splendidella*, daños en el margen de las acículas debidos a defoliadores braquiderinos, escamaciones blanquecinas por *Leucaspis pini* junto con punteaduras necróticas causadas por insectos chupadores en las acículas de mayor edad. De entre las enfermedades se observan los típicos penachos muertos y laxos en el extremo distal de los ramillos más bajos debidos a la acción de *Sirococcus conigenus* en

niveles algo inferiores a los de la revisión anterior, junto con alguna tuberculosis por *Bacillus vuilemini* y escobas de bruja asociadas a *Candidatus phytoplasma*. En algún pie derribado se han visto también mordeduras de alimentación de *Monochamus sp* sin mayor importancia, aunque cabe destacar que este cerambícido puede ser vector del nematodo de la madera del pino, *Bursaphelenchus xylophilus*, una de las mayores amenazas a los pinares peninsulares.

2. Como ya ocurriera en años anteriores, *Pinus nigra* resulta ser uno de los pinos más afectados por los insectos defoliadores, apareciendo afectados algo más de las tres cuartas partes de los pies evaluados, incrementándose con respecto a la revisión anterior, y destacando la presencia de procesionaria *Thaumetopoea pityocampa* y al complejo de braquiderinos, asociados a las habituales lesiones en forma de sierra a lo largo del margen de las acículas junto con algún caso aislado de *Luperus espanoli*. Se advierten también punteaduras necróticas amarillentas ligadas a los insectos chupadores, como pone de manifiesto el característico grumo de resina que taponan el orificio de entrada del aparato succionador del insecto, y algún hongo de pudrición del tipo *Phellinus pini*. Como en el caso anterior, están prácticamente generalizados los daños por sequía, ligados a pérdida de las acículas de mayor edad en una típica estrategia de reducir las pérdidas de agua por transpiración, junto con daños salpicados por competencia por falta de luz.
3. En cuanto al conjunto de daños observados sobre *Pinus pinaster* destacan en primer lugar la presencia de fanerogamas parásitas sobre los árboles resultando la especie más afectada por estos agentes, advirtiéndose proliferación de muérdago en la provincia de Segovia, donde los efectos debilitadores de la especie en un año de prolongada sequía y sobre un pinar asentado en un suelo de naturaleza arenosa y con escasa capacidad de retención de agua son particularmente acusados y ocasionan año tras año tasas de defoliación elevadas; así como de hiedras en La Coruña, favorecidas por la elevada humedad de la estación y que en algún caso han llegado a ahogar al follaje vivo del árbol. Se advierten también daños en los troncos por operaciones de resinación, debido al creciente interés por este tradicional aprovechamiento forestal, junto con daños debidos a defoliadores braquiderinos en forma de mordeduras en diente de sierra en las acículas de mayor edad, perforaciones en unos pocos pies por *Dioryctria splendidella* o *Ips sexdentatus* junto con algunos hongos xilófagos como *Fomes pini* o *Phellinus pini* y resinosis asociadas a la acción de *Sphaeropsis sapinea* en las ubicaciones más húmedas. Destacan en la presente revisión las decoloraciones asociadas a las elevadas temperaturas en las acículas más antiguas y daños salpicados por rayo. Se advierten también daños ligados a la acción de contaminantes atmosféricos, así como daños por falta de luz o exceso de competencia.
4. La cohorte de daños observados sobre *Pinus pinea* es más reducida, destacando, como en el caso anterior, los efectos de la sequía y golpe de calor, debido a las altas temperaturas de comienzos del verano y al incendio de Moguer (Huelva) producido a finales de junio y que se frenó a corta distancia de la parcela. La presencia de procesionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa* se ha reducido frente a la revisión anterior, advirtiéndose también la presencia de defoliadores braquiderinos y del hongo defoliador *Thyriopsis halepensis* que causa la defoliación de las ramas más bajas y que se superpone a los fenómenos de autopoda.
5. En *Pinus sylvestris* se advierte presencia generalizada de decoloraciones ligadas a las altas temperaturas del verano, y como suele ser habitual una amplia cohorte de agentes dañinos, destacando sobre todo los ramillos terminales atabacados debidos al escolítido *Tomicus minor*, junto con algún defoliador sin mayor importancia. Es también significativa, más por la amplitud de los daños que provoca que por su abundancia, la roya *Cronartium flaccidum* (o su variedad cortícola *Peridermium pini*) que en ocasiones actúa como un agente primario asociado a la muerte directa del hospedante, así como la presencia de muérdago en uno de cada cinco pinos evaluados, en un nivel de acción similar al de la revisión anterior, mientras que las altas temperaturas del verano han afectado

a una fracción significativa de los pies, resultando una de las especies de pinos más afectadas por esta causa, posiblemente por tener un carácter más montano y por ello acostumbrado a temperaturas estivales más bajas, en un patrón ya observado el año pasado.

6. En cuanto al conjunto de agentes identificados sobre las hayas, *Fagus sylvatica*, destaca la presencia generalizada de defoliadores, sobre todo del minador *Rhynchaenus fagi* asociado a las típicas necrosis triangulares en el ápice de la hoja causadas por la alimentación larvaria junto con los agujeros de perdigonado en el limbo causados durante la fase de maduración del insecto, incremento de la población de pulgones, que llegan a afectar a la cuarta parte de la muestra, así como una presencia más ligera de agallícolas tales como *Mikiola fagi* o *Hartigiola annulipes*. En la presente revisión destacan los efectos de golpe de calor sobre la segunda brotación de los pies, puesto que la primera se vio afectada por las heladas de primavera; así como alguna herida por granizo
7. La presencia de insectos sobre especies de hoja ancha es, como suele ser habitual, superior a las coníferas, tal y como sucede en las **encinas**, *Quercus ilex*, sobre las que se advierte una abundante presencia de defoliadores asociados a daños en ventana sobre el limbo y mordeduras a lo largo de los bordes de la hoja, sin llegar a alcanzar el nervio central y en menor medida a la aparición de esqueletizaciones, en las que el insecto afecta al parénquima del tejido mientras deja intacta la nerviación. Destacan también –aunque están menos representados– los perforadores, sobre todo *Coroebus florentinus* de quien se ven los habituales fogonazos rojizos causados por el anillamiento de ramillas laterales, así como agallas de *Dryomyia lischtensteini* y en menor medida *Plagiotrochus quercusilicis*. Se advierte también la presencia de los típicos ramillos distales puntisecos debidos a la acción de *Botryosphaeria stevensii* y escobas de bruja por *Taphrina kruchii*, junto con hongos de pudrición en los troncos de los ejemplares más añosos y fumaginas en las hojas asociadas presumiblemente a *Capnodium sp* o *Aerobasidium sp* así como erinosis en el envés foliar causados por *Eriophyes ilicis*, junto con daños salpicados por calor. Se advierte también proliferación de hiedras en los troncos en un síntoma típico de los encinares más húmedos y que pueden llegar a alcanzar la copa principal poniendo en peligro su supervivencia; así como daños esporádicos por bacterias como *Brenneria quercina* o *Agrobacterium tumefaciens* y en menor medida daños salpicados por falta de luz.
8. Sobre *Quercus petraea* y como ya sucediera en anteriores revisiones, están ampliamente representados los defoliadores tortrícidos, y en menor medida los daños por pulgones o agallícolas, tales como *Biorhiza pallida*, junto oidios por *Microsphaera alphitoides*; todo ello sobre la segunda brotación de la especie, pues la primera se ha visto abortada por las intensas heladas de primavera. Se advierten también, como en el caso de las hayas, decoloraciones en las hojas debidas a las elevadas temperaturas de comienzos del verano, junto con daños puntuales por falta de luz.
9. En los alcornoques, *Quercus suber*, y tal y como ya se mencionara en anteriores revisiones, se encuentran muy extendidos los defoliadores tortrícidos al igual que en el caso de las encinas, así como una amplia cohorte de insectos perforadores tales como *Cerambyx sp*, *Coroebus undatus*, *C. florentinus*; junto con el tizón negruzco causado por *Hypoxylon mediterraneum* asociado a antiguas operaciones de descorche efectuadas en los últimos años, así como daños frecuentes por las elevadas temperaturas de comienzos del verano y la sequía experimentada a lo largo de la primavera, en forma de decoloraciones y deformaciones en las hojas.



FIG 10: Microfilia y caída de las acículas antiguas por sequía. Ramillo atabacado por *Botryosphaeria stevensii*. Incendio de Moguer (Huelva) en junio de 2017. Aborto de brotación por heladas tardías en mayo. Agalla del organismo de cuarentena *Dryocosmus kuriphilus*. Resinación.

3.3. Síntomas y signos.

Al igual que en el caso anterior, los síntomas y signos más representados por especies forestales se resumen a continuación:

1. Sobre *Pinus halepensis* se observa una amplia representación de síntomas y signos, de entre quienes destaca la presencia de fenómenos de microfilia, decoloración amarillenta de las acículas de mayor edad, y aborto y puntisecado de las ramillas más finas, síntomas ambos de decaimiento y asociados a problemas de sequía/golpe de calor y escasa iluminación en la ramificación de la parte baja de la copa, a lo que contribuye la acción de hongos defoliadores. Se registran también resinosis en los troncos.
2. En cuanto al conjunto de síntomas observados sobre *Pinus nigra* destacan en primer lugar la aparición de festoneados o mordeduras a lo largo del margen foliar, caída prematura de las acículas de mayor edad debido a las altas temperaturas, puntisecado de ramillas y resinosis en los troncos.
3. Con respecto a los síntomas observados sobre *Pinus pinaster* destaca en primer lugar, bajo el epígrafe de otros signos, la proliferación de fanerógamas parásitas y hiedras a las que se hacía referencia en el epígrafe anterior, junto con caída prematura y amarilleamientos de distinta naturaleza de las acículas más antiguas, así como muerte o decaimiento de ramillas de escaso diámetro, rotura de ramillas y descortezamientos y resinosis en los troncos muchos de ellos ligados al normal aprovechamiento del monte y en otras ocasiones ligados a la presencia de *Sphaeropsis sapinea*, sobre todo en las áreas más húmedas.
4. Sobre *Pinus pinea* están generalizadas las decoloraciones amarillentas de las acículas de mayor edad y microfilias debidas a las malas condiciones climáticas en el año en curso, junto con el puntisecado de ramillas y en menor medida, tumoraciones en la parte baja de los troncos, fenómeno ya apuntado en anteriores revisiones.
5. El conjunto de síntomas observado sobre *Pinus sylvestris* presenta también un patrón de distribución muy similar al observado en anteriores revisiones, y caracterizado por una amplia representación distribuida sobre unos pocos pies salpicados. Los síntomas más abundantes son el amarilleamiento de las acículas de mayor edad y su posterior caída debida sobre todo a las elevadas temperaturas registradas a comienzos del verano y las comparativamente pobres precipitaciones de primavera, a las que podrían asociarse los casos de aborto de brote del año observados, junto con la muerte de ramillas terminales muy condicionada por la presencia de escolítidos perforadores y, en menor medida, presencia de muérdago y roturas de ramas más pequeñas. Esta especie destaca, junto con el pino piñonero, por la baja incidencia de las resinosis en tronco y ramas.
6. Sobre *Fagus sylvatica* destaca la aparición de puntisecados en las ramillas debidos a las mencionadas heladas, agujeros en las hojas causados por la alimentación de la fase adulta de *Rhynchaenus fagi*, así como los típicos daños en triángulo por la acción de la fase larvaria de este curculiónido, decoloraciones de distinta naturaleza asociadas a las altas temperaturas de comienzos del verano, descortezamientos y pudriciones en los troncos.
7. Los síntomas sobre *Quercus ilex* tal y como ya se advirtiera en anteriores revisiones, están también ampliamente representados toda vez que la especie es la más representada en la red, presente en tres parcelas alejadas geográficamente entre sí. Destaca sobre todo el puntisecado de ramillas finas, muy ligado a problemas puntuales de falta de luz sobre la ramificación más baja o acción de hongos

desestabilizadores, presencia de hiedras en las parcelas con mayor grado de humedad; plegamientos en las hojas ligados a sequía y golpe de calor en un clásico mecanismo de reducción de las pérdidas por transpiración a través de la reducción de la superficie foliar, mordeduras en el margen foliar ocasionadas por defoliadores, descortezamientos y tumores en las partes leñosas.

8. De entre los síntomas presentes sobre *Quercus petraea* destacan sobre todo los puntisecados de ramillas debidas a las heladas de primavera, tal como ha ocurrido con las hayas, mordeduras de distinta naturaleza debidas a insectos defoliadores y cobertura blanca por oidio, sobre todo en las ramas más bajas, junto con decoloraciones causadas por las altas temperaturas de comienzos del verano.
9. En *Quercus suber* se presenta un patrón de síntomas similar a los de la encina, en un mecanismo asociado a la similitud de sus respectivos hábitats: plegamiento de las hojas a lo largo del nervio central para reducir las pérdidas de agua por transpiración, mordeduras y esqueletizaciones debidas a la acción de defoliadores y puntisecado de ramillos; junto con exudaciones bacterianas y tumoraciones en los troncos ligadas al aprovechamiento corchero.

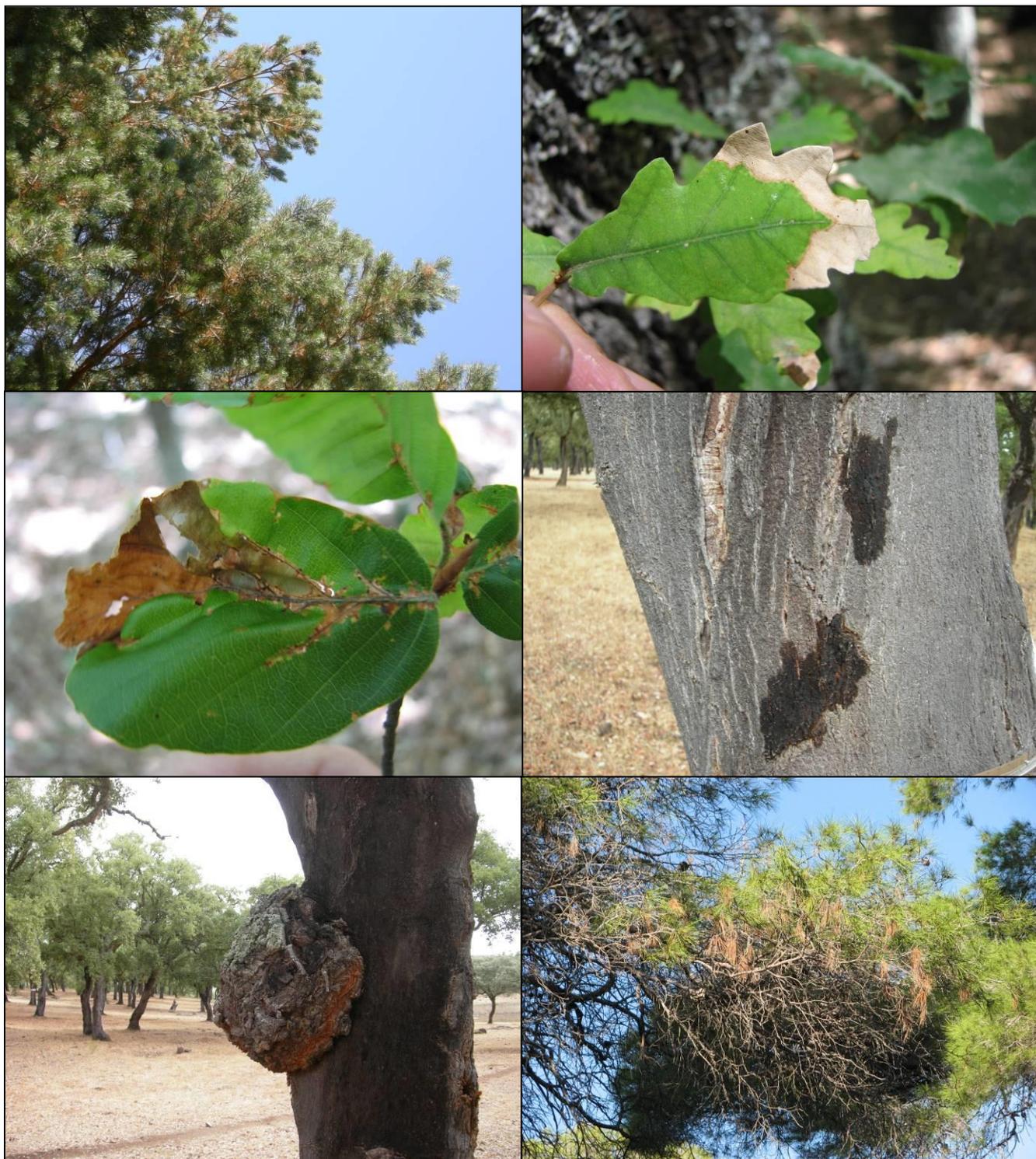


FIG 11: Amarilleamiento de acículas y decoloración apical en hojas por golpe de calor. Minaduras por *Rhynchaenus fagi*. Exudaciones bacterianas. Tumoración en tronco. Ramillos terminales muertos por *Sirococcus conigenus*.

| | | <i>Pinus halepensis</i> | <i>Pinus nigra</i> | <i>Pinus pinaster</i> | <i>Pinus pinea</i> | <i>Pinus sylvestris</i> | <i>Eucalyptus sp</i> | <i>Fagus sylvatica</i> | <i>Quercus ilex</i> | <i>Quercus petraea</i> | <i>Quercus robur</i> | <i>Quercus suber</i> | |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|----------------------|--|
| ANIM. | Ciervo | | | | | | | | | | | | |
| | Aves | | | | | | | | | | | | |
| | Picidae | | | | | | | | | | | | |
| | Otros vertebrados | | | | | | | | | | | | |
| INSECTOS | Insectos | | | | | | | | | | | | |
| | Defoliadores | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Brachyderes suturalis</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Luperus espanoli</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Thaumetopoea pityocampa</i> | | | | | | | | | | | | |
| | Perforadores | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Cerambyx welensii</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Coreobus florentinus</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Coreobus undatus</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Dioryctria splendidella</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Ips sexdentatus</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Platypus cylindrus</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Tomicus destruens</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Tomicus minor</i> | | | | | | | | | | | | |
| | Chupadores | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Glycaspis brimblecombei</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Leucaspis pini</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Pulgones</i> | | | | | | | | | | | | |
| | Minadores | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Rhynchaenus fagi</i> | | | | | | | | | | | | |
| | Form. Agallas | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Andricus kollari</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Andricus sp</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Biorhiza pallida</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Dryomyia lischtensteini</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Hartigiola annulipes</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Mikiola fagi</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Plagiotrochus quercusili</i> | | | | | | | | | | | | |
| | ENFERMEADES | Hongos/Royas acic | | | | | | | | | | | |
| | | <i>Thyriopsis halepensis</i> | | | | | | | | | | | |
| | | Royas tronco y brotes | | | | | | | | | | | |
| | | <i>Cronartium flaccidum</i> | | | | | | | | | | | |
| Tizón | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Botryosphaeria stevensii</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Hypoxylon mediterraneum</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sirococcus conigenus</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sphaeropsis sapinea</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Hongos pudrición | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fomes pini</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Ganoderma sp</i> | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Phellinus pini</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Oidio | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Microsphaera alphitoides</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Dieback/Chancro | | | | | | | | | | | | | |
| Deformaciones | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Taphrina kruchii</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Otros hongos | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Fumaginas</i> | | | | | | | | | | | | | |
| AGABIOTICOS | Fact. físicos | | | | | | | | | | | | |
| | Sequía | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Hel.tardía</i> | | | | | | | | | | | | |
| | Granizo | | | | | | | | | | | | |
| | Calor | | | | | | | | | | | | |
| | Rayo | | | | | | | | | | | | |
| | Nieve/Hielo | | | | | | | | | | | | |
| | Viento/Tornado | | | | | | | | | | | | |
| Otros fact.abióticos | | | | | | | | | | | | | |
| ANTROPICOS | Daños antrópicos | | | | | | | | | | | | |
| | Cortas | | | | | | | | | | | | |
| | Podas | | | | | | | | | | | | |
| | Resinación | | | | | | | | | | | | |
| | Op. en pies próximos | | | | | | | | | | | | |
| | Daños mecánicos/vehículo | | | | | | | | | | | | |
| | Const. caminos | | | | | | | | | | | | |
| Otros daños antrópicos | | | | | | | | | | | | | |
| C F | Fuego | | | | | | | | | | | | |
| C | Contaminantes | | | | | | | | | | | | |
| OTROS DAÑOS | Plantas parásitas | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Viscum album</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Hedera helix</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Smilax aspera</i> | | | | | | | | | | | | |
| | Bacterias | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Bacillus vuilemini</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Brenneria quercinea</i> | | | | | | | | | | | | |
| | <i>Agrobacterium tumefacien</i> | | | | | | | | | | | | |
| | Falta luz | | | | | | | | | | | | |
| | Inter.físicas | | | | | | | | | | | | |
| Compet/Espesura | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Eriophyes ilicis</i> | | | | | | | | | | | | | |
| D | Ag.desconocido | | | | | | | | | | | | |

| | | <i>Pinus halepensis</i> | <i>Pinus nigra</i> | <i>Pinus pinaster</i> | <i>Pinus pinea</i> | <i>Pinus sylvestris</i> | <i>Eucalyptus sp</i> | <i>Fagus sylvatica</i> | <i>Quercus ilex</i> | <i>Quercus petraea</i> | <i>Quercus robur</i> | <i>Quercus suber</i> |
|---|--------------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|------------------------|----------------------|----------------------|
| Hojas/Acículas Comidas/perdidas | Agujeros/Parc. comidas | | | | | | | | | | | |
| | Muestras | | | | | | | | | | | |
| | Esqueletizadas | | | | | | | | | | | |
| | Minadas | | | | | | | | | | | |
| | Caída prematura | | | | | | | | | | | |
| Hojas/Acículas Comidas/perdidas | | | | | | | | | | | | |
| Hojas/Acículas Decoloración Verde-amarillo | Completa | | | | | | | | | | | |
| | Punteado | | | | | | | | | | | |
| | Bandeado | | | | | | | | | | | |
| | Apical Parcial | | | | | | | | | | | |
| Hojas/Acículas Decoloración Verde-amarillo | | | | | | | | | | | | |
| Hojas/Acículas Decoloración Rojo-marrón | Completa | | | | | | | | | | | |
| | Punteado | | | | | | | | | | | |
| | Intervial | | | | | | | | | | | |
| | Apical Parcial | | | | | | | | | | | |
| Hojas/Acículas Decoloración Rojo-marrón | | | | | | | | | | | | |
| Bronceado | Punteado | | | | | | | | | | | |
| | Apical | | | | | | | | | | | |
| | Parcial | | | | | | | | | | | |
| Hojas/Acículas Bronceado | | | | | | | | | | | | |
| Microfilia | Hojas/Acículas Microfilia | | | | | | | | | | | |
| | Hojas/Acículas Microfilia | | | | | | | | | | | |
| Deformaciones | Hojas Enrolladas | | | | | | | | | | | |
| | Hojas Plegadas | | | | | | | | | | | |
| | Hojas Agallas | | | | | | | | | | | |
| | Otras deformaciones | | | | | | | | | | | |
| | Chancros | | | | | | | | | | | |
| | Tumores | | | | | | | | | | | |
| | Escobas de bruja | | | | | | | | | | | |
| | Fendas longitudinales | | | | | | | | | | | |
| | Rizadas | | | | | | | | | | | |
| Deformaciones | | | | | | | | | | | | |
| Signos insectos | Adultos, larvas, ninfas, cap | | | | | | | | | | | |
| | Perforaciones, serrín | | | | | | | | | | | |
| | Nidos | | | | | | | | | | | |
| | Galerías | | | | | | | | | | | |
| Signos insectos | | | | | | | | | | | | |
| Signos hongos | Cob. blanca hojas | | | | | | | | | | | |
| | C. fructificación | | | | | | | | | | | |
| | Descortezamientos | | | | | | | | | | | |
| Signos hongos | | | | | | | | | | | | |
| Otros signos | Otros signos | | | | | | | | | | | |
| | Otros signos | | | | | | | | | | | |
| Rotura | Rotura | | | | | | | | | | | |
| | Rotura en tronco y ramas | | | | | | | | | | | |
| Muertas/morib. | Muertas/moribundas | | | | | | | | | | | |
| | Ramillas muertas/moribundas | | | | | | | | | | | |
| Aborto de ramillas | Aborto de ramillas | | | | | | | | | | | |
| | Aborto de ramillas | | | | | | | | | | | |
| Heridas | Descortezamientos | | | | | | | | | | | |
| | Grietas | | | | | | | | | | | |
| | Otras heridas | | | | | | | | | | | |
| Heridas en tronco y ramas | | | | | | | | | | | | |
| Resinosis | Resinosis | | | | | | | | | | | |
| | Resinosis en tronco y ramas | | | | | | | | | | | |
| Exudaciones | Exudaciones | | | | | | | | | | | |
| | Exudaciones en tronco y ramas | | | | | | | | | | | |
| Pudriciones | Pudriciones | | | | | | | | | | | |
| | Pudriciones en tronco y ramas | | | | | | | | | | | |
| Tronco inclinado | Tronco inclinado | | | | | | | | | | | |
| | Tronco inclinado | | | | | | | | | | | |

| | |
|--|------------------|
| | 0,01 - 25,00 % |
| | 25,01 - 50,00 % |
| | 50,01 - 75,00 % |
| | 75,01 - 100,00 % |

FIG 12: Distribución y abundancia por especies de agentes, síntomas y signos.

4. Deposición atmosférica.

El ciclo de nutrientes y la acidez del suelo son factores importantes que influyen en la distribución de los bosques, su crecimiento y su estado fitosanitario. Durante la década de los 80 se determinó que la deposición de contaminantes era uno de los factores que podían desestabilizar los ecosistemas forestales; los estudios realizados se focalizaron en los efectos de la acidez de la deposición atmosférica sobre la funcionalidad de las hojas, el intercambio iónico entre la deposición y la superficie foliar y el aporte externo de nutrientes sobre el suelo, especialmente el nitrógeno.

La preocupación por el evidente deterioro que manifestaban muy diferentes ecosistemas y formaciones forestales, junto con su amplia distribución geográfica en toda Europa, así como el incremento de la actividad industrial y urbana a lo largo de todo el siglo XX hicieron pensar en la contaminación atmosférica como uno de los factores desencadenantes o al menos coadyuvantes en la profusión de daños observados sobre el arbolado (defoliaciones o pérdida exagerada de hojas, decoloraciones respecto a la coloración normal que venía presentando el arbolado, envejecimiento del arbolado,... en un conjunto de síntomas que recibió el nombre de “muerte de los bosques”), que no obedecían a una causa clara de daños o atribuible a uno de los agentes considerados “clásicos” hasta el momento, tal como una plaga o enfermedad forestal.

Esta preocupación dio lugar a la Convención Internacional sobre Transporte de la Contaminación Atmosférica a Larga Distancia (LRTAP), a través de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (UNECE), que desarrolló, entre otros programas de cooperación internacional, el Programa Internacional de Cooperación sobre Bosques, ICP-Forests (1985), que estableció una metodología común para estudiar y evaluar los daños en la superficie forestal de los 41 países signatarios entre los que se encontraba España.

Entre las metodologías de evaluación desarrolladas se encuentra la determinación de la deposición atmosférica en las áreas forestales, mediante la determinación analítica de una serie de parámetros, regulados por los Reglamentos Comunitarios 3528/86 *de Protección de los Bosques de la Comunidad contra la Contaminación Atmosférica* y 1091/94 *de aplicación del Reglamento 3528/86* plasmados en su vertiente ejecutiva en el Manual de las Redes (*Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*)

La deposición atmosférica es un conjunto de procesos que conducen al depósito de materiales ajenos (a través de hidrometeoros, aerosoles o movimiento de gases) sobre la superficie descubierta del suelo o sobre la superficie exterior de árboles y plantas (troncos, ramas y hojas).

La cantidad de materiales recibidos por unidad de superficie en un periodo de tiempo determinado se denomina **tasa de deposición**. La deposición depende de la concentración de contaminantes en una estación y momento determinados, lo que a su vez depende de la situación y actividad de las fuentes de emisión (grandes núcleos urbanos, centrales térmicas o industrias) así como de las condiciones atmosféricas, que determinan no sólo el movimiento de los contaminantes sino la reactividad entre los mismos.

Asimismo en la deposición se consideran tres componentes:

- ✓ **Deposición seca:** en ella, los gases y aerosoles pasan directamente de la atmósfera a la superficie del suelo, del agua o de la vegetación. La tasa de deposición seca es función de la concentración de contaminantes en la atmósfera, la naturaleza físico-química de la sustancia que se deposita, la capacidad de la superficie receptora de capturar o absorber gases y partículas y de la capacidad de transporte turbulento de la capa límite. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas próximas a los focos de emisión.

- ✓ **Deposición húmeda:** aquella que es arrastrada por la lluvia o por la nieve. En ella, el arrastre por precipitación va precedido de un proceso de lavado en virtud del cual las sustancias contaminantes se unen a las nubes o gotas de precipitación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas alejadas de los focos de emisión.
- ✓ **Deposición por nubes, niebla y oculta:** la vegetación intercepta directamente el agua y los contaminantes de las nubes, de la niebla, el rocío y la escarcha.

Además, tanto en la deposición seca como en la húmeda se diferencian dos componentes en función de si dependen o no de las características de la superficie receptora. Son independientes de la misma el arrastre por precipitación de lluvia o nieve en la deposición húmeda y el polvo en la deposición seca; mientras que dependen de la superficie receptora la deposición oculta y recogida en nieblas en la deposición húmeda y los gases adsorbidos y absorbidos y el polvo acumulado en la deposición seca.

Los procesos físico-químicos que se desarrollan en la superficie de la cubierta vegetal son además enormemente complejos. En la superficie de las copas se produce la acumulación de polvo y la absorción y adsorción de gases de la deposición seca, la entrada de deposición húmeda y el lavado por la lluvia de la deposición seca acumulada durante los periodos sin precipitación. Se produce además una concentración de los elementos disueltos o en suspensión por efecto de evaporación del agua interceptada y tiene lugar también un flujo de doble sentido entre el interior y el exterior de la vegetación que origina el intercambio de sustancias a través de los poros de las hojas con adsorción de fuera hacia adentro y lixiviación de dentro hacia fuera. La complejidad de estos procesos dificulta la determinación del origen de los contaminantes y la cuantificación de las fracciones que entran por diferentes vías y en distintas formas.

