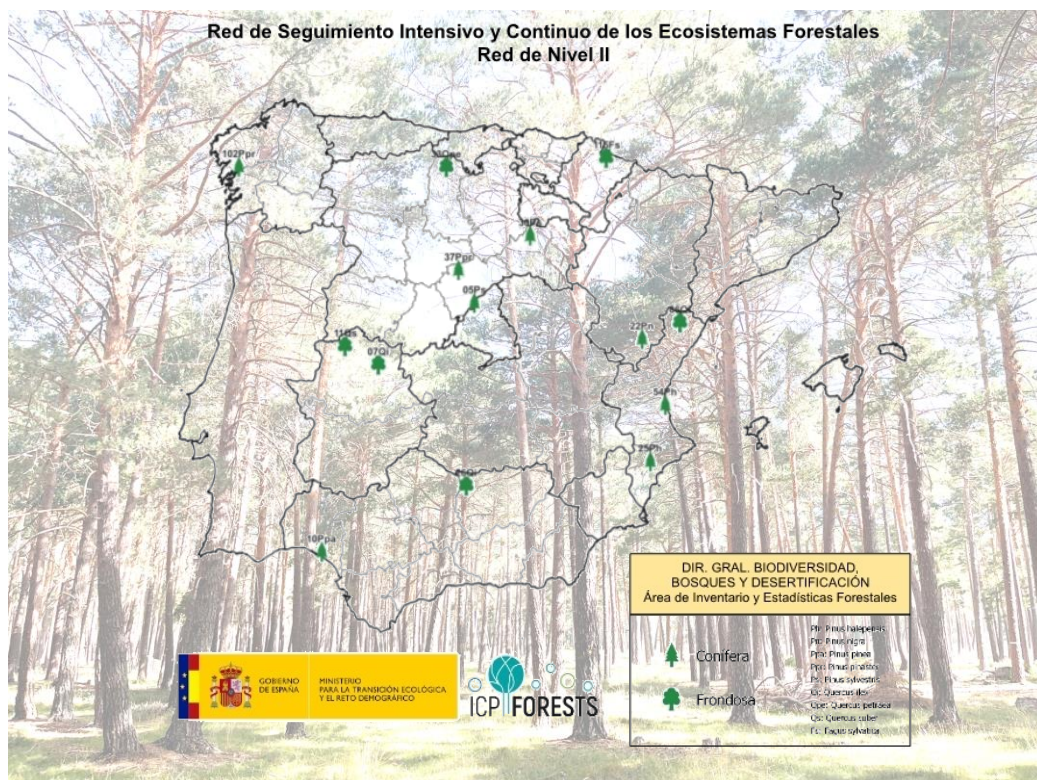




RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

RED DE NIVEL II MEMORIA – 2025

MEMORIA

20
25

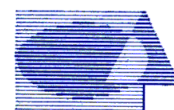


DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN

SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL Y LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN
ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES



**Cofinanciado por
la Unión Europea**



Tecmena, S.L.

TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

Clara del Rey, 22

28002 Madrid

Tel. 91 413 70 07

Fax. 91 510 20 57

correo@tecmena.com

Dirección: Elena Robla, Asunción Roldán, Eduardo Calvo (DGBBD-AIEF).

Realización: TECMENA, S.L

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

Inspección de campo: Asunción Roldán, Eduardo Calvo (DGBBD-AIEF).

Trabajo de gabinete: José María Peña, Mercedes Redruello.

Redacción: Juan Molina, Oscar Osorno, Alfonso Soriano, Abel Humbría.

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) (1997-2011); Laboratorio Integrado de Calidad Ambiental de la Universidad de Navarra (LICA-UNAV) (2011-).

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 y Reto Demográfico.

*A Angel Núñez. In memoriam
Gracias por tanto. No os olvidamos.*



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	13
3.3. Síntomas y signos	18
4. Deposición atmosférica	23
4.1. Variables analizadas	25
4.2. Principales resultados	27
4.2.1. pH	27
4.2.2 Conductividad	30
4.2.3. Potasio	32
4.2.4. Calcio	34
4.2.5. Magnesio	36
4.2.6. Sodio	38
4.2.7. Amonio	40
4.2.8. Cloro	42
4.2.9. Nitratos	44
4.2.10. Sulfatos	46
4.2.11. Alcalinidad	48
4.2.12. Nitrógeno total	50
4.2.13. Carbono orgánico disuelto	52
4.2.14. Aluminio	53
4.2.15. Manganeseo	55
4.2.16. Hierro	57
4.3. Interpretación de resultados	59
5. Calidad del aire. Inmisión	61
6. Análisis foliar	64
6.1. Caracterización de los árboles muestra	65
6.2. Variables de medición	65
6.3. Principales resultados	67
6.3.1. Peso seco	67
6.3.2. Nitrógeno	68
6.3.3. Azufre	69
6.3.4. Fósforo	71
6.3.5. Calcio	72
6.3.6. Magnesio	74
6.3.7. Potasio	75
6.3.8. Carbono	77
6.4. Interpretación de resultados	78
7. Desfronde	79
8. Fenología	84
9. Crecimiento. Cintas diamétricas	88
10. Meteorología	89
11. Índice de Area Foliar	91
12. Solución del suelo	93
13. Memoria detallada de las parcelas de la Red	95

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:	Caracterización alcalinidad
TABLA 14:	Caracterización nitrógeno total
TABLA 15:	Caracterización carbono orgánico disuelto
TABLA 16:	Caracterización aluminio
TABLA 17:	Caracterización manganeso
TABLA 18:	Caracterización hierro
TABLA 19:	Inmisión atmosférica
TABLA 20:	Muestreos foliares
TABLA 21:	Caracterización peso seco
TABLA 22:	Caracterización nitrógeno
TABLA 23:	Caracterización azufre
TABLA 24:	Caracterización fósforo
TABLA 25:	Caracterización calcio
TABLA 26:	Caracterización potasio
TABLA 27:	Caracterización carbono
TABLA 28:	Caracterización desfronde
TABLA 29:	Resultados evaluación fenológica
TABLA 30:	Valor medio dendrómetros
TABLA 31:	Parámetros medios meteorológicos
TABLA 32:	Índices de Área Foliar
TABLA 33:	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. <i>Pinus</i>
FIG 5:	Defoliación media por especies (coníferas)
FIG 6:	Modelos de defoliación Gen. <i>Quercus</i>
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 12b:	Distribución de agentes de daño durante la campaña
FIG 12c:	Distribución relativa de agentes de daño por especie forestal
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:** Deposición. Variación temporal y espacial de alcalinidad
FIG 25: Deposición. Variación temporal y espacial de nitrógeno total
FIG 26: Deposición. Variación temporal y espacial de carbono orgánico disuelto
FIG 27: Deposición. Variación temporal y espacial de aluminio
FIG 28: Deposición. Variación temporal y espacial de manganeso
FIG 29: Deposición. Variación temporal y espacial de hierro
FIG 30: Inmisión. Variación temporal y espacial de concentraciones
FIG 31: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de peso seco
FIG 32: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de nitrógeno
FIG 33: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de azufre
FIG 34: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de fósforo
FIG 35: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de calcio
FIG 36: Análisis foliar. Variación temporal y espacial de potasio
FIG 37: Análisis foliar. Contenido en carbono
FIG 38: Variación temporal y espacial del desfronde
FIG 39: Variación temporal y espacial de la fenología
FIG 40: Fases fenológicas
FIG 41: Crecimiento diametral anual
FIG 42: Principales variables meteorológicas
FIG 43: Medición del parámetro LAI
FIG 44: Índices LAI anuales
FIG 45: Lisímetros de tensión para extracción de solución del suelo. Lisímetros de gravedad.

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 interaccionan, 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 las labores concretas a realizar en esta red, que han sido ampliadas y modificadas a lo largo de su historia, 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 se visitaban únicamente 1 vez al año).

Debido a la alta especialización de la Red de Seguimiento Intensivo, su desarrollo 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 líquénico 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; 2017-2019)
- ✓ 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 2025 y el histórico hasta 2024-2025 de deposición atmosférica, dosímetros pasivos, análisis foliar, desfronde, fenología, crecimiento, meteorología, índice de área foliar y solución del suelo desde el inicio de los trabajos.

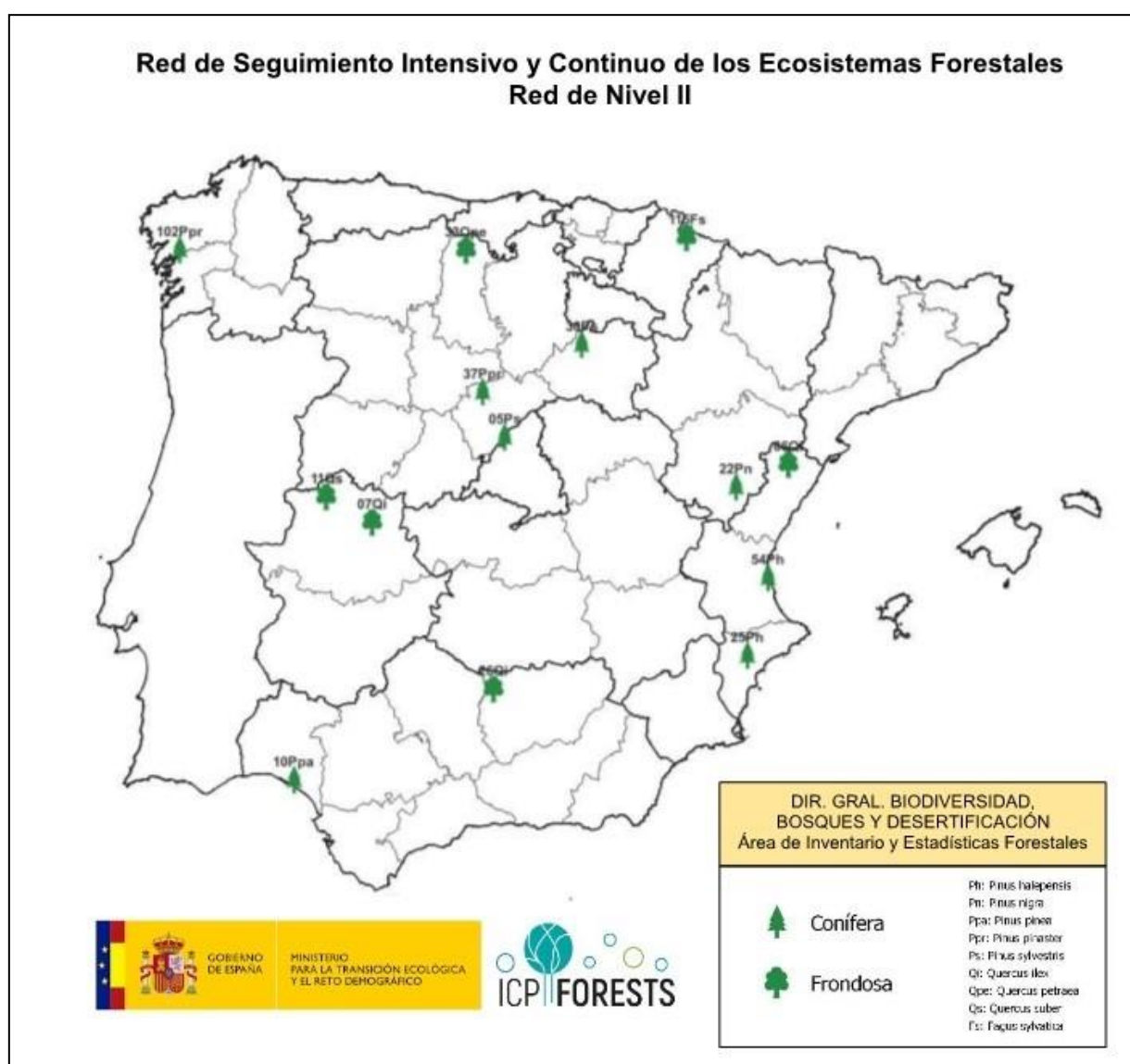


FIG 1: Distribución de las parcelas de la Red de Nivel II en España

La entrada en vigor de la Directiva Europea 2016/2284 relativa a la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes atmosféricos, “*directiva de techos*”, y su trasposición nacional en el Real Decreto 818/2018 sobre medidas para la reducción de las emisiones nacionales de determinados contaminantes, establece los compromisos del Reino de España en reducción de emisiones, la adopción de un programa nacional de control de la contaminación atmosférica y el seguimiento de las emisiones y sus efectos en los ecosistemas. La Red de Nivel II responde precisamente a esos objetivos, al recoger información estandarizada y calibrada desde hace más de veinte años en los principales ecosistemas forestales españoles, por lo que queda integrada dentro del Sistema Español de Inventario para la elaboración de los diferentes indicadores normalizados.

2. Composición de la Red.

TABLA 1: Distribución de parcelas por provincias y comunidades autónomas

ESPECIE	CODIGO PARCELA	RED LTER	PROVINCIA	COMUNIDAD AUTONOMA
<i>Fagus sylvatica</i>	115Fs	EU-ES-024	NAVARRA	NAVARRA
<i>Pinus halepensis</i>	25Ph	EU-ES-017	ALICANTE	C. VALENCIANA
	54Ph	EU-ES-022	VALENCIA	C. VALENCIANA
<i>Pinus nigra</i>	22Pn	EU-ES-016	TERUEL	ARAGON
<i>Pinus pinaster</i>	37Ppr	EU-ES-021	SEGOVIA	CASTILLA-LEON
	102/202Ppr	EU-ES-023	LA CORUÑA	GALICIA
<i>Pinus pinea</i>	10Ppa	EU-ES-014	HUELVA	ANDALUCIA
<i>Pinus sylvestris</i>	05Ps	EU-ES-012	SEGOVIA	CASTILLA-LEON
	30Ps	EU-ES-019	SORIA	CASTILLA-LEON
<i>Quercus ilex</i>	26Qi	EU-ES-018	JAEN	ANDALUCIA
	06Qi	EU-ES-013	CASTELLON	C. VALENCIANA
	07Qi	EU-ES-030	CACERES	EXTREMADURA
<i>Quercus petraea</i>	33Qpe	EU-ES-020	PALENCIA	CASTILLA-LEON
<i>Quercus suber</i>	11Os	EU-ES-015	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
102/202 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 condiciones climáticas que se han registrado en España durante el año 2025, al que se refiere la evaluación

fitosanitaria, en el que según las series históricas AEMET se han alcanzado temperaturas anormalmente altas, que dan al año el carácter de “extremadamente cálido”, superándose en cerca de 1,1°C el valor medio del periodo normal 1981-2010 y sucediendo a un periodo 2022-2024 también con temperaturas superiores a la media, configurando así un largo periodo de temperaturas elevadas. Durante 2025 la primavera tuvo un carácter normal, el verano fue extremadamente cálido – alcanzando el máximo de la serie histórica- y el otoño cálido. Se observaron tres episodios prolongados de intensas temperaturas o “golpes de calor”, una prolongada durante la segunda quincena de junio, otra más corta a mediados de julio, y otra tercera más larga que abarcó la primera mitad de agosto. En cuanto a la precipitación, 2025 fue en general un año húmedo, con una precipitación total ligeramente superior al del periodo normalizado de referencia, destacando una primavera –época que condiciona la actividad vegetativa y el posterior desarrollo del arbolado- muy húmeda y un verano y particularmente un otoño más secos de lo normal. La insolación acumulada durante el año tuvo carácter normal en todo el territorio peninsular.

2. Atendiendo a la serie histórica de datos, se observa que el peor estado de la red tuvo lugar en el trienio 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, patrón que vuelve a registrarse durante 2024-2025 presumiblemente a causa de las malas condiciones de habitación. A lo largo de la serie histórica de datos destaca el mediocre estado de las parcelas 07Qi (Cáceres), 22Pn (Teruel), 25Ph (Alicante) y 37Ppr (Segovia); debidas básicamente a tres grandes factores de debilitamiento estructural del arbolado: seca de *quercus*, procesionaria del pino, sequía y muérdago.
4. En la presente revisión, y en las parcelas objeto de seguimiento, se advierte un empeoramiento en general, particularmente marcado en las parcelas 07Qi por un agravamiento del síndrome de la seca por expansión de los focos de la raña que tras reactivarse en 2024 pasan a afectar ya al arbolado muestra, en el que empiezan a registrarse muertes. Empeora también de forma significativa la parcela 25Ph (Alicante) en la que se ven microfiliarias generalizadas en las acículas del año debido a las escasas precipitaciones caídas en los dos últimos años, y en menor medida la parcela 37Ppr (Segovia) donde el muérdago se superpone a problemas de sequía. Cabe destacar también la corta de la parcela 102Ppr (La Coruña) dentro del normal aprovechamiento forestal del monte en que se encuentra y su sustitución por la parcela 202Ppr en una zona arbolada próxima. Se advierte por el contrario una mejoría apreciable en las parcelas 06Qi (Castellón) y 10Ppa (Huelva) por la mejoría del aporte hídrico durante la primavera, poniendo de nuevo de manifiesto la importancia de la sequía como factor de desestabilización en buena parte de las masas forestales españolas.
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) en 2010 o corta de las parcelas 02Ppr, 102Ppr (La Coruña) en 1998 y 2025, y 15Fs (Navarra) en 2008, posteriormente sustituidas por los puntos 202Ppr y 115Fs.
6. Se observa en general un empeoramiento del arbolado en las zonas en las que no han mejorado las condiciones hídricas durante el último año –y que se superponen a la sequía del año previo- mientras que mejoran aquellas parcelas que se han beneficiado de una primavera lluviosa que ha aportado agua en el momento en que lo necesitaba el desarrollo vegetativo. Lo continúa con la idea de que la falta de agua en combinación con las altas temperaturas estivales se configuran –junto con la presencia episódica de plagas y enfermedades- como el principal factor de daño forestal en España.

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.
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”. En la presente revisión se ha reducido respecto al año previo, apareciendo de forma ligera en una escasa fracción del arbolado de las parcelas evaluadas.