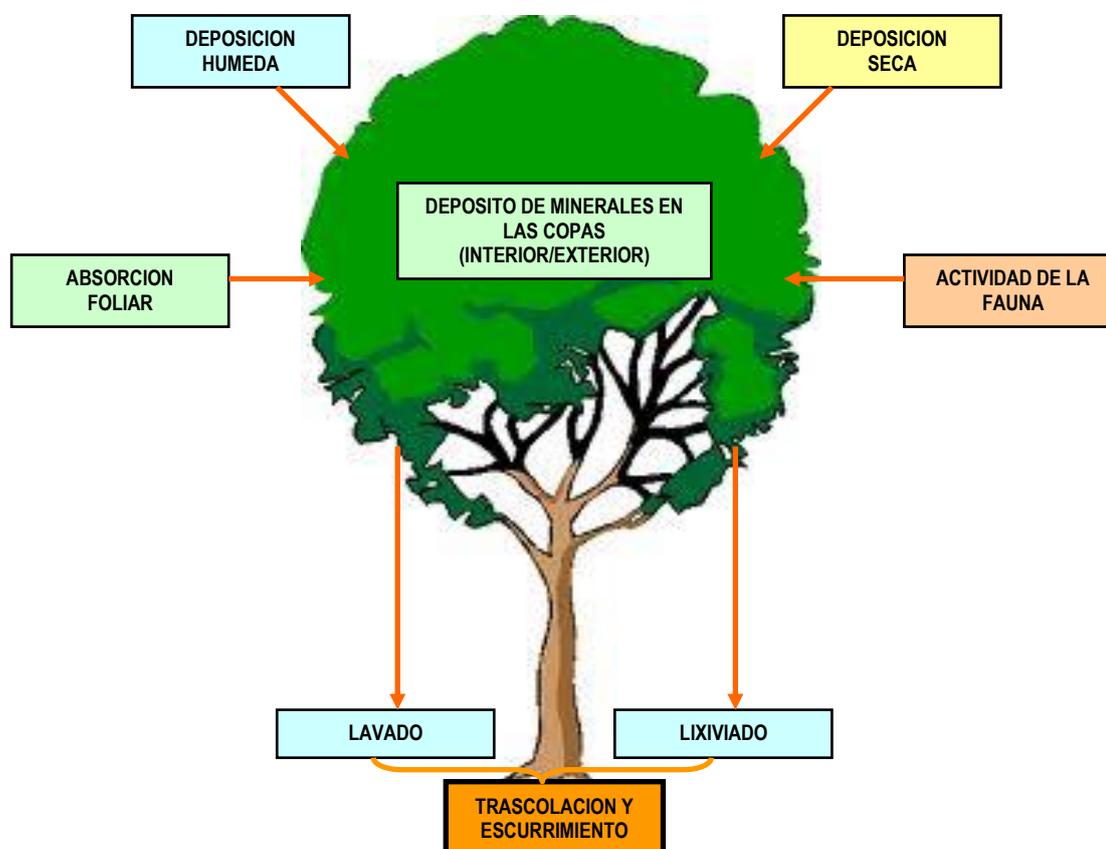


FIG 13: Vías de entrada/salida al ecosistema

Para desarrollar un programa de seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de los bosques, es necesario disponer de una estimación de la cantidad de contaminantes que entran periódicamente por unidad de superficie. La enorme dificultad en gestionar áreas forestales de considerable extensión, junto con la necesidad de disponer de datos de forma casi continua, así como la necesidad de desarrollar sistemas de medición lo más económicos posible, que permitan el seguimiento de la deposición durante periodos de tiempo largos, representativos de los ecosistemas, han llevado al desarrollo del **método de trascolación**, que permiten la estimación de la deposición total midiendo el volumen de precipitación a través de tres vías de entrada al ecosistema junto con la concentración de iones en esos flujos, de forma que se pueda:

- ✓ Calcular la deposición húmeda
- ✓ Estimar la deposición seca
- ✓ Caracterizar los procesos de interacción que tienen lugar en las copas

Como vías de entrada al ecosistema se tomarán:

- ✓ Precipitación bajo dosel arbóreo (denominada trascolación o *throughfall*) en la que se recoge el agua que llega al suelo tras atravesar el follaje de la masa forestal, tras mojar la superficie de las copas e interactuar con ellas, arrastrando parte de la deposición seca previamente depositada
- ✓ Precipitación en campo abierto (denominada precipitación incidente o *bulk deposition*) que llega al suelo sin atravesar el dosel arbóreo y que se correspondería con la anteriormente denominada deposición húmeda.
- ✓ Escurrimiento a través de los troncos, de parte de la precipitación de trascolación, que en la práctica resulta ser de escasa entidad, sólo de cierta importancia en especies de corteza lisa tal como las hayas.

4.1. Variables analizadas.

Para la caracterización de las deposiciones, y la calidad del agua que llega al ecosistema, el Manual de Referencia antedicho señala como obligatorios los siguientes parámetros de medición:

pH (potencial de Hidrógeno).

Medida de la acidez (o basicidad) de una disolución, considerándose que la misma es neutra cuando alcanza un valor de 7,0. Valores inferiores indican acidez mientras que valores superiores indican basicidad.

En general se admite que se está ante episodios de *lluvia ácida* cuando se registran valores iguales o inferiores a 5,65.

El Reglamento Técnico Sanitario de Aguas Potables (RTSAP, 2003) considera que un agua destinada al consumo humano debe tener un pH comprendido entre 6,5 y 9,5.

Conductividad.

Indica la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica. Dado que ésta se transporta a través de los iones que tiene en disolución, la conductividad aumenta cuando mayor es la concentración de iones en la disolución y es por tanto un índice general de la presencia de sustancias disueltas. Mayores valores indican por tanto una mayor presencia de solutos en el agua.

Como valores estándar se considera que el agua potable tiene una conductividad de 50-500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mientras que el agua de mar alcanza valores de 50.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. El valor máximo autorizado por el RTSAP es de 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Calcio, Magnesio y Potasio.

Sustancias que se encuentran en el agua de lluvia debido fundamentalmente a su origen terrígeno, al formar parte de la mayoría de los suelos, especialmente en zonas de terreno calizo.

Sodio y Cloro.

Tienen un origen marino en la mayoría de los casos, dependiendo su concentración esencialmente de la distancia a la línea de costa. El papel tóxico que ambos iones juegan sobre la vegetación es ampliamente conocido y el RTSAP marca como valores límite 200 mg/l en el caso del sodio y 250 mg/l en el del cloro-cloruro.

Amonio.

Tiene su origen en emisiones contaminantes a la atmósfera, provenientes fundamentalmente de actividades agrícolas o ganaderas. Tiene también un papel en la acidificación del suelo durante los procesos de oxidación bacteriana. El RTSAP marca como valor límite el de 0,50 mg/l.

Nitratos y Sulfatos.

Producidos fundamentalmente por la actividad industrial, doméstica y de transporte, ligados en la mayoría de los casos a procesos de combustión, y que son responsables en su mayor parte de la acidificación de la deposición que llega a los ecosistemas forestales: los óxidos de nitrógeno y azufre emitidos a la atmósfera por el empleo de combustibles fósiles se transforman en ácidos nítrico y sulfúrico respectivamente.

La emisión de estos compuestos ha ido incrementándose conforme aumentaba la actividad industrial y de transporte y la entrada en vigor de la Convención LRTAP permitieron una disminución en las tasas de emisión a partir de los años 90. No debe olvidarse tampoco el papel precursor que los óxidos de nitrógeno junto con la radiación solar tienen en la formación de un contaminante secundario, el ozono, que a diferencia de los anteriores actúa en forma de aerosol.

Como valor límite para los sulfatos, el RTSAP marca 250 mg/l y de 50 mg/l para los nitratos.

Alcalinidad.

La alcalinidad es la capacidad acido-neutralizante de una sustancia química en disolución acuosa, expresada en equivalentes de base por unidad de volumen, y mide la capacidad tampón o buffer de una disolución, esto es, la capacidad de ésta para mantener su pH estable frente a la adición de un ácido o una base.

No debe olvidarse tampoco que estos iones interactúan entre sí, de tal modo que se han descrito episodios en los que la deposición ácida total sobre el suelo puede verse parcial o totalmente neutralizada por aportes de polvo sahariano a larga distancia, o bien disminuciones de la capacidad acidificante de nitratos y sulfatos por adición de cationes básicos tales como el calcio o el magnesio o el efecto de la deposición marina.

4.2. Principales resultados.

Se presentan a continuación los principales resultados habidos en las distintas evaluaciones anuales – con objeto de dar la tendencia temporal de los parámetros mediante la media móvil 1997-2014, así como una descripción más pormenorizada de los resultados habidos en el último año, con la salvedad de hacer constar que debido a la dinámica de obtención de datos de laboratorio y al proceso de chequeo y remisión de los mismos al ICP-Forests, se dispone de los mismos con una demora de un año con respecto a la anualidad nominal.

También debe hacerse constar que en 2014 el periodo anual considerado es mayo-diciembre.

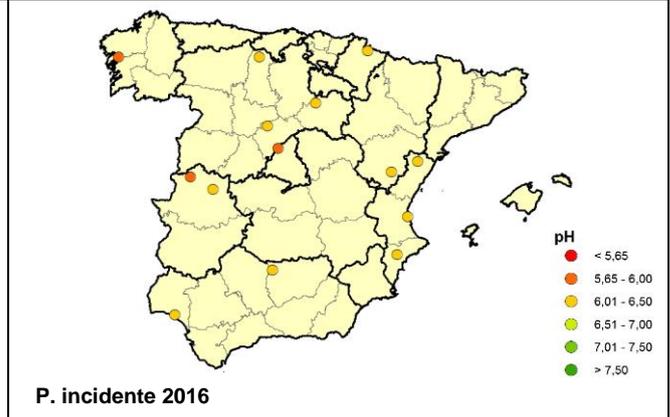
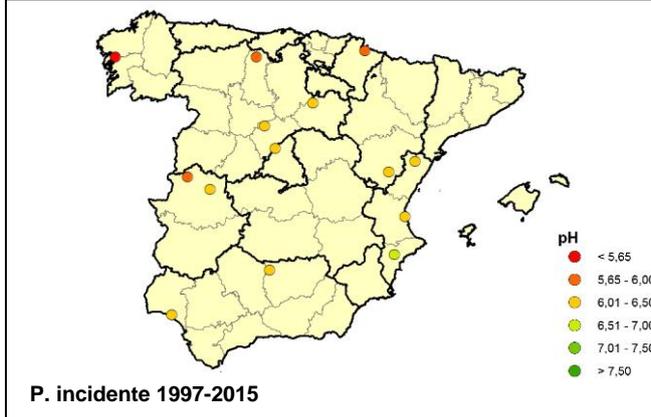
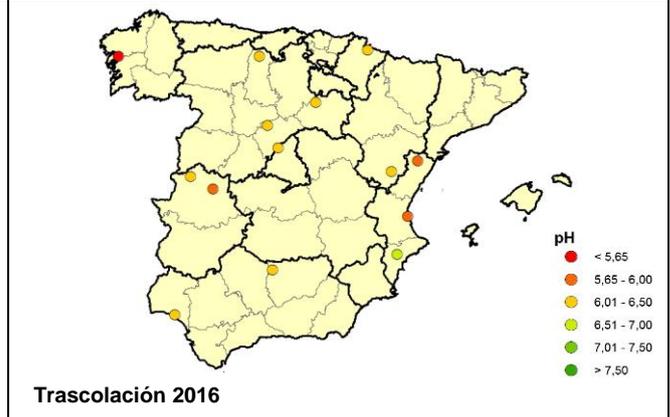
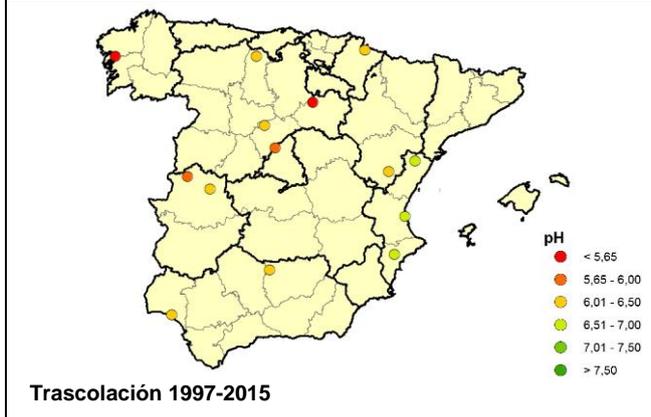
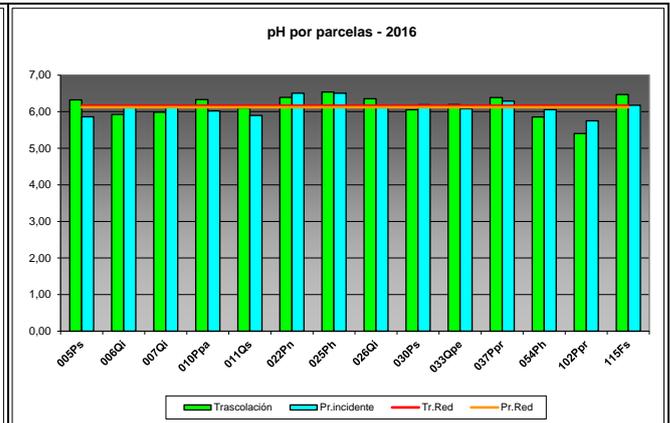
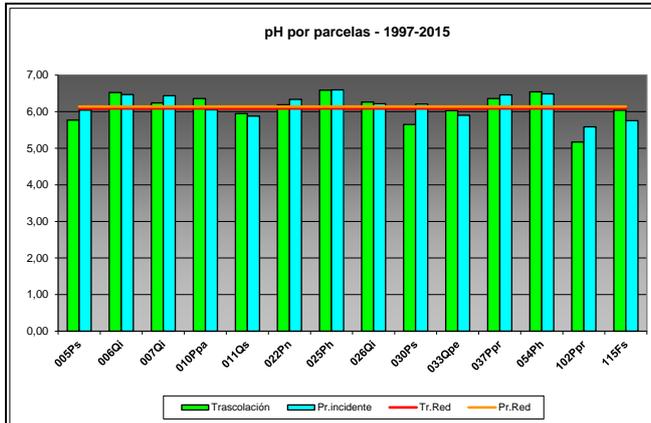
4.2.1. pH.

TABLA 3: pH. Valores medios ponderados por volumen por parcela (en rojo valores inferiores al umbral de lluvia ácida); porcentaje de precipitaciones con valor inferior al umbral de lluvia ácida; precipitación en mm en cada parcela para la serie histórica 1997-2015 y el último año 2016

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------|-----------|-------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
| | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 005Ps | 5,77 | 32,41 | 796 | 6,04 | 16,17 | 1010 | 6,09 | 6,14 |
| 006Qi | 6,52 | 3,08 | 490 | 6,47 | 10,50 | 620 | 6,09 | 6,14 |
| 007Qi | 6,24 | 0,00 | 371 | 6,44 | 0,00 | 432 | 6,09 | 6,14 |
| 010Ppa | 6,36 | 2,97 | 340 | 6,05 | 20,11 | 549 | 6,09 | 6,14 |
| 011Qs | 5,95 | 21,92 | 661 | 5,88 | 29,37 | 744 | 6,09 | 6,14 |
| 022Pn | 6,19 | 16,32 | 428 | 6,33 | 9,14 | 498 | 6,09 | 6,14 |
| 025Ph | 6,59 | 2,41 | 292 | 6,60 | 2,62 | 352 | 6,09 | 6,14 |
| 026Qi | 6,26 | 5,10 | 569 | 6,21 | 6,12 | 613 | 6,09 | 6,14 |
| 030Ps | 5,65 | 47,83 | 547 | 6,21 | 13,49 | 723 | 6,09 | 6,14 |
| 033Qpe | 6,03 | 17,05 | 869 | 5,90 | 27,22 | 1171 | 6,09 | 6,14 |
| 037Ppr | 6,36 | 2,17 | 313 | 6,46 | 3,20 | 408 | 6,09 | 6,14 |
| 054Ph | 6,54 | 0,00 | 314 | 6,49 | 4,15 | 435 | 6,09 | 6,14 |
| 102Ppr | 5,17 | 76,07 | 1718 | 5,58 | 57,78 | 2127 | 6,09 | 6,14 |
| 115Fs | 6,04 | 18,08 | 1599 | 5,75 | 31,70 | 1782 | 6,09 | 6,14 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------|-----------|-------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
| | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 005Ps | 6,32 | 30,00 | 1172 | 5,86 | 20,00 | 1429 | 6,16 | 6,12 |
| 006Qi | 5,92 | 18,18 | 461 | 6,12 | 18,18 | 572 | 6,16 | 6,12 |
| 007Qi | 5,98 | 0,00 | 471 | 6,13 | 0,00 | 789 | 6,16 | 6,12 |
| 010Ppa | 6,33 | 0,00 | 410 | 6,02 | 0,00 | 632 | 6,16 | 6,12 |
| 011Qs | 6,10 | 0,00 | 840 | 5,90 | 0,00 | 978 | 6,16 | 6,12 |
| 022Pn | 6,39 | 0,00 | 476 | 6,50 | 0,00 | 535 | 6,16 | 6,12 |
| 025Ph | 6,54 | 0,00 | 280 | 6,50 | 10,00 | 362 | 6,16 | 6,12 |
| 026Qi | 6,35 | 0,00 | 851 | 6,12 | 10,00 | 890 | 6,16 | 6,12 |
| 030Ps | 6,05 | 8,33 | 541 | 6,19 | 0,00 | 907 | 6,16 | 6,12 |
| 033Qpe | 6,19 | 0,00 | 909 | 6,08 | 0,00 | 1203 | 6,16 | 6,12 |
| 037Ppr | 6,39 | 0,00 | 332 | 6,29 | 0,00 | 537 | 6,16 | 6,12 |
| 054Ph | 5,85 | 20,00 | 448 | 6,06 | 10,00 | 476 | 6,16 | 6,12 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------|-----------|-------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
| | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 102Ppr | 5,40 | 66,67 | 2027 | 5,75 | 75,00 | 2577 | 6,16 | 6,12 |
| 115Fs | 6,47 | 0,00 | 1675 | 6,18 | 8,33 | 1959 | 6,16 | 6,12 |



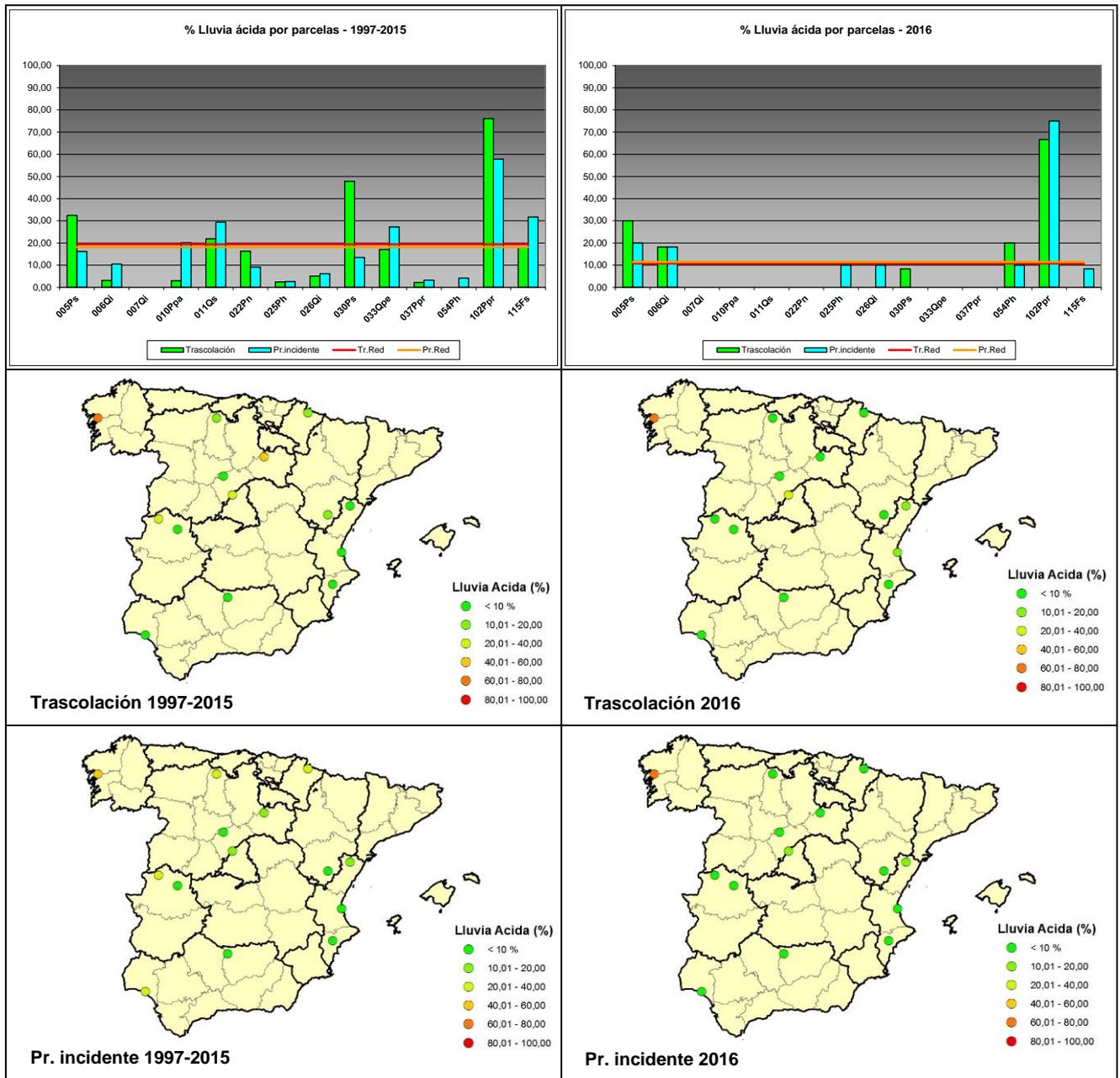


FIG 14: pH. Valores medios por parcela y porcentaje de precipitaciones por debajo del umbral de lluvia ácida serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.2.2. Conductividad.

TABLA 4: Conductividad. Valores medios ponderados por volumen por parcela; precipitación en mm en cada parcela para la serie histórica 1997-2015 y el último año 2016

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|------------|----------------|------------------------------|------------|----------------|-----------|-------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
| | Media pond | Deposición | Precipit. (mm) | Media pond | Deposición | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 005Ps | 21,56 | | 796 | 12,42 | | 1010 | 45,34 | 23,05 |
| 006Qi | 36,96 | | 490 | 24,20 | | 620 | 45,34 | 23,05 |
| 007Qi | 24,25 | | 371 | 16,26 | | 432 | 45,34 | 23,05 |
| 010Ppa | 61,16 | | 340 | 35,29 | | 549 | 45,34 | 23,05 |
| 011Qs | 20,37 | | 661 | 16,63 | | 744 | 45,34 | 23,05 |
| 022Pn | 38,58 | | 428 | 26,27 | | 498 | 45,34 | 23,05 |
| 025Ph | 69,74 | | 292 | 31,85 | | 352 | 45,34 | 23,05 |
| 026Qi | 30,05 | | 569 | 18,66 | | 613 | 45,34 | 23,05 |
| 030Ps | 24,78 | | 547 | 22,26 | | 723 | 45,34 | 23,05 |
| 033Qpe | 16,85 | | 869 | 13,32 | | 1171 | 45,34 | 23,05 |
| 037Ppr | 40,28 | | 313 | 24,43 | | 408 | 45,34 | 23,05 |
| 054Ph | 215,54 | | 314 | 37,59 | | 435 | 45,34 | 23,05 |
| 102Ppr | 49,43 | | 1718 | 26,12 | | 2127 | 45,34 | 23,05 |
| 115Fs | 21,83 | | 1599 | 16,43 | | 1782 | 45,34 | 23,05 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|------------|----------------|------------------------------|------------|----------------|-----------|-------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
| | Media pond | Deposición | Precipit. (mm) | Media pond | Deposición | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 005Ps | 11,64 | | 1172 | 4,42 | | 1429 | 47,39 | 15,22 |
| 006Qi | 54,67 | | 461 | 25,35 | | 572 | 47,39 | 15,22 |
| 010Ppa | 19,17 | | 471 | 14,17 | | 789 | 47,39 | 15,22 |
| 007Qi | 43,76 | | 410 | 16,63 | | 632 | 47,39 | 15,22 |
| 011Qs | 12,34 | | 840 | 6,18 | | 978 | 47,39 | 15,22 |
| 022Pn | 26,96 | | 476 | 15,47 | | 535 | 47,39 | 15,22 |
| 025Ph | 48,60 | | 280 | 17,71 | | 362 | 47,39 | 15,22 |
| 026Qi | 21,37 | | 851 | 9,47 | | 890 | 47,39 | 15,22 |
| 030Ps | 31,03 | | 541 | 12,57 | | 907 | 47,39 | 15,22 |
| 033Qpe | 17,07 | | 909 | 5,21 | | 1203 | 47,39 | 15,22 |
| 037Ppr | 38,71 | | 332 | 7,65 | | 537 | 47,39 | 15,22 |
| 054Ph | 279,45 | | 448 | 52,54 | | 476 | 47,39 | 15,22 |
| 102Ppr | 36,73 | | 2027 | 16,57 | | 2577 | 47,39 | 15,22 |
| 115Fs | 21,90 | | 1675 | 9,11 | | 1959 | 47,39 | 15,22 |

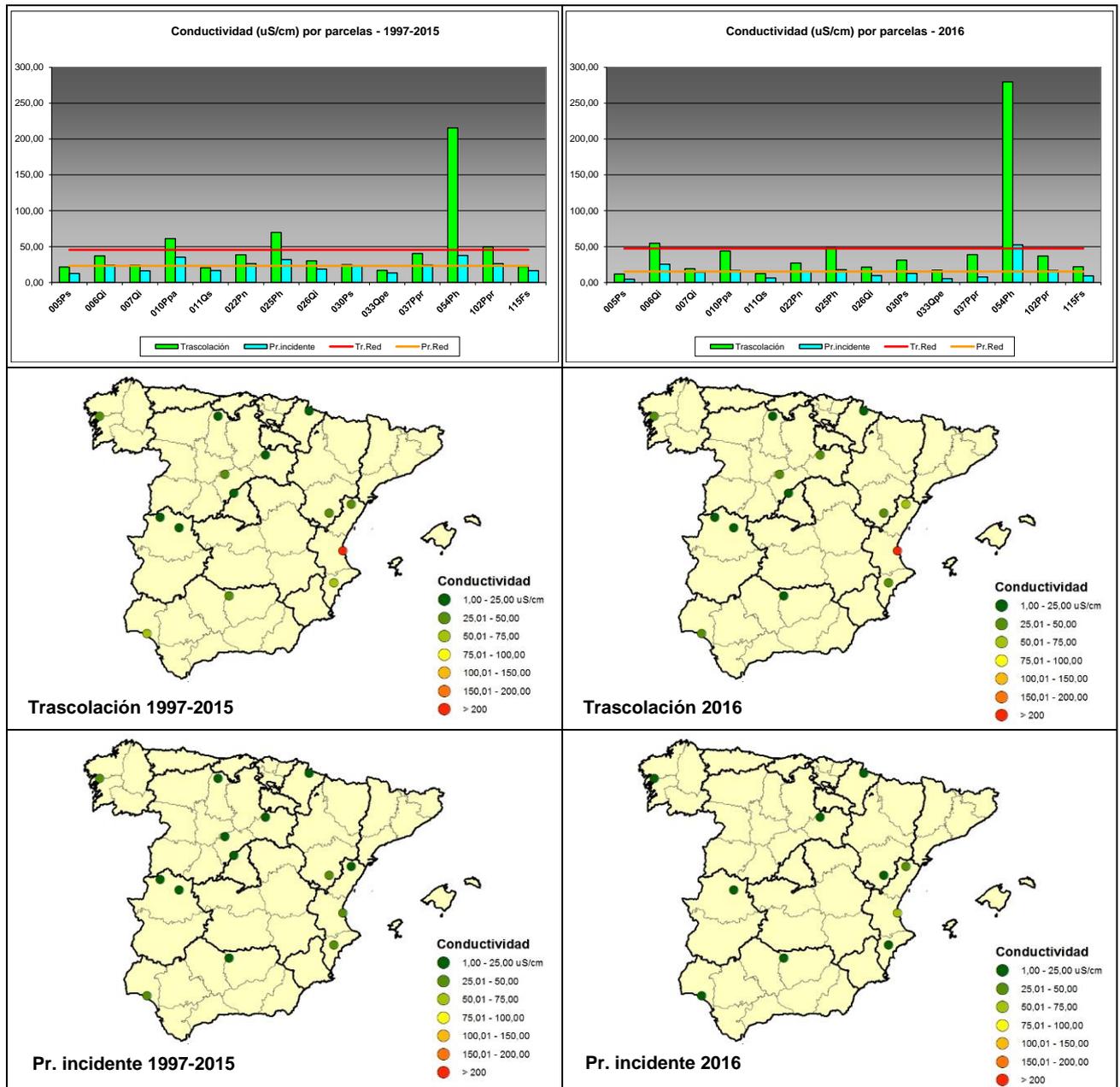


FIG 15: Conductividad. Valores medios por parcela serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.2.3. Potasio.

TABLA 5: Caracterización Potasio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 1997-2015 y año 2016

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 2,51 | 18,95 | 796 | 0,73 | 7,67 | 1010 | 11,28 | 16,60 | 6,59 |
| 006Qi | 3,64 | 14,33 | 490 | 0,30 | 1,54 | 620 | 12,78 | 16,60 | 6,59 |
| 007Qi | 4,11 | 15,90 | 371 | 0,80 | 3,65 | 432 | 12,25 | 16,60 | 6,59 |
| 010Ppa | 4,85 | 15,61 | 340 | 1,24 | 6,18 | 549 | 9,43 | 16,60 | 6,59 |
| 011Qs | 2,17 | 14,05 | 661 | 0,82 | 6,13 | 744 | 7,92 | 16,60 | 6,59 |
| 022Pn | 2,56 | 10,33 | 428 | 1,10 | 5,14 | 498 | 5,19 | 16,60 | 6,59 |
| 025Ph | 2,44 | 6,75 | 292 | 1,18 | 3,77 | 352 | 2,98 | 16,60 | 6,59 |
| 026Qi | 3,35 | 17,53 | 569 | 0,97 | 6,02 | 613 | 11,51 | 16,60 | 6,59 |
| 030Ps | 2,56 | 13,52 | 547 | 1,04 | 7,63 | 723 | 5,89 | 16,60 | 6,59 |
| 033Qpe | 1,62 | 13,91 | 869 | 0,71 | 8,72 | 1171 | 5,19 | 16,60 | 6,59 |
| 037Ppr | 2,46 | 7,47 | 313 | 1,32 | 5,26 | 408 | 2,21 | 16,60 | 6,59 |
| 054Ph | 5,44 | 15,27 | 314 | 0,43 | 1,87 | 435 | 13,41 | 16,60 | 6,59 |
| 102Ppr | 1,87 | 33,15 | 1718 | 0,76 | 16,38 | 2127 | 16,77 | 16,60 | 6,59 |
| 115Fs | 2,09 | 34,12 | 1599 | 0,42 | 7,25 | 1782 | 26,87 | 16,60 | 6,59 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 1,52 | 17,75 | 1172 | 0,10 | 1,50 | 1429 | 16,26 | 19,15 | 2,17 |
| 006Qi | 5,52 | 25,46 | 461 | 0,28 | 1,59 | 572 | 23,87 | 19,15 | 2,17 |
| 007Qi | 2,10 | 9,90 | 471 | 0,15 | 1,17 | 789 | 8,73 | 19,15 | 2,17 |
| 010Ppa | 4,31 | 17,67 | 410 | 0,20 | 1,25 | 632 | 16,42 | 19,15 | 2,17 |
| 011Qs | 1,89 | 15,88 | 840 | 0,13 | 1,28 | 978 | 14,59 | 19,15 | 2,17 |
| 022Pn | 2,11 | 10,06 | 476 | 0,29 | 1,56 | 535 | 8,50 | 19,15 | 2,17 |
| 025Ph | 1,33 | 3,72 | 280 | 0,35 | 1,26 | 362 | 2,46 | 19,15 | 2,17 |
| 026Qi | 2,61 | 22,25 | 851 | 0,28 | 2,50 | 890 | 19,74 | 19,15 | 2,17 |
| 030Ps | 2,42 | 13,10 | 541 | 0,19 | 1,74 | 907 | 11,35 | 19,15 | 2,17 |
| 033Qpe | 1,28 | 11,59 | 909 | 0,17 | 2,00 | 1203 | 9,59 | 19,15 | 2,17 |
| 037Ppr | 1,91 | 6,35 | 332 | 0,46 | 2,49 | 537 | 3,85 | 19,15 | 2,17 |
| 054Ph | 8,04 | 36,06 | 448 | 0,39 | 1,88 | 476 | 34,18 | 19,15 | 2,17 |
| 102Ppr | 1,32 | 26,69 | 2027 | 0,27 | 7,00 | 2577 | 19,69 | 19,15 | 2,17 |
| 115Fs | 3,08 | 51,60 | 1675 | 0,16 | 3,20 | 1959 | 48,40 | 19,15 | 2,17 |

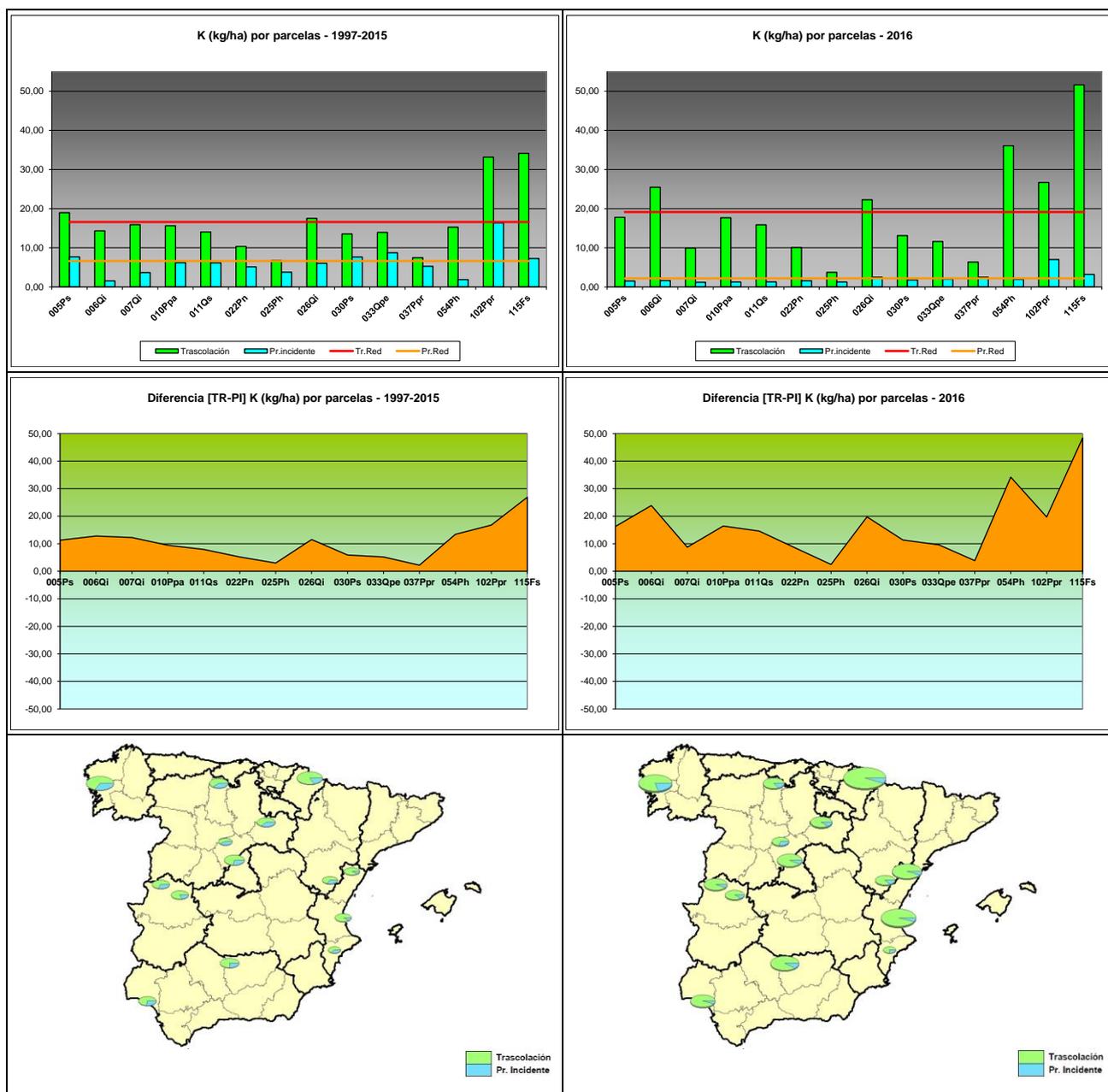


FIG 16: Deposition potasio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.2.4. Calcio.

TABLA 6: Caracterización Calcio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 1997-2015 y año 2016.

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 1,09 | 8,75 | 796 | 0,82 | 8,54 | 1010 | 0,20 | 12,41 | 10,21 |
| 006Qi | 3,46 | 16,77 | 490 | 2,26 | 13,75 | 620 | 3,02 | 12,41 | 10,21 |
| 007Qi | 2,29 | 8,87 | 371 | 1,72 | 8,09 | 432 | 0,78 | 12,41 | 10,21 |
| 010Ppa | 2,48 | 7,02 | 340 | 1,63 | 7,17 | 549 | -0,15 | 12,41 | 10,21 |
| 011Qs | 0,98 | 6,04 | 661 | 1,14 | 7,24 | 744 | -1,20 | 12,41 | 10,21 |
| 022Pn | 3,32 | 13,67 | 428 | 2,33 | 11,73 | 498 | 1,93 | 12,41 | 10,21 |
| 025Ph | 7,55 | 21,44 | 292 | 3,22 | 11,28 | 352 | 10,16 | 12,41 | 10,21 |
| 026Qi | 2,02 | 10,58 | 569 | 1,30 | 7,55 | 613 | 3,03 | 12,41 | 10,21 |
| 030Ps | 1,57 | 8,29 | 547 | 1,44 | 9,88 | 723 | -1,59 | 12,41 | 10,21 |
| 033Qpe | 0,90 | 7,71 | 869 | 0,81 | 9,11 | 1171 | -1,41 | 12,41 | 10,21 |
| 037Ppr | 2,28 | 6,84 | 313 | 1,90 | 7,63 | 408 | -0,79 | 12,41 | 10,21 |
| 054Ph | 9,37 | 28,64 | 314 | 2,52 | 10,34 | 435 | 18,30 | 12,41 | 10,21 |
| 102Ppr | 0,97 | 17,08 | 1718 | 0,67 | 14,03 | 2127 | 3,04 | 12,41 | 10,21 |
| 115Fs | 0,98 | 15,03 | 1599 | 0,89 | 15,38 | 1782 | -0,35 | 12,41 | 10,21 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,61 | 7,18 | 1172 | 0,30 | 4,32 | 1429 | 2,86 | 14,34 | 8,83 |
| 006Qi | 5,05 | 23,28 | 461 | 2,55 | 14,59 | 572 | 8,69 | 14,34 | 8,83 |
| 007Qi | 1,15 | 5,41 | 471 | 0,69 | 5,42 | 789 | 0,00 | 14,34 | 8,83 |
| 010Ppa | 1,70 | 6,97 | 410 | 0,71 | 4,52 | 632 | 2,46 | 14,34 | 8,83 |
| 011Qs | 0,58 | 4,87 | 840 | 0,41 | 4,05 | 978 | 0,82 | 14,34 | 8,83 |
| 022Pn | 3,51 | 16,72 | 476 | 2,29 | 12,28 | 535 | 4,44 | 14,34 | 8,83 |
| 025Ph | 4,80 | 13,43 | 280 | 3,23 | 11,70 | 362 | 1,72 | 14,34 | 8,83 |
| 026Qi | 1,27 | 10,79 | 851 | 0,87 | 7,76 | 890 | 3,04 | 14,34 | 8,83 |
| 030Ps | 1,23 | 6,67 | 541 | 0,87 | 7,88 | 907 | -1,21 | 14,34 | 8,83 |
| 033Qpe | 0,65 | 5,91 | 909 | 0,42 | 5,08 | 1203 | 0,82 | 14,34 | 8,83 |
| 037Ppr | 1,38 | 4,58 | 332 | 1,17 | 6,29 | 537 | -1,71 | 14,34 | 8,83 |
| 054Ph | 16,04 | 71,91 | 448 | 3,73 | 17,77 | 476 | 54,14 | 14,34 | 8,83 |
| 102Ppr | 0,72 | 14,53 | 2027 | 0,46 | 11,77 | 2577 | 2,76 | 14,34 | 8,83 |
| 115Fs | 0,51 | 8,50 | 1675 | 0,52 | 10,18 | 1959 | -1,68 | 14,34 | 8,83 |

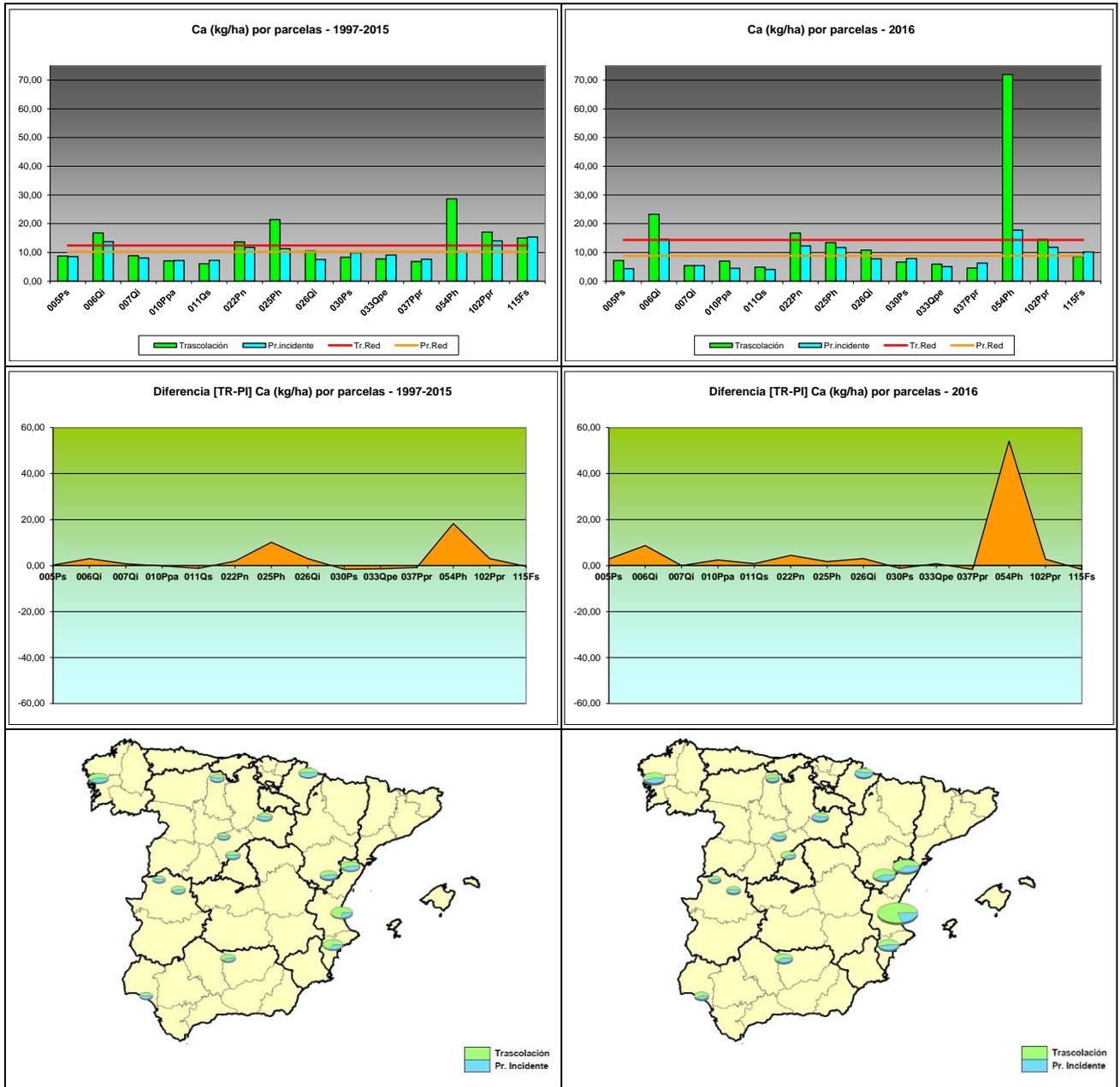


FIG 17: Deposición calcio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.2.5. Magnesio.

TABLA 7: Caracterización Magnesio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 1997-2015 y año 2016.

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,35 | 2,64 | 796 | 0,14 | 1,07 | 1010 | 1,57 | 3,63 | 1,85 |
| 006Qi | 0,45 | 2,14 | 490 | 0,21 | 1,19 | 620 | 0,96 | 3,63 | 1,85 |
| 007Qi | 0,48 | 1,83 | 371 | 0,21 | 0,95 | 432 | 0,88 | 3,63 | 1,85 |
| 010Ppa | 1,31 | 3,78 | 340 | 0,54 | 2,30 | 549 | 1,48 | 3,63 | 1,85 |
| 011Qs | 0,28 | 1,58 | 661 | 0,22 | 1,16 | 744 | 0,42 | 3,63 | 1,85 |
| 022Pn | 0,51 | 1,96 | 428 | 0,21 | 0,94 | 498 | 1,02 | 3,63 | 1,85 |
| 025Ph | 0,93 | 2,48 | 292 | 0,32 | 1,00 | 352 | 1,48 | 3,63 | 1,85 |
| 026Qi | 0,48 | 2,23 | 569 | 0,17 | 1,00 | 613 | 1,24 | 3,63 | 1,85 |
| 030Ps | 0,32 | 1,48 | 547 | 0,20 | 1,13 | 723 | 0,35 | 3,63 | 1,85 |
| 033Qpe | 0,18 | 1,34 | 869 | 0,16 | 1,18 | 1171 | 0,16 | 3,63 | 1,85 |
| 037Ppr | 0,48 | 1,38 | 313 | 0,23 | 0,78 | 408 | 0,60 | 3,63 | 1,85 |
| 054Ph | 3,40 | 9,93 | 314 | 0,61 | 2,60 | 435 | 7,33 | 3,63 | 1,85 |
| 102Ppr | 0,81 | 14,02 | 1718 | 0,33 | 6,67 | 2127 | 7,36 | 3,63 | 1,85 |
| 115Fs | 0,30 | 4,22 | 1599 | 0,20 | 3,23 | 1782 | 0,99 | 3,63 | 1,85 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,18 | 2,12 | 1172 | 0,04 | 0,52 | 1429 | 1,60 | 4,44 | 1,71 |
| 006Qi | 0,64 | 2,93 | 461 | 0,21 | 1,22 | 572 | 1,71 | 4,44 | 1,71 |
| 007Qi | 0,33 | 1,53 | 471 | 0,11 | 0,88 | 789 | 0,65 | 4,44 | 1,71 |
| 010Ppa | 0,98 | 4,02 | 410 | 0,27 | 1,71 | 632 | 2,31 | 4,44 | 1,71 |
| 011Qs | 0,19 | 1,61 | 840 | 0,08 | 0,81 | 978 | 0,80 | 4,44 | 1,71 |
| 022Pn | 0,50 | 2,36 | 476 | 0,14 | 0,77 | 535 | 1,59 | 4,44 | 1,71 |
| 025Ph | 0,59 | 1,64 | 280 | 0,29 | 1,06 | 362 | 0,58 | 4,44 | 1,71 |
| 026Qi | 0,33 | 2,84 | 851 | 0,12 | 1,06 | 890 | 1,78 | 4,44 | 1,71 |
| 030Ps | 0,26 | 1,38 | 541 | 0,08 | 0,70 | 907 | 0,68 | 4,44 | 1,71 |
| 033Qpe | 0,13 | 1,20 | 909 | 0,05 | 0,58 | 1203 | 0,62 | 4,44 | 1,71 |
| 037Ppr | 0,38 | 1,26 | 332 | 0,09 | 0,46 | 537 | 0,81 | 4,44 | 1,71 |
| 054Ph | 4,85 | 21,75 | 448 | 0,70 | 3,33 | 476 | 18,41 | 4,44 | 1,71 |
| 102Ppr | 0,71 | 14,47 | 2027 | 0,33 | 8,45 | 2577 | 6,02 | 4,44 | 1,71 |
| 115Fs | 0,18 | 3,09 | 1675 | 0,12 | 2,34 | 1959 | 0,75 | 4,44 | 1,71 |

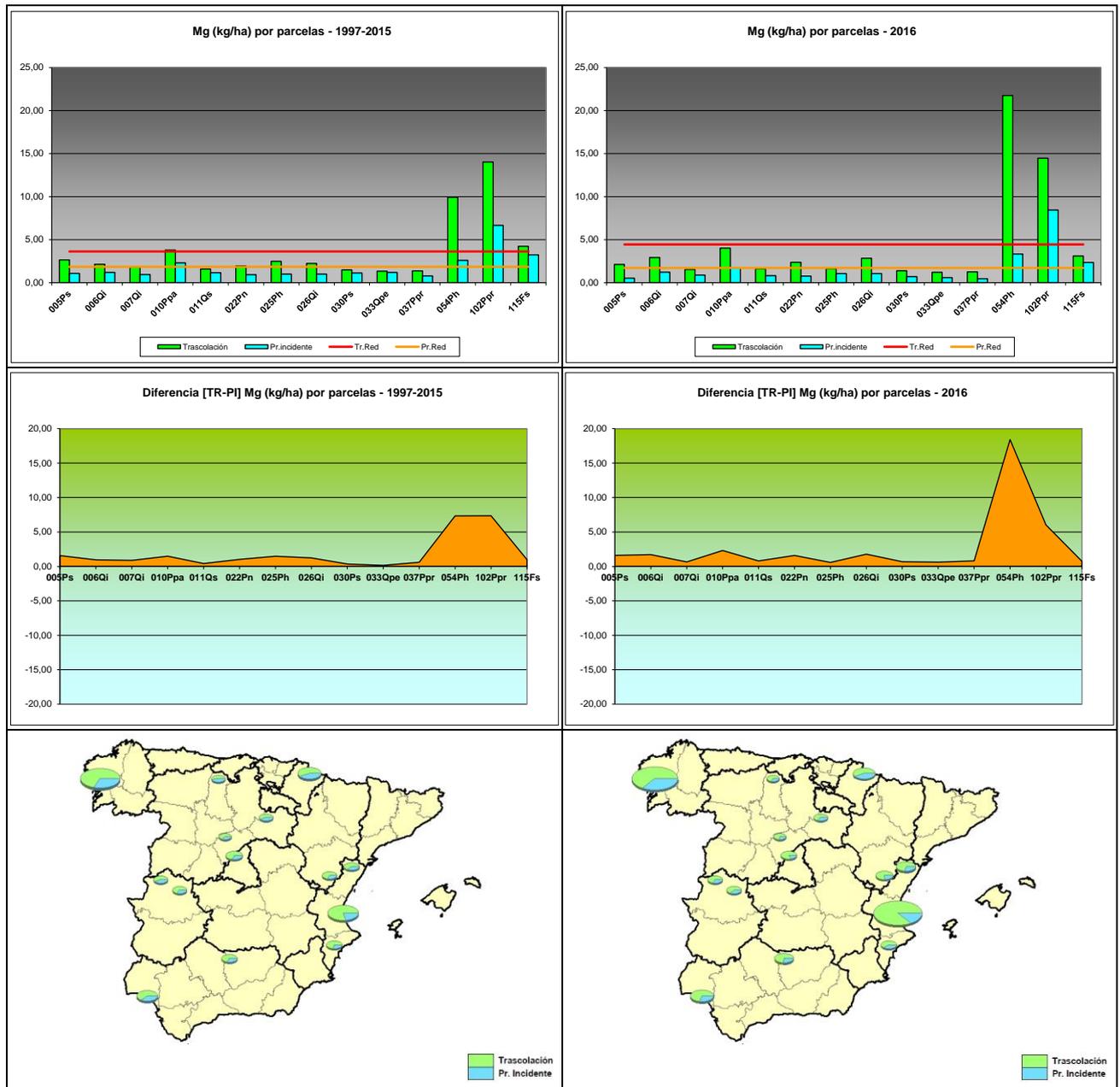


FIG 18: Deposición magnesio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolución y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.2.6. Sodio.

TABLA 8: Caracterización Sodio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 1997-2015 y año 2016.

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,84 | 6,78 | 796 | 0,51 | 5,37 | 1010 | 1,41 | 17,95 | 11,11 |
| 006Qi | 1,07 | 5,20 | 490 | 0,90 | 5,52 | 620 | -0,32 | 17,95 | 11,11 |
| 007Qi | 0,95 | 3,52 | 371 | 0,72 | 3,27 | 432 | 0,25 | 17,95 | 11,11 |
| 010Ppa | 5,14 | 17,12 | 340 | 2,90 | 15,82 | 549 | 1,30 | 17,95 | 11,11 |
| 011Qs | 1,09 | 7,26 | 661 | 0,84 | 6,27 | 744 | 0,99 | 17,95 | 11,11 |
| 022Pn | 1,12 | 4,54 | 428 | 0,80 | 3,91 | 498 | 0,63 | 17,95 | 11,11 |
| 025Ph | 2,23 | 6,34 | 292 | 1,14 | 3,89 | 352 | 2,45 | 17,95 | 11,11 |
| 026Qi | 1,26 | 7,47 | 569 | 0,91 | 5,68 | 613 | 1,79 | 17,95 | 11,11 |
| 030Ps | 0,84 | 4,56 | 547 | 0,64 | 4,67 | 723 | -0,11 | 17,95 | 11,11 |
| 033Qpe | 0,62 | 5,31 | 869 | 0,57 | 6,46 | 1171 | -1,15 | 17,95 | 11,11 |
| 037Ppr | 1,33 | 4,01 | 313 | 0,85 | 3,43 | 408 | 0,57 | 17,95 | 11,11 |
| 054Ph | 19,11 | 56,10 | 314 | 3,64 | 16,12 | 435 | 39,98 | 17,95 | 11,11 |
| 102Ppr | 5,53 | 99,89 | 1718 | 2,39 | 51,79 | 2127 | 48,10 | 17,95 | 11,11 |
| 115Fs | 1,29 | 20,94 | 1599 | 0,97 | 17,16 | 1782 | 3,77 | 17,95 | 11,11 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,59 | 6,89 | 1172 | 0,33 | 4,68 | 1429 | 2,20 | 22,84 | 11,19 |
| 006Qi | 1,50 | 6,91 | 461 | 0,97 | 5,55 | 572 | 1,35 | 22,84 | 11,19 |
| 007Qi | 1,01 | 4,75 | 471 | 0,73 | 5,75 | 789 | -1,00 | 22,84 | 11,19 |
| 010Ppa | 3,66 | 15,01 | 410 | 2,07 | 13,08 | 632 | 1,93 | 22,84 | 11,19 |
| 011Qs | 1,10 | 9,25 | 840 | 0,57 | 5,59 | 978 | 3,66 | 22,84 | 11,19 |
| 022Pn | 1,23 | 5,87 | 476 | 0,45 | 2,40 | 535 | 3,47 | 22,84 | 11,19 |
| 025Ph | 1,43 | 3,98 | 280 | 0,88 | 3,20 | 362 | 0,79 | 22,84 | 11,19 |
| 026Qi | 0,85 | 7,22 | 851 | 0,63 | 5,64 | 890 | 1,58 | 22,84 | 11,19 |
| 030Ps | 0,81 | 4,36 | 541 | 0,37 | 3,40 | 907 | 0,97 | 22,84 | 11,19 |
| 033Qpe | 0,40 | 3,64 | 909 | 0,32 | 3,79 | 1203 | -0,15 | 22,84 | 11,19 |
| 037Ppr | 0,75 | 2,51 | 332 | 0,49 | 2,61 | 537 | -0,10 | 22,84 | 11,19 |
| 054Ph | 28,56 | 128,04 | 448 | 4,18 | 19,90 | 476 | 108,14 | 22,84 | 11,19 |
| 102Ppr | 4,89 | 99,06 | 2027 | 2,48 | 63,86 | 2577 | 35,20 | 22,84 | 11,19 |
| 115Fs | 1,33 | 22,28 | 1675 | 0,88 | 17,16 | 1959 | 5,12 | 22,84 | 11,19 |

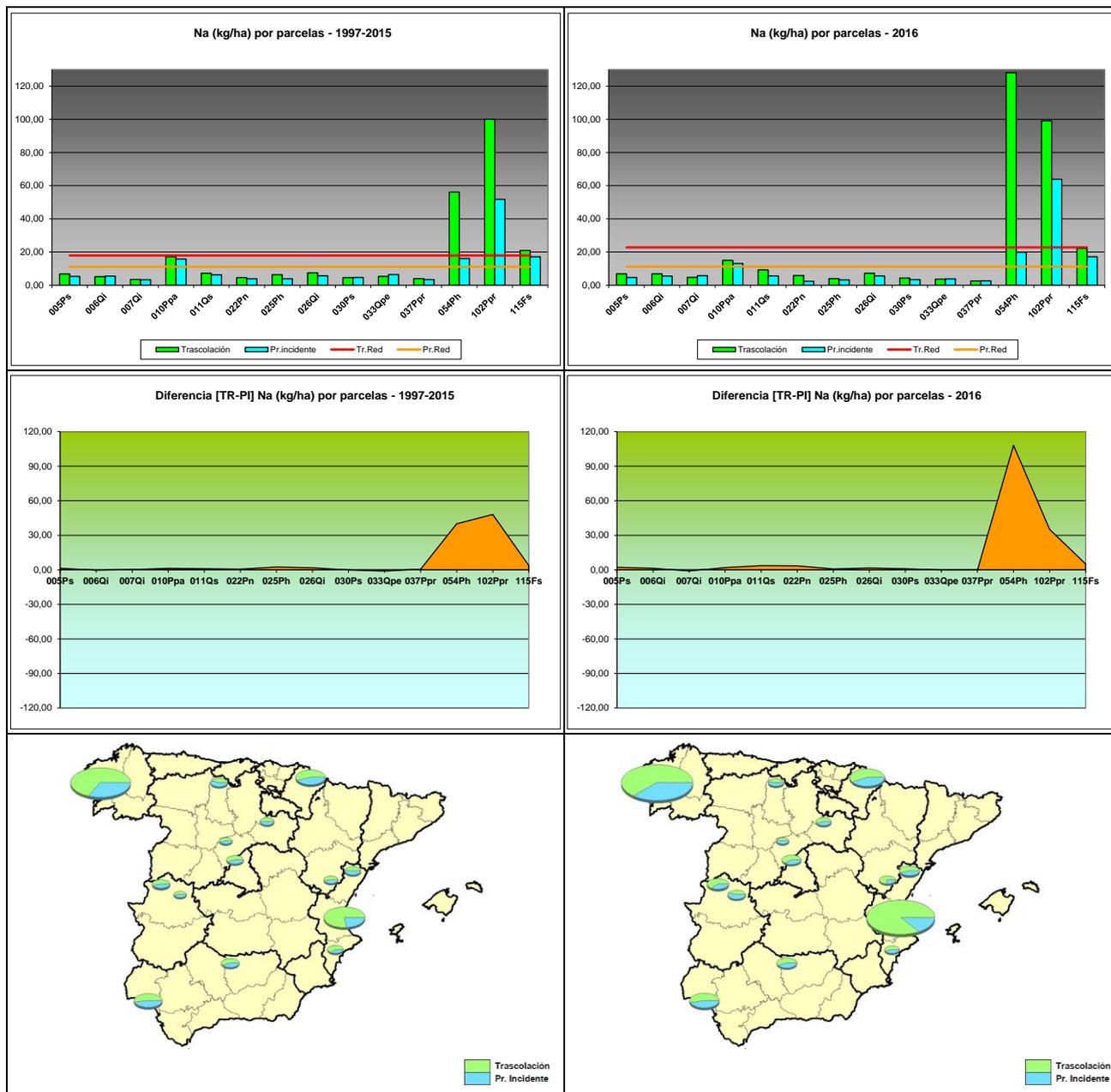


FIG 19: Deposition sodio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.2.7. Amonio.

TABLA 9: Caracterización Amonio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 1997-2015 y año 2016.

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,48 | 3,34 | 796 | 0,38 | 3,66 | 1010 | -0,32 | 3,11 | 3,55 |
| 006Qi | 0,41 | 1,83 | 490 | 0,41 | 2,41 | 620 | -0,58 | 3,11 | 3,55 |
| 007Qi | 0,75 | 2,65 | 371 | 1,24 | 5,35 | 432 | -2,69 | 3,11 | 3,55 |
| 010Ppa | 0,61 | 1,65 | 340 | 0,74 | 3,21 | 549 | -1,56 | 3,11 | 3,55 |
| 011Qs | 0,30 | 1,62 | 661 | 0,31 | 2,00 | 744 | -0,38 | 3,11 | 3,55 |
| 022Pn | 0,55 | 2,25 | 428 | 0,44 | 2,16 | 498 | 0,09 | 3,11 | 3,55 |
| 025Ph | 1,23 | 3,17 | 292 | 0,44 | 1,40 | 352 | 1,77 | 3,11 | 3,55 |
| 026Qi | 0,39 | 1,86 | 569 | 0,39 | 2,18 | 613 | -0,32 | 3,11 | 3,55 |
| 030Ps | 0,44 | 2,07 | 547 | 1,19 | 7,93 | 723 | -5,86 | 3,11 | 3,55 |
| 033Qpe | 0,36 | 2,66 | 869 | 0,31 | 3,36 | 1171 | -0,70 | 3,11 | 3,55 |
| 037Ppr | 1,64 | 4,76 | 313 | 0,83 | 3,24 | 408 | 1,52 | 3,11 | 3,55 |
| 054Ph | 2,30 | 6,84 | 314 | 0,49 | 2,09 | 435 | 4,75 | 3,11 | 3,55 |
| 102Ppr | 0,32 | 5,17 | 1718 | 0,37 | 6,56 | 2127 | -1,38 | 3,11 | 3,55 |
| 115Fs | 0,37 | 4,28 | 1599 | 0,37 | 5,07 | 1782 | -0,79 | 3,11 | 3,55 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,45 | 5,24 | 1172 | 0,25 | 3,57 | 1429 | 1,67 | 5,94 | 4,26 |
| 006Qi | 0,85 | 3,90 | 461 | 0,51 | 2,91 | 572 | 0,99 | 5,94 | 4,26 |
| 007Qi | 0,43 | 2,00 | 471 | 0,40 | 3,19 | 789 | -1,19 | 5,94 | 4,26 |
| 010Ppa | 1,09 | 4,45 | 410 | 0,32 | 2,03 | 632 | 2,43 | 5,94 | 4,26 |
| 011Qs | 0,16 | 1,36 | 840 | 0,23 | 2,24 | 978 | -0,88 | 5,94 | 4,26 |
| 022Pn | 0,90 | 4,30 | 476 | 0,71 | 3,82 | 535 | 0,48 | 5,94 | 4,26 |
| 025Ph | 1,76 | 4,91 | 280 | 0,51 | 1,86 | 362 | 3,05 | 5,94 | 4,26 |
| 026Qi | 0,64 | 5,43 | 851 | 0,46 | 4,07 | 890 | 1,35 | 5,94 | 4,26 |
| 030Ps | 0,91 | 4,94 | 541 | 0,51 | 4,67 | 907 | 0,27 | 5,94 | 4,26 |
| 033Qpe | 0,28 | 2,56 | 909 | 0,22 | 2,60 | 1203 | -0,04 | 5,94 | 4,26 |
| 037Ppr | 1,68 | 5,58 | 332 | 0,52 | 2,81 | 537 | 2,76 | 5,94 | 4,26 |
| 054Ph | 2,04 | 9,15 | 448 | 0,44 | 2,09 | 476 | 7,06 | 5,94 | 4,26 |
| 102Ppr | 0,87 | 17,73 | 2027 | 0,36 | 9,37 | 2577 | 8,36 | 5,94 | 4,26 |
| 115Fs | 0,69 | 11,61 | 1675 | 0,73 | 14,36 | 1959 | -2,75 | 5,94 | 4,26 |

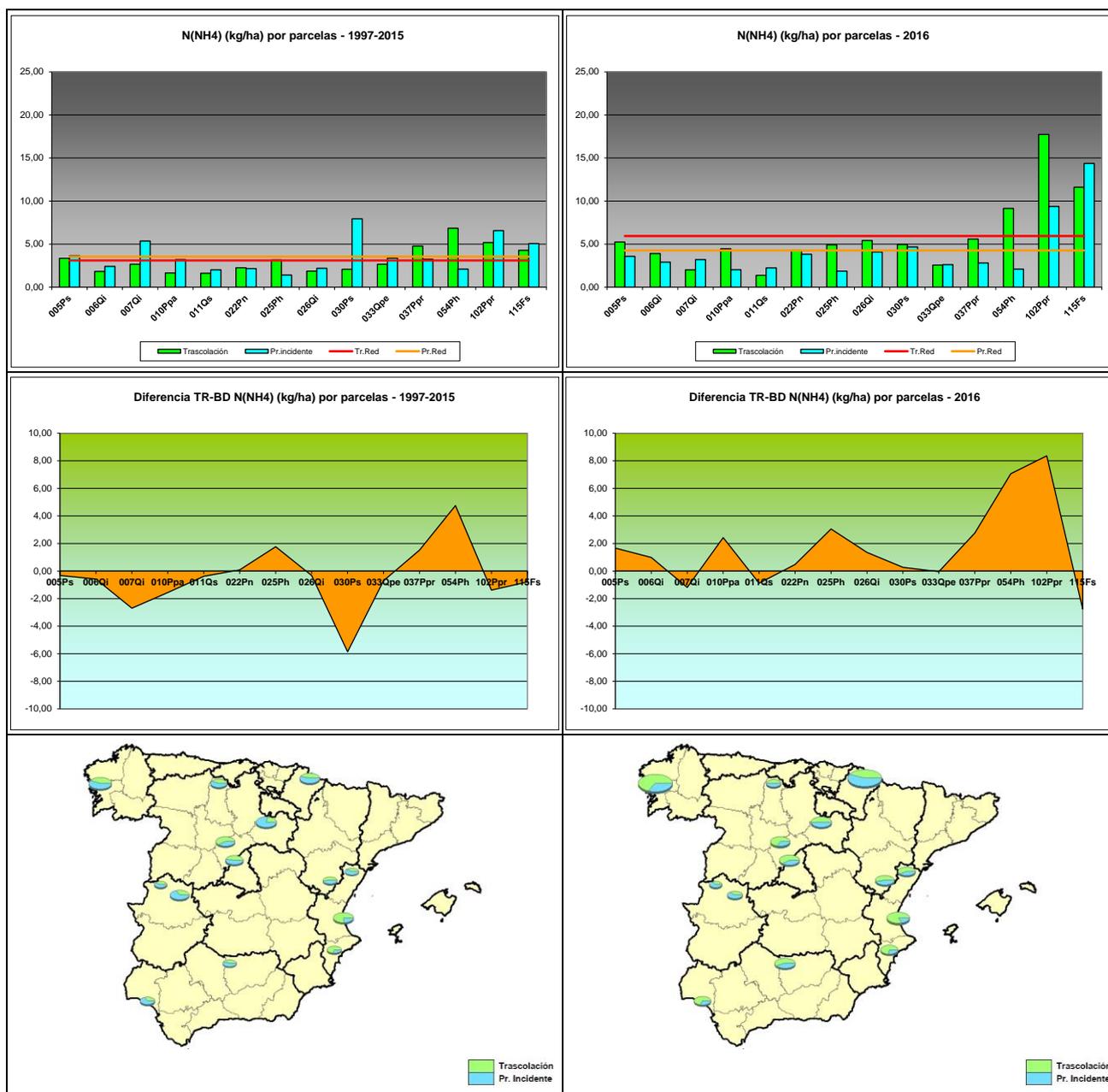


FIG 20: Deposition amonio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolución y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.2.8. Cloro.