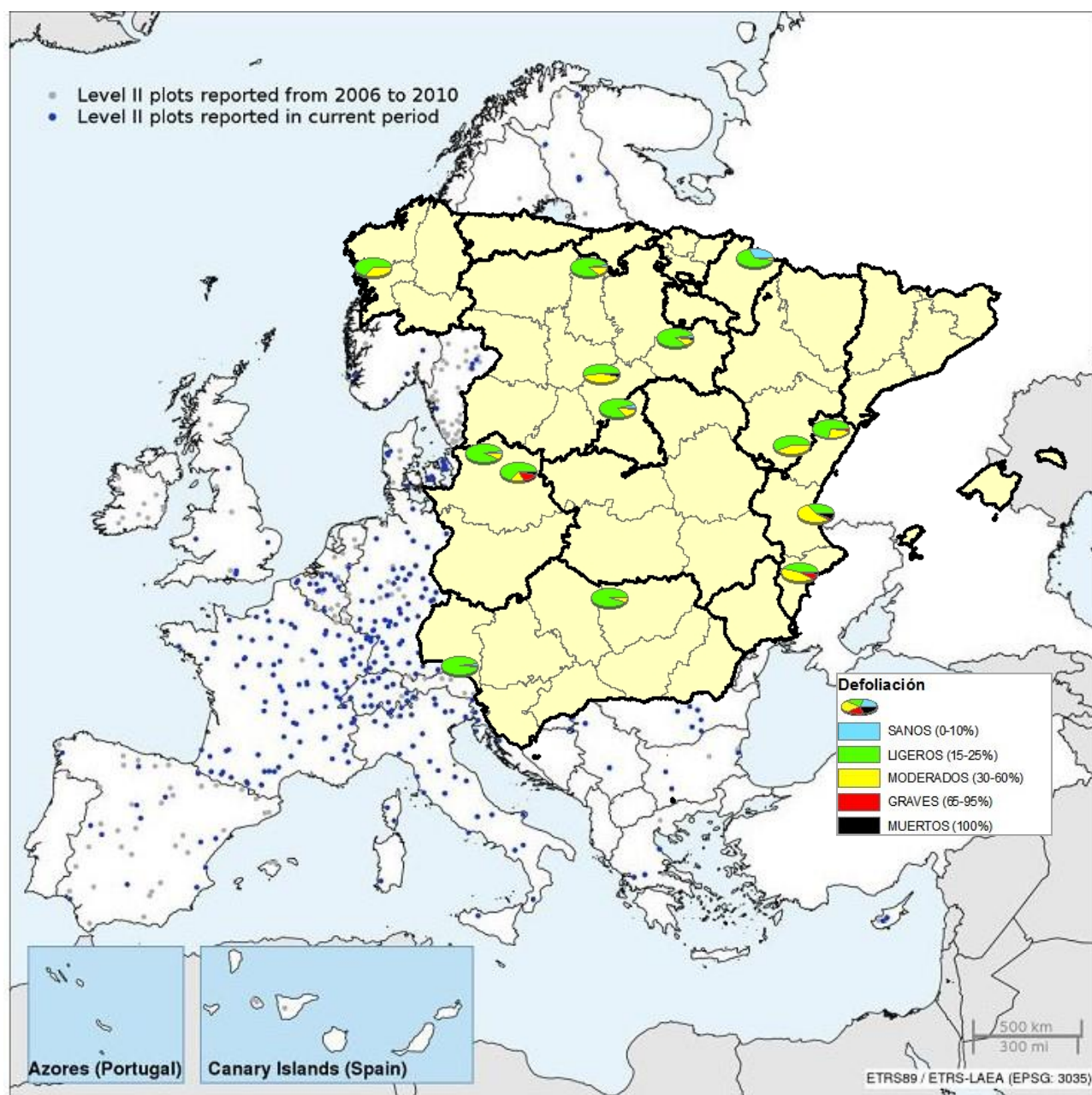


FIG 2: Red de Nivel II España 2025: distribución del arbolado por clases de defoliación

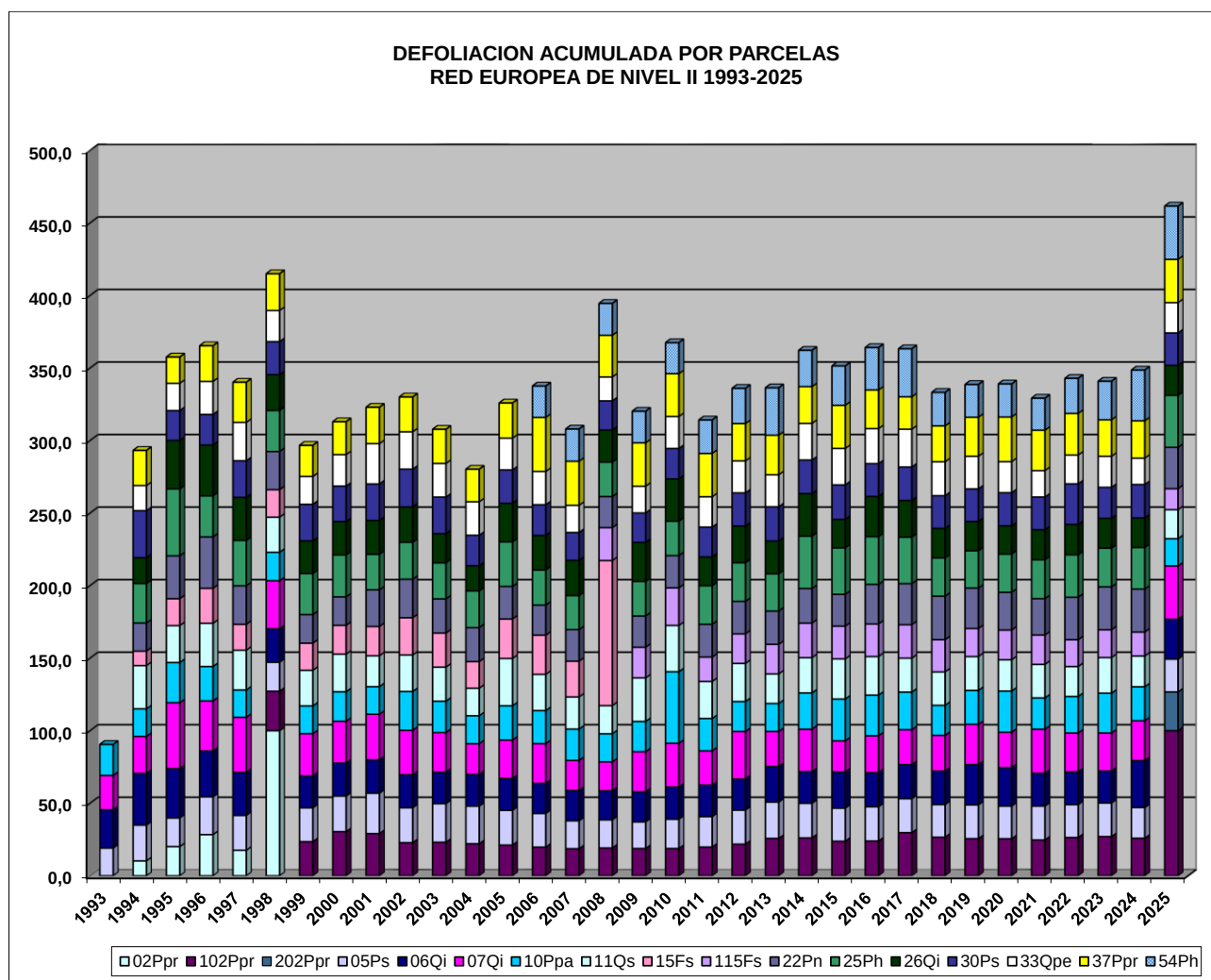


FIG 3: Defoliación (%) acumulada por parcelas y años. Indica las condiciones generales de la Red en un año determinado

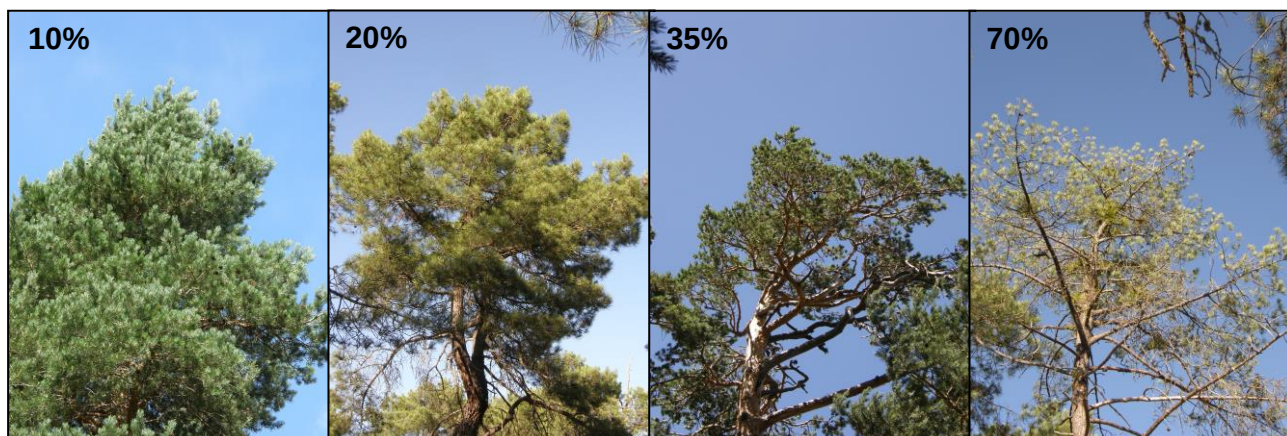
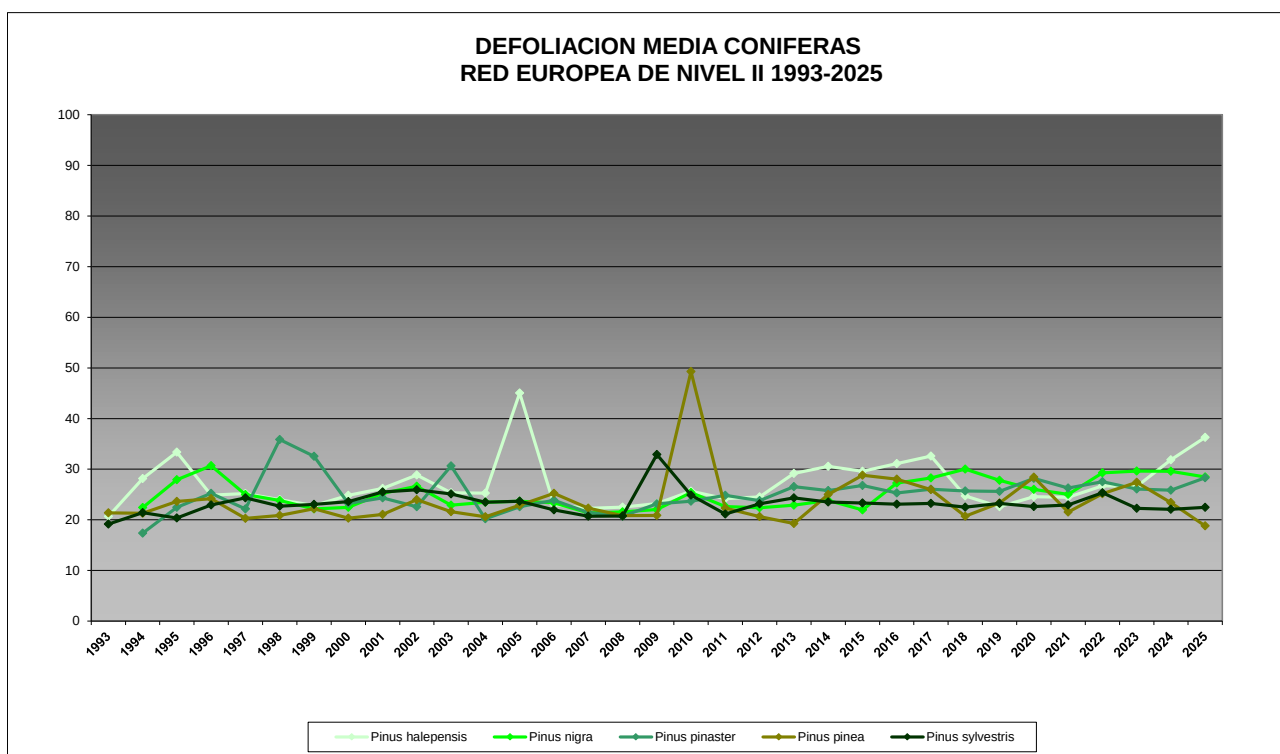
FIG 4: Modelos de defoliación. Gen. *Pinus*

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

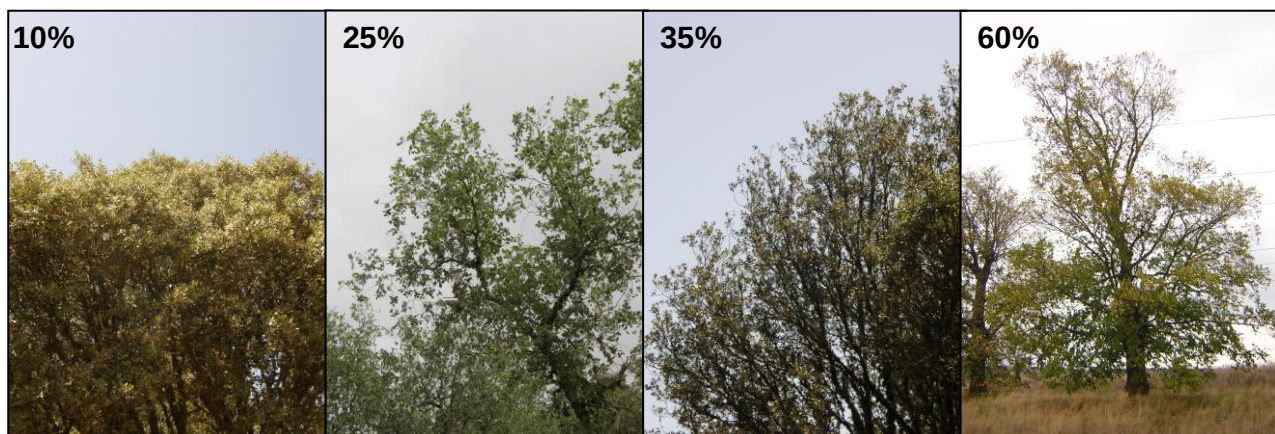
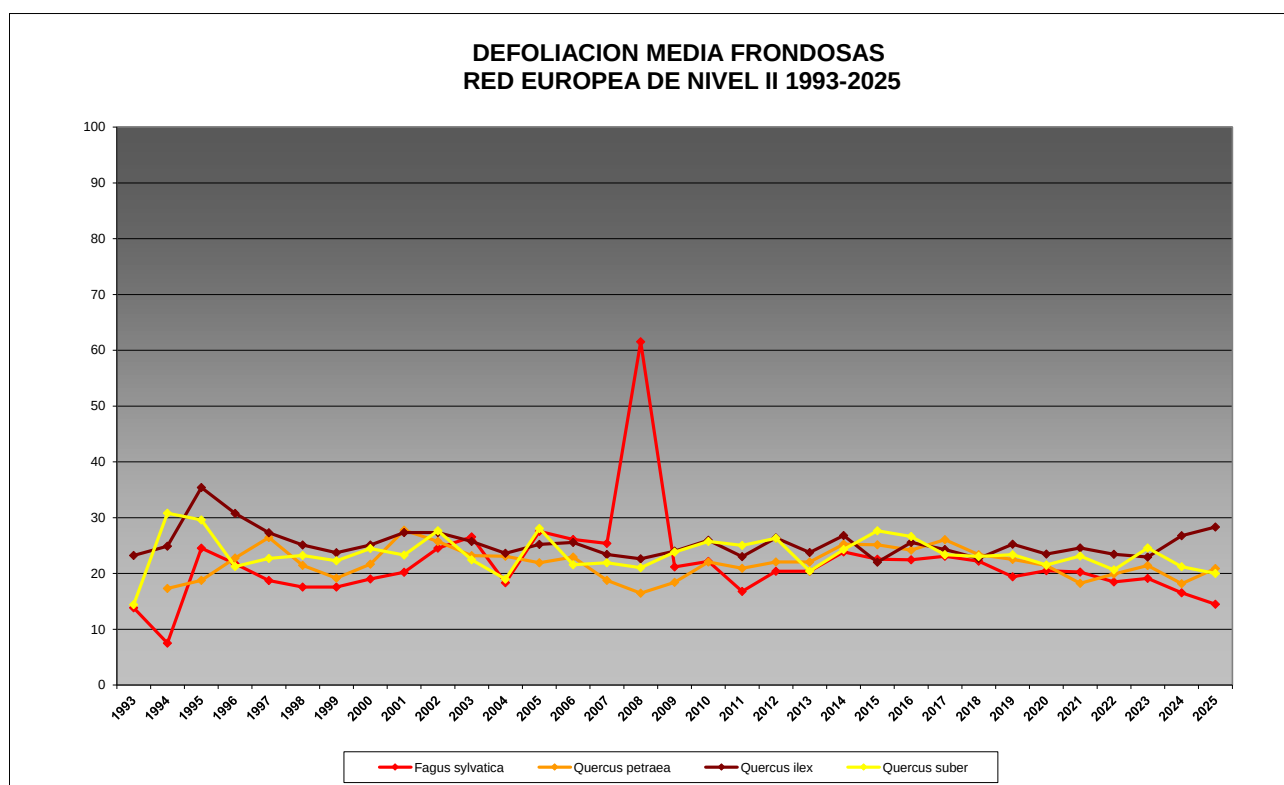
FIG 6: Modelos de defoliación. Gen. *Quercus*

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

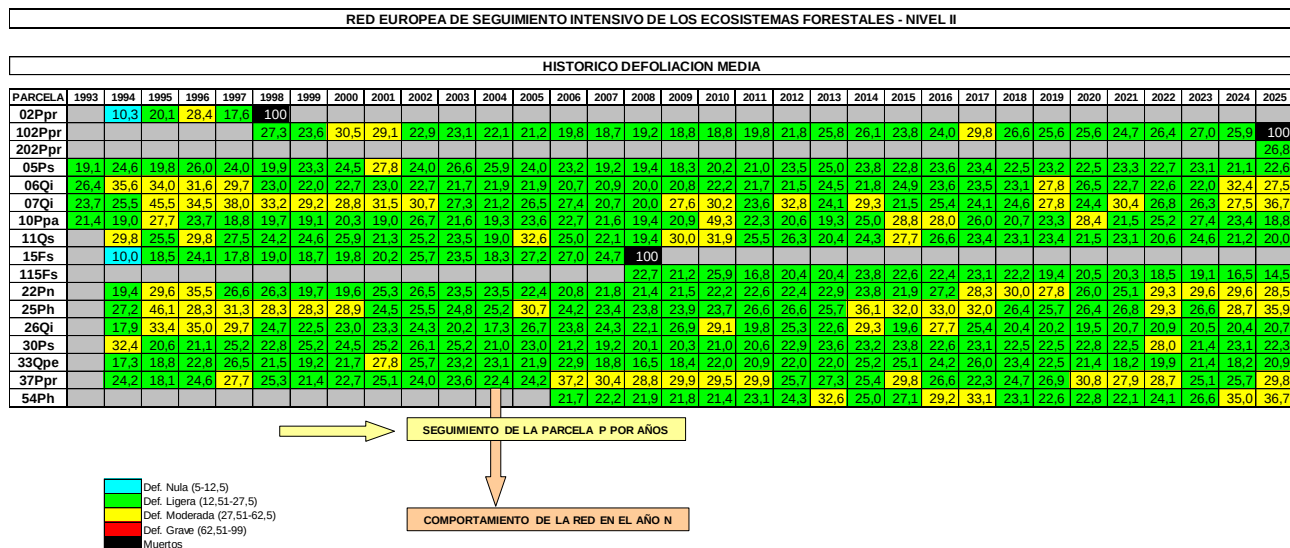


FIG 8a: Evolución de la defoliación media por parcelas a lo largo de la serie histórica

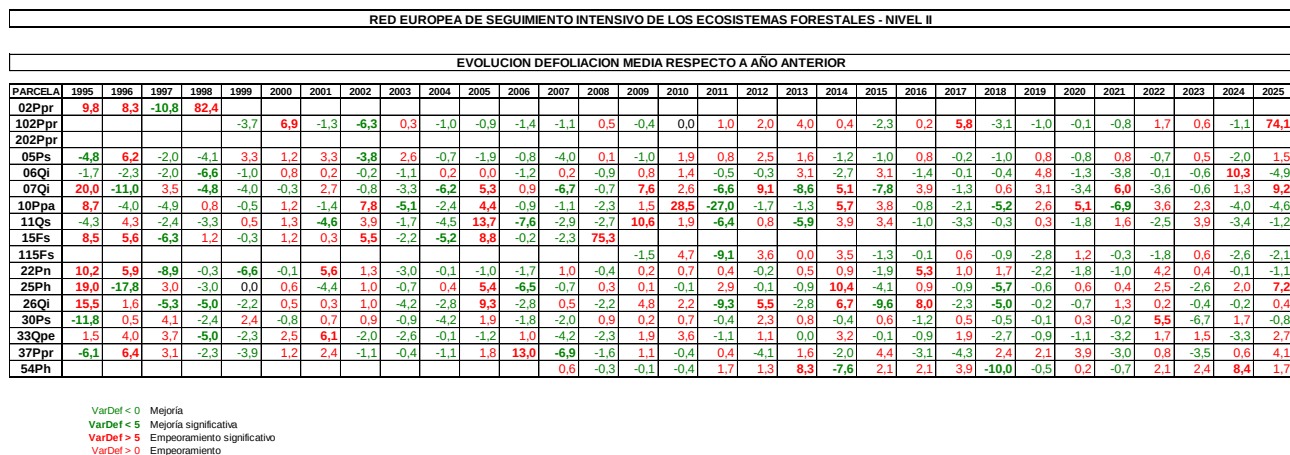


FIG 8b: Evolución de la variación de defoliación media por parcelas a lo largo de la serie histórica

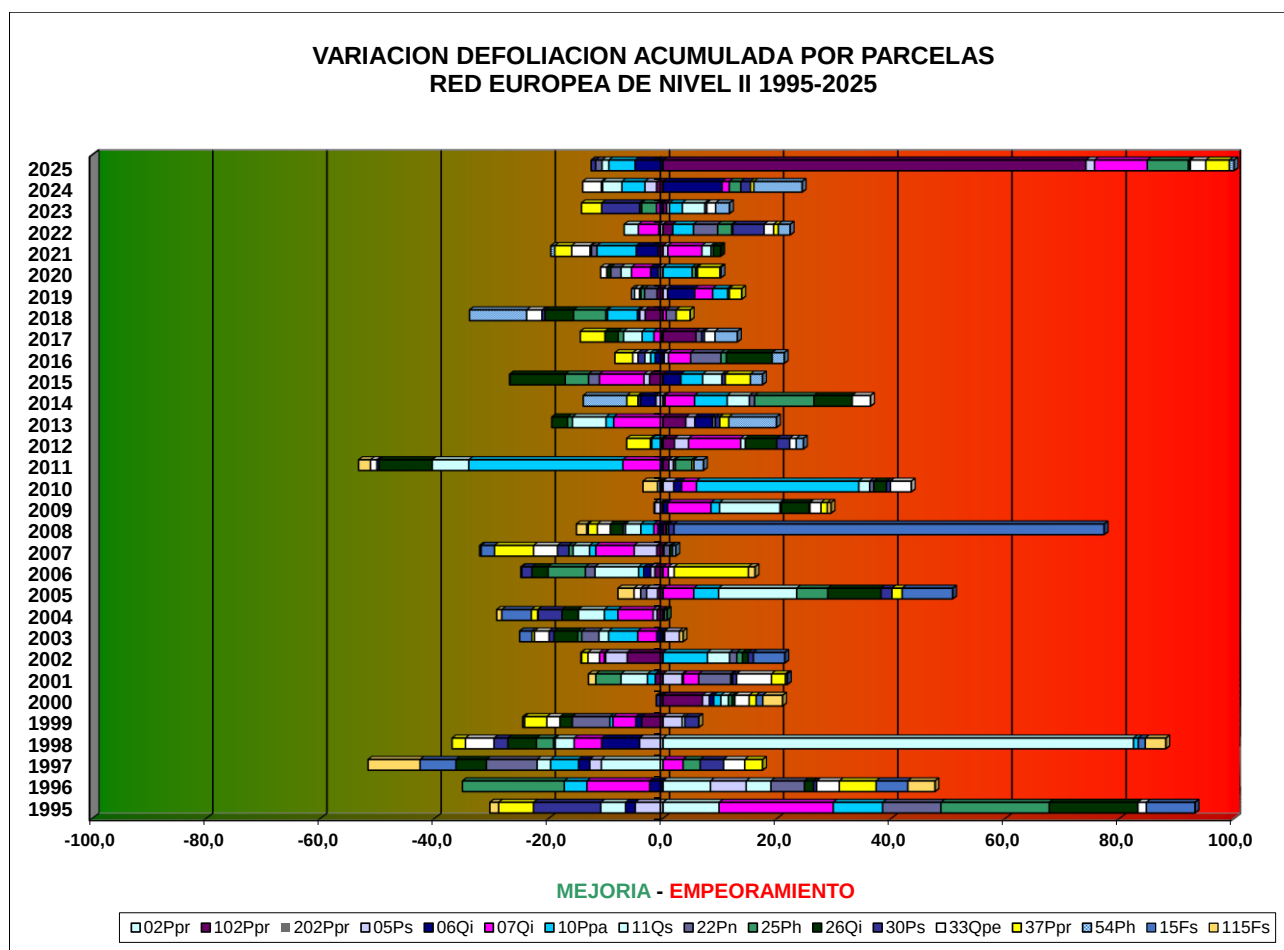


FIG 9: Comportamiento anual del conjunto de variaciones de la defoliación. El desplazamiento hacia la izquierda o derecha del eje de ordenadas indica la tendencia general a la mejoría o empeoramiento respectivamente en un año determinado con respecto al precedente.

3.2. Agentes dañinos.

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

1. En la presente revisión y sobre *Pinus halepensis* se observa una gran proliferación de daños por sequía, ligado sobre todo a caída anticipada del follaje y a fenómenos de microfilia o escaso desarrollo de la metida del año por no disponer de agua suficiente como para elongarse por completo, más atenuado que en la revisión anterior, al no llegar a afectar a retrasar la brotación como sí sucediera en 2024. Se han advertido también amarilleamientos en las acículas de mayor edad debido a las altas temperaturas de mediados del verano. En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados destaca en primer lugar la presencia de mordeduras en el margen foliar propias de defoliadores braquiderinos junto con ramillos atabacados en la cima de las copas por la acción de *Tomicus destruens*, típicamente ligado a pies que empiezan a manifestar decadencia, insecto este que va aumentando lenta pero sostenidamente en todo el levante peninsular y de quien se van viendo los típicos brotes caídos en el suelo y perforados en su base por la alimentación de maduración sexual del insecto; presencia también de punteaduras amarillentas taponadas por un ligero grumo de resina propias de insectos chupadores, en niveles similares a los de la revisión del año anterior. De entre las enfermedades destaca la presencia de los típicos penachos atabacados y laxos en el extremo distal de

los ramillos más bajos debidos a la acción de *Sirococcus conigenus*, habitual hongo debilitador de la especie y que se ve favorecido en condiciones de primavera frías y húmedas que se reducen con respecto a la revisión anterior; cuerpos de fructificación de hongos de pudrición aislados, siempre anticipatorios de un mal estado fitosanitario y escobas de bruja ligadas a la acción de *Candidatus phytoplasma*, tumoraciones en ramillos causadas por *Bacillus vuilemini* junto con algunos daños mecánicos por tormentas y la progresiva colonización por *Smilax aspera* en alguno de los pies.

2. Como ya ocurriera en años anteriores, ***Pinus nigra*** resulta ser uno de los pinos más afectados por los insectos defoliadores, destacando entre ellos la procesionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa*, que se reduce apreciablemente tras los importantes daños 2022-2024, comenzando así un nuevo ciclo de reducción hasta la siguiente rotura de la diapausa. Hasta que el desarrollo de las nuevas metidas no sea capaz de sustituir al follaje comido por el defoliador se mantendrá un cierto deterioro de la masa, que sólo cuenta con el follaje del año para su supervivencia. Durante la presente revisión se han visto también algunos daños indiciarios de *Luperus espanoli*, que aparece episódicamente en la parcela, así como bandeados verde-amarillentos ligados a la acción de chupadores resultando apreciable al tacto el grumo de resina dejado por el aparato succionador del insecto, junto con alguna mordedura marginal de defoliadores braquiderinos, que se incrementan respecto al año previo. La mejora en las precipitaciones elimina los daños por sequía si bien menudean los abortos o puntisecados de ramillos del año ligados a las altas temperaturas estivales. Se advierten también algunas punteaduras necróticas que podrían estar ligadas a la acción de algún contaminante de tipo aerosol, que vienen disminuyendo paulatinamente en los últimos años.
3. En cuanto al conjunto de daños observados sobre ***Pinus pinaster*** destaca 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 puede llegar a ser un agente debilitador de importancia al darse sobre un pinar asentado en un suelo de naturaleza arenosa y con escasa capacidad de retención de agua, lo que incrementa sus efectos en un año de sequía como el presente que sucede a un periodo 2021-2024 más favorable; 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, aún cuando el grado de afección de la parcela de sustitución es considerablemente inferior al del emplazamiento original. Se advierten también daños en los troncos por operaciones de resinación dado el creciente interés por este tradicional aprovechamiento, mientras que se incrementan apreciablemente los daños por el perforador *Dioryctria splendella* en la nueva ubicación. Se ven también, de forma atenuada, mordeduras en el margen foliar por defoliadores braquiderinos, bandeados salpicados en las acículas de mayor edad por insectos chupadores, junto con algunos hongos xilófagos como *Phellinus pini* y resinosis asociadas a la acción de *Sphaeropsis sapinea* en las ubicaciones más húmedas en niveles similares a los del año previo. Se advierten también daños ligados a la acción de contaminantes atmosféricos, así como daños por falta de luz o exceso de competencia en la parcela situada en La Coruña.
4. La cohorte de daños observados sobre ***Pinus pinea*** es más reducida, destacando, la ausencia de procesionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa*, no visible desde 2020, si bien en la estación considerada se registran ataques episódicos que pueden llegar a tener su importancia, lo que pone de manifiesto su carácter errático caracterizado además por el fenómeno de diapausa en la que se mantiene una población de la plaga de años anteriores que en determinadas condiciones emerge y coloniza al pinar de forma muy patente. Durante la presente revisión destaca la presencia esporádica del perforador *Tomicus destruens* que se reduce apreciablemente desde la proliferación de 2023 en que se vio favorecida por unas cortas efectuadas justo al lado de la parcela, y que si bien trataron por astillado posterior de los residuos, dieron lugar a la proliferación de ramillos terminales atabacados por alimentación de maduración sexual del adulto. Al contrario que el año anterior no se advierten pies próximos colonizados por el perforador. Está muy extendido también el hongo defoliador

Thyriopsis halepensis, que causa la pérdida de las acículas más antiguas en las ramas más bajas y que se ve favorecido en primaveras húmedas, superponiéndose además a los fenómenos de autopoda, lo que da un aspecto muy ralo a la parte baja de las copas, concentrándose la foliación en los ápices, y que se configura ya como un endemismo de la estación. Con una mejora en las condiciones del año no se advierten daños por sequía, muy frecuentes el año anterior, pero sí se ven amarilleamientos en las acículas de mayor edad por las altas temperaturas del verano.

5. En *Pinus sylvestris* desaparecen los daños por sequía toda vez que mejoran las precipitaciones caídas si bien se incrementan las decoloraciones y caída de las acículas de mayor edad debido a las altas temperaturas del verano. Como viene siendo habitual, se advierte la presencia salpicada del perforador *Tomicus minor* que se reduce respecto al año anterior posiblemente ligado a una mejoría en las condiciones hídricas, mientras se mantienen estables los insectos chupadores y se reducen apreciablemente los defoliadores de tipo braquiderino hasta uno de los registros más bajos de los últimos años. 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 cuatro pinos evaluados en una ligera pero sostenida expansión.
6. En cuanto al conjunto de agentes identificados sobre las hayas, *Fagus sylvatica*, destaca la presencia generalizada 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 y que se reduce ligeramente respecto a la revisión anterior, afectando a una de cada tres hayas evaluadas, así como una presencia salpicada de agallícolas tales como *Mikiola fagi* sin grandes cambios respecto a la revisión anterior. Dadas las altas temperaturas del verano se ha observado decoloración amarillenta en las hojas de la parte superior de la copa, más expuestas al sol. Esporádicamente se ven algunos daños mecánicos por tormentas o nevadas. Son relativamente frecuentes también los hongos de pudrición en los troncos, favorecidos por la humedad de la estación, así como los daños mecánicos de distinta naturaleza en los troncos debido a antiguas operaciones selvícolas, ya cicatrizadas y sin mayor importancia fitosanitaria.
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, ligadas muchas veces a la acción tortricidos, que en algún caso han llegado a dañar la brotación incipiente; incrementándose apreciablemente respecto a la revisión anterior. 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 y sin apenas variaciones, así como agallas de *Dryomyia lischtensteini* en niveles similares a los del año previo. En la parcela 07Qi (Cáceres) es patente el incremento de los daños causados por la seca de *Quercus*, ligado a la acción del hongo radicular *Phytophthora sp* que empieza afectar de forma severa a parte del arbolado muestra y de quien se viene observando un rápido progreso una vez iniciada la infección del hospedante. En la presente revisión se ven los primeros pies muertos por esta causa, destacando la rápida evolución de la enfermedad, que se ha presentado en forma de “muerte súbita” en vez del lento decaimiento de otros años. Se advierte también la presencia de los típicos ramillos distales puntisecos debidos a la acción de *Botryosphaeria stevensii* (*Diplodia mutila*) en niveles similares, 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*. Como ha sucedido en otras parcelas se advierte un considerable incremento de los daños por calor y una reducción de los de sequía, asociados a acucharamientos o deformaciones en las hojas en una típica estrategia de reducción de la superficie foliar para limitar las pérdidas de agua por transpiración. Se advierte también la proliferación de hiedras en los troncos en los encinares más húmedos, así como tumoraciones salpicadas por *Agrobacterium tumefaciens* en niveles similares a los de la revisión del año anterior, junto con daños mecánicos esporádicos por antiguas nevadas o tormentas, ya cicatrizados y sin mayor trascendencia.

8. Sobre ***Quercus petraea*** y como ya sucediera en anteriores revisiones, están ampliamente representados los defoliadores tortrícidos que se mantienen en niveles similares respecto a la revisión anterior, y en menor medida los daños por perforadores como *Coroebus florentinus*, junto a manchas blanquecinas de oidio por *Microsphaera alphitoides* en apreciable incremento respecto a la revisión anterior y punteados necróticos asociados a *Mycosphaerella sp*; así como daños mecánicos y de falta de luz salpicados por las copas. Sobre esta especie se han advertido también algunos daños en las hojas causados por granizo.
9. En los alcornoques, ***Quercus suber***, el rasgo más patente es el descorche de la parcela en 2021, dentro del normal aprovechamiento forestal del monte en el que se encuentra, y que se efectúa con periodicidad decenal. Se incrementan así ligeramente los insectos perforadores, no tanto por un mayor nivel de actividad, sino porque la retirada del corcho permite observarlos más fácilmente, destacando la presencia de *Cerambyx wellensii* asociado a alguna muerte o derribo del árbol afectado por reducir la sección resistente del tronco y que se configura como el principal factor de desequilibrio del arbolado, mientras que los daños por *Coroebus undatus* en forma de las típicas galerías o culebrillas del corcho se consideran ya inactivas y cicatrizadas y dejan de considerarse como un agente activo. Se advierten también fogonazos de ramillas terminales causadas por el perforador *Coroebus florentinus* en niveles inferiores a los del año anterior aunque los daños observados no revisten gravedad hasta el momento. Están también muy extendidas las mordeduras en el margen y limbo foliares debidas a la acción de defoliadores tortrícidos, agallas de *Dryomyia lischtensteini* que se reducen respecto al año anterior, y algunas ramas con oquedades oscuras causadas por *Hypoxylon mediterraneum*, hongo asociado a las operaciones de descorche, en menor proporción que durante el año anterior. Continúan viéndose los habituales enrollamientos de las hojas a lo largo del nervio central causadas por las elevadas temperaturas del verano.

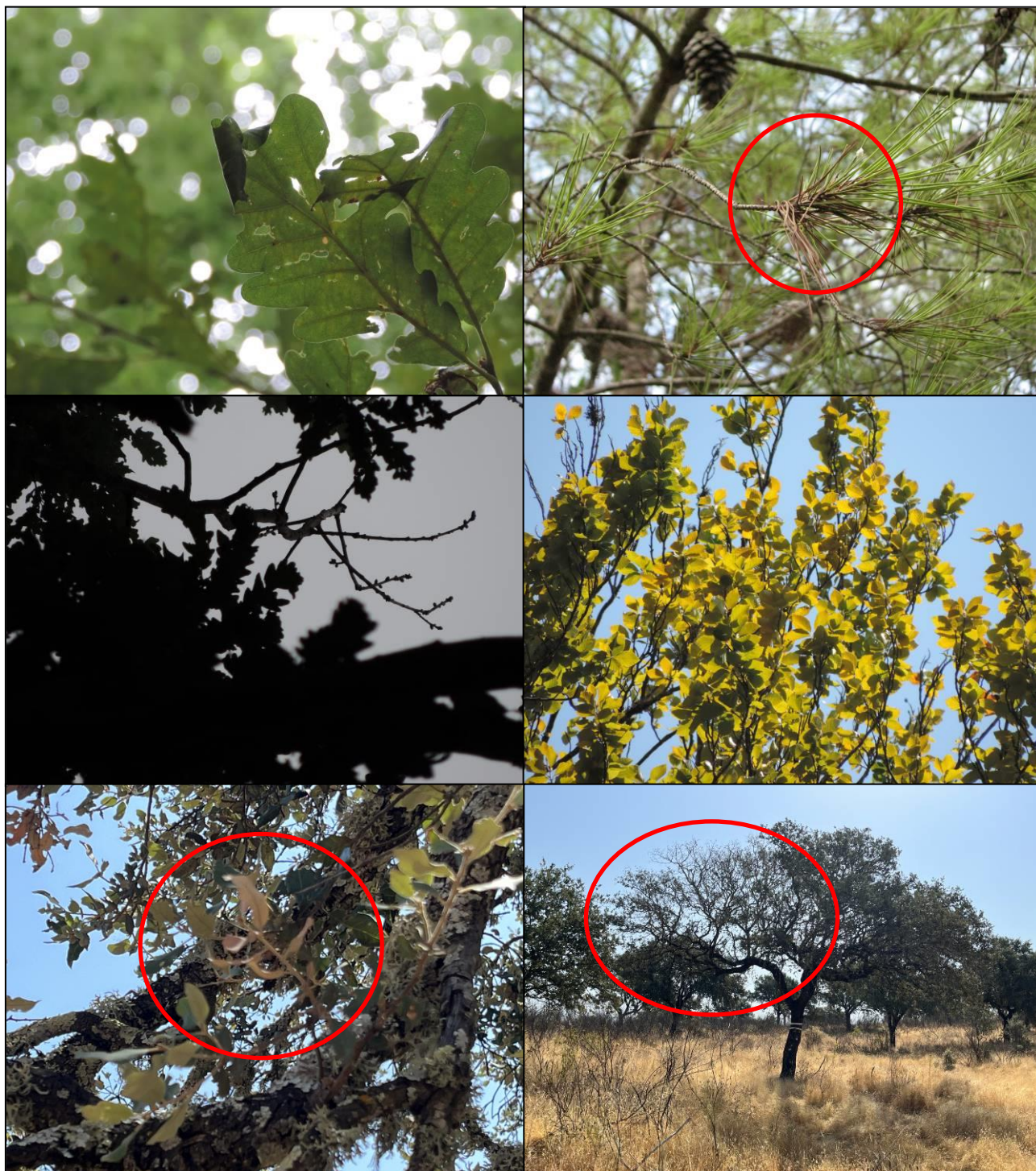


FIG 10: Mordeduras y refugio de defoliador tortricido. Microfilia por sequía en acículas antiguas. Ramillo terminal anillado por *Coroebus florentinus*. Amarilleamiento por golpe de calor. Brote del año muerto por *Botryosphaeria stevensii*. Daños por seca en la mitad de la copa.

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 microfilias en las acículas del año en curso y decoloraciones amarillentas de distinta naturaleza, sobre las acículas de mayor edad junto con puntisecado de ramillos finos, y en menor medida aborto de brotes del año, síntomas 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, junto con algunas deformaciones en la base.
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 debidas a la acción de defoliadores, decoloraciones verde-amarillentas de distinta naturaleza, tumoraciones y resinosis en troncos, ramillas puntisecas y roturas en las de menores dimensiones.
3. Con respecto a los síntomas observados sobre ***Pinus pinaster*** destaca en primer lugar, bajo el epígrafe de otros signos, la proliferación de muérdagos y hiedras a las que se hacía referencia en el apartado anterior, caída prematura de las acículas de mayor edad, enrollamientos y decoloraciones amarillentas o rojizas de distinto tipo, puntisecado de ramillas, heridas y resinosis en los troncos, muchas de ellas ligadas al tradicional aprovechamiento resinero del monte y en otras ocasiones relacionadas con la presencia de *Sphaeropsis sapinea* en las áreas más húmedas, donde también han proliferado los daños mecánicos y roturas debidas a tormentas o vendavales.
4. Sobre ***Pinus pinea*** están generalizados la caída prematura de acículas por *Thyriopsis halepensis*, sobre todo en las partes bajas de la copa, ramillos terminales y brotes del año muertos por la acción de *Tomicus destruens*, tumoraciones leves en la parte baja de los troncos, junto con decoloraciones amarillentas en las acículas de mayor edad, rotura de ramas y aborto de brotes del año.
5. Los síntomas más abundantes en ***Pinus sylvestris*** son el amarilleamiento de las acículas de mayor edad debido a fenómenos estivales, mordeduras de distinto tipo en las acículas por defoliadores de tipo braquiderino, así como puntisecados en ramillos terminales, generalmente asociadas a ataques de escolítidos perforadores y en menor medida, presencia de muérdago, roturas de ramas y ramillos por tormentas y resinosis en troncos y ramas.
6. Sobre ***Fagus sylvatica*** destacan los agujeros foliares 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, amarilleamientos, agallas foliares, roturas en las ramillas debidas a tormentas, junto con puntisecados salpicados, así como grietas, descortezamientos y pudriciones en los troncos.
7. Los síntomas sobre ***Quercus ilex*** tal y como ya se advirtiera en anteriores revisiones, están también ampliamente distribuidos 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 de seca de quercus o a la acción de perforadores como *Coroebus florentinus*, 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, agallas y

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 mordeduras de distinta naturaleza en las hojas debidas a la acción de los defoladores, fenómenos de decoloración amarillenta o rojiza ligados sobre todo a la acción de hongos foliares, junto con agujeros por granizadas a comienzos del verano, una vez que se ha desplegado el limbo, roturas y puntisecados en ramas, ligados estos a problemas de falta de luz en las partes bajas de la copa, junto con deformaciones o pudriciones en la parte baja de los troncos.
9. En *Quercus suber* se advierten sobre todo plegamientos de las hojas a lo largo del nervio central para reducir las pérdidas de agua por transpiración debido a las altas temperaturas, junto con decoloraciones amarillentas, mordeduras y esqueletizaciones debidas a la acción de defoliadores y puntisecado y aborto de ramillos; junto con exudaciones bacterianas, tumoraciones en los troncos y descortezamientos y heridas en el felógeno ligados al aprovechamiento corchero, así como serrín y perforaciones en los troncos por *Cerambyx wellensii*.