TABLA 10: Caracterización Cloro. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 1997-2015 y año 2016.

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 1,52 | 12,65 | 796 | 0,95 | 9,87 | 1010 | 2,78 | 32,45 | 22,05 |
| 006Qi | 2,20 | 10,53 | 490 | 1,93 | 12,00 | 620 | -1,48 | 32,45 | 22,05 |
| 007Qi | 0,75 | 3,11 | 371 | 0,47 | 2,37 | 432 | 0,74 | 32,45 | 22,05 |
| 010Ppa | 9,63 | 31,92 | 340 | 5,70 | 30,86 | 549 | 1,06 | 32,45 | 22,05 |
| 011Qs | 1,96 | 12,36 | 661 | 2,00 | 14,09 | 744 | -1,73 | 32,45 | 22,05 |
| 022Pn | 2,17 | 8,98 | 428 | 2,24 | 11,75 | 498 | -2,77 | 32,45 | 22,05 |
| 025Ph | 5,03 | 14,64 | 292 | 2,91 | 10,59 | 352 | 4,05 | 32,45 | 22,05 |
| 026Qi | 2,64 | 14,16 | 569 | 2,15 | 13,11 | 613 | 1,05 | 32,45 | 22,05 |
| 030Ps | 1,61 | 8,43 | 547 | 1,69 | 11,87 | 723 | -3,44 | 32,45 | 22,05 |
| 033Qpe | 1,00 | 8,58 | 869 | 1,08 | 12,24 | 1171 | -3,66 | 32,45 | 22,05 |
| 037Ppr | 2,63 | 8,38 | 313 | 2,23 | 9,38 | 408 | -0,99 | 32,45 | 22,05 |
| 054Ph | 32,66 | 97,37 | 314 | 6,66 | 28,41 | 435 | 68,96 | 32,45 | 22,05 |
| 102Ppr | 9,97 | 177,07 | 1718 | 4,26 | 91,20 | 2127 | 85,87 | 32,45 | 22,05 |
| 115Fs | 2,33 | 37,99 | 1599 | 1,88 | 33,91 | 1782 | 4,09 | 32,45 | 22,05 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,79 | 9,20 | 1172 | 0,26 | 3,69 | 1429 | 5,51 | 37,19 | 18,03 |
| 006Qi | 2,41 | 11,13 | 461 | 1,74 | 9,95 | 572 | 1,18 | 37,19 | 18,03 |
| 007Qi | 1,58 | 7,44 | 471 | 0,84 | 6,62 | 789 | 0,82 | 37,19 | 18,03 |
| 010Ppa | 7,08 | 29,04 | 410 | 3,61 | 22,78 | 632 | 6,26 | 37,19 | 18,03 |
| 011Qs | 1,25 | 10,53 | 840 | 0,81 | 7,90 | 978 | 2,63 | 37,19 | 18,03 |
| 022Pn | 1,13 | 5,38 | 476 | 0,44 | 2,37 | 535 | 3,01 | 37,19 | 18,03 |
| 025Ph | 3,34 | 9,33 | 280 | 1,26 | 4,58 | 362 | 4,76 | 37,19 | 18,03 |
| 026Qi | 1,39 | 11,83 | 851 | 0,97 | 8,65 | 890 | 3,18 | 37,19 | 18,03 |
| 030Ps | 0,95 | 5,14 | 541 | 0,38 | 3,41 | 907 | 1,73 | 37,19 | 18,03 |
| 033Qpe | 0,52 | 4,70 | 909 | 0,36 | 4,29 | 1203 | 0,41 | 37,19 | 18,03 |
| 037Ppr | 1,77 | 5,89 | 332 | 0,67 | 3,61 | 537 | 2,28 | 37,19 | 18,03 |
| 054Ph | 44,03 | 197,39 | 448 | 9,66 | 45,99 | 476 | 151,40 | 37,19 | 18,03 |
| 102Ppr | 8,60 | 174,28 | 2027 | 4,00 | 103,19 | 2577 | 71,08 | 37,19 | 18,03 |
| 115Fs | 2,35 | 39,39 | 1675 | 1,30 | 25,39 | 1959 | 14,00 | 37,19 | 18,03 |

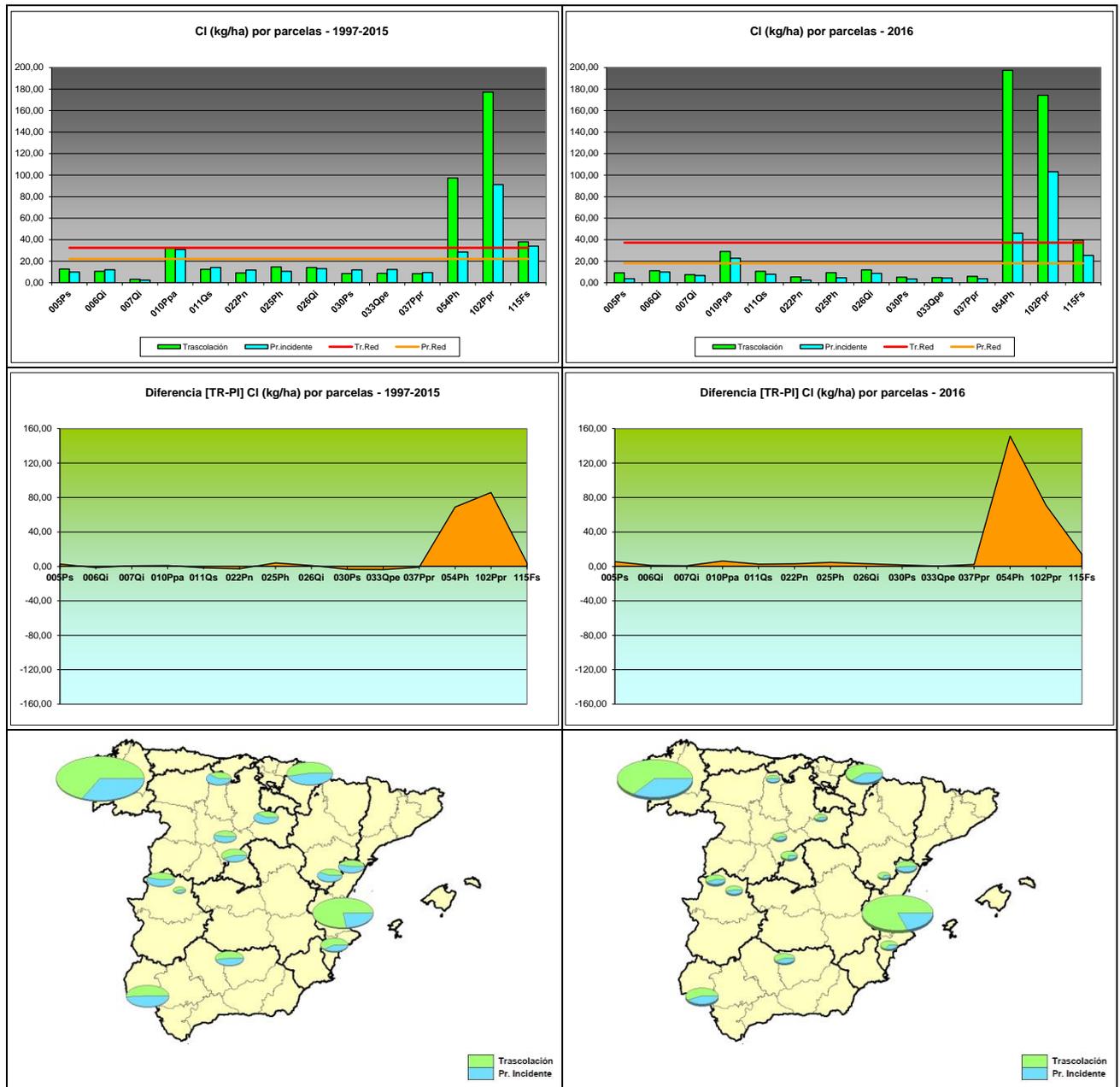


FIG 21: Depositione cloro (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.2.9. Nitratos.

TABLA 11: Caracterización Nitratos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 1997-2015 y año 2016.

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,52 | 3,74 | 796 | 0,24 | 2,39 | 1010 | 1,35 | 4,16 | 2,50 |
| 006Qi | 0,73 | 3,26 | 490 | 0,49 | 2,92 | 620 | 0,35 | 4,16 | 2,50 |
| 007Qi | 0,26 | 1,04 | 371 | 0,31 | 1,41 | 432 | -0,37 | 4,16 | 2,50 |
| 010Ppa | 0,97 | 2,77 | 340 | 0,38 | 1,83 | 549 | 0,94 | 4,16 | 2,50 |
| 011Qs | 0,30 | 1,89 | 661 | 0,26 | 1,82 | 744 | 0,07 | 4,16 | 2,50 |
| 022Pn | 1,13 | 4,24 | 428 | 0,43 | 2,10 | 498 | 2,14 | 4,16 | 2,50 |
| 025Ph | 2,44 | 6,52 | 292 | 0,54 | 1,87 | 352 | 4,65 | 4,16 | 2,50 |
| 026Qi | 0,43 | 2,16 | 569 | 0,32 | 1,88 | 613 | 0,28 | 4,16 | 2,50 |
| 030Ps | 0,50 | 2,45 | 547 | 0,32 | 2,25 | 723 | 0,20 | 4,16 | 2,50 |
| 033Qpe | 0,29 | 2,27 | 869 | 0,22 | 2,44 | 1171 | -0,16 | 4,16 | 2,50 |
| 037Ppr | 1,23 | 3,47 | 313 | 0,43 | 1,67 | 408 | 1,81 | 4,16 | 2,50 |
| 054Ph | 3,98 | 10,86 | 314 | 0,55 | 2,39 | 435 | 8,47 | 4,16 | 2,50 |
| 102Ppr | 0,50 | 8,14 | 1718 | 0,22 | 4,42 | 2127 | 3,72 | 4,16 | 2,50 |
| 115Fs | 0,31 | 4,74 | 1599 | 0,27 | 4,65 | 1782 | 0,09 | 4,16 | 2,50 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,24 | 2,84 | 1172 | 0,10 | 1,43 | 1429 | 1,41 | 3,58 | 1,83 |
| 006Qi | 0,74 | 3,40 | 461 | 0,61 | 3,50 | 572 | -0,09 | 3,58 | 1,83 |
| 007Qi | 0,21 | 0,98 | 471 | 0,17 | 1,38 | 789 | -0,40 | 3,58 | 1,83 |
| 010Ppa | 0,65 | 2,65 | 410 | 0,17 | 1,10 | 632 | 1,55 | 3,58 | 1,83 |
| 011Qs | 0,05 | 0,40 | 840 | 0,12 | 1,18 | 978 | -0,79 | 3,58 | 1,83 |
| 022Pn | 0,60 | 2,88 | 476 | 0,35 | 1,85 | 535 | 1,03 | 3,58 | 1,83 |
| 025Ph | 1,45 | 4,06 | 280 | 0,47 | 1,69 | 362 | 2,37 | 3,58 | 1,83 |
| 026Qi | 0,23 | 1,99 | 851 | 0,19 | 1,72 | 890 | 0,27 | 3,58 | 1,83 |
| 030Ps | 0,32 | 1,72 | 541 | 0,17 | 1,57 | 907 | 0,15 | 3,58 | 1,83 |
| 033Qpe | 0,14 | 1,29 | 909 | 0,12 | 1,42 | 1203 | -0,13 | 3,58 | 1,83 |
| 037Ppr | 0,60 | 2,00 | 332 | 0,16 | 0,85 | 537 | 1,15 | 3,58 | 1,83 |
| 054Ph | 4,00 | 17,93 | 448 | 0,38 | 1,79 | 476 | 16,14 | 3,58 | 1,83 |
| 102Ppr | 0,27 | 5,45 | 2027 | 0,11 | 2,74 | 2577 | 2,71 | 3,58 | 1,83 |
| 115Fs | 0,15 | 2,51 | 1675 | 0,17 | 3,39 | 1959 | -0,88 | 3,58 | 1,83 |

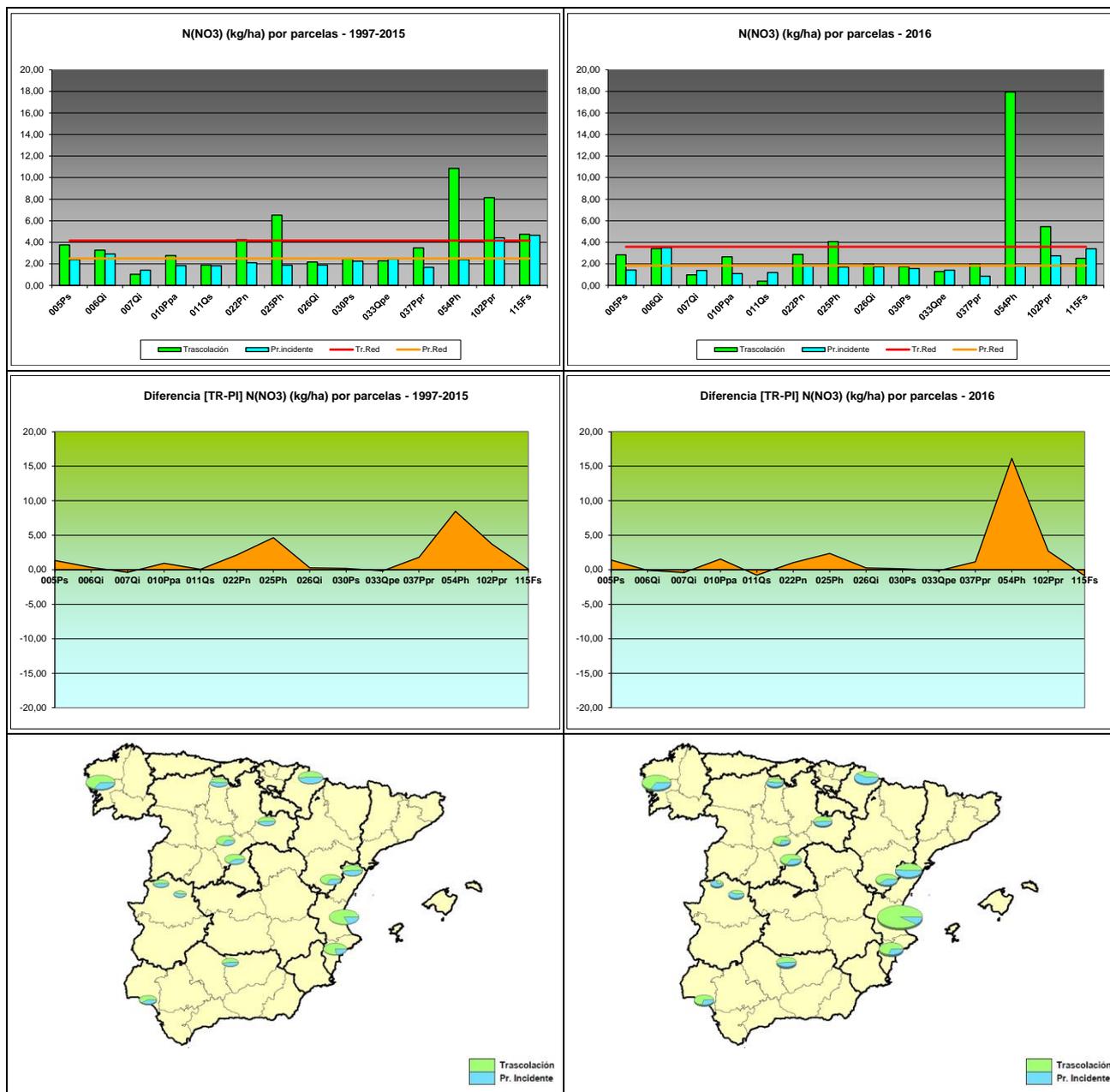


FIG 22: Deposición nitratos (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.2.10. Sulfatos.

TABLA 12: Caracterización Sulfatos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 1997-2015 y año 2016.

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,45 | 3,65 | 796 | 0,31 | 3,20 | 1010 | 0,44 | 5,35 | 4,05 |
| 006Qi | 1,15 | 5,55 | 490 | 0,75 | 4,61 | 620 | 0,94 | 5,35 | 4,05 |
| 007Qi | 0,28 | 1,05 | 371 | 0,47 | 2,17 | 432 | -1,12 | 5,35 | 4,05 |
| 010Ppa | 1,63 | 4,96 | 340 | 0,78 | 3,87 | 549 | 1,09 | 5,35 | 4,05 |
| 011Qs | 0,38 | 2,44 | 661 | 0,37 | 2,68 | 744 | -0,24 | 5,35 | 4,05 |
| 022Pn | 0,91 | 3,61 | 428 | 0,62 | 2,96 | 498 | 0,65 | 5,35 | 4,05 |
| 025Ph | 1,47 | 4,18 | 292 | 0,73 | 2,57 | 352 | 1,61 | 5,35 | 4,05 |
| 026Qi | 0,49 | 2,61 | 569 | 0,41 | 2,40 | 613 | 0,21 | 5,35 | 4,05 |
| 030Ps | 0,44 | 2,38 | 547 | 0,48 | 3,48 | 723 | -1,10 | 5,35 | 4,05 |
| 033Qpe | 0,40 | 3,33 | 869 | 0,34 | 3,74 | 1171 | -0,41 | 5,35 | 4,05 |
| 037Ppr | 0,63 | 1,98 | 313 | 0,50 | 1,97 | 408 | 0,01 | 5,35 | 4,05 |
| 054Ph | 4,23 | 12,60 | 314 | 0,99 | 4,22 | 435 | 8,38 | 5,35 | 4,05 |
| 102Ppr | 1,06 | 18,31 | 1718 | 0,54 | 10,92 | 2127 | 7,39 | 5,35 | 4,05 |
| 115Fs | 0,44 | 6,91 | 1599 | 0,36 | 6,34 | 1782 | 0,57 | 5,35 | 4,05 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 005Ps | 0,13 | 1,56 | 1172 | 0,12 | 1,71 | 1429 | -0,15 | 4,08 | 2,76 |
| 006Qi | 0,75 | 3,44 | 461 | 0,61 | 3,47 | 572 | -0,03 | 4,08 | 2,76 |
| 007Qi | 0,18 | 0,84 | 471 | 0,22 | 1,74 | 789 | -0,90 | 4,08 | 2,76 |
| 010Ppa | 0,82 | 3,35 | 410 | 0,45 | 2,87 | 632 | 0,48 | 4,08 | 2,76 |
| 011Qs | 0,16 | 1,32 | 840 | 0,16 | 1,55 | 978 | -0,23 | 4,08 | 2,76 |
| 022Pn | 0,45 | 2,17 | 476 | 0,41 | 2,20 | 535 | -0,04 | 4,08 | 2,76 |
| 025Ph | 0,55 | 1,55 | 280 | 0,42 | 1,51 | 362 | 0,04 | 4,08 | 2,76 |
| 026Qi | 0,26 | 2,23 | 851 | 0,25 | 2,20 | 890 | 0,03 | 4,08 | 2,76 |
| 030Ps | 0,29 | 1,55 | 541 | 0,19 | 1,74 | 907 | -0,19 | 4,08 | 2,76 |
| 033Qpe | 0,14 | 1,26 | 909 | 0,12 | 1,46 | 1203 | -0,20 | 4,08 | 2,76 |
| 037Ppr | 0,16 | 0,54 | 332 | 0,16 | 0,84 | 537 | -0,30 | 4,08 | 2,76 |
| 054Ph | 4,49 | 20,12 | 448 | 0,95 | 4,50 | 476 | 15,62 | 4,08 | 2,76 |
| 102Ppr | 0,64 | 12,92 | 2027 | 0,33 | 8,47 | 2577 | 4,45 | 4,08 | 2,76 |
| 115Fs | 0,26 | 4,28 | 1675 | 0,22 | 4,40 | 1959 | -0,12 | 4,08 | 2,76 |

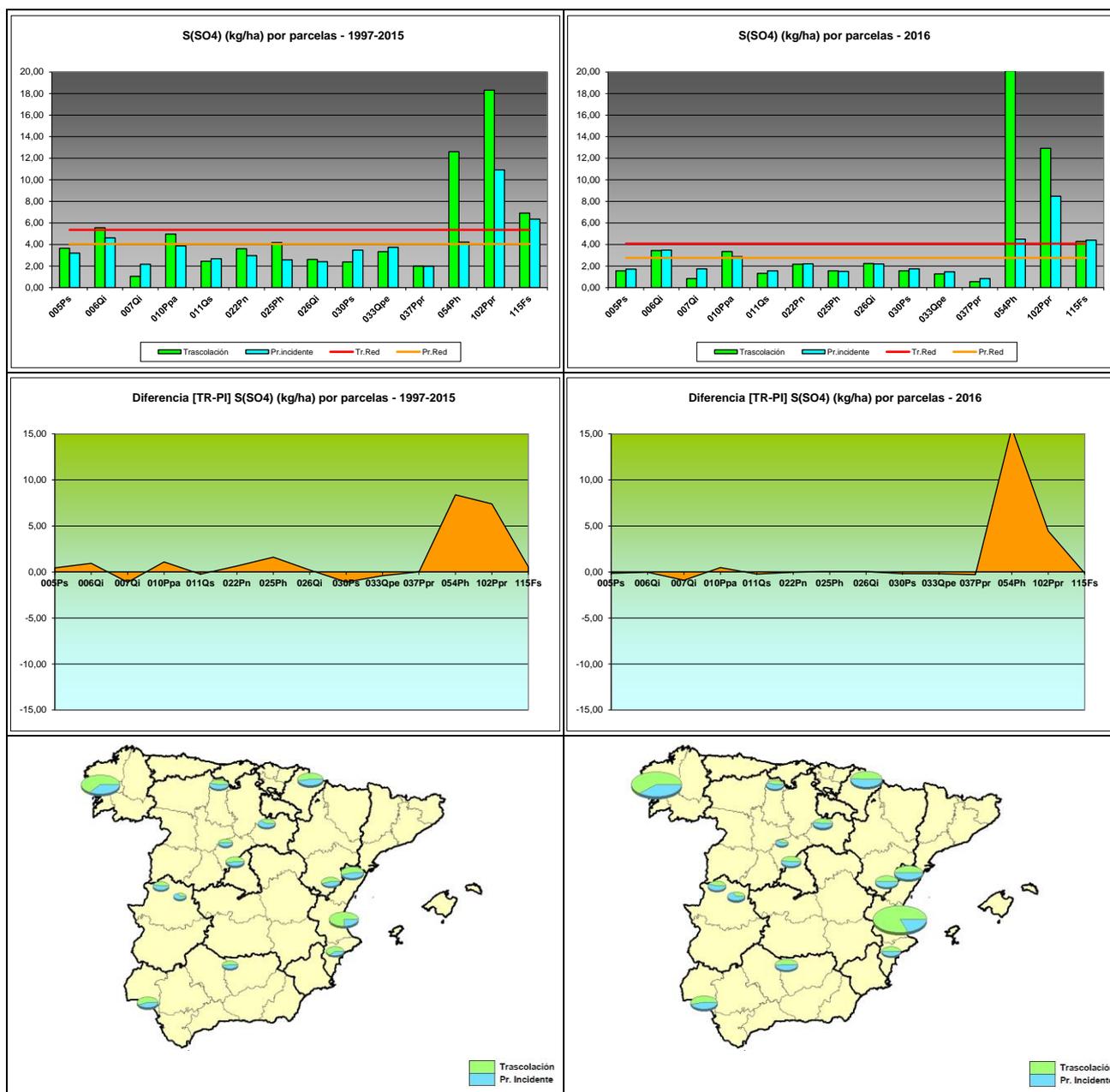


FIG 23: Deposition sulfatos (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2015 y año 2016

4.3. Interpretación de resultados.

Por lo que se refiere a la deposición y a lo largo de la serie de datos evaluada cabe concluir:

1. En lo que se refiere al **pH**, continúan observándose las precipitaciones más ácidas en 102Ppr, tradicionalmente la parcela en la que se obtienen los valores más bajos, alcanzándose el umbral de lluvia ácida en cerca del 70% de las muestras analizadas; seguido de 05Ps, 30Ps, 33Qpe y 115Fs. En la presente revisión destaca la mejoría encontrada en esta última parcela, junto con la acidificación

observada en 06Qi y 54Ph, ambas en el litoral mediterráneo, en las que se han obtenido valores destacables a lo largo del último año analizado.

2. La **conductividad**, parámetro que engloba la concentración de sales en una disolución, se ha mantenido en niveles similares a los de la serie histórica, destacando los elevados valores de la trascolación en 54Ph, en la que se han encontrado depósitos considerables en trascolación, de los que el aumento de la conductividad no sería sino su reflejo. Los efectos de la deposición seca pueden verse en unas mayores tasas de conductividad bajo cubierta arbórea que a cielo abierto.
3. En lo que respecta al **potasio**, elemento de carácter terrígeno, se observa un incremento del depósito a lo largo del último año, destacando los niveles observados en 54Ph, 102Ppr y 115Fs, donde se han llegado a superar los 50 kg/ha; y en menor medida 06Qi y 26Qi, obteniéndose también registros notablemente superiores en trascolación.
4. La deposición de **calcio** presenta niveles similares a los de la serie histórica, destacando nuevamente el incremento habido en la parcela 54Ph, donde se triplican las tasas de trascolación, que en la mayoría de los casos resultan ser superiores a las de la precipitación incidente.
5. El tercer elemento terrígeno considerado, el **magnesio**, presenta un comportamiento similar al calcio: niveles similares a los de la serie histórica e incremento notable del depósito de trascolación en 54Ph y 102Ppr, resultando mayores las tasas habidas bajo cubierta arbórea.
6. En cuanto al **sodio**, elemento que como el cloro tiene un origen mayoritariamente marino, se observan en primer lugar mayores tasas en las parcelas situadas cerca del litoral, con depósitos notablemente superiores en 102Ppr y sobre todo 54Ph, que exceden los valores de la serie histórica, muy influenciadas por el fenómeno de la deposición seca, como ponen de manifiesto las diferencias habidas entre las dos vías de entrada al ecosistema.
7. Por lo que se refiere al **amonio**, sustancia de origen agrícola y ganadero, las tasas obtenidas son en general similares a las de la serie histórica, destacando la reducción habida en las parcelas 07Qi y 30Ps y el incremento de las deposiciones en 102Ppr, 115Fs y 54Ph.
8. En cuanto al **cloro**, segundo elemento de origen marino, tiene su máxima expresión en aquellas parcelas situadas junto a la línea de costa, tal como ocurre significativamente en 54Ph y 102Ppr y en menor medida en 10Ppa y 115Fs.
9. Los **nitratos**, contaminantes procedentes de la actividad humana e industrial, experimentan una reducción en casi todas las parcelas evaluadas, salvo 54Ph, en lo que parece configurarse como una tendencia, donde se observan tasas de trascolación considerablemente superiores a los de los años precedentes.
10. Comportamiento similar presentan los sulfatos, con una marcada reducción en la mayoría de las parcelas y un incremento del depósito obtenido bajo cubierta en la parcela 54Ph.
11. Por regla general los efectos de la deposición seca son claramente visibles tras las lluvias que siguen a un periodo de sequía alargado, fenómeno tan característico del clima mediterráneo; precipitaciones en las que se suelen obtener concentraciones considerablemente altas de los distintos solutos y que dan lugar a depósitos tanto más elevados como intensa sea la precipitación.

5. Calidad del Aire. Inmisión.

Además del aporte de un determinado componente al ecosistema forestal, vía deposición seca/húmeda evaluada en el apartado anterior, en la Red Europea de Nivel II se mide desde 2000 la concentración en el aire de determinados contaminantes, lo que se conoce con el nombre de inmisión. Normativamente y en España se analiza la concentración de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, amonio (expresados en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y ozono (expresado en ppb).

La medición se hace a través de dosímetros pasivos, dispositivos de muestreo dotados de un compuesto químico diana sensible a los distintos contaminantes con los que va reaccionando y que permite evaluar la concentración en aire de los mismos. En el periodo 2000-2009 el cambio de dispositivos fue quincenal, efectuándose de forma mensual a partir de 2010.

Se presentan a continuación los principales resultados habidos en las distintas evaluaciones anuales – con objeto de dar la tendencia temporal de los parámetros mediante la media móvil 1997-2014-, así como una descripción más pormenorizada de los resultados habidos en el último año, con la salvedad de hacer constar que debido a la dinámica de obtención de datos de laboratorio y al proceso de chequeo y remisión de los mismos al ICP-Forests, se dispone de los mismos con una demora de un año con respecto a la anualidad nominal.