FIG 11: Aborto de brote del año. Agallas foliares por *Mikiola fagi*. Peroración en tronco y resonosis por *Dioryctria splendidella*. Anillamiento transversal y callo por pídidos.

		Pinus halepensis	Pinus nigra	Pinus pinaster	Pinus pineae	Pinus sylvestris	Eucalyptus sp	Fagus sylvatica	Quercus ilex	Quercus petraea	Quercus robur	Quercus suber
ANIM.	Cérvidos											
	Ardilla											
	Picidae											
INSECTOS	Defoliadores											
	Brachyderes suturalis											
	Luperus espanoli											
	Thaumetopoea pityocampa											
	Perforadores											
	Cerambyx wellensii											
	Coroebus florentinus											
	Dioryctria sp											
	Dioryctria splendidella											
	Retinia resinella											
	Tomicus destruens											
	Tomicus minor											
	Chupadores											
	Glycaspis brimblecombei											
	Leucaspis pini											
	Minadores											
	Rhynchaenus fagi											
	Form. Agallas											
	Andricus quercustozae											
	Andricus sp											
	Dryomyia lichtensteini											
	Mikiola fagi											
	Ophellimus maskelli											
	Otros insectos											
ENFERMEDADES	Hongos/Royas acic											
	Lophodermium pinastri											
	Thyriopsis halepensis											
	Royas tronco y brotes											
	Cronartium flaccidum											
	Tizón											
	Botryosphaeria stevensii											
	Hypoxylon mediterraneum											
	Sirococcus conigenus											
	Sphaeropsis sapinea											
	Hongos pudrición											
	Fomes pini											
	Ganoderma sp											
	Phellinus pini											
	Phytophthora sp											
	Manchas hojas											
	Mycosphaerella maculiformis											
	Oidio											
	Microsphaera alphitoides											
	Deformaciones											
	Taphrina k ranchii											
	Otros hongos											
AG. ABIÓTICOS	Fumaginas											
	Fact. físicos											
	Sequía											
	Granizo											
	Calor											
	Rayo											
	Nieve/Hielo											
	Viento/Tornado											
	Otros fact.abióticos											
ANTRÓPICOS	Podas											
	Resinación											
	Op. en pies próximos											
	Daños mecánicos/vehículos											
	Otros daños antrópicos											
C	Contaminantes											
	Viscum album											
	Hedera helix											
	Smilax aspera											
	Bacterias											
	Bacillus vuilemini											
	Brenneria quercinea											
	Agrobacterium tumefaciens											
	Falta luz											
	Inter.físicas											
	Compet/Espesura											
	Eriophyes ilicis											
	Otros daños											
	Otros daños											
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											
	Muecas											
	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											
	Parcial											
Hojas/Acículas Decoloración Rojo-marrón												
Microfilia	Hojas/Acículas Microfilia											
	Hojas/Acículas Microfilia											
Deformaciones	Rizadas											
	Enrolladas											
	Agallas											
	Otras deformaciones											
	Chancros											
	Tumores											
	Escobas de bruja											
	Fendas longitudinales											
Deformaciones												
Signos insectos	Adultos, larvas, ninfas,...											
	Perforaciones, serrín											
Signos insectos												
Signos hongos	Cob. blanca hojas											
	C. fructificación											
	Descortezamientos											
	Ampollas amarillo-naranjas											
Signos hongos												
Otros signos	Otros signos											
	Otros signos											
Rotura												
Muerto/moribundo	Muerto/moribundo											
	Muerto/moribundo											
Aborto												
Necrosis	Aborto											
	Necrosis											
Heridas	Descortezamientos											
	Grietas											
	Otras heridas											
	Heridas											
Resinosis	Resinosis											
	Resinosis											
Exudaciones												
Pudriciones	Exudaciones											
	Pudriciones											
Inclinado												
Inclinado	Inclinado											
	Inclinado											

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

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

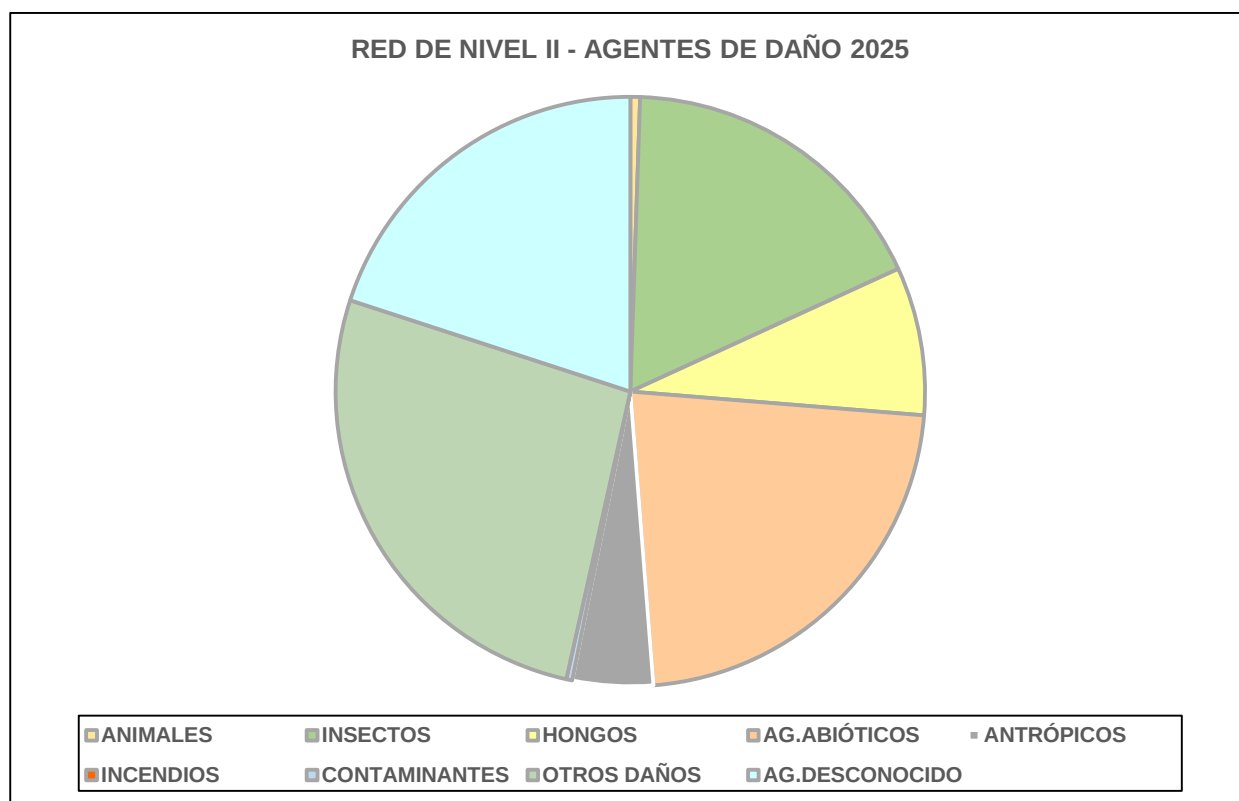


FIG 12b: Distribución de agentes de daño durante la campaña

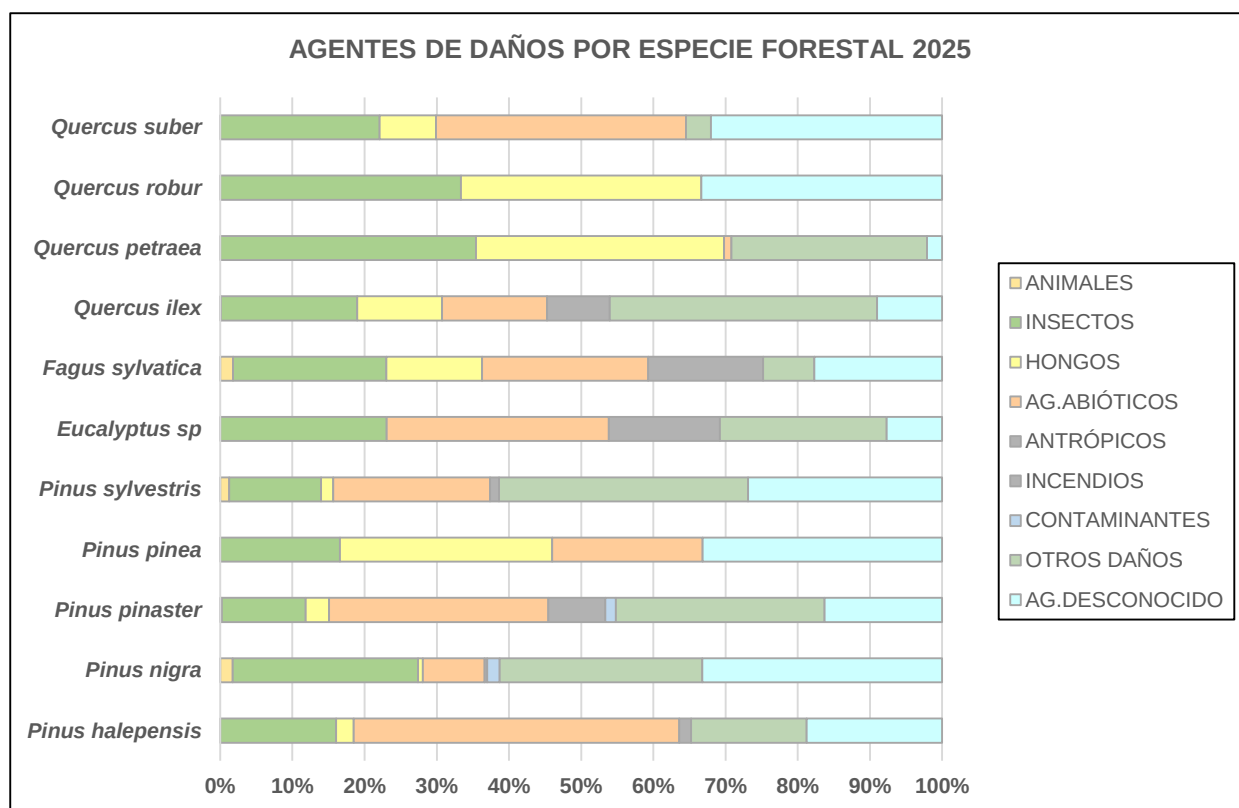


FIG 12c: Distribución relativa de agentes de daño por especie forestal

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 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*) <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

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.

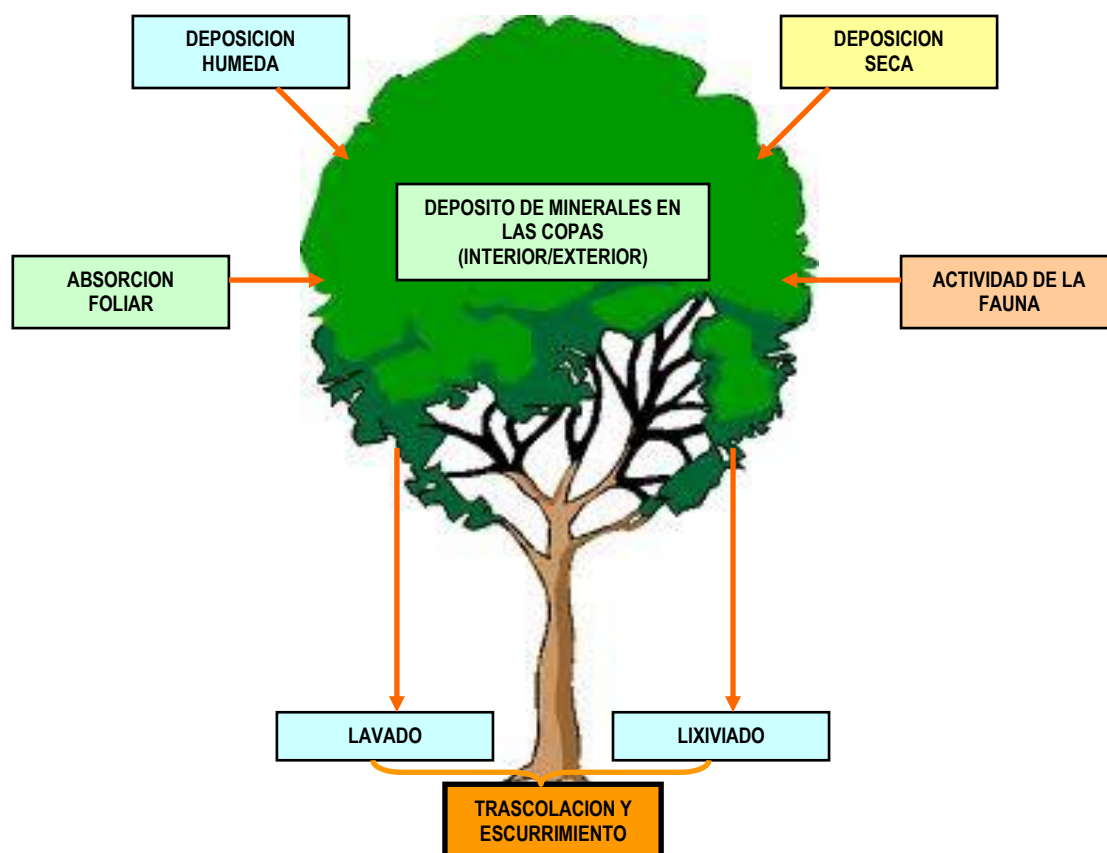


FIG 13: Vías de entrada/salida al ecosistema

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 interaccionar 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.
- ✓ Esgurrimiento 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, 2023) 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 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.

Según la metodología ICP-Forests el amonio se expresa en nitrógeno en forma de amonio, $\text{N}(\text{NH}_4)$, siendo su equivalencia $\text{N}(\text{NH}_4) \sim 0,777 \text{ NH}_4$

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.

Según la metodología ICP-Forests los nitratos se expresan en nitrógeno en forma de nitratos y los sulfatos en azufre en forma de sulfatos, $\text{N}(\text{NO}_3)$ y $\text{S}(\text{SO}_4)$ respectivamente, siendo sus equivalencias $\text{N}(\text{NO}_3) \sim 0,226 \text{ NO}_3$ y $\text{S}(\text{SO}_4) \sim 0,333 \text{ SO}_4$.

Alcalinidad.

La alcalinidad es la capacidad ácido-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.

Nitrógeno total.

Nitrógeno agregado de las distintas fuentes nitrogenadas: nitratos, nitritos, amonio,... Medido en el periodo 1999-2007 y nuevamente a partir de 2020.

Carbono orgánico disuelto.

El carbono orgánico disuelto (DOC) hace referencia al carbono presente en la deposición proveniente de la descomposición de la materia orgánica disuelta, que puede provenir de fuentes naturales (ácidos húmicos o fúlvicos, aminas o ureas) o artificiales (detergentes, pesticidas, fertilizantes, herbicidas, compuestos orgánicos clorados). Medido a partir de 2020.

Metales pesados

Aluminio, Manganeseo y Hierro. Como valores límite el RTSAP marca 0,20 mg/l, 0,05 mg/l y 0,20 mg/l respectivamente. Medidos a partir de 2020.

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 1997-2018, 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.

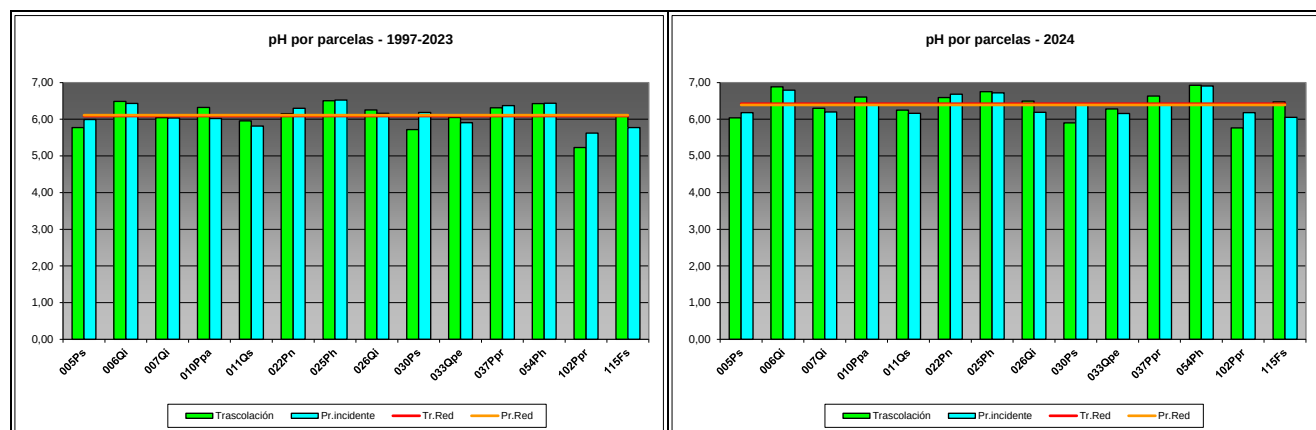
4.2.1. pH.

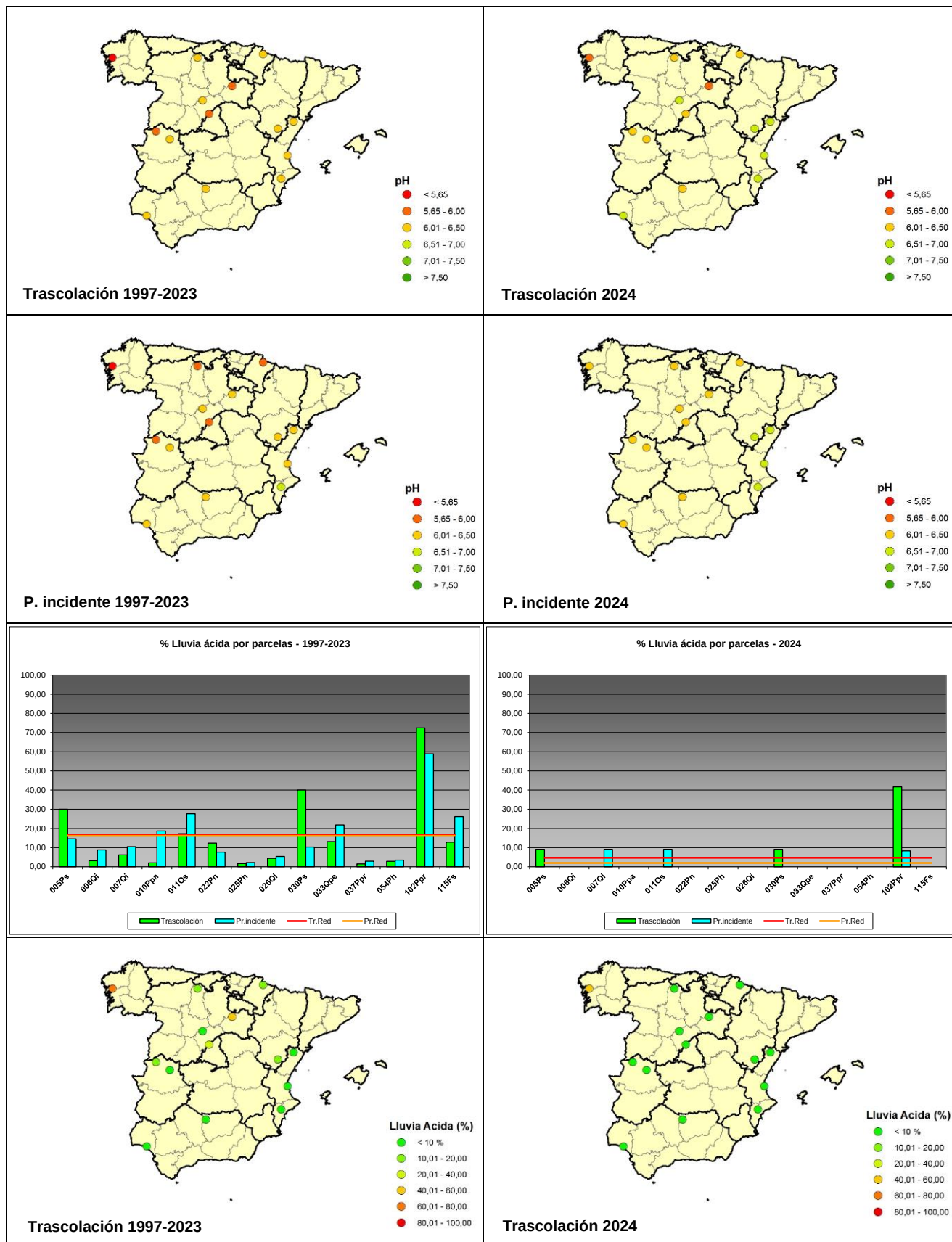
TABLA 3: pH. Valores medios ponderados por volumen por parcela (en rojo valores inferiores al umbral de lluvia ácida); porcentaje de precipitaciones con valor inferior al umbral de lluvia ácida; precipitación en mm en cada parcela para la serie histórica 1997-2023 y el último año 2024