Como valores de referencia para estos parámetros se han tomado (*Seguimiento de la Calidad Ambiental y de los Daños por Contaminación en los Bosques Españoles. Proyecto LIFE 07 ENV/DE/000218 FutMon. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Fundación CEAM, 2011*)

SO₂: nivel crítico de afección a líquenes. Promedio anual de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

NO₂: nivel crítico. Promedio anual de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

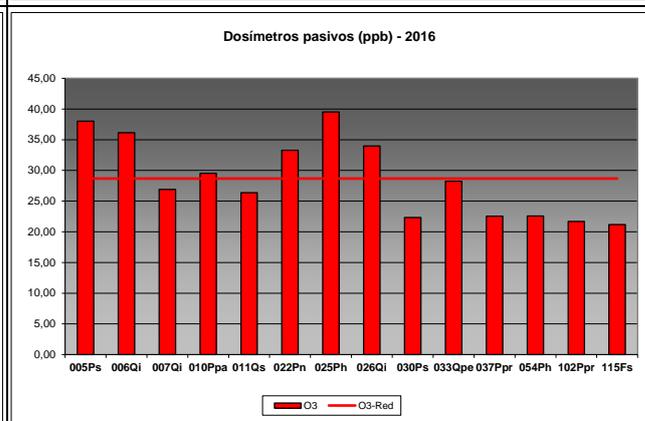
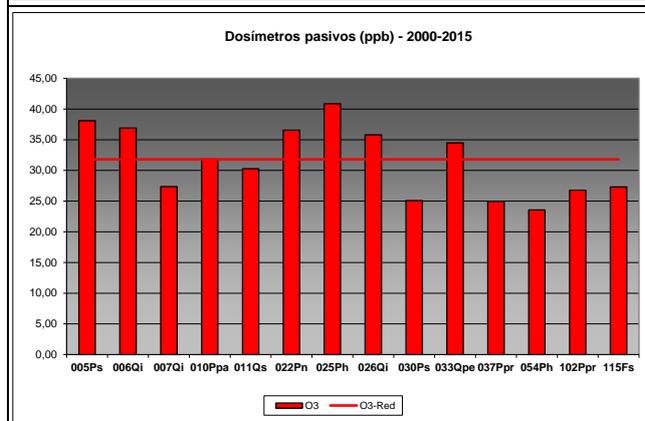
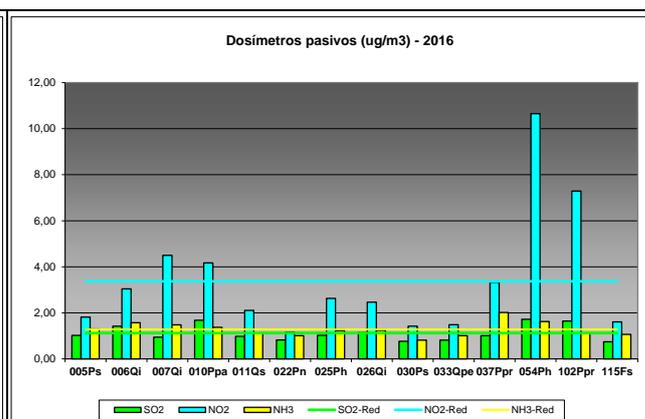
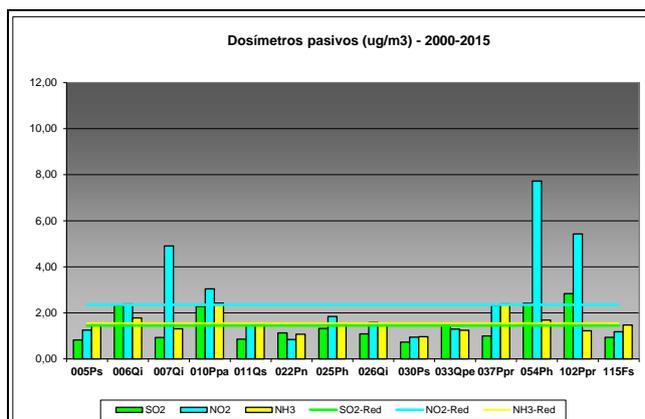
NH₃: nivel crítico de protección a líquenes y briofitos. Promedio anual de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

nivel crítico de protección a plantas superiores. Promedio anual de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

TABLA 13: Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red. O₃ 1 ppb ~ 1,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

| PERIODO 2000-2015 | | | | | | | | |
|-------------------|---|---|---|-------------------------|---|---|---|-------------------------|
| Año | Parcela | | | | Media Red | | | |
| | SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | O ₃ (ppb) | SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | O ₃ (ppb) |
| 005 Ps | 0,82 | 1,25 | 1,53 | 38,08 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 006 Qi | 2,33 | 2,38 | 1,78 | 36,88 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 007 Qi | 0,93 | 4,90 | 1,31 | 27,35 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 010 Ppa | 2,28 | 3,04 | 2,42 | 31,84 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 011 Qs | 0,86 | 1,45 | 1,53 | 30,29 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 022 Pn | 1,13 | 0,85 | 1,08 | 36,55 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 025 Ph | 1,32 | 1,84 | 1,54 | 40,85 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 026 Qi | 1,09 | 1,58 | 1,49 | 35,80 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 030 Ps | 0,73 | 0,95 | 0,97 | 25,08 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 033 Qpe | 1,50 | 1,30 | 1,24 | 34,47 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 037 Ppr | 0,99 | 2,33 | 2,38 | 24,96 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 054 Ph | 2,41 | 7,72 | 1,69 | 23,55 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 102 Ppr | 2,84 | 5,43 | 1,22 | 26,78 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| 115 Fs | 0,93 | 1,18 | 1,47 | 27,31 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |
| Media | 1,44 | 2,59 | 1,55 | 31,41 | 1,45 | 2,35 | 1,55 | 31,80 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | |
|--------------|---|---|---|-------------------------|---|---|---|-------------------------|
| Año | Parcela | | | | Media Red | | | |
| | SO ₂ (µg/m ³) | NO ₂ (µg/m ³) | NH ₃ (µg/m ³) | O ₃ (ppb) | SO ₂ (µg/m ³) | NO ₂ (µg/m ³) | NH ₃ (µg/m ³) | O ₃ (ppb) |
| 005 Ps | 1,02 | 1,82 | 1,30 | 38,02 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 006 Qi | 1,42 | 3,04 | 1,57 | 36,13 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 007 Qi | 0,94 | 4,50 | 1,48 | 26,91 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 010 Ppa | 1,68 | 4,17 | 1,37 | 29,52 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 011 Qs | 0,98 | 2,11 | 1,11 | 26,38 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 022 Pn | 0,82 | 1,16 | 1,01 | 33,29 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 025 Ph | 1,02 | 2,63 | 1,22 | 39,52 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 026 Qi | 1,14 | 2,47 | 1,23 | 33,98 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 030 Ps | 0,76 | 1,42 | 0,82 | 22,32 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 033 Qpe | 0,82 | 1,49 | 1,01 | 28,24 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 037 Ppr | 1,00 | 3,33 | 2,02 | 22,54 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 054 Ph | 1,72 | 10,65 | 1,62 | 22,57 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 102 Ppr | 1,64 | 7,29 | 1,11 | 21,70 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 115 Fs | 0,75 | 1,61 | 1,07 | 21,17 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| Media | 1,12 | 3,41 | 1,28 | 28,73 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |



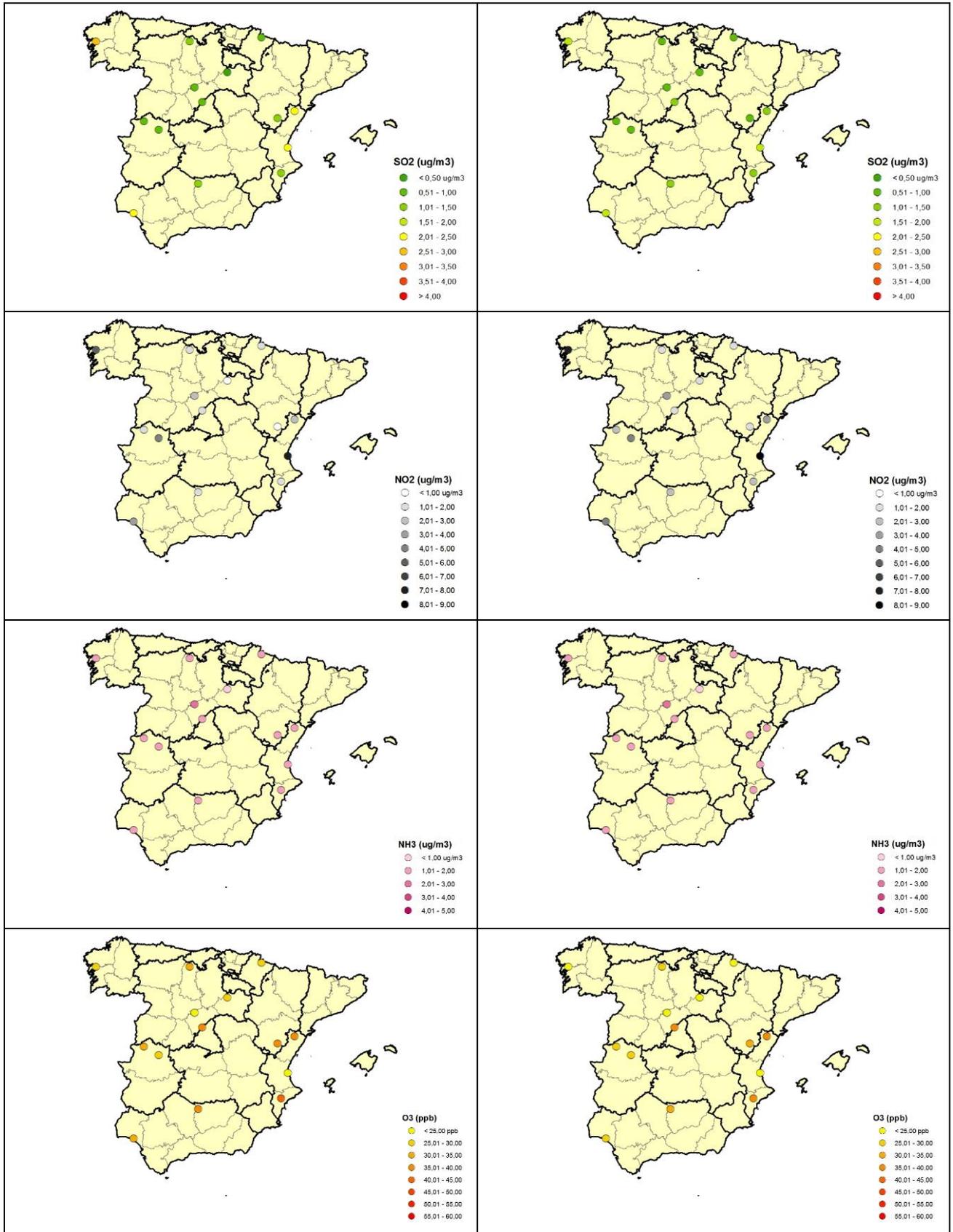


FIG 24: Inmisión atmosférica. Dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco y ozono. Valores medios por parcela serie histórica 2000-2015 y año 2016

1. Por lo que se refiere a la calidad del aire, las mayores concentraciones de **dióxido de azufre** se han obtenido en 102Ppr, y en menor medida 06Qi, 10Ppa y 54Ph. Por regla general, y a excepción de la parcela 26Qi, en el resto de la red, los valores de este contaminante se han reducido. No se han alcanzado los valores de referencia para este contaminante a lo largo de la serie de años evaluados.
2. En cuanto a los **óxidos de nitrógeno** los máximos valores se han encontrado en las mismas parcelas mencionadas en el caso anterior, con nuevos máximos en 102Ppr y 54Ph y un notable incremento de los niveles a lo largo del último año en prácticamente todas las parcelas, continuando con la tendencia ya observada el año anterior. No se han superado los niveles de referencia de estos compuestos.
3. Por el contrario, los niveles de **amoniaco** han tendido a reducirse a lo largo del último año, destacando –si bien de forma poco significativa- las concentraciones observadas en 37Ppr y 54Ph y la reducción habida en 10Ppa. Contrariamente a lo que ocurre con el compuesto anterior, es bastante frecuente que se alcancen los valores de referencia en lo que se refiere a la protección de líquenes.
4. Por lo que se refiere al **ozono**, se advierte una reducción ligera pero generalizada en las parcelas de la red, particularmente marcada en 33Qpe, y destacando como las mayores concentraciones en 05Ps, 06Qi, 22Pn, 25Ph y 26Qi.

6. Análisis foliar.

El objetivo del análisis foliar es, en concordancia con las especificaciones de las redes europeas, estimar el estado nutricional del arbolado y el impacto de los contaminantes atmosféricos en los ecosistemas forestales; así como la detección de tendencias temporales y sus patrones geográficos de distribución y con ello contribuir al conocimiento y cuantificación del estado de los bosques en Europa.

6.1. Caracterización de los árboles muestra.

La selección de árboles para la toma de muestra foliar, árboles “500” de acuerdo con la nomenclatura empleada, se hará en la zona *buffer* o tampón de la parcela (fuera de los límites de ésta) al tomarse muestras de carácter destructivo. Se tomarán dos series de 5 árboles cada una (serie de muestra o M y serie de reserva o R, numerados del 501 al 505 la primera y del 506 al 510 la segunda) en las proximidades de los sitios en los que se tomó muestra de suelo al inicio de los trabajos, pero de forma que sus raíces no se vean afectadas por los movimientos de tierra efectuados al cavar la calicata.

Los árboles seleccionados deberán cumplir, en la medida de lo posible, las siguientes condiciones:

- ✓ Ser árboles representativos de las condiciones ecológicas medias de la parcela.
- ✓ Ser árboles de los estratos dominante o codominante en rodales de espesura cerrada, o árboles de altura $Hm \pm 20\%$ (Hm) en rodales de espesura abierta, siendo Hm la altura media de la parcela.
- ✓ Ser árboles con un estado de defoliación, en el momento de seleccionarlos, próximo a la media de la parcela ($\pm 5\%$) y con un estado fitosanitario equiparable al del resto de la estación.

La toma de muestra foliar se hará, normativamente, con periodicidad **bianual**, repitiéndose siempre sobre los mismos árboles. En caso de escasez de hojas, muerte, corta o deterioro de la copa de un árbol de la serie M se sustituirá por otro de la serie R o de reserva.

Los ramillos a apear se tomarán preferiblemente en todas las orientaciones de la copa, cumpliendo en la medida de lo posible las siguientes condiciones:

- ✓ Estar situada en el tercio superior de la copa.
- ✓ Siempre que sea posible, estar bien iluminada.
- ✓ Reunir las características medias del follaje para esa orientación (crecimiento, color, defoliación,...)
- ✓ Poder caer libremente al suelo.

Dependiendo de la altura de los árboles, la toma de muestra podrá hacerse mediante pértigas extensibles o recurriendo a escaladores especializados. Para evitar la contaminación por contacto con el suelo, los ramillos se apearán sobre una superficie plástica.

Por último, la toma de muestra deberá hacerse en la época del año en que la concentración de elementos totales sea lo más estable posible, para las **frondosas** cuando tengan las hojas completamente desarrolladas y antes del amarilleamiento estival y para las **coníferas** cuando los árboles estén en parada vegetativa y en ausencia de heladas.

En el caso de frondosas perennifolias o coníferas se tomarán, además de muestras de crecimiento del año n, muestras de los crecimientos anteriores (n-1, n-2).

6.2. Variables de medición.

A lo largo de la vigencia del proyecto se han analizado las siguientes variables conforme se han ido desarrollando los distintos protocolos bianuales de toma de datos, que han podido variar entre campañas, tal como se resume en la presente tabla:

TABLA 14: Muesteos foliares efectuados en la red

| Variable | Campaña de Muestreo | | | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1995-1996 | 1997-1998 | 1999-2000 | 2001-2002 | 2003-2004 | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 |
| Peso Seco | T | P+F | T | T | T | T | T | T | T | P+C | T |
| Macronutrientes | | | | | | | | | | | |
| N | T | P+F | T | T | T | T | T | T | T | P+C | T |
| S | T | P+F | T | T | T | T | T | T | T | P+C | T |
| P | T | P+F | T | T | T | T | T | T | T | P+C | T |
| Ca | T | P+F | T | T | T | T | T | T | T | P+C | T |
| Mg | T | P+F | T | T | T | T | T | T | T | P+C | T |
| K | T | P+F | T | T | T | T | T | T | T | P+C | T |
| C | | | | | | | | | | P+C | T |
| Micronutrientes | | | | | | | | | | | |
| Na | | P+F | | | | | | | | | |
| Zn | T | P+F | | | | | | | | P+C | T |
| Mn | T | P+F | | | | | | | | P+C | T |
| Fe | T | P+F | | | | | | | | P+C | T |
| Cu | | | | | | | | | | P+C | T |
| Medidas analiz. | | | | | | | | | | | |
| Frondosas cad. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | 1 |
| Frondosas per. | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Coníferas | 1 | | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 |

T: todas las especies
F: frondosas caducifolias
P: frondosas perennifolias
C: coníferas

De acuerdo con el protocolo de laboratorio, el peso seco se ha hecho sobre 1000 acículas en el caso de las coníferas o sobre 100 hojas en el caso de frondosas.

Cabe hacer constar también que hasta la campaña 2007-2008 (incluida) se analizó la muestra foliar en cada una de las 54 parcelas de la Red, mientras que a partir de 2008-2009 sólo se analizó en las 14 parcelas instrumentadas. Pese a ello, y con objeto de proporcionar la mayor información posible, se han incluido los resultados históricos de la Red.

En aquellos casos en los que se han analizado varias metidas, se ha tomado como valor del muestreo la media de los distintos crecimientos.

Cabe hacer constar que, según la metodología de ICP-Forests, el muestreo foliar se hace cada dos años, por lo que los próximos resultados corresponderán al bienio 2017-2018, no encontrándose finalizado a la redacción del presente informe. Se mantienen, no obstante, los resultados históricos con objeto de no perder la continuidad de los mismos.

6.3. Principales resultados.

6.3.1. Peso seco.

TABLA 15: Caracterización peso seco (mg/g MS) 100 hojas (frondosas) o 1000 acículas (coníferas). Media anual de las metidas evaluadas y campaña de muestreo

| Parcela | Campaña de Muestreo | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1995-1996 | 1997-1998 | 1999-2000 | 2001-2002 | 2003-2004 | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 |
| 005 Ps | 8,00 | | 11,00 | 16,00 | 13,00 | 14,00 | 13,50 | 13,67 | 13,97 | 15,87 | 15,73 |
| 006 Qi | 7,00 | 7,50 | 8,00 | 6,00 | 12,00 | 8,00 | 11,00 | 5,00 | 7,64 | 6,88 | 6,50 |
| 007 Qi | | | | | | | | | | 13,92 | 13,20 |
| 010 Ppa | 16,00 | | 16,00 | 37,00 | 42,00 | 27,00 | 47,00 | 23,50 | 32,88 | 35,63 | 24,40 |
| 011 Qs | 9,00 | | 7,00 | 8,00 | 9,00 | 10,00 | 10,00 | 10,50 | 9,50 | 9,32 | 12,10 |
| 022 Pn | 33,00 | | 27,00 | 26,00 | 41,00 | 28,00 | 31,50 | 44,00 | 37,59 | 43,18 | 47,47 |
| 025 Ph | 10,00 | | 14,00 | 18,00 | 16,00 | 13,00 | 15,00 | 14,00 | 15,05 | 13,22 | 15,73 |
| 026 Qi | 5,00 | 8,50 | 5,00 | 7,00 | 8,00 | 7,00 | 9,00 | 7,00 | 7,41 | 9,11 | 9,25 |
| 030 Ps | 8,00 | | 11,00 | 12,00 | 13,00 | 11,00 | 12,00 | 14,33 | 13,77 | 17,50 | 13,73 |
| 033 Qpe | 19,00 | 19,00 | 21,00 | 24,00 | 22,00 | 20,00 | 28,00 | 17,00 | 21,25 | | 24,60 |
| 037 Ppr | 76,00 | | 75,00 | 113,00 | 129,00 | 95,00 | 134,50 | 135,00 | 134,42 | 129,60 | 113,60 |
| 054 Ph | | | | | | | 17,50 | 13,50 | 15,50 | 12,55 | 12,67 |
| 102 Ppr | 169,00 | | 149,00 | | | | 155,00 | 168,67 | 162,48 | 173,07 | 143,53 |
| 115 Fs | 7,00 | 8,00 | 9,00 | 9,00 | 12,00 | 11,00 | 11,00 | 8,00 | 9,38 | | 16,60 |

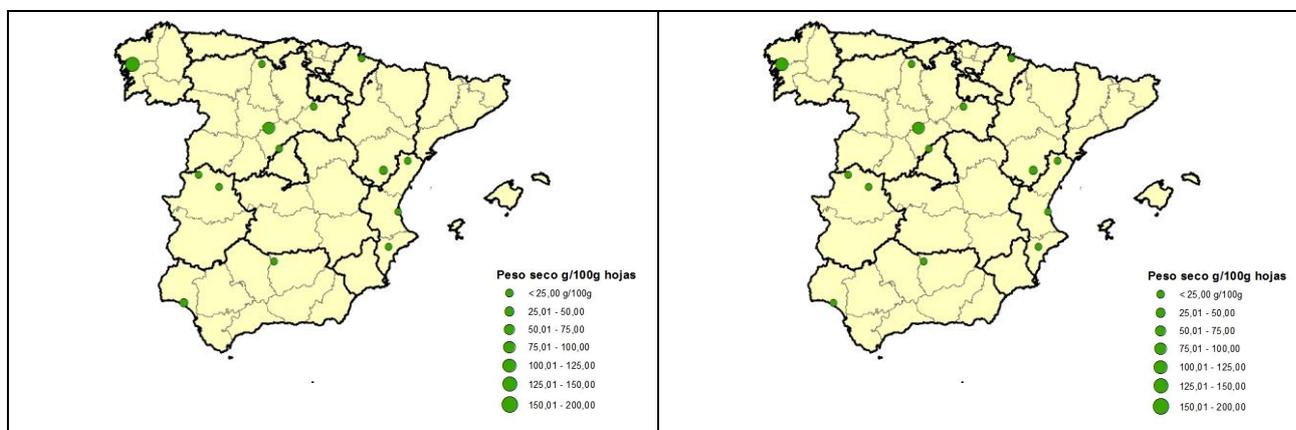
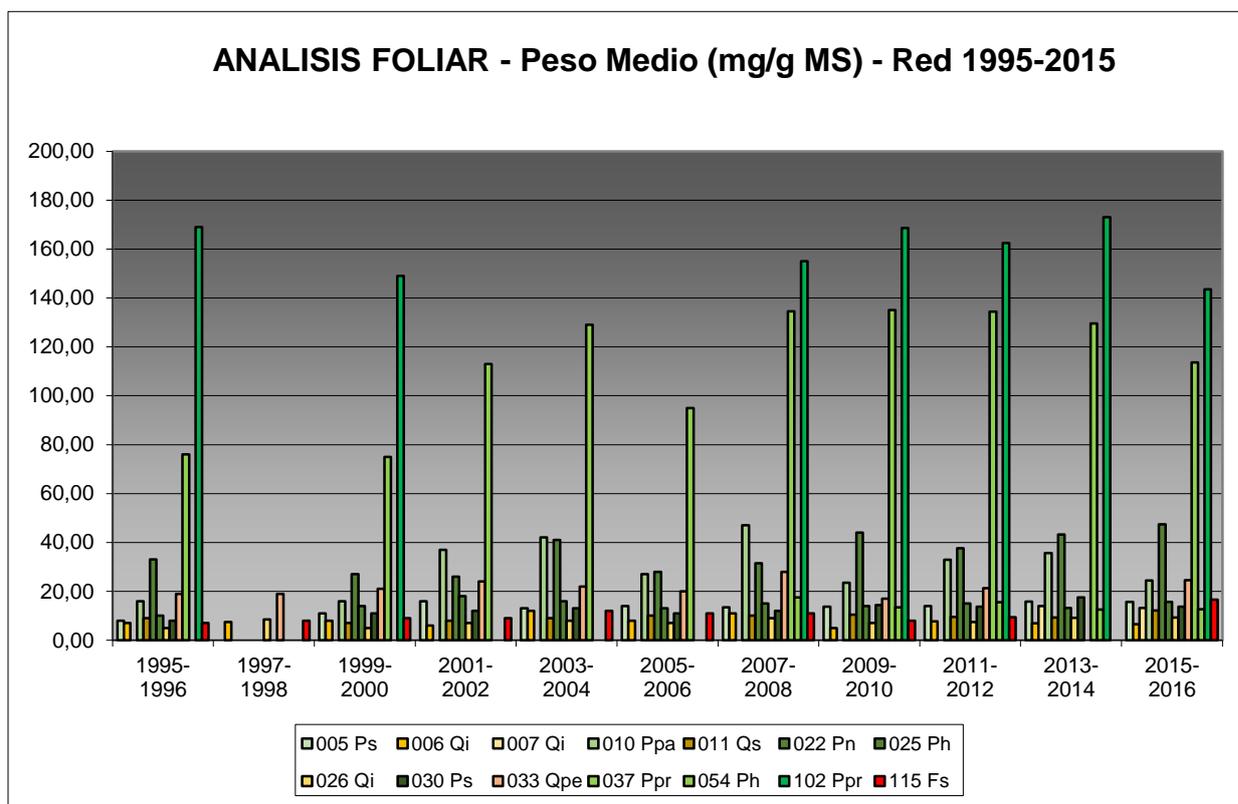


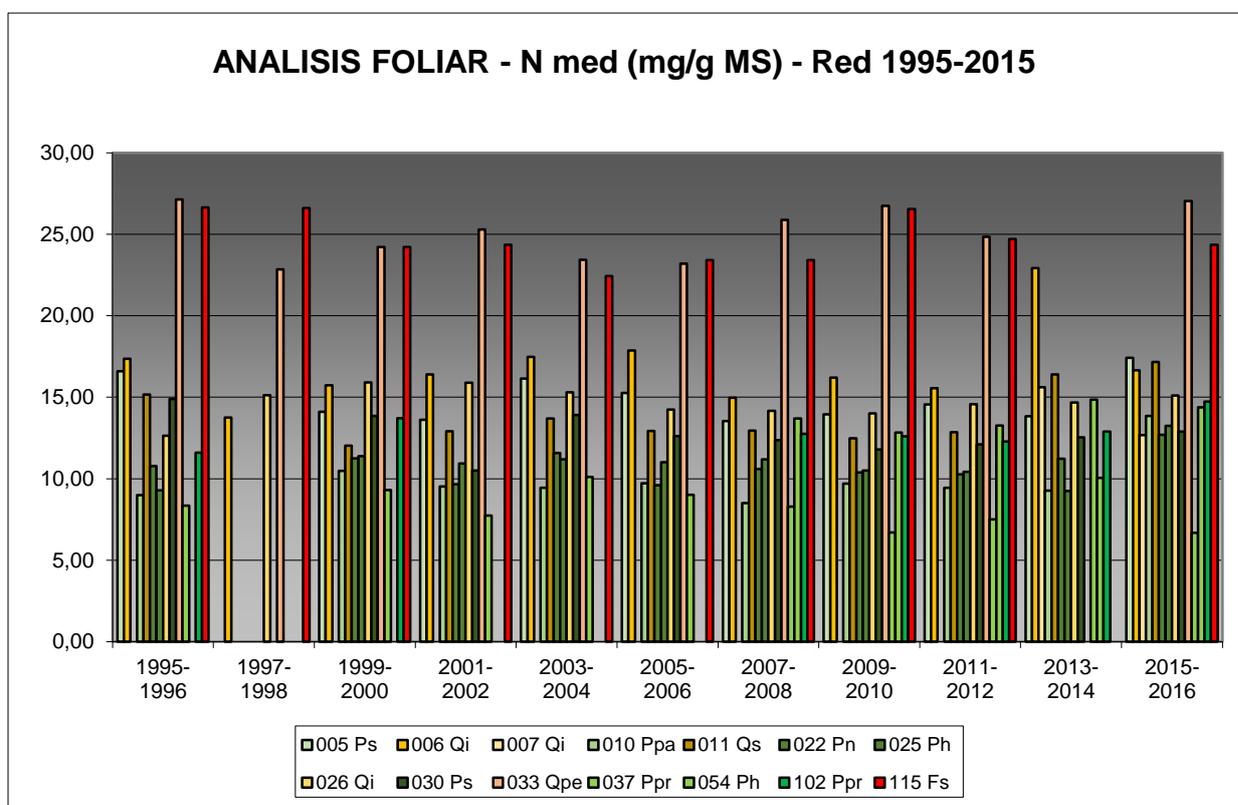
FIG 25: Peso seco hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1997-2014 y año 2015

6.3.2. Nitrógeno.

TABLA 16: Caracterización contenido en nitrógeno (mg/g MS). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo

| Parcela | Campaña de Muestreo | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1995-1996 | 1997-1998 | 1999-2000 | 2001-2002 | 2003-2004 | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 |
| 005 Ps | 16,60 | | 14,10 | 13,62 | 16,14 | 15,26 | 13,54 | 13,95 | 14,56 | 13,84 | 17,41 |
| 006 Qi | 17,35 | 13,75 | 15,74 | 16,39 | 17,47 | 17,86 | 14,97 | 16,20 | 15,55 | 22,93 | 16,65 |
| 007 Qi | | | | | | | | | | 15,62 | 12,67 |
| 010 Ppa | 8,99 | | 10,48 | 9,52 | 9,44 | 9,71 | 8,51 | 9,70 | 9,43 | 9,28 | 13,86 |

| Parcela | Campaña de Muestreo | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1995-1996 | 1997-1998 | 1999-2000 | 2001-2002 | 2003-2004 | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 |
| 011 Qs | 15,17 | | 12,03 | 12,91 | 13,70 | 12,94 | 12,95 | 12,48 | 12,86 | 16,39 | 17,17 |
| 022 Pn | 10,78 | | 11,24 | 9,66 | 11,57 | 9,60 | 10,59 | 10,39 | 10,28 | 11,23 | 12,70 |
| 025 Ph | 9,28 | | 11,39 | 10,94 | 11,19 | 11,01 | 11,20 | 10,51 | 10,42 | 9,25 | 13,25 |
| 026 Qi | 12,64 | 15,13 | 15,91 | 15,88 | 15,31 | 14,25 | 14,16 | 14,00 | 14,59 | 14,67 | 15,10 |
| 030 Ps | 14,89 | | 13,86 | 10,51 | 13,92 | 12,61 | 12,36 | 11,79 | 12,12 | 12,54 | 12,90 |
| 033 Qpe | 27,14 | 22,84 | 24,22 | 25,30 | 23,43 | 23,19 | 25,88 | 26,75 | 24,84 | | 27,04 |
| 037 Ppr | 8,34 | | 9,30 | 7,73 | 10,10 | 9,02 | 8,29 | 6,71 | 7,51 | 14,86 | 6,69 |
| 054 Ph | | | | | | | 13,70 | 12,83 | 13,27 | 10,05 | 14,38 |
| 102 Ppr | 11,59 | | 13,71 | | | | 12,75 | 12,60 | 12,29 | 12,88 | 14,74 |
| 115 Fs | 26,64 | 26,60 | 24,22 | 24,35 | 22,44 | 23,42 | 23,42 | 26,54 | 24,70 | | 24,36 |



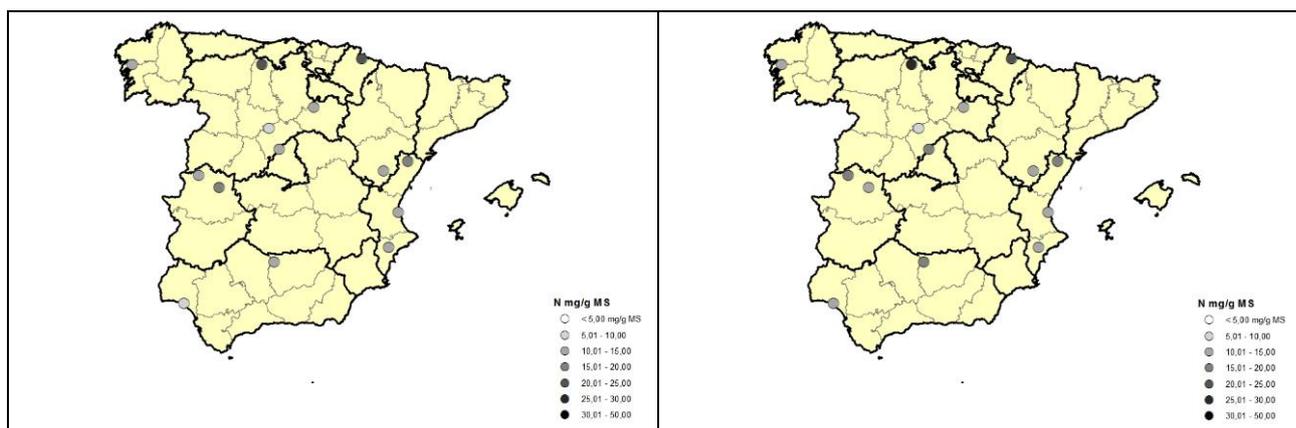


FIG 26: Contenido en nitrógeno hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1997-2014 y año 2015

6.3.3. Azufre.

TABLA 17: Caracterización contenido en azufre (mg/g MS). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo.

| Parcela | Campaña de Muestreo | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1995-1996 | 1997-1998 | 1999-2000 | 2001-2002 | 2003-2004 | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 |
| 005 Ps | 1,15 | | 0,93 | 1,00 | 1,21 | 1,10 | 1,22 | 1,19 | 1,17 | 0,97 | 1,14 |
| 006 Qi | 1,39 | 1,20 | 1,16 | 1,36 | 1,48 | 1,46 | 1,14 | 1,29 | 1,29 | 1,04 | 1,34 |
| 007 Qi | | | | | | | | | | 1,01 | 0,94 |
| 010 Ppa | 0,83 | | 1,22 | 1,11 | 1,16 | 1,26 | 1,23 | 1,12 | 1,18 | 1,10 | 1,14 |
| 011 Qs | 1,08 | | 1,07 | 0,99 | 1,07 | 1,33 | 1,18 | 1,28 | 1,19 | 1,03 | 1,11 |
| 022 Pn | 1,03 | | 0,87 | 0,91 | 0,92 | 0,96 | 0,91 | 1,27 | 1,08 | 0,91 | 0,99 |
| 025 Ph | 1,10 | | 1,54 | 1,43 | 1,61 | 1,39 | 1,48 | 1,77 | 1,57 | 1,35 | 1,75 |
| 026 Qi | 0,92 | 1,04 | 1,20 | 1,15 | 1,14 | 1,13 | 1,22 | 1,32 | 1,14 | 0,97 | 1,14 |
| 030 Ps | 1,05 | | 0,98 | 0,95 | 0,96 | 1,04 | 1,27 | 1,20 | 1,13 | 1,08 | 0,95 |
| 033 Qpe | 1,90 | 1,61 | 1,68 | 1,70 | 1,67 | 1,61 | 1,69 | 1,68 | 1,69 | | 1,74 |
| 037 Ppr | 0,86 | | 0,77 | 0,88 | 0,96 | 0,91 | 1,28 | 0,96 | 1,00 | 0,93 | 0,70 |
| 054 Ph | | | | | | | 2,17 | 1,41 | 1,79 | 1,08 | 1,44 |
| 102 Ppr | 1,02 | | 1,09 | | | | 1,59 | 1,29 | 1,36 | 0,86 | 0,92 |
| 115 Fs | 1,94 | 1,72 | 1,70 | 1,68 | 1,40 | 1,58 | 1,49 | 1,67 | 1,65 | | 1,44 |

Con fondo amarillo se señala la superación de los valores de referencia de contenido en azufre para cada especie forestal, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por lluvia ácida. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica. No se dispone de valores para *Quercus petraea* y *Fagus sylvatica*.

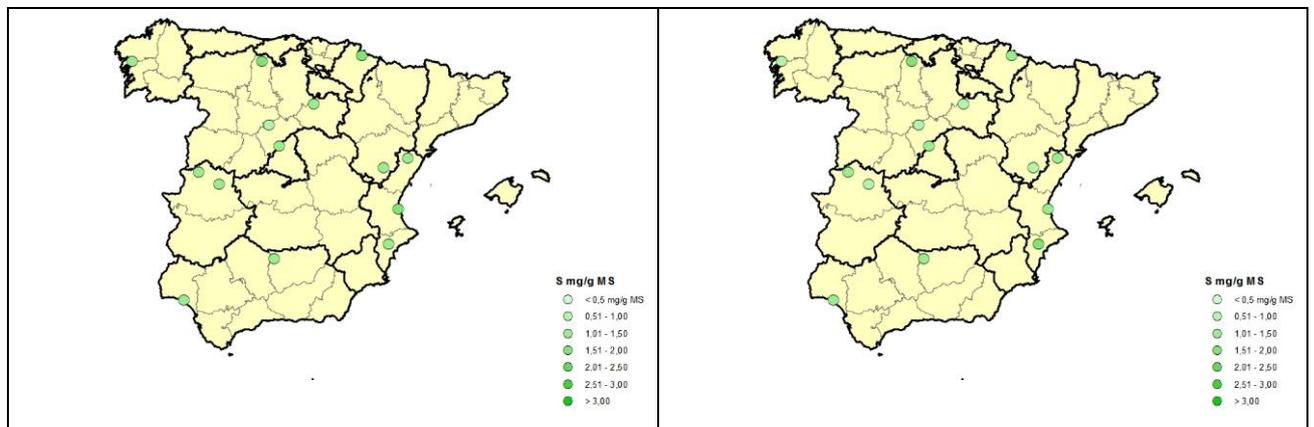
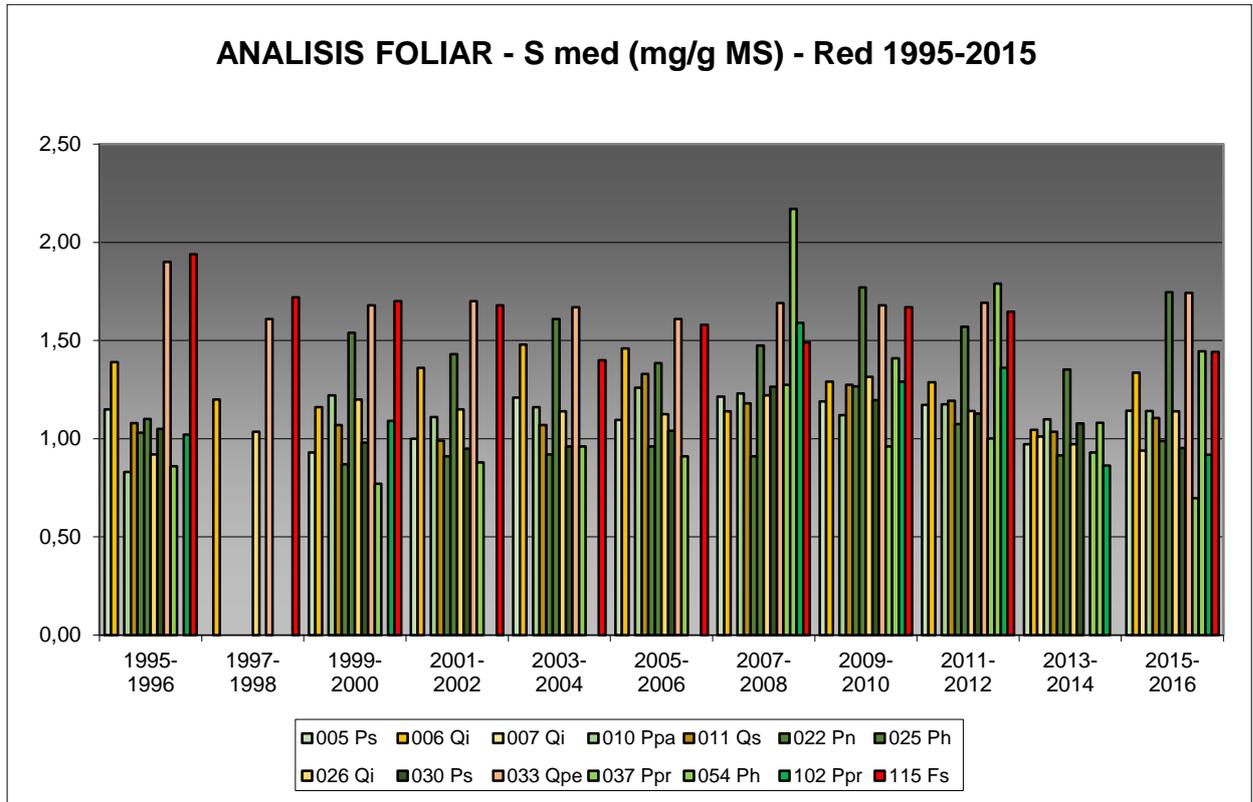
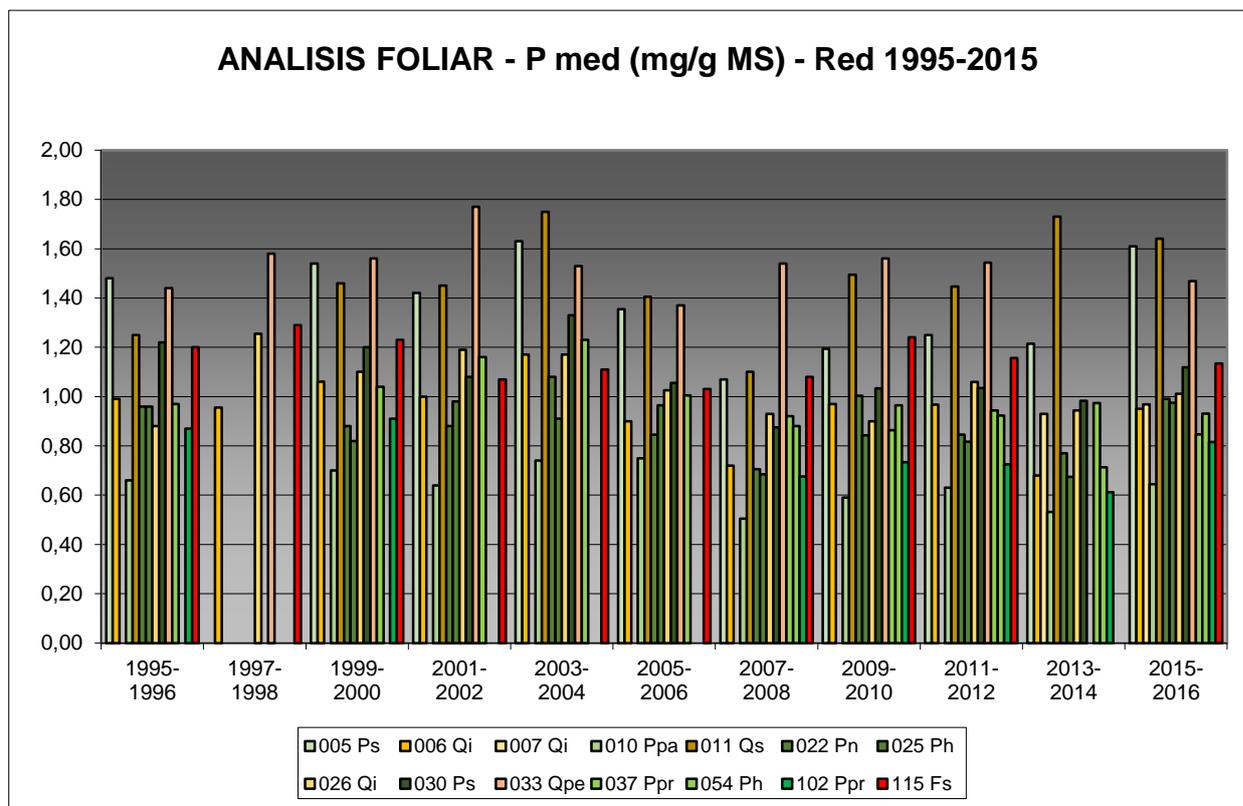


FIG 27: Contenido en azufre hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1997-2014 y año 2015

6.3.4. Fósforo.

TABLA 18: Caracterización contenido en fósforo (mg/g MS). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo

| Parcela | Campaña de Muestreo | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1995-1996 | 1997-1998 | 1999-2000 | 2001-2002 | 2003-2004 | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 |
| 005 Ps | 1,48 | | 1,54 | 1,42 | 1,63 | 1,36 | 1,07 | 1,19 | 1,25 | 1,21 | 1,61 |
| 006 Qi | 0,99 | 0,96 | 1,06 | 1,00 | 1,17 | 0,90 | 0,72 | 0,97 | 0,97 | 0,68 | 0,95 |
| 007 Qi | | | | | | | | | | 0,93 | 0,97 |
| 010 Ppa | 0,66 | | 0,70 | 0,64 | 0,74 | 0,75 | 0,51 | 0,59 | 0,63 | 0,53 | 0,64 |
| 011 Qs | 1,25 | | 1,46 | 1,45 | 1,75 | 1,41 | 1,10 | 1,50 | 1,45 | 1,73 | 1,64 |
| 022 Pn | 0,96 | | 0,88 | 0,88 | 1,08 | 0,85 | 0,71 | 1,00 | 0,85 | 0,77 | 0,99 |
| 025 Ph | 0,96 | | 0,82 | 0,98 | 0,91 | 0,97 | 0,69 | 0,84 | 0,82 | 0,67 | 0,97 |
| 026 Qi | 0,88 | 1,26 | 1,10 | 1,19 | 1,17 | 1,03 | 0,93 | 0,90 | 1,06 | 0,94 | 1,01 |
| 030 Ps | 1,22 | | 1,20 | 1,08 | 1,33 | 1,06 | 0,88 | 1,03 | 1,03 | 0,98 | 1,12 |
| 033 Qpe | 1,44 | 1,58 | 1,56 | 1,77 | 1,53 | 1,37 | 1,54 | 1,56 | 1,54 | | 1,47 |
| 037 Ppr | 0,97 | | 1,04 | 1,16 | 1,23 | 1,01 | 0,92 | 0,86 | 0,94 | 0,97 | 0,85 |
| 054 Ph | | | | | | | 0,88 | 0,97 | 0,92 | 0,71 | 0,93 |
| 102 Ppr | 0,87 | | 0,91 | | | | 0,68 | 0,73 | 0,73 | 0,61 | 0,82 |
| 115 Fs | 1,20 | 1,29 | 1,23 | 1,07 | 1,11 | 1,03 | 1,08 | 1,24 | 1,16 | | 1,13 |



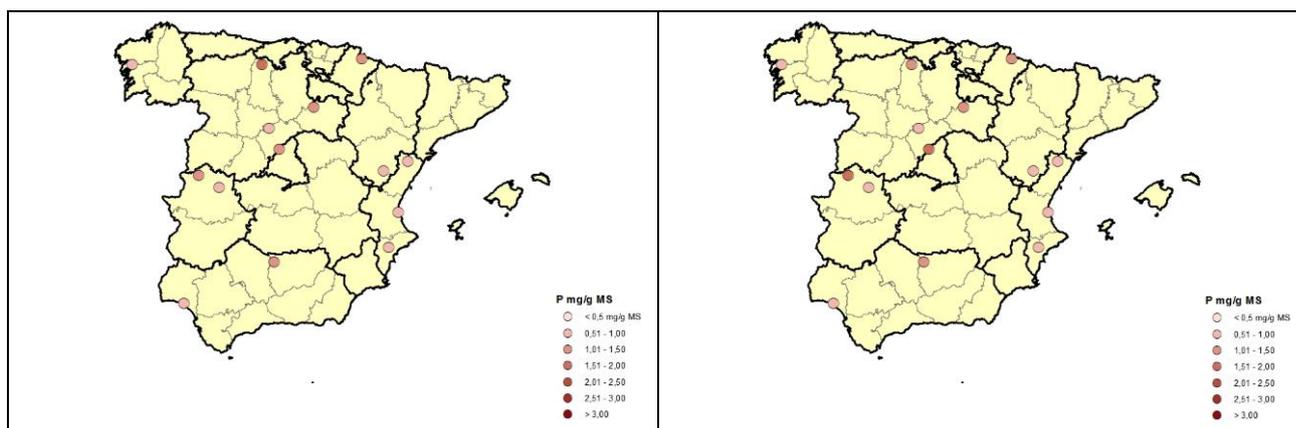


FIG 28: Contenido en fósforo hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1997-2014 y año 2015

6.3.5. Calcio.

TABLA 19: Caracterización contenido en calcio (mg/g MS). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo

| Parcela | Campaña de Muestreo | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | 1995-1996 | 1997-1998 | 1999-2000 | 2001-2002 | 2003-2004 | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 |
| 005 Ps | 3,90 | | 2,47 | 2,21 | 2,45 | 3,18 | 3,67 | 4,28 | 4,11 | 3,73 | 5,22 |
| 006 Qi | 5,90 | 11,60 | 5,49 | 6,60 | 6,08 | 7,93 | 6,32 | 7,28 | 8,23 | 9,06 | 8,50 |
| 007 Qi | | | | | | | | | | 6,87 | 9,82 |
| 010 Ppa | 1,58 | | 2,24 | 2,12 | 2,36 | 2,43 | 2,70 | 3,12 | 2,60 | 3,95 | 4,19 |
| 011 Qs | 4,93 | | 7,09 | 5,28 | 6,07 | 5,71 | 4,37 | 6,40 | 5,86 | 6,86 | 5,96 |
| 022 Pn | 4,08 | | 2,97 | 2,54 | 1,88 | 2,82 | 3,10 | 5,35 | 4,04 | 4,18 | 4,36 |
| 025 Ph | 3,44 | | 8,11 | 4,77 | 7,74 | 4,84 | 5,63 | 9,70 | 7,81 | 7,75 | 6,97 |
| 026 Qi | 6,06 | 11,34 | 8,94 | 8,23 | 6,82 | 7,43 | 6,04 | 8,93 | 8,59 | 10,00 | 12,11 |
| 030 Ps | 3,05 | | 2,48 | 2,36 | 2,54 | 2,88 | 3,08 | 4,18 | 3,82 | 3,94 | 4,34 |
| 033 Qpe | 8,98 | 12,12 | 9,50 | 8,82 | 8,11 | 9,67 | 12,12 | 10,20 | 9,94 | | 7,54 |
| 037 Ppr | 2,29 | | 1,84 | 2,17 | 2,09 | 2,38 | 3,51 | 3,47 | 3,32 | 4,52 | 3,30 |
| 054 Ph | | | | | | | 5,11 | 6,65 | 5,88 | 6,20 | 5,63 |
| 102 Ppr | 0,81 | | 1,83 | | | | 1,69 | 2,26 | 2,13 | 3,56 | 1,81 |
| 115 Fs | 7,25 | 8,11 | 6,71 | 5,54 | 5,31 | 5,47 | 5,80 | 7,68 | 6,48 | | 8,04 |

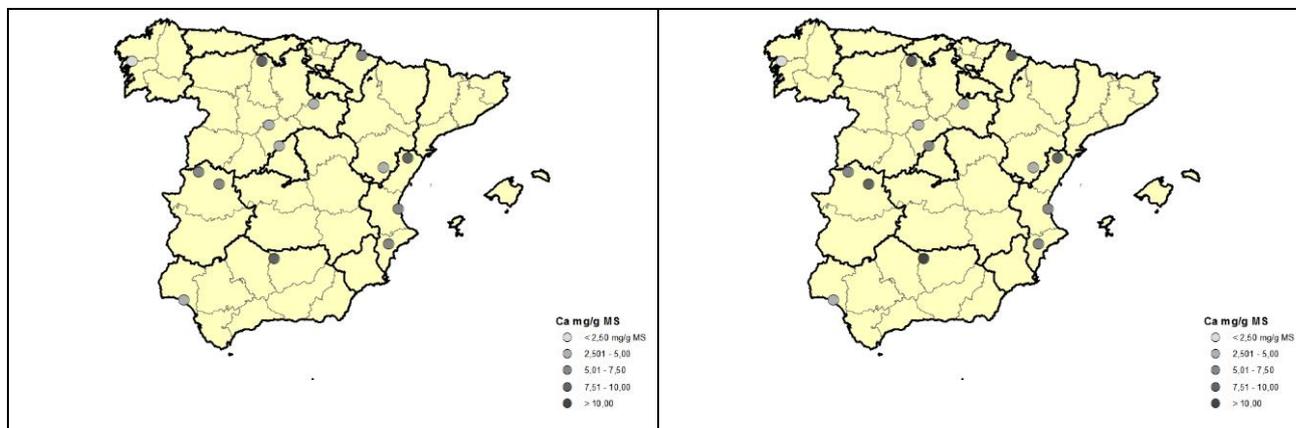
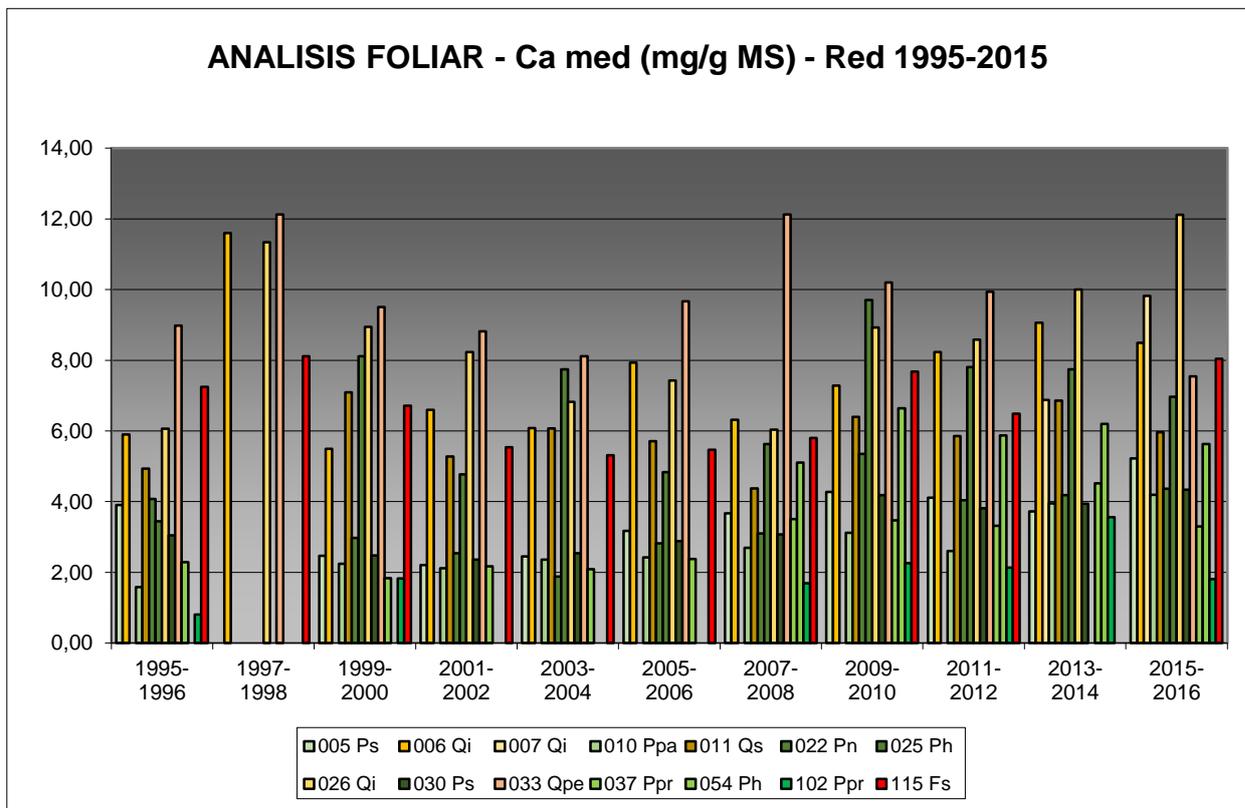
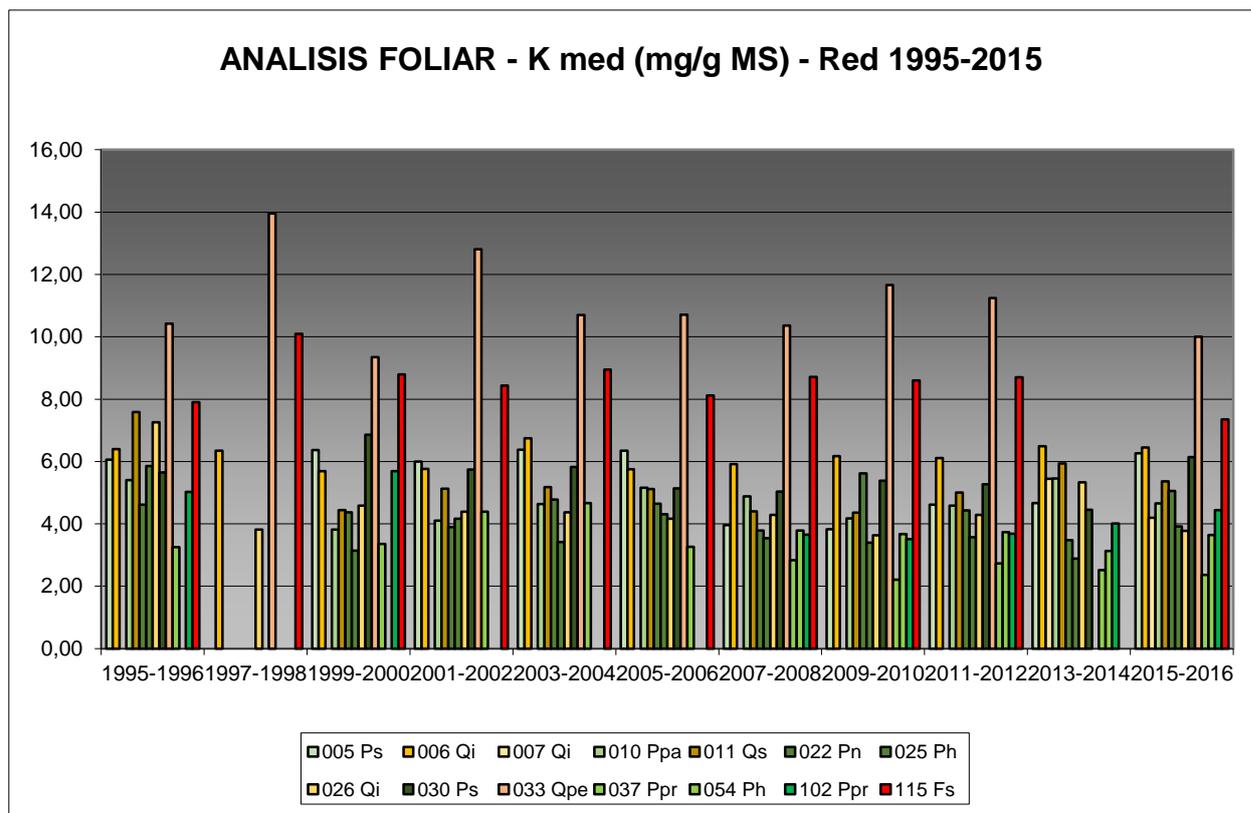


FIG 29: Contenido en calcio hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1997-2014 y año 2015

6.3.6. Potasio.

TABLA 20: Caracterización contenido en potasio (mg/g MS). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo

| Parcela | Campaña de Muestreo | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| | 1995-1996 | 1997-1998 | 1999-2000 | 2001-2002 | 2003-2004 | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 |
| 005 Ps | 6,06 | | 6,37 | 6,00 | 6,38 | 6,35 | 3,97 | 3,83 | 4,62 | 4,66 | 6,26 |
| 006 Qi | 6,40 | 6,35 | 5,69 | 5,76 | 6,75 | 5,75 | 5,92 | 6,17 | 6,11 | 6,49 | 6,45 |
| 007 Qi | | | | | | | | | | 5,44 | 4,19 |
| 010 Ppa | 5,40 | | 3,82 | 4,10 | 4,64 | 5,16 | 4,88 | 4,18 | 4,59 | 5,45 | 4,66 |
| 011 Qs | 7,59 | | 4,44 | 5,13 | 5,18 | 5,12 | 4,40 | 4,36 | 5,00 | 5,93 | 5,37 |
| 022 Pn | 4,62 | | 4,37 | 3,90 | 4,78 | 4,65 | 3,79 | 5,62 | 4,43 | 3,48 | 5,05 |
| 025 Ph | 5,85 | | 3,14 | 4,17 | 3,42 | 4,31 | 3,54 | 3,39 | 3,57 | 2,89 | 3,92 |
| 026 Qi | 7,26 | 3,82 | 4,58 | 4,39 | 4,37 | 4,17 | 4,29 | 3,64 | 4,28 | 5,33 | 3,78 |
| 030 Ps | 5,65 | | 6,86 | 5,74 | 5,82 | 5,14 | 5,04 | 5,38 | 5,28 | 4,45 | 6,14 |
| 033 Qpe | 10,42 | 13,95 | 9,35 | 12,81 | 10,70 | 10,71 | 10,36 | 11,66 | 11,25 | | 10,00 |
| 037 Ppr | 3,25 | | 3,36 | 4,39 | 4,67 | 3,27 | 2,84 | 2,21 | 2,73 | 2,52 | 2,36 |
| 054 Ph | | | | | | | 3,79 | 3,67 | 3,73 | 3,13 | 3,64 |
| 102 Ppr | 5,03 | | 5,69 | | | | 3,65 | 3,51 | 3,69 | 4,01 | 4,44 |
| 115 Fs | 7,90 | 10,09 | 8,79 | 8,44 | 8,95 | 8,12 | 8,71 | 8,60 | 8,70 | | 7,35 |



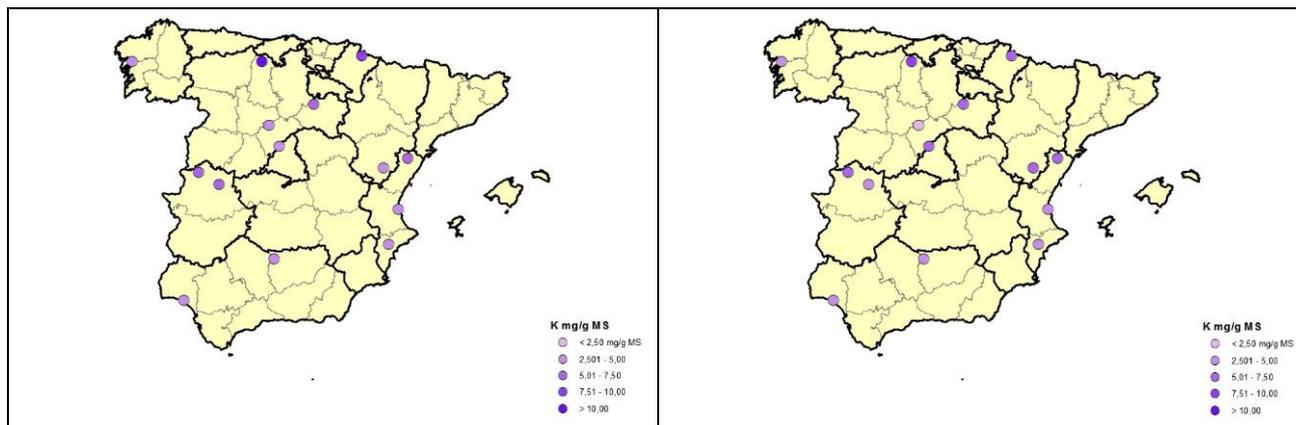


FIG 30: Contenido en potasio hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1997-2014 y año 2015

6.3.7. Carbono.

TABLA 21: Caracterización contenido en carbono (%). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo

| Parcela | Campaña de Muestreo | | | | | | | | | | |
|---------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 1995-1996 | 1997-1998 | 1999-2000 | 2001-2002 | 2003-2004 | 2005-2006 | 2007-2008 | 2009-2010 | 2011-2012 | 2013-2014 | 2015-2016 |
| 005 Ps | | | | | | | | | | 53,52 | 54,34 |
| 006 Qi | | | | | | | | | | 51,34 | 50,52 |
| 007 Qi | | | | | | | | | | 50,06 | 49,49 |
| 010 Ppa | | | | | | | | | | 50,41 | 48,16 |
| 011 Qs | | | | | | | | | | 52,40 | 50,96 |
| 022 Pn | | | | | | | | | | 54,12 | 54,01 |
| 025 Ph | | | | | | | | | | 52,98 | 53,04 |
| 026 Qi | | | | | | | | | | 50,48 | 50,22 |
| 030 Ps | | | | | | | | | | 53,37 | 52,90 |
| 033 Qpe | | | | | | | | | | | 49,48 |
| 037 Ppr | | | | | | | | | | 53,28 | 51,26 |
| 054 Ph | | | | | | | | | | 54,86 | 54,95 |
| 102 Ppr | | | | | | | | | | 52,48 | 52,91 |
| 115 Fs | | | | | | | | | | | 51,08 |

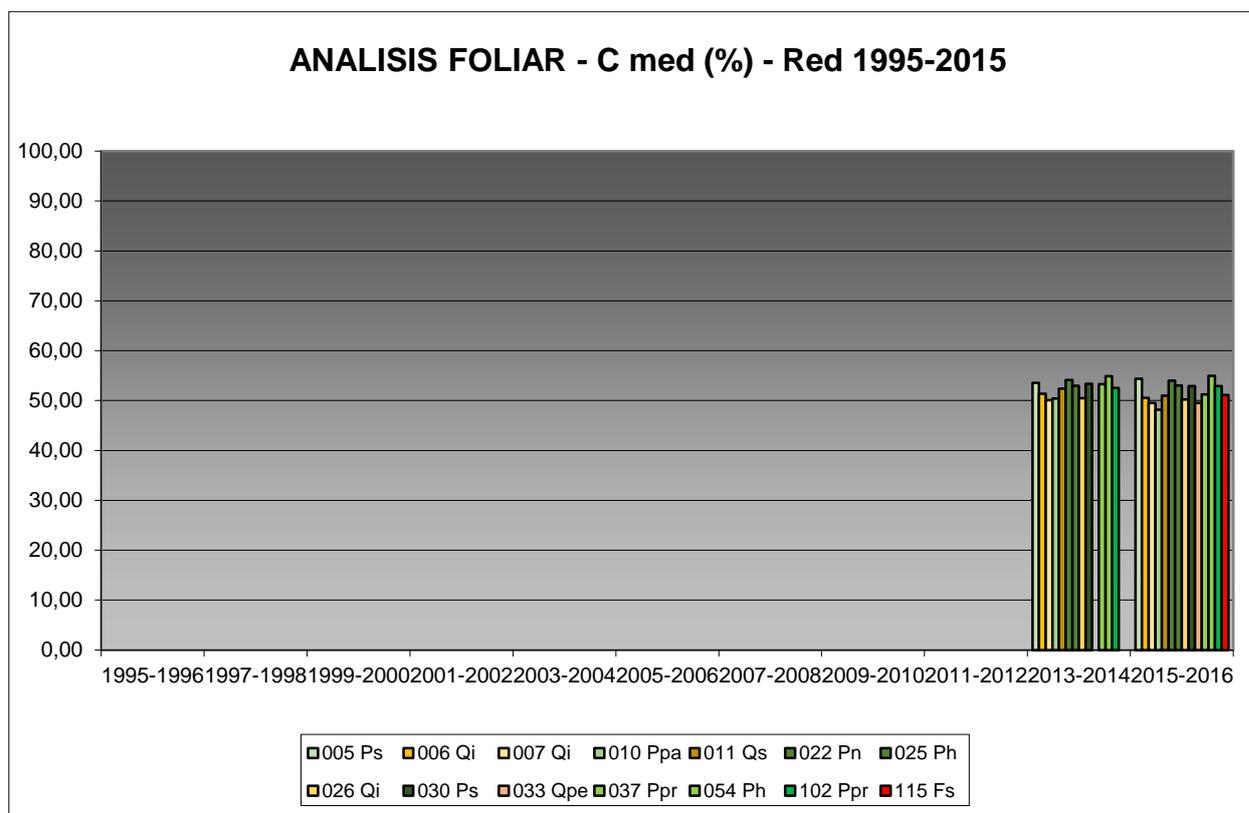


FIG 31: Contenido en carbono hojas/acículas. Valores medios por parcela año 2015

6.4. Interpretación de resultados.

En cuanto a los análisis foliares efectuados, cabe concluir:

1. El **peso seco** ha alcanzado sus mayores valores en las parcelas pobladas por pino negral: 102Ppr y 37Ppr y parece experimentar un cierto crecimiento a lo largo de los últimos años, mientras que los valores menores se dan en los encinares, poblados por las parcelas 06Qi y 26Qi.
2. En cuanto a los contenidos en **nitrógeno**, los mayores niveles se han encontrado en las parcelas pobladas por caducifolias, sobre todo 33Qpe y en menor medida 115Fs, mientras que las menores tasas han correspondido a la parcela 37Ppr, continuando con la tendencia ya apuntada en la pasada revisión. Se ha observado un cierto incremento en las tasas de este elemento con respecto a la campaña anterior.
3. Los contenidos en **azufre** no presentan una tendencia tan definida, abundando los máximos en las parcelas de caducifolias 33Qpe y 115Fs a lo largo de los primeros años de la serie, tendencia que se interrumpe para dar paso a máximos en 54Ph y 25Ph, parcelas pobladas por pino carrasco, con un aumento generalizado a lo largo de la última campaña. Cabe hacer constar asimismo que en la mayoría de los casos se superan los valores de referencia para cada especie.
4. Los mayores niveles en **fósforo** se han encontrado en las parcelas pobladas por *Quercus petraea* y *Quercus suber* punto este en el que se han registrado los máximos a lo largo de las dos últimas

campañas, mientras que tradicionalmente los menores contenidos se han venido registrando en 10Ppa. Se observa también un incremento generalizado de este macronutriente a lo largo del último año.