PERIODO 1997-2023								
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	30,04	900	5,99	14,56	1092	6,09	6,11
006Qi	6,49	3,16	512	6,43	8,79	635	6,09	6,11
007Qi	6,04	6,20	396	6,03	10,48	606	6,09	6,11

PERIODO 1997-2023								
Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
010Ppa	6,32	2,05	327	6,02	18,65	521	6,09	6,11
011Qs	5,96	17,23	658	5,82	27,64	739	6,09	6,11
022Pn	6,15	12,32	461	6,30	7,61	522	6,09	6,11
025Ph	6,50	1,67	294	6,52	2,20	361	6,09	6,11
026Qi	6,25	4,40	582	6,16	5,39	614	6,09	6,11
030Ps	5,72	40,02	550	6,18	10,30	762	6,09	6,11
033Qpe	6,04	13,18	885	5,90	21,84	1187	6,09	6,11
037Ppr	6,31	1,50	308	6,37	2,92	425	6,09	6,11
054Ph	6,42	2,86	336	6,44	3,44	467	6,09	6,11
102Ppr	5,23	72,41	1810	5,62	58,85	2259	6,09	6,11
115Fs	6,10	12,83	1675	5,77	26,20	1879	6,09	6,11

PERIODO 2024								
Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
005Ps	6,04	9,09	1156	6,18	0,00	1319	6,42	6,39
006Qi	6,88	0,00	737	6,79	0,00	910	6,42	6,39
007Qi	6,30	0,00	531	6,20	9,09	788	6,42	6,39
010Ppa	6,60	0,00	392	6,40	0,00	610	6,42	6,39
011Qs	6,25	0,00	701	6,16	9,09	802	6,42	6,39
022Pn	6,59	0,00	506	6,68	0,00	550	6,42	6,39
025Ph	6,75	0,00	250	6,72	0,00	292	6,42	6,39
026Qi	6,50	0,00	895	6,19	0,00	860	6,42	6,39
030Ps	5,90	9,09	639	6,39	0,00	998	6,42	6,39
033Qpe	6,28	0,00	1171	6,16	0,00	1546	6,42	6,39
037Ppr	6,63	0,00	365	6,39	0,00	539	6,42	6,39
054Ph	6,92	0,00	208	6,91	0,00	353	6,42	6,39
102Ppr	5,76	41,67	2649	6,18	8,33	3254	6,42	6,39
115Fs	6,47	0,00	1990	6,05	0,00	2257	6,42	6,39





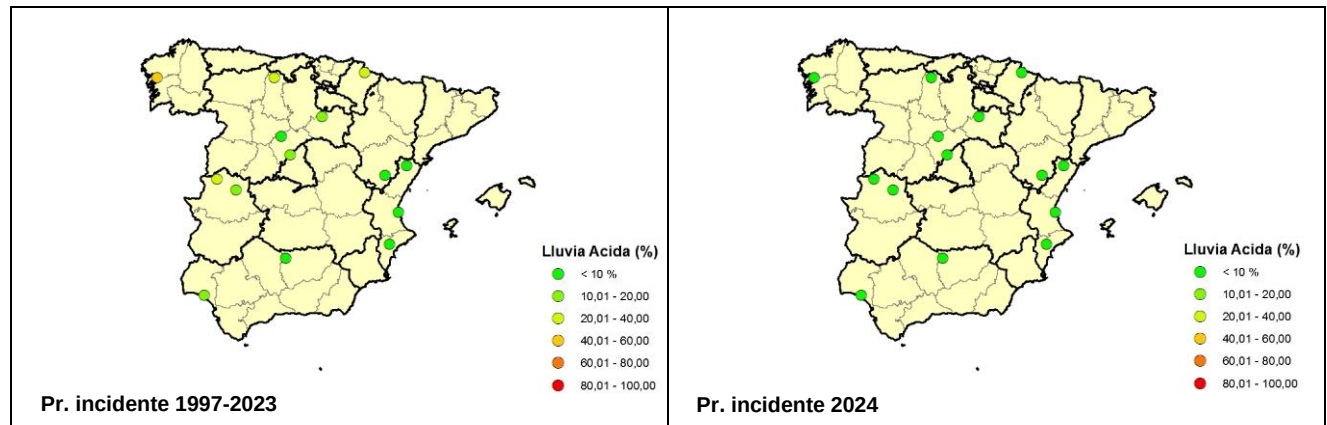


FIG 14: pH. Valores medios por parcela y porcentaje de precipitaciones por debajo del umbral de lluvia ácida serie histórica 1997-2023 y año 2024

4.2.2. Conductividad.

TABLA 4: Conductividad. Valores medios ponderados por volumen por parcela; precipitación en mm en cada parcela para la serie histórica 1997-2023 y el último año 2024

PERIODO 1997-2023								
Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
005Ps	20,21		900	11,14		1092	46,69	21,93
006Qi	40,61		512	24,27		635	46,69	21,93
007Qi	24,19		396	13,61		606	46,69	21,93
010Ppa	69,72		327	34,41		521	46,69	21,93
011Qs	20,70		658	15,53		739	46,69	21,93
022Pn	36,14		461	23,23		522	46,69	21,93
025Ph	67,38		294	30,47		361	46,69	21,93
026Qi	28,83		582	18,11		614	46,69	21,93
030Ps	25,80		550	19,44		762	46,69	21,93
033Qpe	16,40		885	11,71		1187	46,69	21,93
037Ppr	39,79		308	21,71		425	46,69	21,93
054Ph	219,15		336	42,95		467	46,69	21,93
102Ppr	47,64		1810	25,28		2259	46,69	21,93
115Fs	22,32		1675	15,10		1879	46,69	21,93

PERIODO 2024								
Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
005Ps	16,76		1156	8,06		1319	43,89	17,33
006Qi	33,53		737	20,54		910	43,89	17,33
010Ppa	25,08		531	10,87		788	43,89	17,33
007Qi	79,55		392	35,28		610	43,89	17,33
011Qs	16,46		701	11,42		802	43,89	17,33
022Pn	32,99		506	16,79		550	43,89	17,33
025Ph	78,80		250	30,59		292	43,89	17,33
026Qi	22,98		895	12,11		860	43,89	17,33
030Ps	19,98		639	9,69		998	43,89	17,33

PERIODO 2024								
Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
033Qpe	13,03		1171	6,29		1546	43,89	17,33
037Ppr	27,77		365	10,13		539	43,89	17,33
054Ph	192,78		208	41,89		353	43,89	17,33
102Ppr	33,97		2649	18,15		3254	43,89	17,33
115Fs	20,75		1990	10,84		2257	43,89	17,33

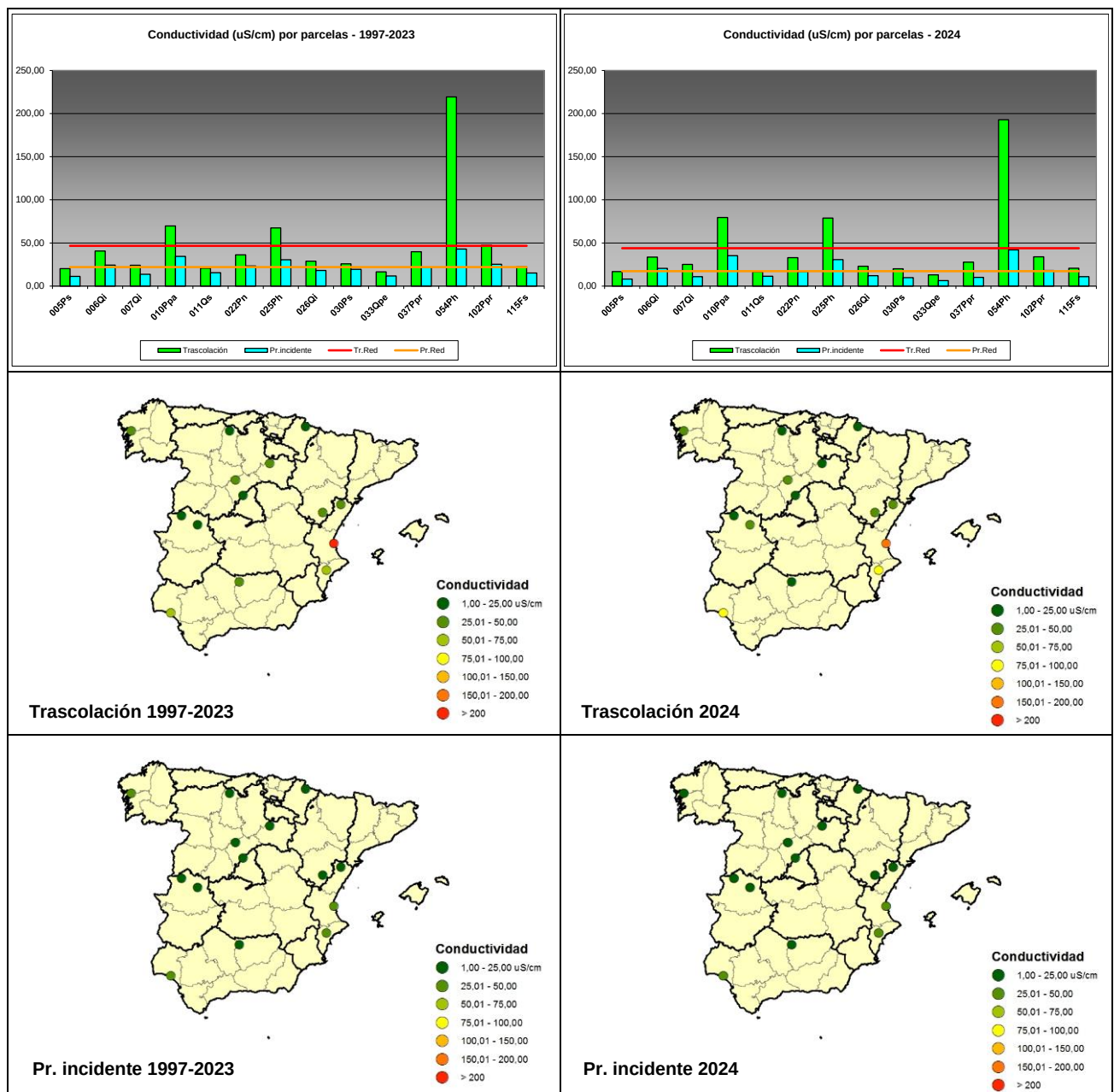


FIG 15: Conductividad. Valores medios por parcela serie histórica 1997-2023 y año 2024

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 1997-2023y año 2024

PERIODO 1997-2023									
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	2,21	18,47	900	0,72	5,88	1092	12,59	17,13	5,11
006Qi	3,47	17,05	512	0,30	1,41	635	15,65	17,13	5,11
007Qi	2,92	11,43	396	0,48	2,13	606	9,30	17,13	5,11
010Ppa	5,14	16,03	327	1,00	4,76	521	11,27	17,13	5,11
011Qs	2,28	14,89	658	0,67	4,69	739	10,20	17,13	5,11
022Pn	2,31	10,13	461	0,88	3,97	522	6,17	17,13	5,11
025Ph	2,11	6,02	294	1,05	2,93	361	3,09	17,13	5,11
026Qi	3,17	17,59	582	1,15	4,96	614	12,63	17,13	5,11
030Ps	2,72	14,63	550	0,82	5,77	762	8,86	17,13	5,11
033Qpe	1,62	13,97	885	0,57	6,65	1187	7,32	17,13	5,11
037Ppr	2,19	6,64	308	1,22	4,08	425	2,56	17,13	5,11
054Ph	5,42	17,53	336	0,91	2,13	467	15,40	17,13	5,11
102Ppr	1,68	30,54	1810	0,64	13,12	2259	17,41	17,13	5,11
115Fs	2,38	41,51	1675	0,37	6,12	1879	35,39	17,13	5,11

PERIODO 2024									
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	2,82	32,58	1156	0,23	2,97	1319	29,61	20,53	2,02
006Qi	2,38	17,53	737	0,03	0,28	910	17,25	20,53	2,02
007Qi	3,08	16,37	531	0,24	1,92	788	14,45	20,53	2,02
010Ppa	4,62	18,14	392	0,61	3,72	610	14,42	20,53	2,02
011Qs	3,19	22,38	701	0,52	4,17	802	18,21	20,53	2,02
022Pn	1,86	9,42	506	0,09	0,52	550	8,89	20,53	2,02
025Ph	1,99	4,98	250	0,14	0,40	292	4,58	20,53	2,02
026Qi	2,53	22,67	895	0,10	0,88	860	21,79	20,53	2,02
030Ps	2,35	14,99	639	0,08	0,81	998	14,18	20,53	2,02
033Qpe	1,44	16,87	1171	0,00	0,02	1546	16,85	20,53	2,02
037Ppr	2,34	8,53	365	0,57	3,08	539	5,45	20,53	2,02
054Ph	4,44	9,21	208	0,36	1,25	353	7,96	20,53	2,02
102Ppr	1,39	36,90	2649	0,21	6,99	3254	29,91	20,53	2,02
115Fs	2,86	56,84	1990	0,05	1,20	2257	55,64	20,53	2,02

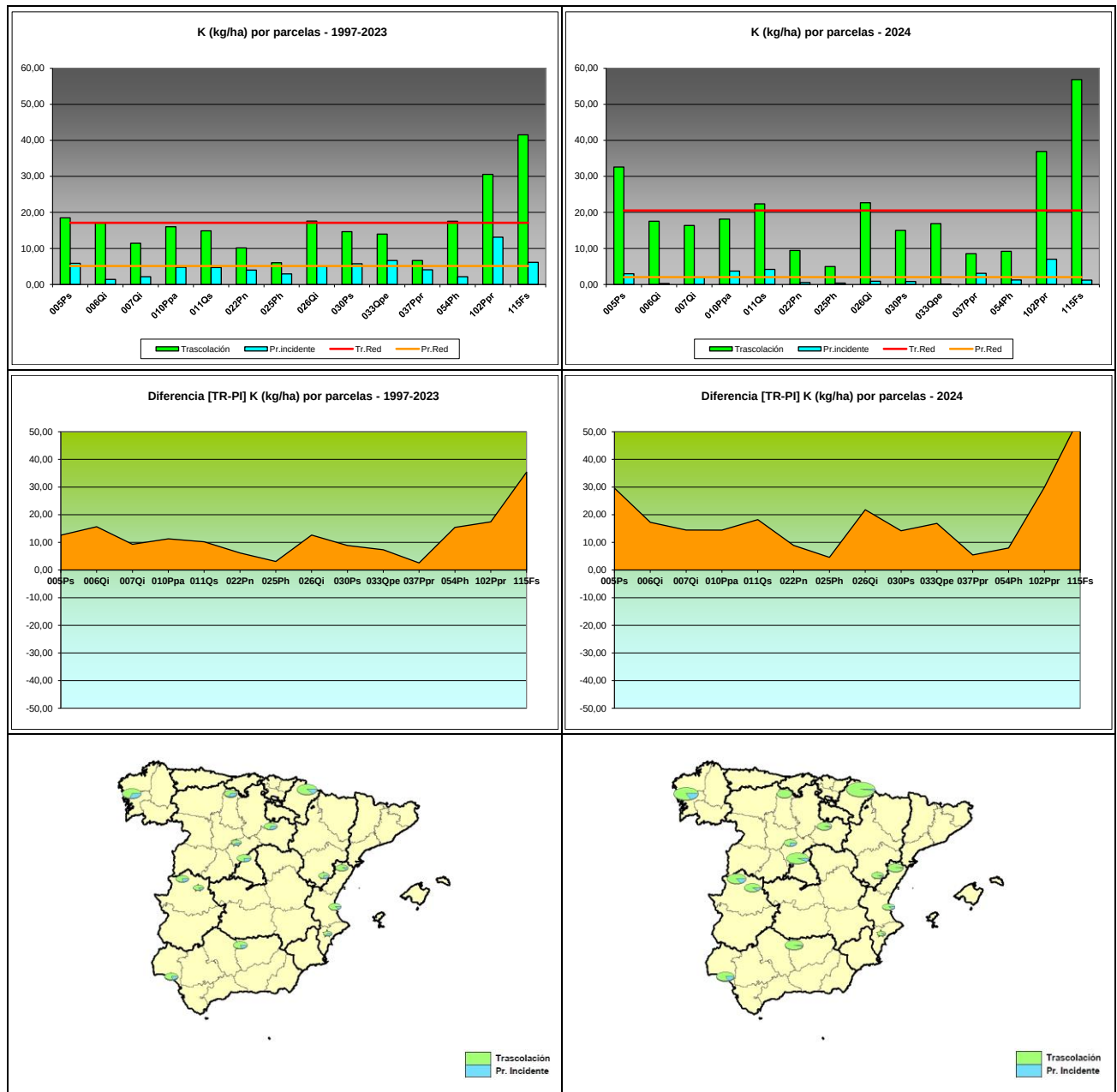


FIG 16: Deposición potasio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2023 y año 2024

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 1997-2023 y año 2024

PERIODO 1997-2023									
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	9,81	900	0,82	9,15	1092	0,66	13,46	10,83
006Qi	3,62	17,93	512	2,38	14,53	635	3,40	13,46	10,83
007Qi	1,56	6,15	396	1,07	6,21	606	-0,05	13,46	10,83
010Ppa	2,64	7,61	327	1,51	6,96	521	0,65	13,46	10,83
011Qs	1,05	6,39	658	1,02	6,80	739	-0,41	13,46	10,83
022Pn	3,24	14,49	461	2,21	11,62	522	2,87	13,46	10,83
025Ph	7,31	21,25	294	3,47	12,73	361	8,52	13,46	10,83
026Qi	2,07	11,39	582	1,43	8,36	614	3,03	13,46	10,83
030Ps	1,62	8,69	550	1,35	9,91	762	-1,21	13,46	10,83
033Qpe	0,87	7,71	885	0,76	8,77	1187	-1,07	13,46	10,83
037Ppr	2,30	6,95	308	1,79	7,57	425	-0,61	13,46	10,83
054Ph	10,40	32,60	336	2,80	12,54	467	20,06	13,46	10,83
102Ppr	1,23	23,65	1810	0,89	19,91	2259	3,75	13,46	10,83
115Fs	0,87	14,25	1675	0,78	14,49	1879	-0,24	13,46	10,83

PERIODO 2024									
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	0,96	11,13	1156	0,68	9,03	1319	2,10	13,85	10,52
006Qi	3,53	25,99	737	2,36	21,49	910	4,50	13,85	10,52
007Qi	1,91	10,15	531	1,12	8,84	788	1,31	13,85	10,52
010Ppa	3,49	13,68	392	1,87	11,42	610	2,26	13,85	10,52
011Qs	0,97	6,77	701	0,98	7,84	802	-1,07	13,85	10,52
022Pn	3,79	19,14	506	2,21	12,17	550	6,97	13,85	10,52
025Ph	10,20	25,46	250	4,21	12,29	292	13,17	13,85	10,52
026Qi	1,38	12,35	895	0,98	8,38	860	3,96	13,85	10,52
030Ps	1,31	8,37	639	0,84	8,40	998	-0,03	13,85	10,52
033Qpe	0,61	7,09	1171	0,53	8,19	1546	-1,10	13,85	10,52
037Ppr	1,82	6,64	365	1,21	6,52	539	0,12	13,85	10,52
054Ph	10,03	20,83	208	3,52	12,42	353	8,41	13,85	10,52
102Ppr	0,53	13,93	2649	0,34	11,09	3254	2,84	13,85	10,52
115Fs	0,62	12,41	1990	0,41	9,22	2257	3,19	13,85	10,52