- Los contenidos en **calcio** tradicionalmente superiores en 33Qpe se han visto superados en las dos últimas campañas por los máximos de 26Qi mientras continúan viéndose los valores más bajos en 102Ppr. Las concentraciones de **potasio** presentan un patrón de distribución muy parecido: máximos en las parcelas pobladas por frondosas caducifolias como haya y roble y menos contenido en pino negral.
- Por último, y en lo que respecta al contenido en **carbono**, no se han encontrado grandes diferencias entre las distintas especies, oscilando en torno al 50% del contenido total, siendo este elemento de nueva medición a partir de 2014.

7. Desfronde

El desfronde o litterfall; fracción de follaje, ramillas finas, flores, frutos, líquenes,... que caen del arbolado al suelo, es un parámetros clave en los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas forestales, al enlazar la cubierta arbórea con el suelo y los movimientos de agua, y es uno de los parámetros necesarios para cuantificar el retorno anual de elementos y materia orgánica al suelo. La descomposición del desfronde es la vía principal de flujo de nutrientes, determina el aporte de materia orgánica al suelo y juega un importante papel en la productividad forestal y el contenido nutricional del suelo, así como incide considerablemente en la capacidad de fijación de carbono atmosférico.

Tanto factores naturales como antropogénicos, tales como el cambio climático, influyen en la producción de desfronde y su evolución estacional. Los cambios causados en el litterfall responden a perturbaciones causadas por agentes bióticos, tales como las plagas, así como a otros factores como la sequía, heladas, viento o contaminación atmosférica.

La producción de desfronde es un parámetro cuantitativo de la vitalidad del arbolado y aporta información adicional a la obtenida visualmente, así como constituye un importante factor de diagnóstico fenológico del mismo.

El desfronde se toma en campo sobre colectores normalizados de 1 m² de superficie que se muestrea con periodicidad mensual. Al igual que en los casos anteriores y con el objetivo de caracterizar los resultados habidos en el año, se han comparado con los habidos en el periodo 2005-2015. Debe tenerse en cuenta que los muestreos correspondientes a 2014 se ha muestreado el periodo mayo-diciembre.

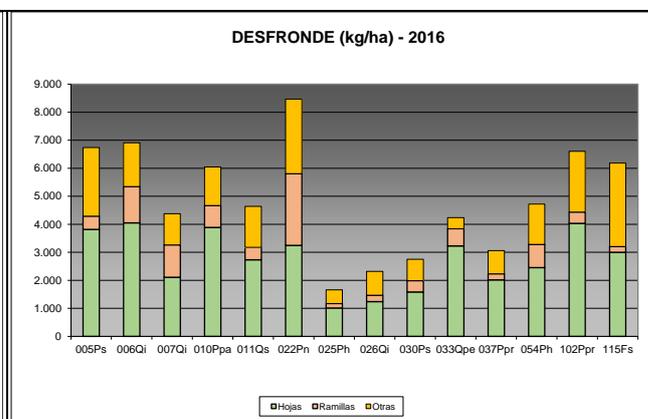
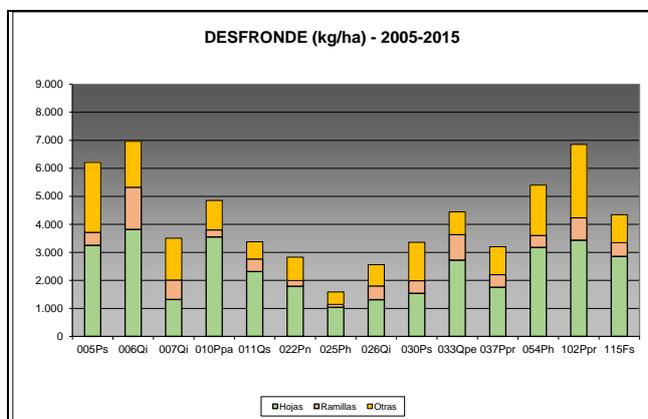
TABLA 22: Caracterización desfronde. Periodo 2005-2015 y 2016.

| Año | PERIODO 2005-2015 | | | | | | | | |
|--------|-------------------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
| 005 Ps | Hojas | 3.254 | 53,07 | 9,70 | 0,87 | 0,72 | 5,49 | 1,03 | 2,44 |
| | Ramillas | 461 | 54,36 | 9,14 | 0,92 | 0,55 | 4,38 | 0,91 | 1,65 |
| | Otras | 2.493 | 52,89 | 9,33 | 0,85 | 0,71 | 3,91 | 0,82 | 1,68 |
| 006 Qi | Hojas | 3.819 | 51,06 | 11,84 | 1,07 | 0,59 | 13,79 | 1,94 | 4,87 |
| | Ramillas | 1.503 | 48,99 | 8,40 | 0,85 | 0,50 | 29,60 | 3,79 | 3,83 |
| | Otras | 1.640 | 48,96 | 15,20 | 1,32 | 1,15 | 12,82 | 2,64 | 6,16 |
| 007 Qi | Hojas | 1.317 | 49,89 | 9,16 | 0,88 | 0,71 | 13,59 | 1,18 | 3,02 |

| Año | PERIODO 2005-2015 | | | | | | | | |
|---------|-------------------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
| | Ramillas | 698 | | | | | | | |
| | Otras | 1.491 | 47,35 | 15,63 | 1,42 | 1,30 | 7,76 | 1,28 | 4,97 |
| 010 Ppa | Hojas | 3.554 | 51,71 | 5,26 | 1,02 | 0,41 | 3,96 | 2,51 | 3,10 |
| | Ramillas | 247 | 53,77 | 4,80 | 0,89 | 0,50 | 5,92 | 1,17 | 1,21 |
| | Otras | 1.053 | 52,23 | 6,31 | 0,96 | 0,43 | 5,33 | 1,37 | 1,85 |
| 011 Qs | Hojas | 2.314 | 52,40 | 6,58 | 0,83 | 1,09 | 7,84 | 2,17 | 3,99 |
| | Ramillas | 452 | 52,13 | 5,65 | 0,69 | 0,96 | 11,91 | 2,07 | 4,54 |
| | Otras | 614 | 49,85 | 16,74 | 1,29 | 1,84 | 7,55 | 2,09 | 7,87 |
| 022 Pn | Hojas | 1.789 | 54,51 | 6,35 | 0,83 | 0,40 | 5,94 | 1,36 | 2,33 |
| | Ramillas | 204 | 53,62 | 5,08 | 0,76 | 0,19 | 10,40 | 1,31 | 0,71 |
| | Otras | 834 | 52,45 | 7,35 | 0,91 | 0,41 | 5,90 | 0,81 | 1,07 |
| 025 Ph | Hojas | 1.041 | 53,21 | 6,34 | 1,07 | 0,31 | 10,04 | 2,11 | 1,33 |
| | Ramillas | 102 | 51,56 | 4,67 | 0,64 | 0,28 | 13,88 | 2,18 | 1,27 |
| | Otras | 442 | 49,61 | 7,38 | 0,87 | 0,46 | 17,10 | 2,19 | 1,67 |
| 026 Qi | Hojas | 1.316 | 51,17 | 10,04 | 0,82 | 0,64 | 9,75 | 1,48 | 2,85 |
| | Ramillas | 485 | 50,44 | 8,28 | 0,62 | 0,80 | 17,38 | 2,01 | 3,68 |
| | Otras | 759 | 48,98 | 17,20 | 1,34 | 1,16 | 9,04 | 1,66 | 4,62 |
| 030 Ps | Hojas | 1.540 | 53,68 | 6,61 | 0,84 | 0,37 | 6,99 | 1,10 | 2,15 |
| | Ramillas | 447 | 54,28 | 5,82 | 0,70 | 0,25 | 4,63 | 0,69 | 1,06 |
| | Otras | 1.374 | 53,12 | 6,51 | 0,68 | 0,44 | 6,06 | 0,70 | 1,25 |
| 033Qpe | Hojas | 2.721 | 51,73 | 17,92 | 1,28 | 0,99 | 7,36 | 1,64 | 5,20 |
| | Ramillas | 914 | 52,24 | 6,31 | 0,46 | 0,36 | 4,87 | 0,83 | 1,80 |
| | Otras | 806 | 51,14 | 13,37 | 1,02 | 0,90 | 8,31 | 1,32 | 3,07 |
| 037 Ppr | Hojas | 1.754 | 53,61 | 5,07 | 0,80 | 0,65 | 6,05 | 2,26 | 1,34 |
| | Ramillas | 448 | 52,94 | 6,84 | 0,80 | 0,38 | 10,69 | 2,91 | 0,95 |
| | Otras | 999 | 52,32 | 9,91 | 1,03 | 1,14 | 8,00 | 1,86 | 3,97 |
| 054 Ph | Hojas | 3.180 | 54,58 | 10,12 | 1,33 | 0,60 | 7,94 | 2,35 | 2,31 |
| | Ramillas | 422 | 53,37 | 10,40 | 1,42 | 0,80 | 12,98 | 3,06 | 1,98 |
| | Otras | 1.797 | 52,06 | 9,86 | 1,12 | 1,14 | 12,25 | 2,10 | 2,52 |
| 102 Ppr | Hojas | 3.437 | 54,12 | 8,36 | 0,91 | 0,36 | 2,87 | 1,21 | 1,61 |
| | Ramillas | 798 | 56,32 | 8,15 | 1,05 | 0,32 | 2,14 | 0,74 | 0,67 |
| | Otras | 2.615 | 54,25 | 10,34 | 1,15 | 0,59 | 1,51 | 0,82 | 1,27 |
| 115 Fs | Hojas | 2.857 | 52,61 | 17,71 | 1,31 | 0,90 | 8,67 | 1,72 | 3,95 |
| | Ramillas | 491 | 53,69 | 9,14 | 0,79 | 0,36 | 6,80 | 0,98 | 0,99 |
| | Otras | 997 | 50,02 | 16,82 | 1,29 | 0,91 | 6,25 | 1,43 | 2,47 |

| Año | PERIODO 2016 | | | | | | | | |
|--------|--------------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
| 005 Ps | Hojas | 3.816 | 53,23 | 10,64 | 0,90 | 0,78 | 6,97 | 0,98 | 2,84 |
| | Ramillas | 476 | | | | | | | |
| | Otras | 2.447 | 51,80 | 6,91 | 1,28 | 1,44 | 12,48 | 1,43 | 5,63 |
| 006 Qi | Hojas | 4.053 | 48,90 | 11,79 | 1,14 | 0,52 | 19,31 | 1,05 | 5,86 |
| | Ramillas | 1.291 | | | | | | | |
| | Otras | 1.567 | 48,24 | 15,77 | 0,80 | 0,26 | 5,30 | 1,12 | 1,48 |
| 007 Qi | Hojas | 2.112 | 50,05 | 10,26 | 1,05 | 0,91 | 15,49 | 1,23 | 3,11 |
| | Ramillas | 1.154 | | | | | | | |
| | Otras | 1.114 | 48,29 | 15,55 | 0,92 | 1,01 | 5,65 | 1,44 | 8,18 |

| Año | PERIODO 2016 | | | | | | | | |
|---------|--------------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
| 010 Ppa | Hojas | 3.889 | 50,42 | 5,96 | 0,96 | 0,57 | 8,60 | 1,94 | 3,30 |
| | Ramillas | 782 | | | | | | | |
| | Otras | 1.377 | 50,93 | 5,83 | 0,90 | 0,69 | 9,18 | 1,02 | 1,72 |
| 011 Qs | Hojas | 2.737 | 51,60 | 7,58 | 0,78 | 0,92 | 9,04 | 1,82 | 3,67 |
| | Ramillas | 438 | | | | | | | |
| | Otras | 1.466 | 48,79 | 13,39 | 0,88 | 0,33 | 16,92 | 1,02 | 1,18 |
| 022 Pn | Hojas | 3.245 | 54,24 | 6,40 | 0,80 | 0,41 | 7,06 | 1,44 | 2,58 |
| | Ramillas | 2.565 | | | | | | | |
| | Otras | 2.659 | 52,87 | 7,34 | 1,07 | 1,20 | 11,08 | 0,96 | 3,22 |
| 025 Ph | Hojas | 1.013 | 53,84 | 6,34 | 1,26 | 0,32 | 9,97 | 1,88 | 1,21 |
| | Ramillas | 161 | | | | | | | |
| | Otras | 490 | 49,32 | 5,72 | 1,16 | 0,69 | 10,36 | 1,14 | 4,22 |
| 026 Qi | Hojas | 1.239 | 50,68 | 10,79 | 0,96 | 0,73 | 12,52 | 1,09 | 2,62 |
| | Ramillas | 231 | | | | | | | |
| | Otras | 853 | 47,87 | 17,39 | 0,56 | 0,41 | 4,23 | 0,42 | 1,14 |
| 030 Ps | Hojas | 1.585 | 53,57 | 5,04 | 0,81 | 0,29 | 9,49 | 0,96 | 2,48 |
| | Ramillas | 402 | | | | | | | |
| | Otras | 765 | 51,48 | 4,64 | 0,48 | 0,16 | 7,82 | 0,32 | 0,98 |
| 033Qpe | Hojas | 3.228 | 50,95 | 9,83 | 0,99 | 0,48 | 8,23 | 1,66 | 5,73 |
| | Ramillas | 612 | | | | | | | |
| | Otras | 401 | 50,05 | 12,74 | 1,03 | 1,16 | 7,85 | 1,45 | 6,05 |
| 037 Ppr | Hojas | 2.020 | 52,71 | 4,20 | 0,73 | 0,61 | 6,70 | 2,07 | 1,37 |
| | Ramillas | 211 | | | | | | | |
| | Otras | 829 | 49,43 | 10,37 | 1,34 | 1,06 | 6,29 | 1,15 | 4,77 |
| 054 Ph | Hojas | 2.457 | 55,30 | 9,41 | 1,15 | 0,45 | 4,69 | 1,62 | 1,94 |
| | Ramillas | 828 | | | | | | | |
| | Otras | 1.436 | 52,37 | 7,56 | 1,25 | 0,72 | 18,93 | 1,31 | 2,77 |
| 102 Ppr | Hojas | 4.037 | 52,78 | 8,02 | 0,93 | 0,31 | 4,91 | 1,26 | 2,15 |
| | Ramillas | 397 | | | | | | | |
| | Otras | 2.174 | 53,02 | 8,85 | 1,11 | 0,62 | 2,60 | 1,02 | 1,14 |
| 115 Fs | Hojas | 3.004 | 50,98 | 14,07 | 1,09 | 0,68 | 9,94 | 1,00 | 4,64 |
| | Ramillas | 201 | | | | | | | |
| | Otras | 2.983 | 50,60 | 15,33 | 1,11 | 1,19 | 5,21 | 1,11 | 5,20 |



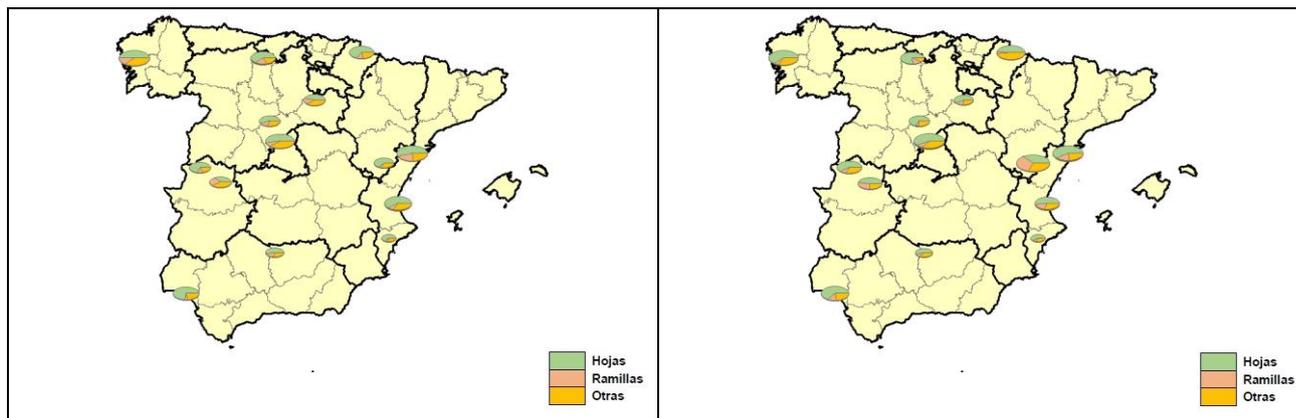


FIG 32: Desfronde o litterfall. Pesos medios por parcela serie histórica 1997-2015 y año 2016

1. En cuanto al desfronde o litterfall, cabe hacer constar el importante papel que juega en el conjunto de procesos de entrada/salida del ecosistema, pudiendo llegar a suponer un aporte de hasta 8.000 kg/ha y año. Con contenidos en carbono ligeramente superiores al 50% puede llegar a jugar un importante papel en la fijación del CO₂ atmosférico, poniendo nuevamente de manifiesto el papel mitigador de los bosques en el cambio climático.
2. Por regla general, el mayor aporte corresponde a la fracción de hojas/acículas, seguido por el conjunto de líquenes, musgos, flores, frutos,.. que forman la fracción “otros” y en menor medida las ramillas de diámetro inferior a 2 cm, que adquieren mayor importancia en las parcelas pobladas por encina, quizá debido a los frecuentes procesos de puntisecado que sufren, tanto por efecto de los insectos perforadores como por fenómenos de dieback o seca.
3. A lo largo del último año y en alguna parcela aislada, como 10Ppa, 11Qs, 22Pn y 115Fs se han registrado tasas superiores a las del periodo precedente.

8. Fenología.

La fenología estudia la relación entre los fenómenos climáticos y las características morfológicas del desarrollo anual de los vegetales. Tras las observaciones de series anuales suficientemente representativas, puede obtenerse una valiosa información sobre la respuesta de la vegetación frente a variaciones climáticas, acrecentar el papel de las especies forestales como bioindicadoras y explicar el estado actual de la vegetación. El conocimiento de las fases fenológicas del arbolado es también una importante herramienta de gestión fitosanitaria de las masas forestales, pues el ciclo biológico y la capacidad de daño de buena parte de las plagas forestales van ligadas al desarrollo de una determinada fase, particularmente en el caso de los insectos defoliadores. Los cambios fenológicos en la vegetación juegan además un importante papel en la modelación del paisaje.

La evaluación fenológica se hace sobre 20 árboles de la parcela, seleccionando de entre aquellos de las clases dominante o codominante y preferentemente con buena visibilidad de copa; siempre desde una posición fija para evitar sesgos de observación; quincenalmente desde 1999 hasta 2010 y de forma mensual a partir de entonces.

Las variables de medición se codifican de acuerdo a los siguientes criterios:

- ✓ **Aparición de hojas/acículas:** Aparición de la nueva metida del año. La fecha de aparición de las acículas se identifica con el comienzo de la separación visible de las mismas en la parte baja del crecimiento. La fecha de aparición de las hojas comienza con su despliegue.
- ✓ **Cambio de color hoja/acícula:** se refiere al cambio de coloración otoñal en especies caducifolias y procesos de decoloración no otoñal que sufren muchos árboles (decoloraciones estivales del pino resinero) o debidas a causas externas (decoloraciones por “golpe de calor” o heladas tardías,...)
- ✓ **Caída de hoja/acícula:** debida a los procesos otoñales o a la renovación foliar, considerándose como tal la permanencia de hojas o acículas secas prendidas en la copa.
- ✓ **Crecimiento secundario:** fenómeno habitual en determinadas especies forestales (brotes de San Juan en encinas a finales de Junio o metidas extraordinarias en pino carrasco a finales del verano) inducido por factores ambientales.
- ✓ **Floración:** adoptándose como referencia la fecha en que comienza a emitirse el polen por apertura de las flores masculinas.
- ✓ **Fructificación:** del año en curso. No se considera el fruto formado en años anteriores y aún prendido en el árbol (caso de las piñas de los pinos, por ejemplo).

La evaluación de las distintas fases fenológicas ha experimentado sucesivos cambios metodológicos a lo largo de la serie histórica de estudio, resultando de entre ellas, las más significativas y coherentes la aparición de hoja y la floración; siempre haciendo la salvedad de que se ha considerado que una fase comenzaba cuando lo hacía el 50% de la población muestra.

Al igual que en los casos anteriores, y con objeto de dar una visión lo más amplia posible del fenómeno, se dan para las distintas parcelas de estudio sus valores medios (que pueden contemplarse pormenorizadamente en los correspondientes informes a nivel parcela) para la serie móvil 1999-2014 y los valores correspondientes a la última campaña de muestreo, que al igual que en los casos anteriores y por los procedimientos normativos del Programa, lleva una demora de un año con respecto al nominal.

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la Red, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

TABLA 23: Resultados de la evaluación fenológica. Comienzo, final y amplitud de la fase. Días desde el 1 de enero hasta el comienzo de fase. Temperatura acumulada (grados-día) hasta el inicio de fase.

| PERIODO 2000-2015 | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|-------------|--------|------------------|---------------------|---------------------------|-------------|--------|------------------|---------------------|
| Año | Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población | | | | | Floración ≥ 50% Población | | | | |
| | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) |
| 005 Ps | 08/06 | 19/07 | 41 | 159 | 708 | 04/06 | 29/06 | 25 | 155 | 727 |
| 006 Qi | 13/05 | 14/07 | 62 | 133 | 1317 | 29/05 | 19/06 | 22 | 148 | 1466 |
| 010 Ppa | 27/04 | 25/05 | 28 | 116 | 1265 | 27/04 | 25/05 | 28 | 116 | 1265 |
| 011 Qs | 29/04 | 16/07 | 78 | 119 | 1556 | 24/04 | 28/05 | 34 | 114 | 1439 |
| 022 Pn | 10/05 | 19/06 | 40 | 129 | 1494 | 13/05 | 07/06 | 26 | 132 | 1471 |
| 025 Ph | 03/06 | 15/07 | 42 | 154 | 945 | 19/06 | 12/07 | 22 | 170 | 1146 |
| 026 Qi | 09/05 | 13/07 | 65 | 129 | 1360 | 15/04 | 16/05 | 31 | 105 | 922 |
| 030 Ps | 06/04 | 16/05 | 40 | 96 | 881 | 09/04 | 18/05 | 39 | 98 | 922 |
| 033 Qpe | 05/06 | 23/07 | 49 | 155 | 777 | 01/06 | 24/06 | 22 | 152 | 698 |
| 037 Ppr | 04/05 | 31/05 | 35 | 124 | 560 | 06/06 | 28/06 | 22 | 157 | 873 |
| 054 Ph | 31/05 | 05/07 | 46 | 151 | 1153 | 13/05 | 12/06 | 30 | 132 | 875 |

| PERIODO 2000-2015 | | | | | | | | | | |
|-------------------|--|-------------|--------|------------------|----------------------|---------------------------|-------------|--------|------------------|----------------------|
| Año | Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población | | | | | Floración ≥ 50% Población | | | | |
| | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°C día) | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°C día) |
| 102 Ppr | 02/05 | 26/06 | 55 | 121 | 1509 | 14/03 | 10/04 | 26 | 73 | 808 |
| 115 Fs | 20/04 | 12/06 | 61 | 110 | 1084 | 31/03 | 03/05 | 33 | 90 | 830 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | | |
|--------------|--|-------------|--------|------------------|----------------------|---------------------------|-------------|--------|------------------|----------------------|
| Año | Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población | | | | | Floración ≥ 50% Población | | | | |
| | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°C día) | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°C día) |
| 005 Ps | 06/06/16 | 01/07/16 | 25 | 157 | 157 | 06/06/16 | 01/07/16 | 25 | 157 | 407 |
| 006 Qi | 03/06/16 | 04/07/16 | 31 | 154 | 154 | 03/06/16 | 04/07/16 | 31 | 154 | 1467 |
| 007 Qi | 28/03/16 | 25/04/16 | 28 | 87 | 87 | 25/04/16 | 06/06/16 | 42 | 115 | 1240 |
| 010 Ppa | 26/04/16 | 07/06/16 | 42 | 116 | 116 | 26/04/16 | 07/06/16 | 42 | 116 | 1221 |
| 011 Qs | 25/04/16 | 06/06/16 | 42 | 115 | 115 | 06/06/16 | 04/07/16 | 28 | 157 | 1750 |
| 022 Pn | 04/07/16 | 29/07/16 | 25 | 185 | 185 | 02/06/16 | 04/07/16 | 32 | 153 | 840 |
| 025 Ph | 27/04/16 | 06/07/16 | 70 | 117 | 117 | 08/06/16 | 06/07/16 | 28 | 159 | 1859 |
| 026 Qi | 29/03/16 | 26/04/16 | 28 | 88 | 88 | 26/04/16 | 08/06/16 | 43 | 116 | 1103 |
| 030 Ps | 01/06/16 | 05/07/16 | 34 | 152 | 152 | 01/06/16 | 05/07/16 | 34 | 152 | 654 |
| 033 Qpe | 30/05/16 | 05/07/16 | 36 | 150 | 150 | 30/05/16 | 05/07/16 | 36 | 150 | 736 |
| 037 Ppr | 06/06/16 | 01/07/16 | 25 | 157 | 157 | 06/06/16 | 01/07/16 | 25 | 157 | 587 |
| 054 Ph | 28/04/16 | 09/06/16 | 42 | 118 | 118 | 31/03/16 | 28/04/16 | 28 | 90 | 1211 |
| 102 Ppr | 28/04/16 | 07/07/16 | 70 | 118 | 118 | 31/03/16 | 28/04/16 | 28 | 90 | 945 |
| 115 Fs | 26/04/16 | 01/06/16 | 36 | 116 | 116 | 01/06/16 | 05/07/16 | 34 | 152 | 949 |

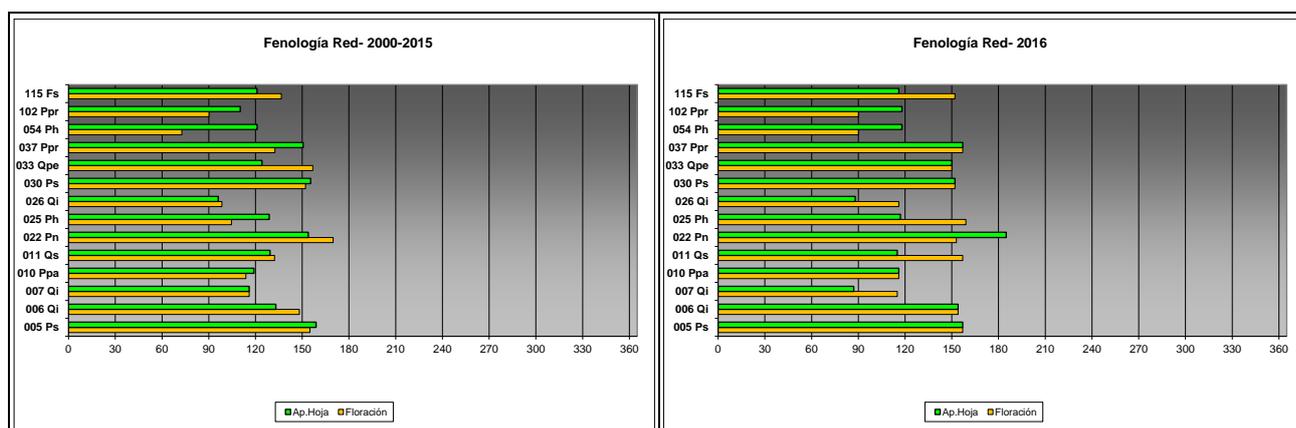


FIG 33: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase. Periodo 1999-2015 y año 2016



FIG 34: Fases fenológicas. Aparición hojas (conífera y frondosa). Floración masculina. Formación de las estructuras masculinas (conífera y frondosa)

1. Por lo que concierne a la fenología de las diferentes especies forestales, se encuentra claramente influenciada por el clima, por lo que su seguimiento puede explicar la reacción de los ecosistemas a las variaciones climáticas, muy particularmente la temperatura y la radiación solar.
2. La brotación y la floración necesitan la superación de un umbral térmico determinado, o temperatura acumulada para dar inicio, y están además fuertemente influenciadas por la temperatura media primaveral. La relación es mayor en la fase de floración, que se revela como la variable fenológica más dependiente de la temperatura.
3. La relación fenología/temperatura primaveral es más fuerte para la brotación en encinas, pino laricio y pino negral, mientras que para la floración, la mayor dependencia se ha encontrado en pino carrasco, piñonero, encina y haya.
4. Habitualmente la brotación más precoz se ha dado en 07Qi y 26Qi, en torno al mes de marzo, mientras que las más tardías son las dos parcelas pobladas por pino silvestre, 05Ps y 30Ps, donde el fenómeno comienza a verse entrado el mes de junio. En general, se observa un cierto retraso en la brotación durante el último año, particularmente marcada en 22Pn. Por lo que respecta a la floración,

la parcela más temprana es 54Ph, donde el fenómeno tiene lugar a comienzos de marzo y la más retrasada la 22Pn, donde se observa a mediados de junio. Como en el caso de la brotación, se observa también un cierto retraso en la floración durante el último año.