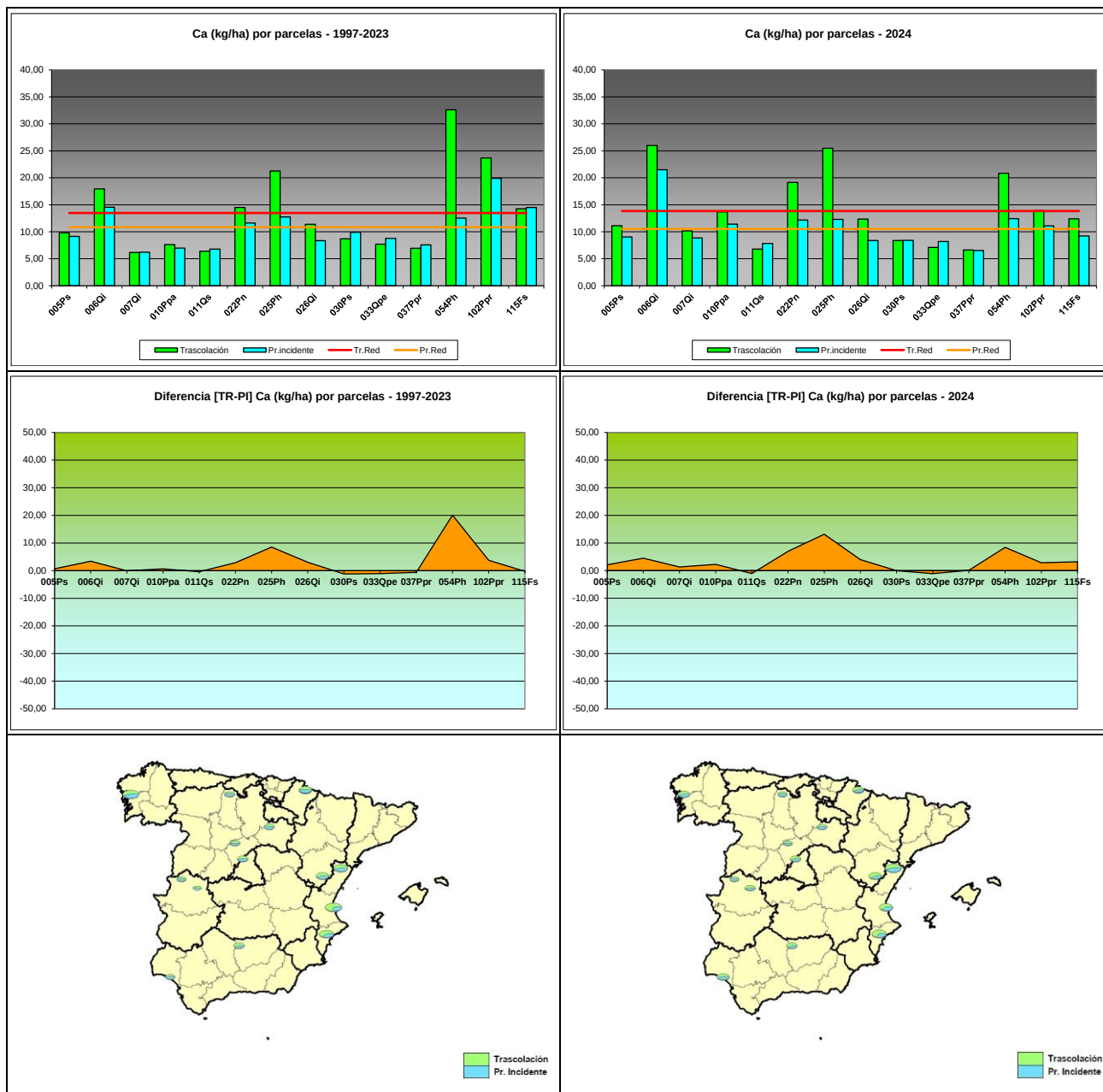


FIG 17: Deposición calcio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2023 y año 2024

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 1997-2023 y año 2024

PERIODO 1997-2023									
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	0,31	2,62	900	0,10	1,03	1092	1,59	3,75	1,87
006Qi	0,51	2,50	512	0,20	1,24	635	1,25	3,75	1,87
007Qi	0,36	1,41	396	0,16	0,90	606	0,51	3,75	1,87
010Ppa	1,36	3,86	327	0,50	2,15	521	1,71	3,75	1,87
011Qs	0,28	1,64	658	0,18	1,08	739	0,56	3,75	1,87
022Pn	0,50	2,14	461	0,19	0,93	522	1,21	3,75	1,87
025Ph	0,88	2,43	294	0,32	1,07	361	1,35	3,75	1,87
026Qi	0,46	2,36	582	0,20	1,17	614	1,19	3,75	1,87
030Ps	0,32	1,60	550	0,16	1,14	762	0,46	3,75	1,87
033Qpe	0,17	1,42	885	0,11	1,10	1187	0,32	3,75	1,87
037Ppr	0,51	1,46	308	0,19	0,75	425	0,71	3,75	1,87
054Ph	3,62	11,08	336	0,64	2,91	467	8,18	3,75	1,87
102Ppr	0,77	14,02	1810	0,33	7,20	2259	6,81	3,75	1,87
115Fs	0,27	4,05	1675	0,18	3,13	1879	0,91	3,75	1,87

PERIODO 2024									
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	0,23	2,69	1156	0,06	0,82	1319	1,88	3,74	2,19
006Qi	0,40	2,94	737	0,19	1,73	910	1,21	3,74	2,19
007Qi	0,36	1,92	531	0,38	3,02	788	-1,11	3,74	2,19
010Ppa	1,38	5,43	392	0,32	1,98	610	3,45	3,74	2,19
011Qs	0,20	1,37	701	0,25	2,02	802	-0,64	3,74	2,19
022Pn	0,56	2,83	506	0,15	0,80	550	2,03	3,74	2,19
025Ph	1,10	2,76	250	0,29	0,85	292	1,91	3,74	2,19
026Qi	0,33	2,95	895	0,12	1,06	860	1,89	3,74	2,19
030Ps	0,25	1,61	639	0,07	0,72	998	0,89	3,74	2,19
033Qpe	0,15	1,70	1171	0,05	0,84	1546	0,85	3,74	2,19
037Ppr	0,39	1,41	365	0,78	4,19	539	-2,78	3,74	2,19
054Ph	3,25	6,74	208	0,56	1,99	353	4,75	3,74	2,19
102Ppr	0,56	14,82	2649	0,24	7,74	3254	7,09	3,74	2,19
115Fs	0,16	3,24	1990	0,13	2,94	2257	0,29	3,74	2,19

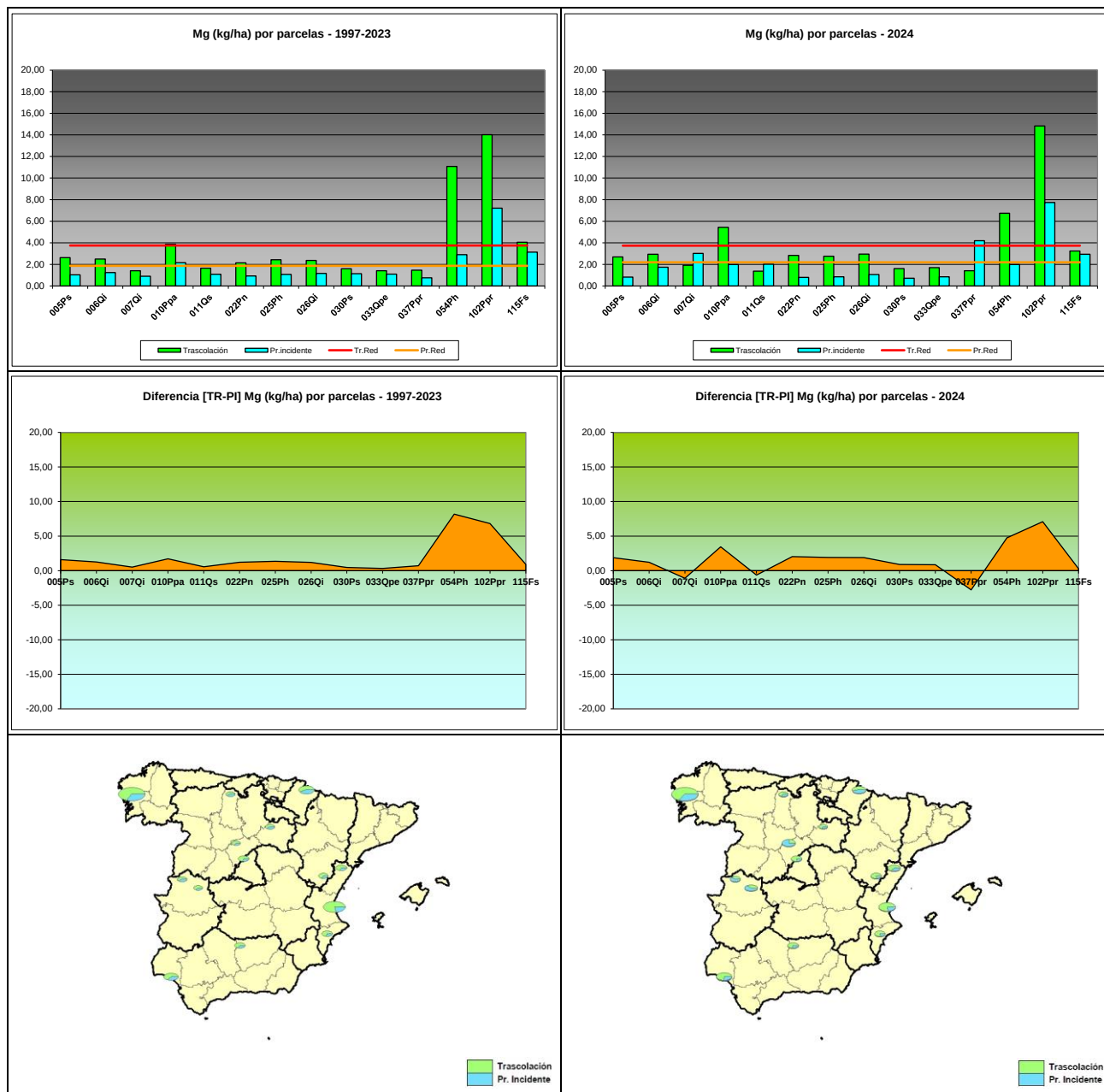


FIG 18: Deposición magnesio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2023 y año 2024

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 1997-2023 y año 2024.

PERIODO 1997-2023									
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	0,81	7,30	900	0,47	5,22	1092	2,09	18,41	11,34
006Qi	1,18	5,88	512	0,94	5,93	635	-0,05	18,41	11,34
007Qi	0,97	3,79	396	0,71	4,19	606	-0,41	18,41	11,34
010Ppa	5,13	16,44	327	2,83	14,66	521	1,78	18,41	11,34
011Qs	1,05	6,92	658	0,81	5,93	739	0,99	18,41	11,34
022Pn	1,03	4,57	461	0,69	3,52	522	1,04	18,41	11,34
025Ph	2,06	6,00	294	1,08	3,87	361	2,13	18,41	11,34
026Qi	1,18	7,13	582	0,91	5,67	614	1,46	18,41	11,34
030Ps	0,83	4,59	550	0,59	4,59	762	0,00	18,41	11,34
033Qpe	0,59	5,28	885	0,51	5,99	1187	-0,71	18,41	11,34
037Ppr	1,18	3,59	308	0,76	3,22	425	0,37	18,41	11,34
054Ph	20,56	63,75	336	3,99	18,46	467	45,30	18,41	11,34
102Ppr	5,36	99,63	1810	2,44	55,98	2259	43,65	18,41	11,34
115Fs	1,34	22,89	1675	0,95	18,09	1879	4,80	18,41	11,34

PERIODO 2024									
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	1,15	13,26	1156	0,35	4,57	1319	8,69	18,56	11,05
006Qi	1,17	8,59	737	0,95	8,64	910	-0,05	18,56	11,05
007Qi	1,08	5,73	531	0,54	4,24	788	1,49	18,56	11,05
010Ppa	6,55	25,70	392	2,30	14,02	610	11,68	18,56	11,05
011Qs	0,82	5,77	701	0,59	4,74	802	1,03	18,56	11,05
022Pn	0,99	4,98	506	0,42	2,32	550	2,66	18,56	11,05
025Ph	2,28	5,70	250	0,85	2,48	292	3,21	18,56	11,05
026Qi	0,83	7,47	895	0,73	6,27	860	1,20	18,56	11,05
030Ps	0,66	4,19	639	0,33	3,27	998	0,92	18,56	11,05
033Qpe	0,43	4,99	1171	0,28	4,26	1546	0,73	18,56	11,05
037Ppr	0,76	2,77	365	0,39	2,08	539	0,69	18,56	11,05
054Ph	19,84	41,18	208	3,63	12,80	353	28,38	18,56	11,05
102Ppr	3,91	103,46	2649	1,97	64,24	3254	39,23	18,56	11,05
115Fs	1,31	25,99	1990	0,92	20,80	2257	5,19	18,56	11,05

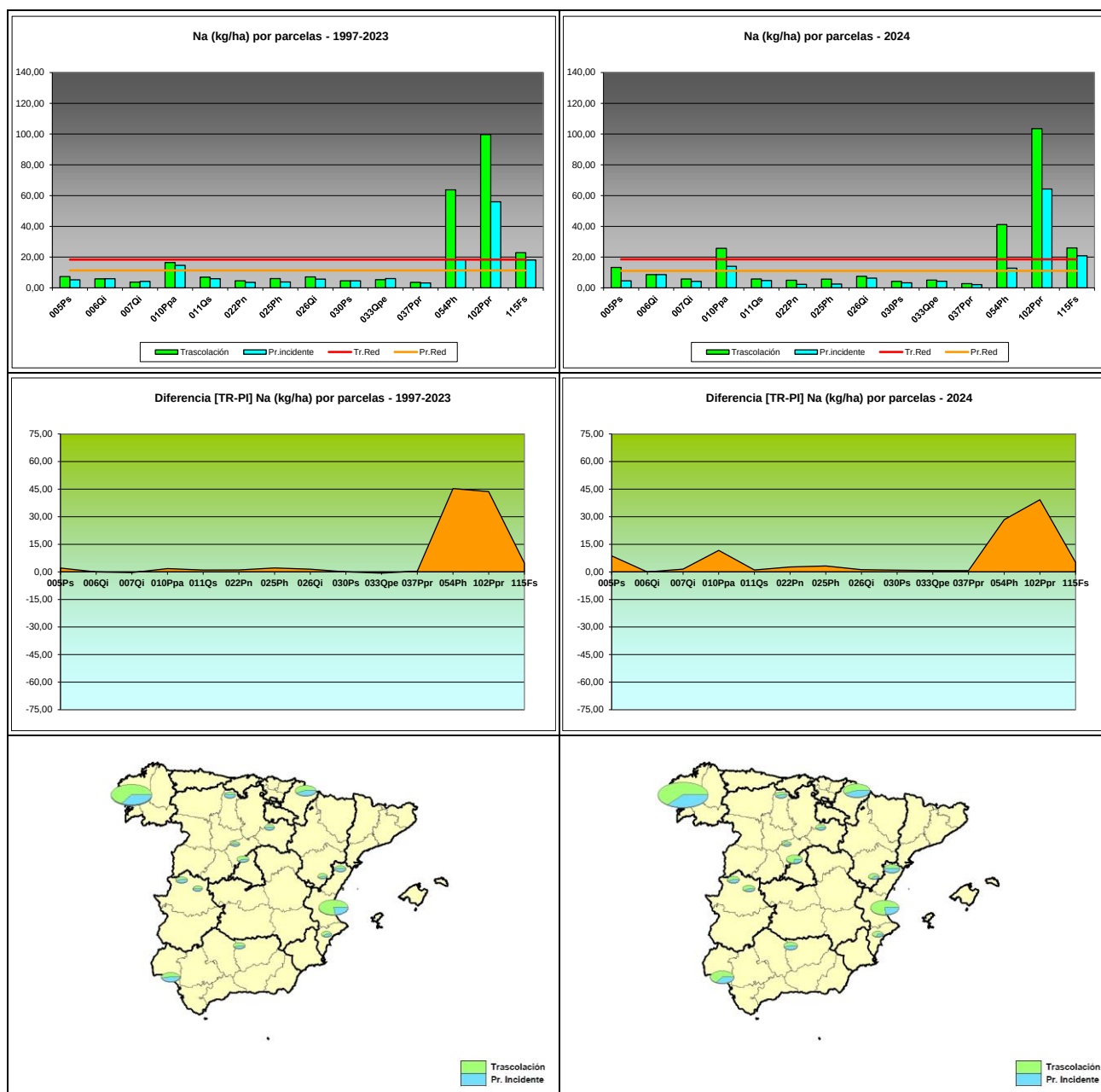


FIG 19: Deposición sodio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2023 y año 2024

4.2.7. Amonio (nitrógeno en forma de).

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 1997-2023 y año 2024. N(NH4) ~ 0,777 NH4

PERIODO 1997-2023									
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	0,39	3,11	900	0,31	3,24	1092	-0,14	2,93	3,07
006Qi	0,44	2,14	512	0,38	2,28	635	-0,14	2,93	3,07
007Qi	0,33	1,27	396	0,40	2,10	606	-0,83	2,93	3,07
010Ppa	0,56	1,57	327	0,59	2,65	521	-1,08	2,93	3,07
011Qs	0,24	1,43	658	0,27	1,85	739	-0,42	2,93	3,07
022Pn	0,50	2,17	461	0,40	2,00	522	0,17	2,93	3,07
025Ph	1,06	2,82	294	0,38	1,24	361	1,58	2,93	3,07
026Qi	0,34	1,86	582	0,34	1,97	614	-0,11	2,93	3,07
030Ps	0,40	1,96	550	0,90	6,15	762	-4,19	2,93	3,07
033Qpe	0,29	2,37	885	0,26	2,90	1187	-0,53	2,93	3,07
037Ppr	1,47	4,26	308	0,70	2,80	425	1,46	2,93	3,07
054Ph	2,00	6,13	336	0,42	1,88	467	4,25	2,93	3,07
102Ppr	0,30	5,11	1810	0,30	5,76	2259	-0,65	2,93	3,07
115Fs	0,27	4,39	1675	0,28	5,20	1879	-0,80	2,93	3,07

PERIODO 2024									
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	0,15	1,68	1156	0,22	2,91	1319	-1,23	2,04	2,27
006Qi	0,23	1,72	737	0,23	2,07	910	-0,35	2,04	2,27
007Qi	0,10	0,52	531	0,14	1,13	788	-0,61	2,04	2,27
010Ppa	0,35	1,38	392	0,95	5,81	610	-4,42	2,04	2,27
011Qs	0,21	1,44	701	0,19	1,50	802	-0,06	2,04	2,27
022Pn	0,19	0,94	506	0,27	1,51	550	-0,57	2,04	2,27
025Ph	0,83	2,08	250	0,26	0,77	292	1,31	2,04	2,27
026Qi	0,31	2,74	895	0,15	1,30	860	1,44	2,04	2,27
030Ps	0,22	1,43	639	0,29	2,92	998	-1,49	2,04	2,27
033Qpe	0,23	2,64	1171	0,18	2,84	1546	-0,20	2,04	2,27
037Ppr	1,08	3,96	365	0,24	1,29	539	2,67	2,04	2,27
054Ph	0,82	1,71	208	0,17	0,60	353	1,11	2,04	2,27
102Ppr	0,12	3,06	2649	0,10	3,17	3254	-0,11	2,04	2,27
115Fs	0,17	3,33	1990	0,18	4,04	2257	-0,71	2,04	2,27

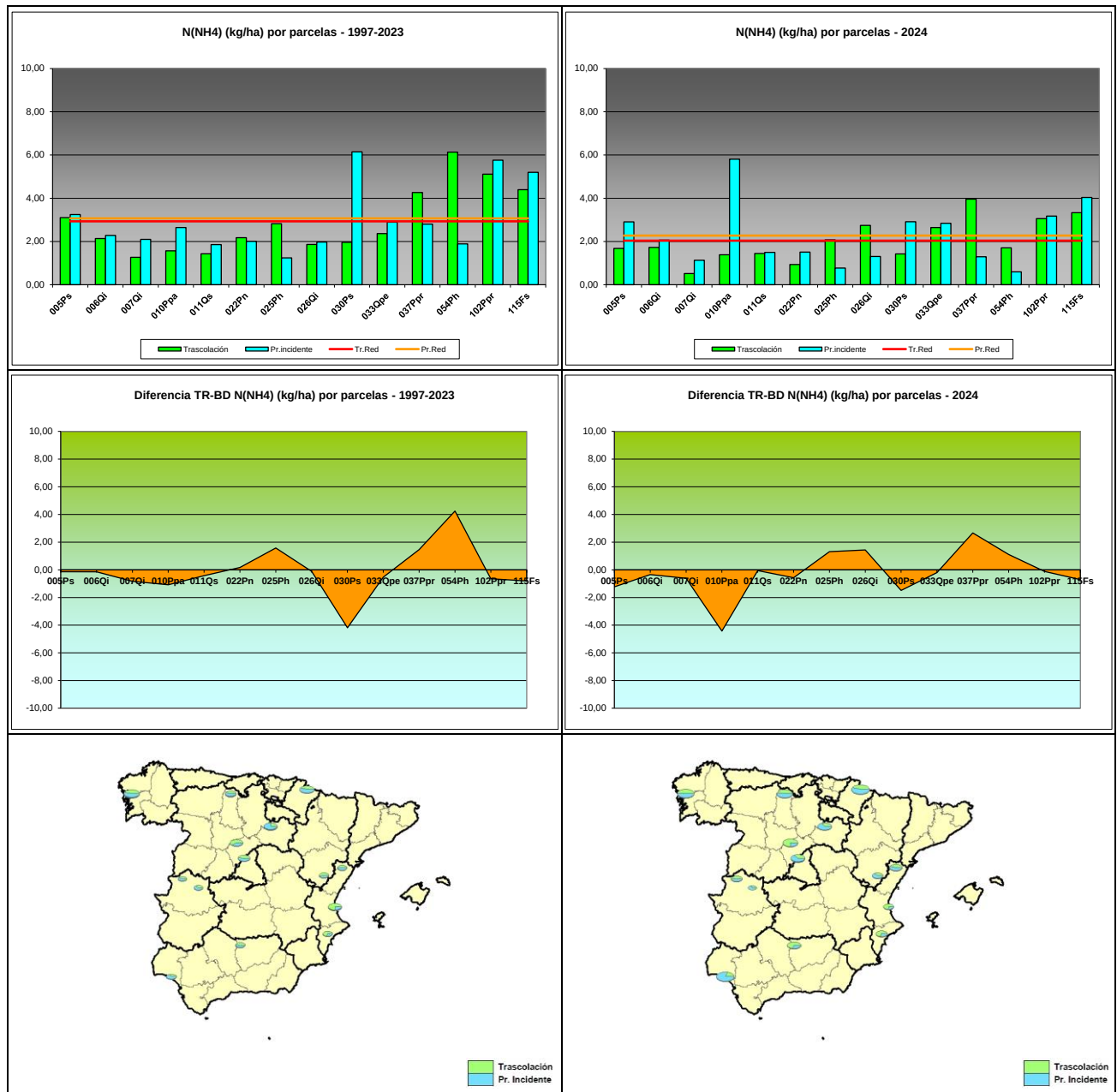


FIG 20: Deposición amonio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2023 y año 2024

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 1997-2023 y año 2024

PERIODO 1997-2023									
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	1,36	12,32	900	0,77	8,30	1092	4,02	32,56	20,77
006Qi	2,28	11,10	512	1,85	11,63	635	-0,53	32,56	20,77
007Qi	1,35	5,38	396	0,83	5,11	606	0,27	32,56	20,77
010Ppa	9,72	30,84	327	5,33	27,49	521	3,35	32,56	20,77
011Qs	1,79	11,27	658	1,67	11,82	739	-0,55	32,56	20,77
022Pn	1,90	8,48	461	1,71	9,02	522	-0,54	32,56	20,77
025Ph	4,58	13,43	294	2,39	8,82	361	4,61	32,56	20,77
026Qi	2,25	12,63	582	1,88	11,48	614	1,15	32,56	20,77
030Ps	1,48	7,89	550	1,37	10,01	762	-2,12	32,56	20,77
033Qpe	0,90	7,91	885	0,86	9,94	1187	-2,03	32,56	20,77
037Ppr	2,25	7,03	308	1,72	7,36	425	-0,33	32,56	20,77
054Ph	35,28	110,19	336	7,41	33,74	467	76,45	32,56	20,77
102Ppr	9,44	175,88	1810	4,18	95,91	2259	79,97	32,56	20,77
115Fs	2,36	40,18	1675	1,73	32,46	1879	7,72	32,56	20,77

PERIODO 2024									
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	1,68	19,42	1156	0,45	5,89	1319	13,53	34,07	18,11
006Qi	1,98	14,57	737	1,43	13,06	910	1,51	34,07	18,11
007Qi	1,65	8,78	531	0,88	6,90	788	1,88	34,07	18,11
010Ppa	13,71	53,78	392	4,27	26,02	610	27,76	34,07	18,11
011Qs	2,73	19,10	701	1,28	10,23	802	8,87	34,07	18,11
022Pn	1,40	7,07	506	0,55	3,00	550	4,06	34,07	18,11
025Ph	5,39	13,46	250	1,35	3,93	292	9,53	34,07	18,11
026Qi	1,68	14,99	895	1,22	10,52	860	4,47	34,07	18,11
030Ps	0,95	6,07	639	0,53	5,26	998	0,81	34,07	18,11
033Qpe	0,60	7,07	1171	0,32	4,88	1546	2,19	34,07	18,11
037Ppr	1,75	6,40	365	1,09	5,87	539	0,53	34,07	18,11
054Ph	36,80	76,39	208	5,97	21,03	353	55,35	34,07	18,11
102Ppr	6,84	181,14	2649	3,11	101,28	3254	79,86	34,07	18,11
115Fs	2,45	48,68	1990	1,58	35,60	2257	13,08	34,07	18,11

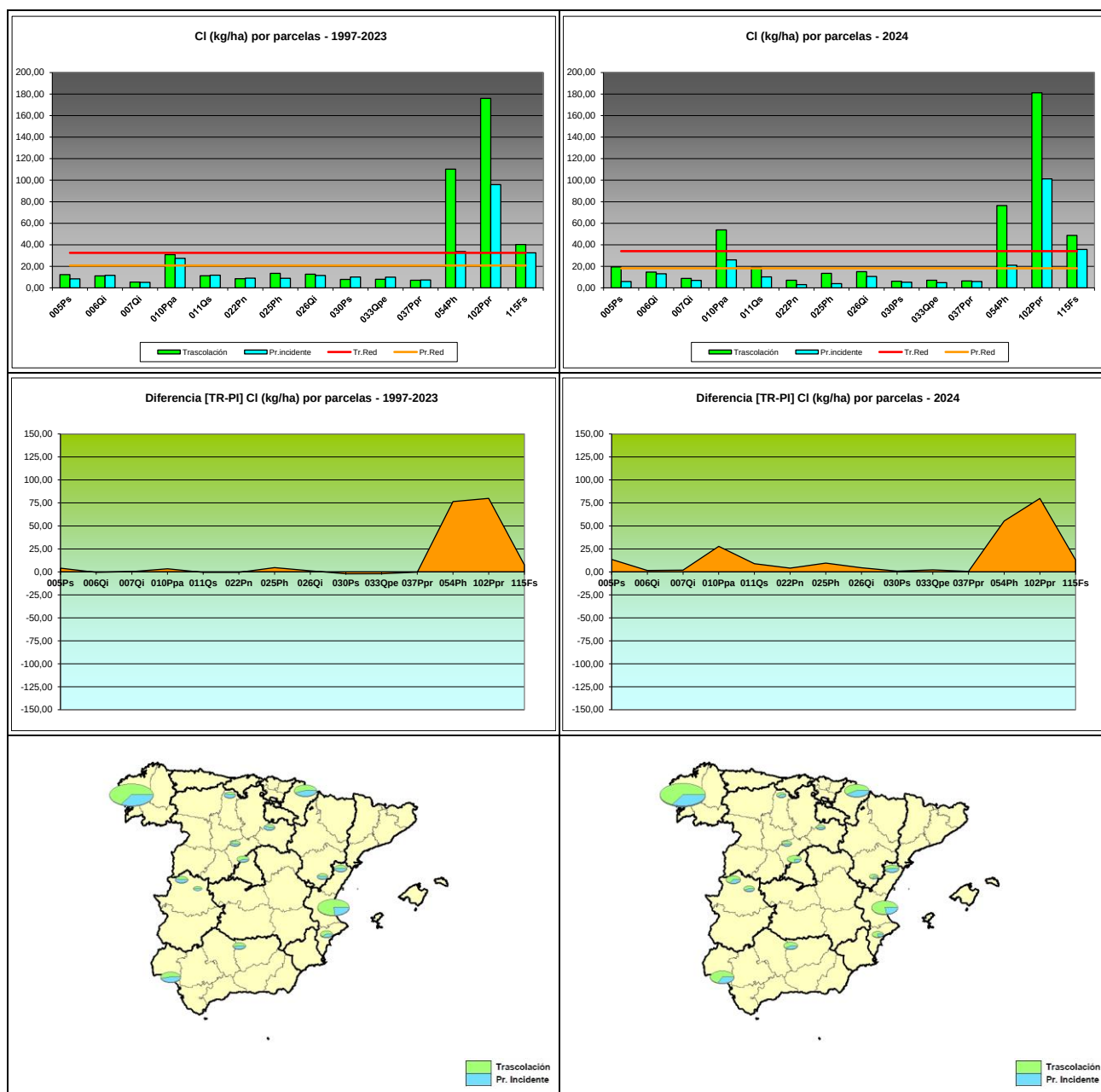


FIG 21: Deposición cloro (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2023 y año 2024

4.2.9. Nitratos (nitrógeno en forma de).

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 1997-2023 y año 2024. N(NO3) ~ 0,226 NO3

PERIODO 1997-2023									
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	0,43	3,47	900	0,20	2,15	1092	1,32	3,65	2,21
006Qi	0,65	2,96	512	0,47	2,81	635	0,15	3,65	2,21
007Qi	0,23	0,90	396	0,22	1,29	606	-0,40	3,65	2,21
010Ppa	0,94	2,64	327	0,32	1,52	521	1,12	3,65	2,21
011Qs	0,25	1,55	658	0,22	1,59	739	-0,04	3,65	2,21
022Pn	0,94	3,89	461	0,38	1,95	522	1,94	3,65	2,21
025Ph	2,11	5,78	294	0,47	1,68	361	4,10	3,65	2,21
026Qi	0,34	1,81	582	0,28	1,69	614	0,12	3,65	2,21
030Ps	0,42	2,12	550	0,28	2,02	762	0,10	3,65	2,21
033Qpe	0,23	1,91	885	0,19	2,15	1187	-0,24	3,65	2,21
037Ppr	1,09	3,05	308	0,37	1,47	425	1,58	3,65	2,21
054Ph	3,29	9,60	336	0,49	2,23	467	7,37	3,65	2,21
102Ppr	0,41	6,97	1810	0,18	3,92	2259	3,04	3,65	2,21
115Fs	0,25	4,10	1675	0,22	4,02	1879	0,08	3,65	2,21

PERIODO 2024									
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	2,76	1156	0,11	1,43	1319	1,33	2,12	1,45
006Qi	0,32	2,33	737	0,27	2,44	910	-0,11	2,12	1,45
007Qi	0,13	0,67	531	0,19	1,51	788	-0,84	2,12	1,45
010Ppa	0,66	2,61	392	0,16	1,00	610	1,61	2,12	1,45
011Qs	0,09	0,64	701	0,13	1,01	802	-0,38	2,12	1,45
022Pn	0,53	2,66	506	0,22	1,20	550	1,46	2,12	1,45
025Ph	2,13	5,31	250	0,37	1,08	292	4,23	2,12	1,45
026Qi	0,09	0,81	895	0,11	0,95	860	-0,14	2,12	1,45
030Ps	0,19	1,22	639	0,15	1,46	998	-0,23	2,12	1,45
033Qpe	0,09	1,06	1171	0,09	1,47	1546	-0,41	2,12	1,45
037Ppr	0,42	1,53	365	0,15	0,82	539	0,71	2,12	1,45
054Ph	1,97	4,09	208	0,31	1,10	353	2,99	2,12	1,45
102Ppr	0,10	2,52	2649	0,09	2,92	3254	-0,40	2,12	1,45
115Fs	0,07	1,46	1990	0,09	1,92	2257	-0,46	2,12	1,45

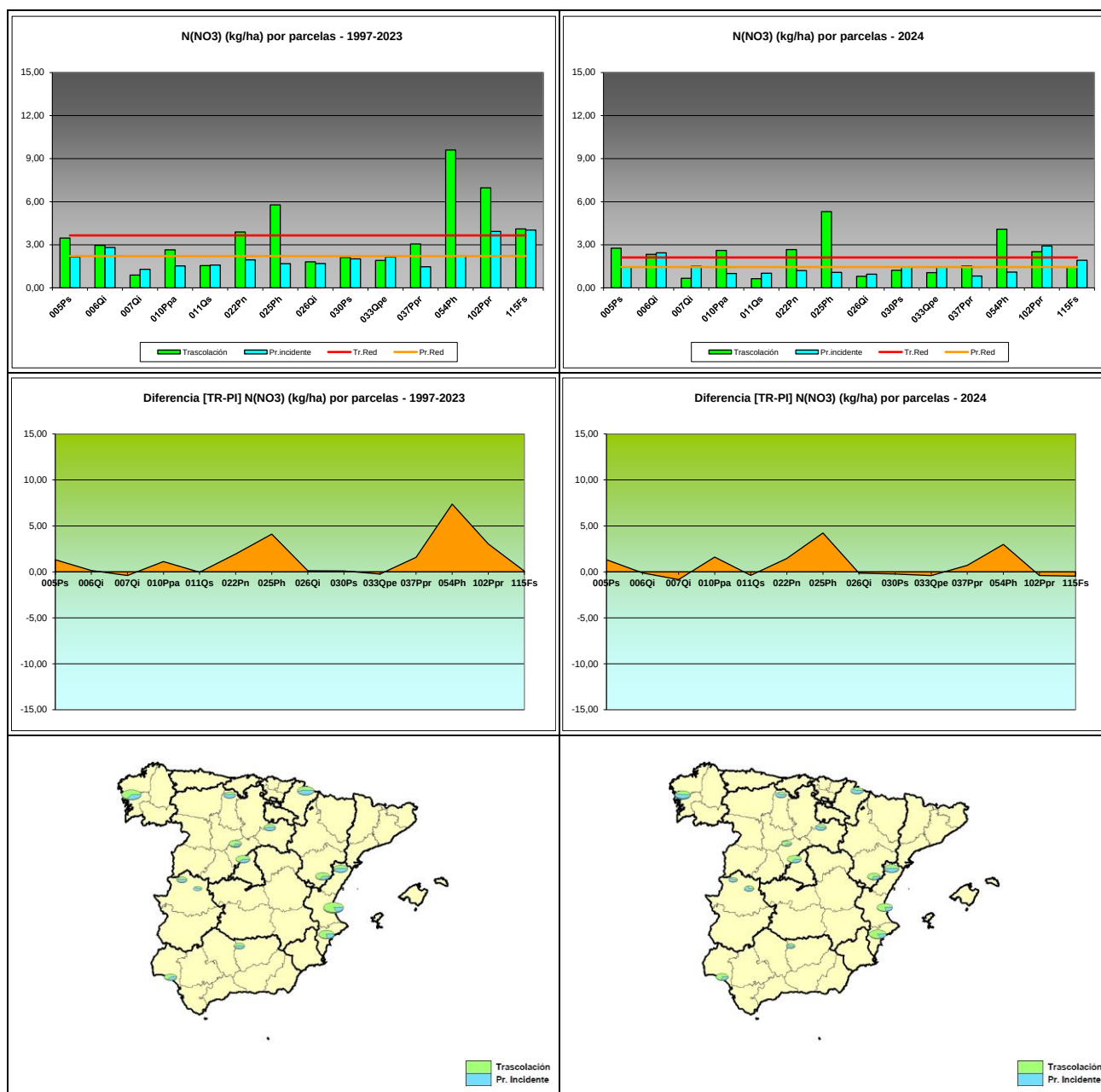


FIG 22: Deposición nitratos (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2023 y año 2024

4.2.10. Sulfatos (azufre en forma de).

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 1997-2023 y año 2024. S(SO₄) ~ 0,333 SO₄

PERIODO 1997-2023									
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	0,37	3,22	900	0,27	2,90	1092	0,32	4,77	3,66
006Qi	0,99	4,78	512	0,69	4,18	635	0,61	4,77	3,66
007Qi	0,23	0,87	396	0,29	1,63	606	-0,76	4,77	3,66
010Ppa	1,48	4,38	327	0,70	3,39	521	0,99	4,77	3,66
011Qs	0,33	2,12	658	0,32	2,33	739	-0,21	4,77	3,66
022Pn	0,75	3,14	461	0,53	2,61	522	0,53	4,77	3,66
025Ph	1,29	3,71	294	0,68	2,48	361	1,23	4,77	3,66
026Qi	0,42	2,34	582	0,37	2,24	614	0,10	4,77	3,66
030Ps	0,39	2,13	550	0,40	2,99	762	-0,87	4,77	3,66
033Qpe	0,34	2,91	885	0,28	3,17	1187	-0,26	4,77	3,66
037Ppr	0,52	1,61	308	0,43	1,74	425	-0,13	4,77	3,66
054Ph	3,93	12,09	336	0,96	4,31	467	7,78	4,77	3,66
102Ppr	0,93	16,67	1810	0,48	10,50	2259	6,17	4,77	3,66
115Fs	0,38	6,16	1675	0,31	5,68	1879	0,47	4,77	3,66

PERIODO 2024									
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	0,26	2,98	1156	0,15	2,01	1319	0,97	3,13	3,04
006Qi	0,43	3,13	737	0,33	3,01	910	0,13	3,13	3,04
007Qi	0,24	1,29	531	0,20	1,60	788	-0,31	3,13	3,04
010Ppa	1,00	3,94	392	0,42	2,54	610	1,40	3,13	3,04
011Qs	0,19	1,33	701	0,19	1,55	802	-0,23	3,13	3,04
022Pn	0,40	2,00	506	0,31	1,69	550	0,30	3,13	3,04
025Ph	1,02	2,54	250	0,46	1,34	292	1,20	3,13	3,04
026Qi	0,22	1,95	895	0,22	1,87	860	0,08	3,13	3,04
030Ps	0,19	1,19	639	0,17	1,66	998	-0,46	3,13	3,04
033Qpe	0,12	1,46	1171	0,12	1,83	1546	-0,37	3,13	3,04
037Ppr	0,20	0,73	365	0,18	0,96	539	-0,22	3,13	3,04
054Ph	2,66	5,53	208	0,63	2,22	353	3,31	3,13	3,04
102Ppr	0,41	10,82	2649	0,51	16,52	3254	-5,69	3,13	3,04
115Fs	0,25	4,92	1990	0,17	3,82	2257	1,10	3,13	3,04

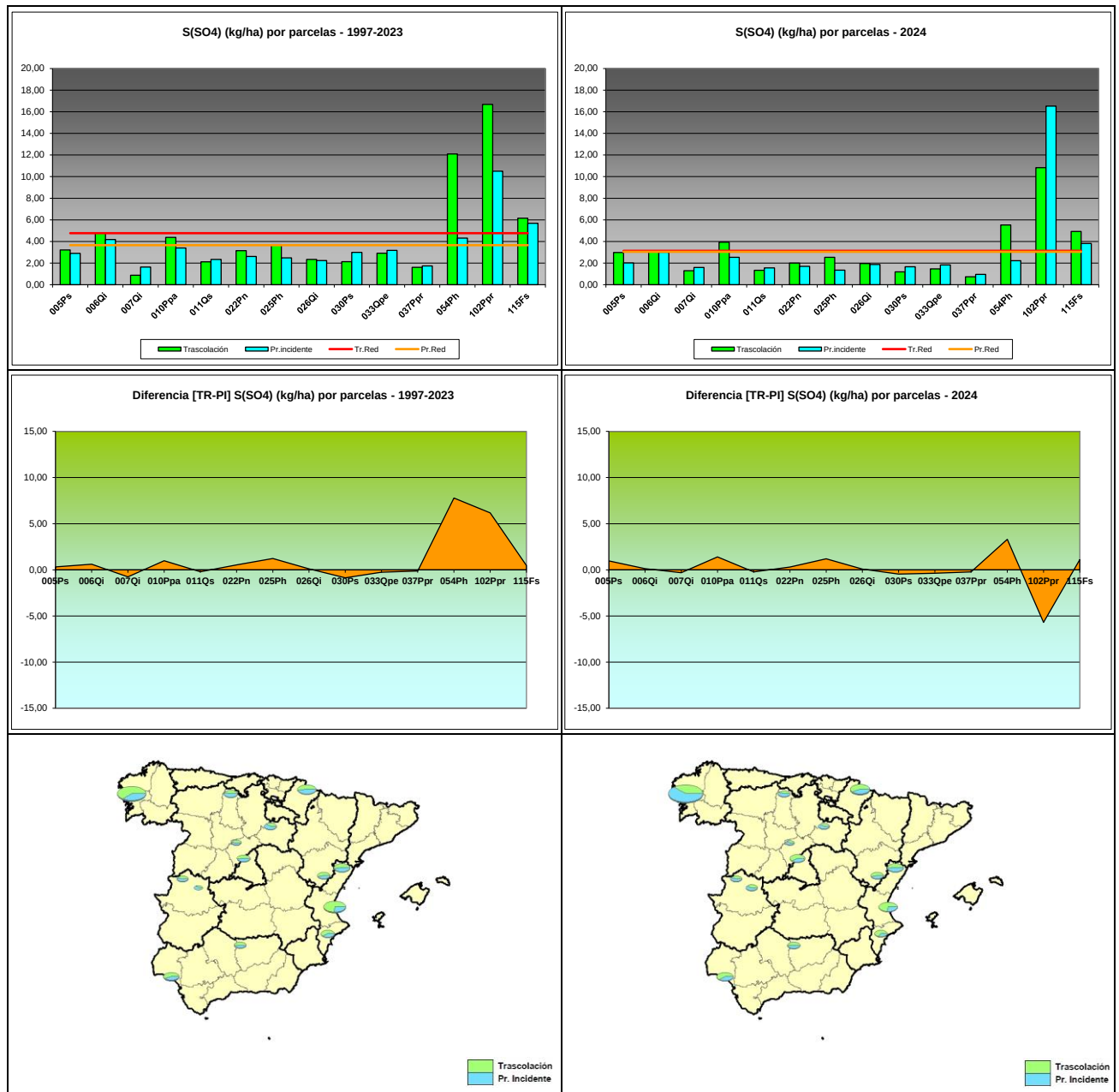


FIG 23: Deposición sulfatos (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolución y precipitación a campo abierto serie histórica 1997-2023 y año 2024