- Las temperaturas acumuladas necesarias para que se inicien las fases son similares entre los fenómenos estudiados, y los menores umbrales corresponden a la floración de las especies caducifolias, haya y roble.
- La duración de la fase de floración es inferior al tiempo necesario para el desarrollo completo de la hoja y se sitúa en el entorno de los 20 días, y al igual que en el caso anterior, las duraciones son menores en las frondosas caducifolias. Las coníferas necesitan también más tiempo para desplegar por completo sus acículas, situándose en la mayoría de los casos por encima de los 45 días.
- Incrementos de la temperatura media primaveral de 1°C pueden ocasionar adelantamientos considerables en la fenología de las distintas especies, en torno a 8 días en la brotación y 13 días en la floración. Dado que la actividad de numerosos insectos como los defoliadores o las especies melíferas está muy ligada a la brotación y floración, las variaciones de la temperatura media primaveral explicarían también cambios en su comportamiento.

9. Crecimiento. Cintas diamétricas.

El crecimiento de los árboles es un parámetro ecológico clave sobre el estado forestal, relacionado con factores intrínsecos y extrínsecos al ecosistema y sirve además como indicador próximo a la reacción de árboles y masas a cambios en las condiciones de habitación. Además, y mediante el empleo de técnicas dendrocronológicas, permiten reconstruir el crecimiento en años anteriores y por ende aproximarnos a las condiciones pasadas del ecosistema.

En cada parcela están instalados así 5 dendrómetros o cintas diamétricas desde 1999, ampliadas a 15 en 2010, de quienes se muestran a continuación sus principales resultados. Debido a los fenómenos de movimiento/parada de savia en el interior del tronco en primavera/invierno, el crecimiento no experimenta un incremento continuo entre enero (mínimo del año) y diciembre (máximo del año), sino que tiene además un movimiento de oscilación más acusada en el momento del inicio de la actividad vegetativa que ha querido evaluarse.

TABLA 24: Valor medio dendrómetros. Crecimiento medio: diferencia en cm y porcentaje entre el máximo y mínimo del año. Oscilación media: diferencia y porcentaje entre los valores de enero y diciembre (o comienzo/fin de año en años incompletos)

| PARCELA | 1999-2015 | | | | 2016 | | | |
|---------|----------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|
| | Cr. medio (cm) | Cr. medio (%) | Osc. media (cm) | Osc. media (%) | Cr. medio (cm) | Cr. medio (%) | Osc. media (cm) | Osc. media (%) |
| 005 Ps | 0,32 | 0,99 | 0,32 | 0,68 | 0,32 | 0,90 | 0,32 | 0,56 |
| 006 Qi | 0,13 | 0,62 | 0,13 | 0,59 | 0,12 | 0,55 | 0,12 | 0,53 |
| 007 Qi | 0,19 | 0,40 | 0,19 | 0,36 | 0,33 | 0,69 | 0,33 | 0,61 |
| 010 Ppa | 0,24 | 0,86 | 0,24 | 0,70 | 0,23 | 0,79 | 0,23 | 0,64 |
| 011 Qs | 0,40 | 1,04 | 0,40 | 0,87 | 0,57 | 1,47 | 0,57 | 1,34 |
| 022 Pn | 0,15 | 0,50 | 0,15 | 0,30 | 0,14 | 0,46 | 0,14 | 0,46 |
| 025 Ph | 0,19 | 0,76 | 0,19 | 0,59 | 0,13 | 0,50 | 0,13 | 0,42 |
| 026 Qi | 0,19 | 0,59 | 0,19 | 0,37 | 0,24 | 0,76 | 0,24 | 0,60 |
| 030 Ps | 0,16 | 0,48 | 0,16 | 0,37 | 0,18 | 0,52 | 0,18 | 0,38 |

| PARCELA | 1999-2015 | | | | 2016 | | | |
|---------|----------------|---------------|-----------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|
| | Cr. medio (cm) | Cr. medio (%) | Osc. media (cm) | Osc. media (%) | Cr. medio (cm) | Cr. medio (%) | Osc. media (cm) | Osc. media (%) |
| 033 Qpe | 0,16 | 0,90 | 0,16 | 0,72 | 0,12 | 0,49 | 0,12 | 0,40 |
| 037 Ppr | 0,26 | 0,62 | 0,26 | 0,46 | 0,29 | 0,80 | 0,29 | 0,80 |
| 054 Ph | 0,11 | 0,25 | 0,11 | 0,09 | 0,13 | 0,29 | 0,13 | 0,13 |
| 102 Ppr | 0,32 | 0,81 | 0,32 | 0,64 | 0,21 | 0,50 | 0,21 | 0,41 |
| 115 Fs | 0,32 | 0,74 | 0,32 | 0,64 | 0,25 | 0,55 | 0,25 | 0,53 |

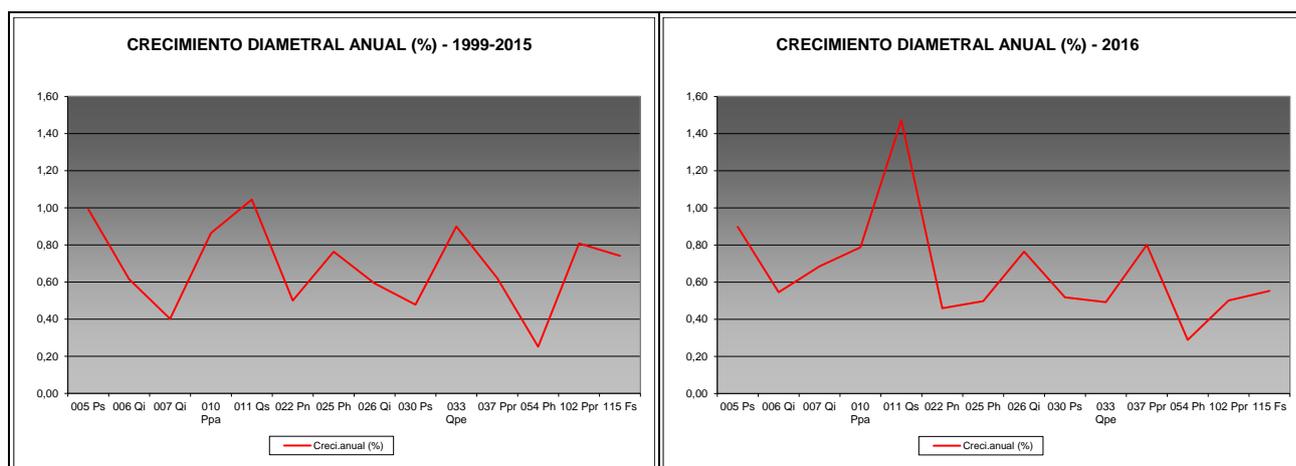


FIG 35: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

La variable crecimiento debe abordarse más desde una escala parcela que a escala nacional, aunque por regla general oscila entre un 0,25 y un 1,14% anual, con mayor variabilidad en los alcornoques, sometidos a descorche.

10. Meteorología.

Se presenta a continuación un resumen de las principales variables meteorológicas recogidas en la red, de los datos disponibles en el sistema en el momento de la redacción del presente informe. Cabe hacer constar, por lo que se refiere a la meteorología, que los datos correspondientes a 2012 abarcan sólo el periodo enero-julio. Como en apartados anteriores y con el fin de caracterizar las series, se compara los resultados del último año con la media móvil del periodo precedente.

TABLA 25: Parámetros meteorológicos básicos. Medias del periodo referido de las variables. Precipitación anual. Temperatura media anual, máxima de las máximas, mínima de las mínimas, media de las máximas, media de las mínimas. Radiación solar media. Humedad relativa media. Velocidad del viento media y máxima.

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|--------|--------------|--------------|
| PARCELA | Prec | T med | T MAX | T MIN | T max | T min | Rad med | HR med | V viento med | V viento max |
| | (mm) | (°C) | | | | | (W/m ²) | (%) | (m/s) | |
| 005 Ps | 1010 | 7,9 | 28,8 | -11,7 | 12,4 | 4,1 | 215,8 | 64,4 | 1,6 | 28,5 |

| PERIODO 1997-2015 | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|--------|--------------|--------------|
| PARCELA | Prec | T med | T MAX | T MIN | T max | T min | Rad med | HR med | V viento med | V viento max |
| | (mm) | (°C) | | | | | (W/m ²) | (%) | (m/s) | |
| 006 Qi | 620 | 13,4 | 34,6 | -4,1 | 19,1 | 8,3 | 172,8 | 59,2 | 3,1 | 21,1 |
| 007 Qi | 432 | 17,2 | 42,6 | -6,0 | 24,4 | 10,6 | 195,9 | 64,6 | 2,5 | 10,3 |
| 010 Ppa | 549 | 16,5 | 37,6 | -2,8 | 22,7 | 10,2 | 199,8 | 70,8 | 3,4 | 25,8 |
| 011 Qs | 744 | 15,2 | 37,5 | -9,9 | 21,5 | 5,5 | 162,2 | 62,3 | 1,4 | 23,1 |
| 022 Pn | 498 | 9,5 | 30,7 | -9,2 | 15,2 | 4,6 | 165,1 | 63,3 | 1,4 | 21,3 |
| 025 Ph | 352 | 15,1 | 35,7 | -3,0 | 19,4 | 10,6 | 190,9 | 63,3 | 2,2 | 23,5 |
| 026 Qi | 613 | 15,5 | 38,5 | -4,7 | 21,2 | 10,2 | 222,4 | 63,5 | 1,8 | 21,5 |
| 030 Ps | 723 | 6,8 | 32,4 | -15,8 | 15,0 | -0,7 | 157,4 | 73,3 | 1,6 | 27,5 |
| 033 Qpe | 1171 | 8,5 | 30,9 | -12,3 | 13,7 | 3,1 | 153,9 | 71,4 | 1,9 | 34,6 |
| 037 Ppr | 408 | 11,0 | 37,4 | -13,4 | 18,7 | 2,1 | 197,7 | 67,5 | 1,4 | 20,8 |
| 054 Ph | 466 | 17,7 | 37,7 | 0,2 | 21,7 | 13,9 | 199,0 | 74,3 | 2,1 | 16,0 |
| 102 Ppr | 2127 | 12,9 | 33,8 | -3,1 | 17,5 | 8,8 | 126,4 | 84,2 | 1,7 | 38,4 |
| 115 Fs | 1782 | 9,2 | 31,8 | -8,8 | 15,0 | 4,0 | 163,6 | 81,5 | 1,9 | 25,9 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | | |
|--------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|--------|--------------|--------------|
| PARCELA | Prec | T med | T MAX | T MIN | T max | T min | Rad med | HR med | V viento med | V viento max |
| | (mm) | (°C) | | | | | (W/m ²) | (%) | (m/s) | |
| 005 Ps | 1429 | 7,6 | 30,0 | -11,1 | 11,8 | 4,2 | 242,5 | 66,4 | 1,2 | 25,7 |
| 006 Qi | 572 | 13,3 | 35,2 | -3,6 | 19,0 | 8,1 | 176,1 | 65,0 | 2,8 | 13,8 |
| 007 Qi | 789 | 16,9 | 43,5 | -4,1 | 23,7 | 10,5 | 196,9 | 65,8 | 1,8 | 6,6 |
| 010 Ppa | 632 | 18,0 | 44,6 | -2,7 | 24,9 | 11,2 | 426,8 | 69,6 | 3,0 | 23,5 |
| 011 Qs | 978 | 15,6 | 41,2 | -3,6 | 22,0 | 9,5 | 311,2 | 80,6 | 1,5 | 21,2 |
| 022 Pn | 535 | 9,7 | 32,3 | -8,6 | 15,7 | 4,9 | 141,3 | 64,7 | 1,3 | 23,8 |
| 025 Ph | 362 | 14,9 | 36,4 | 0,0 | 19,5 | 11,2 | 170,0 | 83,2 | 2,1 | 24,2 |
| 026 Qi | 890 | 16,4 | 43,0 | -3,4 | 21,9 | 11,3 | 237,0 | 70,2 | 1,2 | 18,7 |
| 030 Ps | 907 | 8,1 | 35,3 | -14,6 | 16,5 | -0,7 | 185,5 | 73,8 | 1,3 | 20,1 |
| 033 Qpe | 1203 | 9,2 | 33,0 | -9,8 | 14,3 | 4,7 | 135,6 | 70,0 | 1,6 | 33,6 |
| 037 Ppr | 537 | 8,9 | 38,0 | -12,0 | 16,7 | 0,1 | 193,2 | 80,5 | 1,3 | 20,5 |
| 054 Ph | 476 | 18,2 | 34,5 | 2,9 | 22,1 | 14,4 | 187,9 | 73,5 | 2,2 | 9,3 |
| 102 Ppr | 2577 | 14,5 | 39,2 | -1,3 | 20,6 | 9,8 | 151,9 | 79,8 | 1,3 | 22,7 |
| 115 Fs | 1959 | 9,1 | 36,2 | -10,1 | 14,3 | 4,3 | 112,1 | 82,8 | 1,3 | 19,3 |

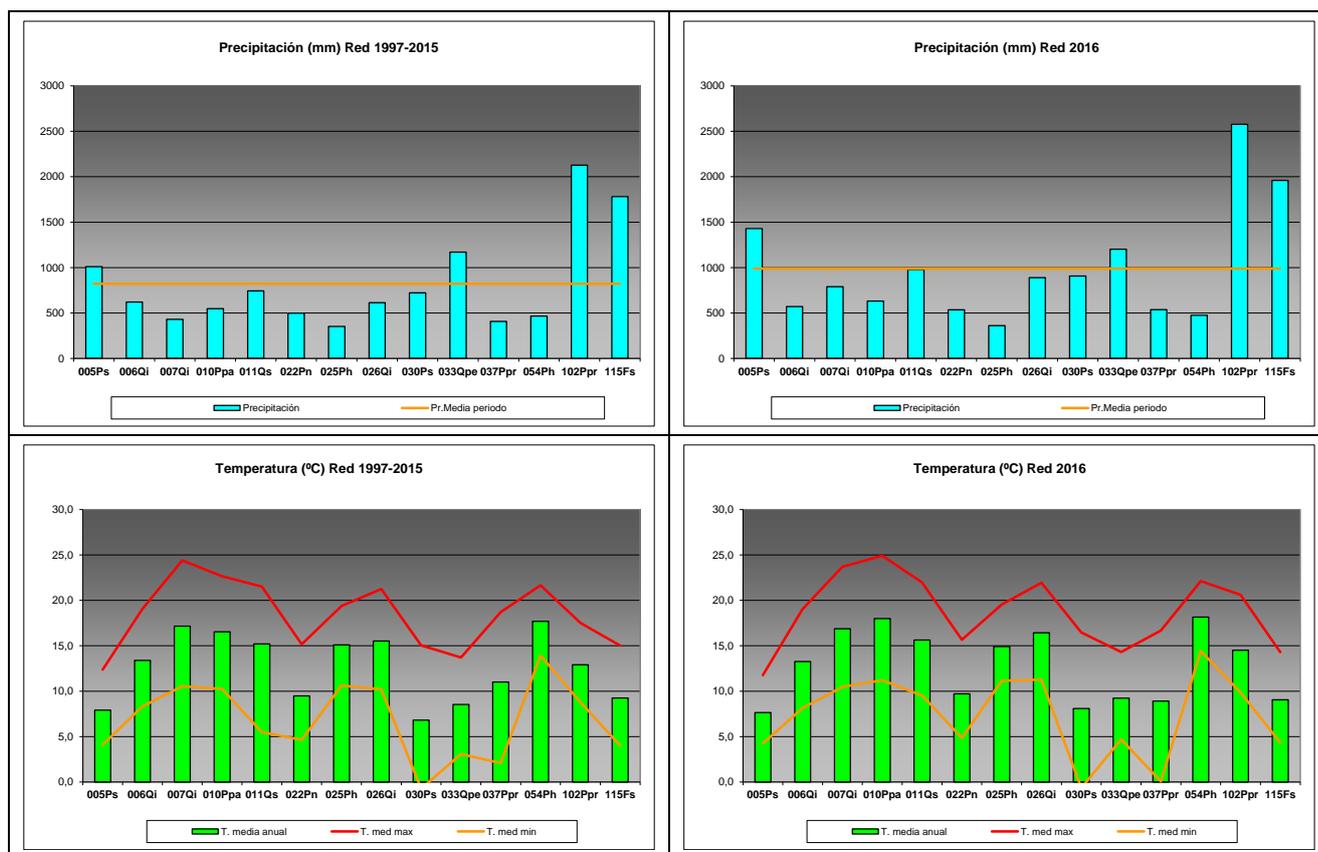


FIG 36: Principales variables meteorológicas.

Los principales factores de estrés climático se han incorporado a los correspondientes informes a escala parcela, donde puede consultarse su evolución histórica, no teniendo tanto sentido su análisis a escala nacional.

11. Índice de Área Foliar.

Las hojas representan la mayor proporción de superficie del bosque y también la principal superficie para el intercambio fisiológico con la atmósfera. Procesos como la fotosíntesis, captación de carbono y su asimilación, transpiración o la emisión de compuestos orgánicos volátiles son casi exclusivamente desarrollados en la superficie foliar. La necesidad de conocer, cuantificar y simular estas interacciones mediante modelos ha llevado a una creciente demanda de información fiable sobre la superficie foliar y el área que ocupan en las copas de los árboles.

El Índice de Área Foliar (Leaf Area Index o LAI) es un parámetro adimensional que se define como el área total de la superficie superior de las hojas por área de unidad de terreno que se encuentre directamente debajo de la planta. El LAI permite estimar la capacidad fotosintética de la vegetación y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes en una región determinada.

Su medición se efectúa anualmente en época de máxima foliación (generalmente a lo largo del verano) en todas las parcelas, y adicionalmente en invierno en aquellas pobladas por frondosas, mediante fotografía hemisférica situada en 16 ubicaciones fijas en cada parcela siguiendo una cuadrícula

preestablecida, tratada posteriormente mediante software específico. Las evaluaciones han quedado normalizadas a partir de 2014, incluyéndose en el presente informe los datos disponibles a partir de dicha fecha, con la salvedad de haber corregido por un algoritmo más exacto a partir de 2016, de acuerdo con las actualizaciones del manual, a lo que pueden atribuirse parte de las variaciones interanuales.

Se toman las fotografías en condiciones de luz que eviten los reflejos cuando los haces de luz penetran por los huecos de la vegetación. Las condiciones idóneas son con el cielo uniformemente cubierto o bien en momentos del día sin luz solar directa (alba u ocaso). Del mismo modo se ha de evitar cualquier tipo de precipitación que origine gotas sobre la lente, la niebla, nieve acumulada en los árboles así como viento fuerte que provoque el movimiento de ramillos desvirtuando el área de hojas (acículas) y ramas.

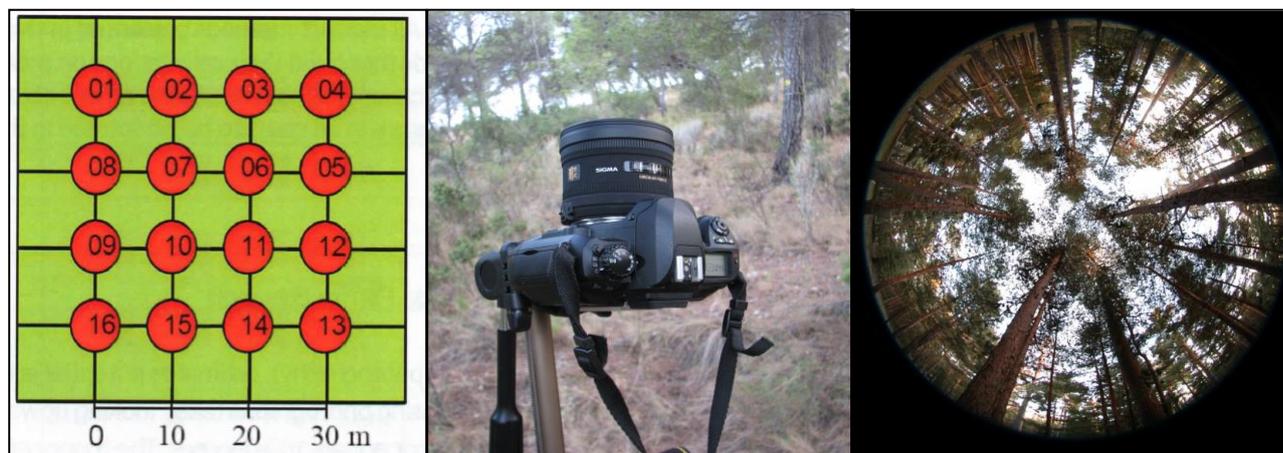


FIG 37: Medición en campo del parámetro LAI. Cuadrícula de observación. Cámara hemisférica. Fotografía del vuelo.

Las mediciones medias obtenidas en las distintas parcelas desde 2014, año en que se homogeneizaron los procedimientos del Manual de Campo, se refieren en la siguiente tabla. Las diferencias habidas en 2016 con respecto al bienio precedente se deben a una actualización de los algoritmos de cálculo.

TABLA 26: Índice de Área Foliar (LAI) por parcela y año de medición

| PARCELA | 2014 | | | 2015 | | | 2016 | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Med | Max | Min | Med | Max | Min | Med | Max | Min |
| 005 Ps | 1,75 | 2,07 | 1,51 | 1,83 | 2,42 | 1,40 | 3,34 | 3,99 | 3,02 |
| 006 Qi | 1,81 | 2,18 | 1,58 | 1,21 | 1,38 | 1,10 | 1,47 | 1,65 | 1,25 |
| 007 Qi | 0,81 | 1,21 | 0,51 | 0,79 | 1,20 | 0,47 | 0,88 | 1,65 | 0,54 |
| 010 Ppa | 1,74 | 1,97 | 1,58 | 1,02 | 1,19 | 0,90 | 1,78 | 1,97 | 1,61 |
| 011 Qs | 1,52 | 1,86 | 1,23 | 1,11 | 1,35 | 0,93 | 1,44 | 1,74 | 1,25 |
| 022 Pn | 1,79 | 2,26 | 1,49 | 1,19 | 1,50 | 1,06 | 1,99 | 2,29 | 1,70 |
| 025 Ph | 1,42 | 1,58 | 1,23 | 1,82 | 3,42 | 1,16 | 2,35 | 2,94 | 1,97 |
| 026 Qi | 1,42 | 2,00 | 0,95 | 1,21 | 1,89 | 0,91 | 1,15 | 1,41 | 0,99 |
| 030 Ps | 1,76 | 2,04 | 1,37 | 1,17 | 1,30 | 1,00 | 2,58 | 3,01 | 2,33 |
| 033 Qpe | 1,54 | 1,89 | 1,38 | 1,19 | 1,37 | 1,08 | 1,30 | 1,54 | 1,17 |
| 037 Ppr | 1,39 | 3,74 | 0,84 | 1,92 | 4,55 | 0,98 | 1,22 | 1,38 | 0,96 |
| 054 Ph | 1,94 | 2,40 | 1,60 | 1,28 | 1,58 | 0,87 | 1,80 | 2,48 | 1,31 |
| 102 Ppr | 1,77 | 2,18 | 1,21 | 1,46 | 2,18 | 0,93 | 1,98 | 3,27 | 1,36 |
| 115 Fs | 2,43 | 2,79 | 2,08 | 1,96 | 2,58 | 1,52 | 1,89 | 2,58 | 1,56 |

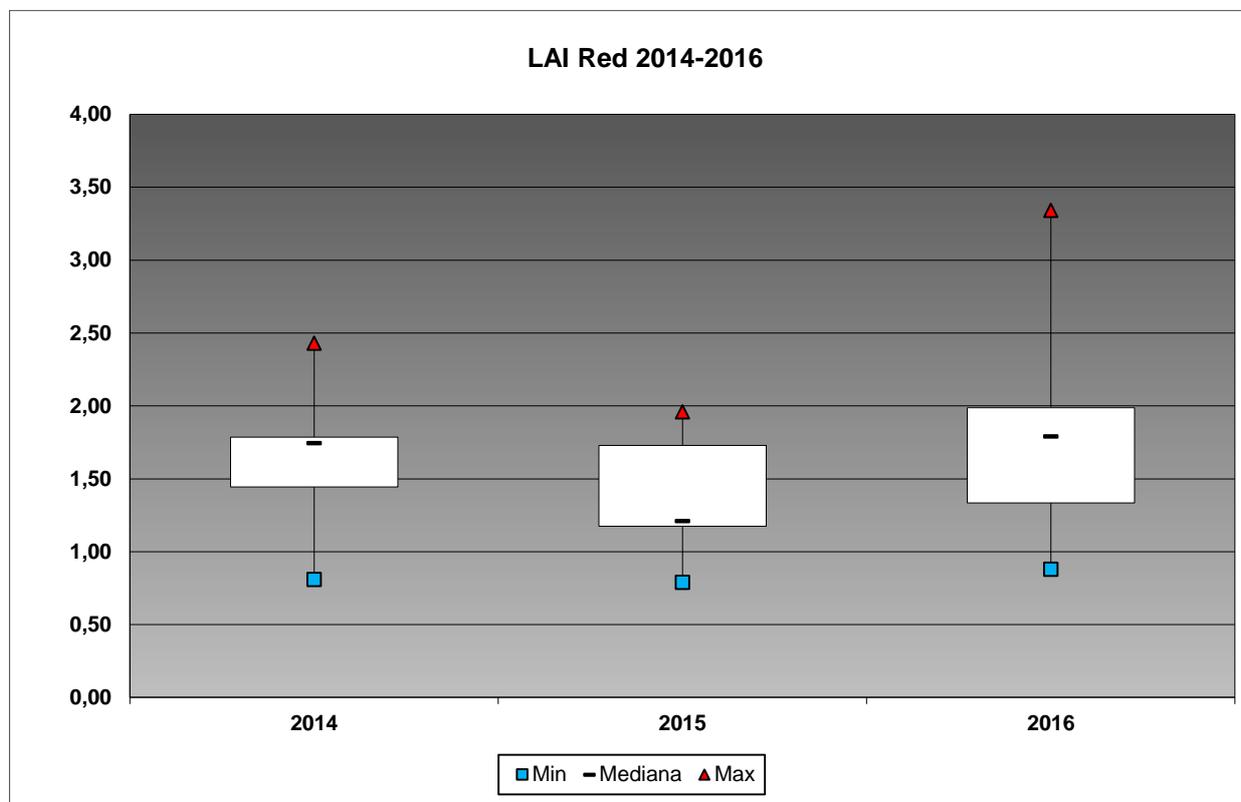


FIG 38: Diagrama de cajas LAI anual

12. Solución del Suelo.

La solución del suelo es la componente acuosa del mismo a saturación o capacidad de campo y expresa el contenido en nutrientes o posibles contaminantes que puede absorber el ecosistema por vía radical. La obtención de muestra en climas mediterráneos se ve dificultada por la irregularidad de las precipitaciones, lo que disminuye los periodos en que el suelo se encuentra saturado. Las bajas temperaturas pueden también inmovilizar el agua contenida en el suelo impidiendo su extracción, así como las condiciones edáficas particulares (granulometría, existencia de planos de drenaje,...), por lo que la obtención de las muestras empleadas para análisis es mucho más errática que en otro tipo de inventarios. Por esta razón, no se obtienen muestras en todas las parcelas, sino en aquellas que por sus características parecía a priori que resultara más fácil la obtención de solución del suelo. De acuerdo con la normativa, se toma muestra de agua a dos profundidades, 20 y 60 cm mediante lisímetros de tensión por vacío.

Se caracteriza a continuación la solución del suelo en las distintas parcelas instrumentadas para esta variable, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

TABLA 27: Resultados de análisis de la solución del suelo por año. Datos medios referidos a las dos profundidades de toma de muestra, 20 y 60 cm de profundidad.

| PERIODO 2000-2015 | | | | | | | | | | |
|-------------------|------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------|---------------|
| Parcela | pH | Cond (µS/cm) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Na (mg/l) | N(NH4) (mg/l) | Cl (mg/l) | N(NO3) (mg/l) | S(SO4) (mg/l) |
| 005Ps | 6,62 | 31,36 | 58,91 | 5,75 | 2,21 | 1,98 | 4,60 | 11,23 | 0,67 | 0,92 |
| 030Ps | 7,23 | 78,47 | 85,95 | 13,92 | 8,88 | 2,70 | 0,49 | 6,29 | 2,27 | 1,42 |
| 102Ppr | 6,19 | 107,27 | 3,01 | 3,07 | 0,90 | 6,31 | 1,37 | 12,43 | 1,14 | 2,20 |
| 115Fs | 5,81 | 60,50 | 21,09 | 1,68 | 0,81 | 1,66 | 1,21 | 2,84 | 0,37 | 0,54 |

| PERIODO 2016 | | | | | | | | | | |
|--------------|------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------|---------------|
| Parcela | pH | Cond (µS/cm) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Na (mg/l) | N(NH4) (mg/l) | Cl (mg/l) | N(NO3) (mg/l) | S(SO4) (mg/l) |
| 005Ps | 6,78 | 38,83 | 0,53 | 1,46 | 0,62 | 1,93 | 1,79 | 2,33 | 0,14 | 0,41 |
| 030Ps | 6,98 | 55,54 | 1,73 | 4,39 | 1,45 | 1,80 | 0,76 | 3,03 | 0,09 | 1,16 |
| 102Ppr | | | | | | | | | | |
| 115Fs | 6,68 | 76,03 | 0,36 | 1,42 | 0,37 | 1,52 | 0,90 | 2,43 | 0,06 | 0,58 |



FIG 39: Lisímetros de tensión para extracción de agua del suelo y bomba de vacío

Los resultados pormenorizados para cada parcela pueden consultarse en los correspondientes informes individuales. Cabe mencionar como tendencia general de esta variable que las concentraciones de los distintos elementos son superiores a las correspondientes a la deposición bajo cubierta arbórea, a medida que van incorporándose los solutos a la solución del suelo.

13. Memoria detallada de cada una de las parcelas de la Red.

Para cada una de las parcelas que forman la Red Europea de Nivel II, se ha elaborado una memoria estructurada en los siguientes apartados:

13.1. Situación de la parcela.

- ✓ Clasificación según Rivas Martínez
- ✓ Coordenadas, altitud, pendiente y orientación
- ✓ Situación, ortofoto y vistas generales

13.2. Caracterización de la parcela.

- ✓ Clasificación climática
- ✓ Clasificación edafológica y descripción de perfiles
- ✓ Vegetación actual y potencial
- ✓ Caracterización forestal y dasométrica

13.3. Estado fitosanitario.

- ✓ Defoliación y decoloración
- ✓ Daños forestales y relación con los parámetros de daños (defoliación y decoloración) y dasométricos de los pies afectados y comparación con los valores medios de la parcela.
- ✓ Síntomas y signos observados y relación con los parámetros de daños (defoliación y decoloración) y dasométricos de los pies afectados y comparación con los valores medios de la parcela.
- ✓ Relación entre agentes de daño, síntomas y signos
- ✓ Fotografías más representativas de daños, síntomas y signos.

13.4. Instrumentación.

- ✓ Equipos de medida instalados

13.5. Deposición.

- ✓ Caracterización de la deposición sobre la parcela

13.6. Calidad del aire. Inmisión

- ✓ Caracterización de la concentración de contaminantes en el aire

13.7. Análisis foliar.

- ✓ Macronutrientes
- ✓ Micronutrientes

13.8. Desfronde.

- ✓ Caracterización del desfronde o litterfall

13.9. Fenología.

- ✓ Caracterización fenológica de la vegetación

13.10. Crecimiento. Cintas diamétricas

- ✓ Caracterización del crecimiento en los árboles seleccionados de la parcela

13.11. Meteorología

- ✓ Principales variables meteorológicas obtenidas en la estación de la parcela.

13.12. Índice de Área Foliar (LAI)

- ✓ Caracterización del Índice de Área Foliar de cada parcela.

13.13. Solución del Suelo.

- ✓ Caracterización del complejo de agua del suelo a capacidad de campo (en las parcelas dotadas de lisímetros para su obtención).

La memoria correspondiente a cada una de las parcelas de la red puede consultarse en la página web:

https://www.mapa.gob.es/es/desarrollo-rural/temas/politica-forestal/inventario-cartografia/redes-europeas-seguimiento-bosques/red_nivel_II_resultados.aspx