4.2.11. Alcalinidad.

TABLA 13: Alcalinidad. Valores medios ponderados por volumen por parcela; precipitación en mm en cada parcela para la serie histórica 1997-2023 y el último año 2024

PERIODO 1997-2023								
Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
005Ps	63,61		900	48,31		1092	94,23	65,01
006Qi	120,21		512	69,77		635	94,23	65,01
007Qi	78,96		396	54,04		606	94,23	65,01
010Ppa	106,03		327	59,37		521	94,23	65,01
011Qs	61,71		658	43,86		739	94,23	65,01
022Pn	102,45		461	80,60		522	94,23	65,01
025Ph	170,26		294	133,78		361	94,23	65,01
026Qi	93,43		582	65,38		614	94,23	65,01
030Ps	89,56		550	61,75		762	94,23	65,01
033Qpe	60,54		885	41,67		1187	94,23	65,01
037Ppr	124,50		308	111,62		425	94,23	65,01
054Ph	171,56		336	71,28		467	94,23	65,01
102Ppr	30,83		1810	32,45		2259	94,23	65,01
115Fs	57,05		1675	31,54		1879	94,23	65,01

PERIODO 2024								
Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
005Ps	45,99		1156	31,52		1319	99,50	60,55
006Qi	145,54		737	80,89		910	99,50	60,55
010Ppa	96,95		531	41,55		788	99,50	60,55
007Qi	146,96		392	148,58		610	99,50	60,55
011Qs	49,01		701	39,29		802	99,50	60,55
022Pn	128,33		506	77,32		550	99,50	60,55
025Ph	245,12		250	155,46		292	99,50	60,55
026Qi	100,78		895	39,83		860	99,50	60,55
030Ps	49,46		639	32,42		998	99,50	60,55
033Qpe	48,73		1171	23,50		1546	99,50	60,55
037Ppr	102,12		365	42,90		539	99,50	60,55
054Ph	164,64		208	113,12		353	99,50	60,55
102Ppr	17,36		2649	11,58		3254	99,50	60,55
115Fs	52,04		1990	9,78		2257	99,50	60,55

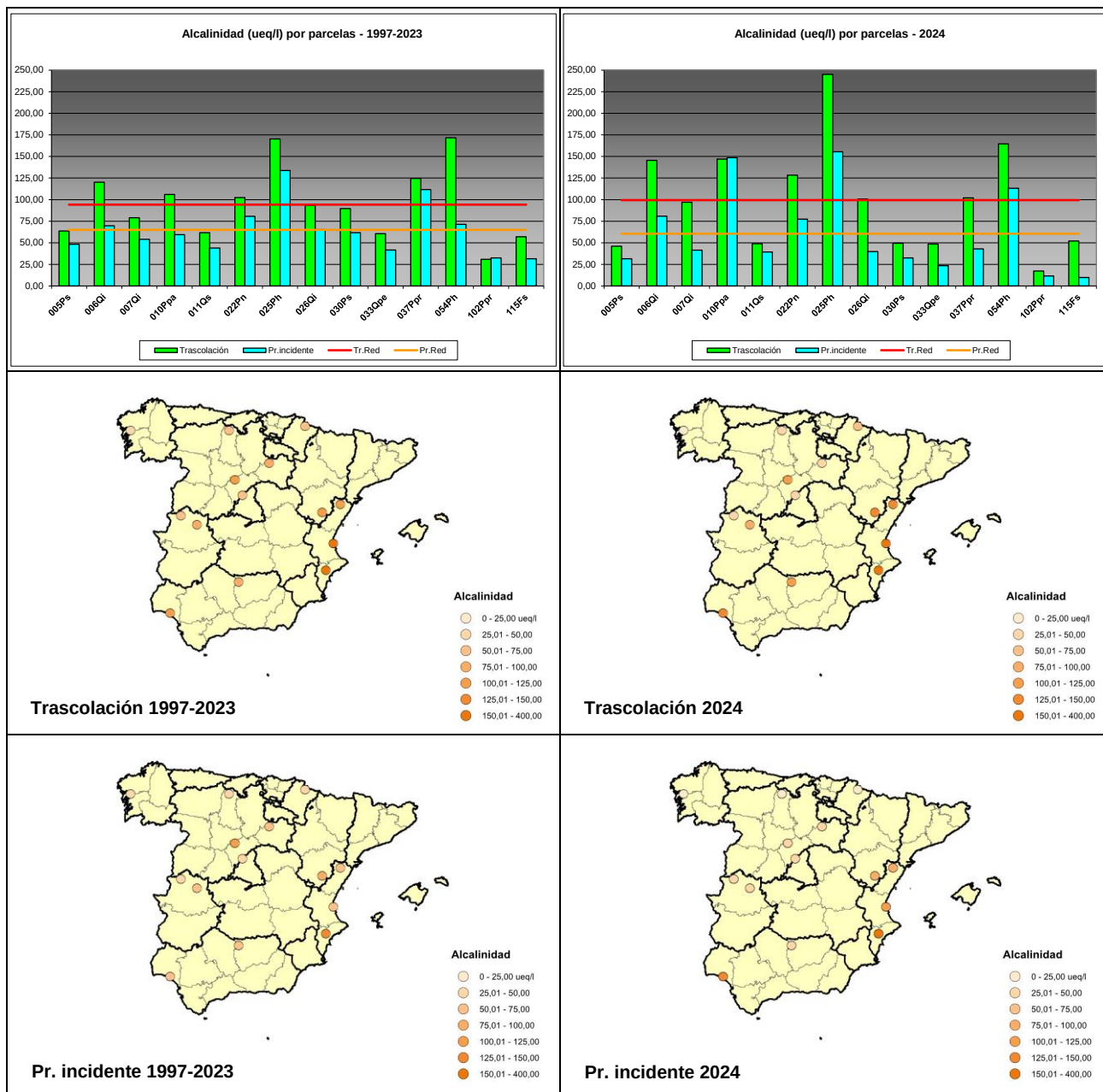


FIG 24: Alkalinidad. Valores medios por parcela serie histórica 1997-2023 y año 2024

4.2.12. Nitrógeno total.

TABLA 14: Caracterización Nitrógeno total. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 1999-2023 y año 2024. (El nitrógeno total no se midió en el periodo 2008-2019)

PERIODO 1999-2023									
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	0,77	7,36	900	0,53	6,32	1092	1,04	7,14	5,48
006Qi	1,16	6,18	512	0,91	6,10	635	0,08	7,14	5,48
007Qi	0,70	2,85	396	0,52	3,52	606	-0,66	7,14	5,48
010Ppa	1,61	4,45	327	0,74	3,68	521	0,76	7,14	5,48
011Qs	0,52	3,56	658	0,50	3,88	739	-0,32	7,14	5,48
022Pn	1,50	6,54	461	0,82	4,25	522	2,29	7,14	5,48
025Ph	3,20	8,88	294	0,89	3,15	361	5,73	7,14	5,48
026Qi	0,78	4,49	582	0,62	4,00	614	0,49	7,14	5,48
030Ps	0,86	4,91	550	0,79	6,58	762	-1,67	7,14	5,48
033Qpe	0,54	5,07	885	0,48	6,10	1187	-1,03	7,14	5,48
037Ppr	2,33	7,69	308	1,23	5,36	425	2,33	7,14	5,48
054Ph	4,43	13,57	336	0,76	3,92	467	9,65	7,14	5,48
102Ppr	0,70	13,81	1810	0,37	9,05	2259	4,76	7,14	5,48
115Fs	0,62	10,21	1675	0,49	8,98	1879	1,23	7,14	5,48

PERIODO 2024									
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	0,75	8,69	1155,82	0,50	6,59	1319,4	2,10	7,08	5,43
006Qi	0,90	6,65	737,2	0,63	5,71	910,1	0,95	7,08	5,43
007Qi	0,67	3,58	531	0,47	3,69	787,8	-0,11	7,08	5,43
010Ppa	1,52	5,96	392,4	1,52	9,28	610,1	-3,31	7,08	5,43
011Qs	0,51	3,57	700,7	0,49	3,96	801,8	-0,40	7,08	5,43
022Pn	1,14	5,75	505,5	0,64	3,53	549,8	2,22	7,08	5,43
025Ph	3,37	8,41	249,7	0,80	2,33	291,7	6,08	7,08	5,43
026Qi	0,73	6,50	894,6	0,39	3,38	859,6	3,12	7,08	5,43
030Ps	0,76	4,87	638,5	0,61	6,09	998,1	-1,22	7,08	5,43
033Qpe	0,57	6,65	1171	0,41	6,40	1545,7	0,25	7,08	5,43
037Ppr	2,02	7,39	365	0,59	3,19	538,7	4,19	7,08	5,43
054Ph	3,41	7,07	207,6	0,69	2,45	352,6	4,62	7,08	5,43
102Ppr	0,40	10,72	2649,1	0,32	10,26	3253,6	0,46	7,08	5,43
115Fs	0,67	13,33	1989,5	0,41	9,15	2257,2	4,18	7,08	5,43

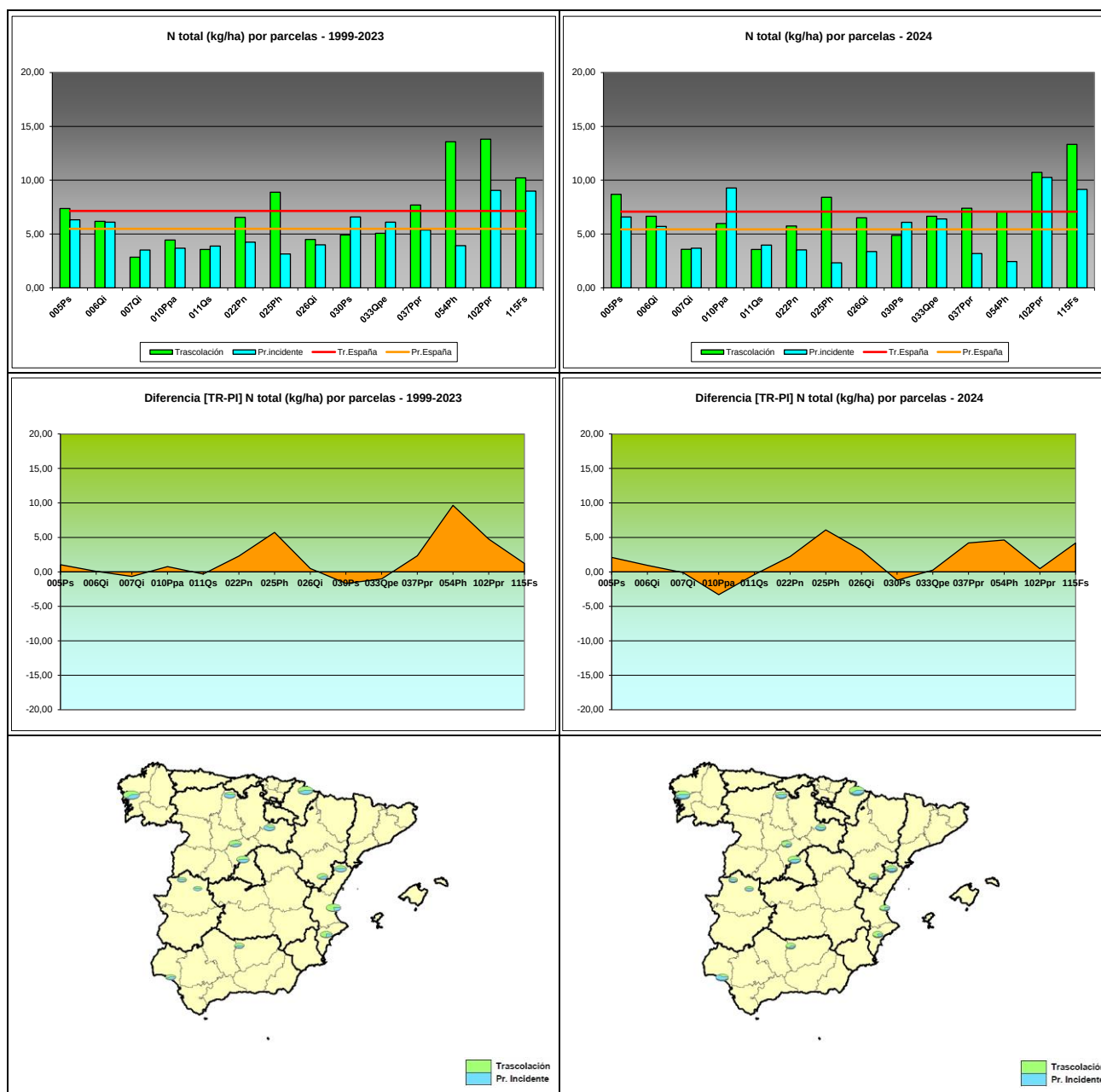


FIG 25: Deposición Nitrógeno total (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto serie histórica 1999-2023 y año 2024. (El nitrógeno total no se midió en el periodo 2008-2019)

4.2.13. Carbono orgánico disuelto (DOC).

TABLA 15: Carbono orgánico disuelto Valores medios ponderados por volumen por parcela; precipitación en mm en cada parcela para la serie histórica 2020-2023 y el último año 2024

PERIODO 2020-2023								
Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
005Ps	8,54		1206	3,22		1348	12,99	6,26
006Qi	12,55		628	5,73		757	12,99	6,26
010Ppa	12,58		409	5,99		678	12,99	6,26
007Qi	16,83		291	8,87		435	12,99	6,26
011Qs	9,85		689	7,25		750	12,99	6,26
022Pn	16,80		533	7,23		567	12,99	6,26
025Ph	18,32		294	9,21		376	12,99	6,26
026Qi	13,04		611	7,88		596	12,99	6,26
030Ps	18,17		579	6,51		857	12,99	6,26
033Qpe	6,18		943	4,15		1245	12,99	6,26
037Ppr	18,18		317	7,42		458	12,99	6,26
054Ph	17,13		362	7,67		541	12,99	6,26
102Ppr	7,14		2130	3,20		2662	12,99	6,26
115Fs	6,59		1731	3,26		1940	12,99	6,26

PERIODO 2024								
Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
005Ps	9,29		1156	2,45		1319	12,14	3,09
006Qi	7,11		737	2,23		910	12,14	3,09
010Ppa	14,43		531	3,30		788	12,14	3,09
007Qi	13,59		392	3,18		610	12,14	3,09
011Qs	6,77		701	3,40		802	12,14	3,09
022Pn	18,18		506	3,52		550	12,14	3,09
025Ph	22,70		250	5,12		292	12,14	3,09
026Qi	8,76		895	2,69		860	12,14	3,09
030Ps	15,48		639	2,75		998	12,14	3,09
033Qpe	5,08		1171	2,14		1546	12,14	3,09
037Ppr	13,25		365	3,29		539	12,14	3,09
054Ph	20,83		208	4,86		353	12,14	3,09
102Ppr	5,08		2649	2,08		3254	12,14	3,09
115Fs	9,43		1990	2,29		2257	12,14	3,09

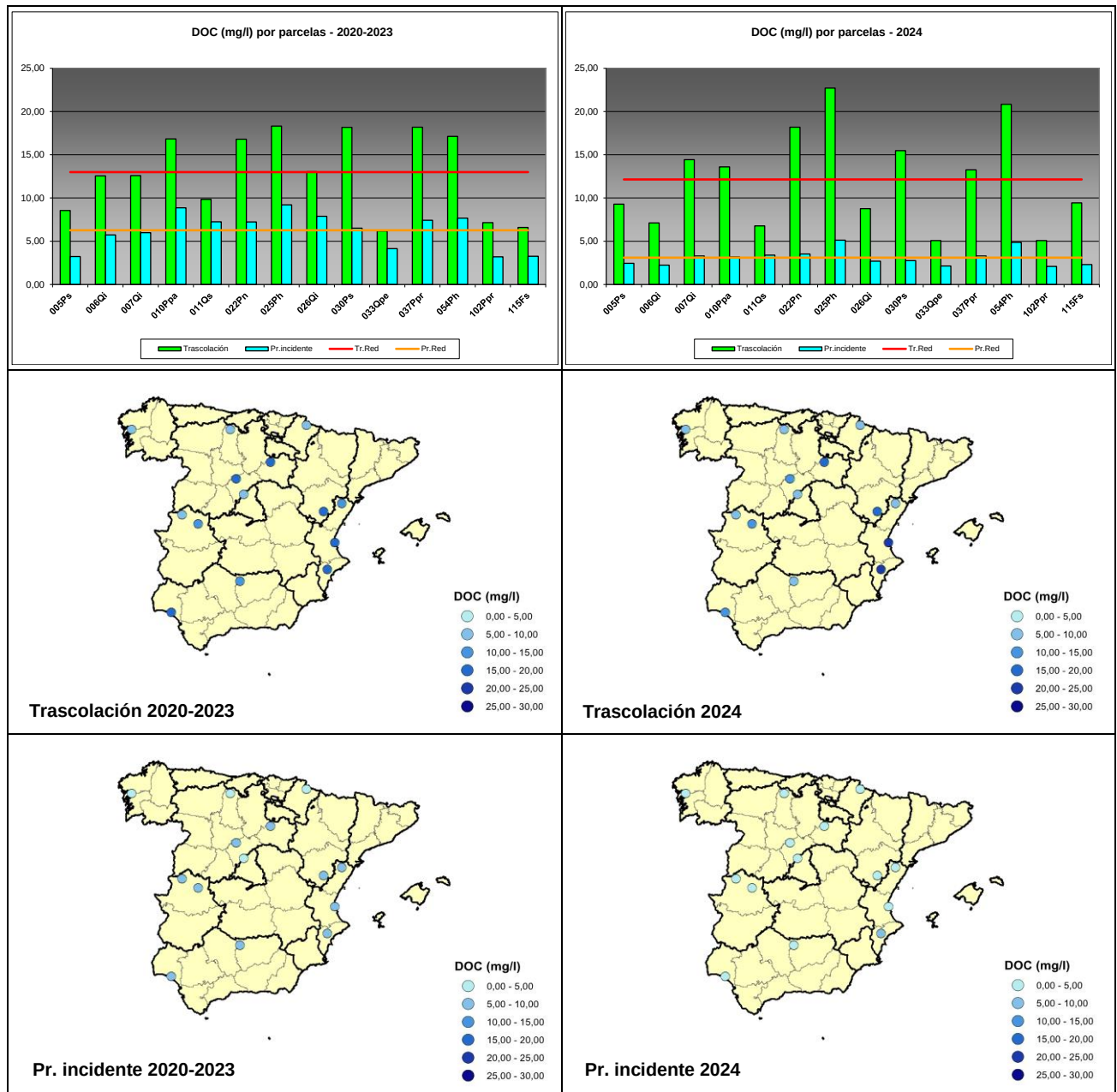


FIG 26: Carbono orgánico disuelto. Valores medios por parcela serie histórica 2020-2023 y año 2024

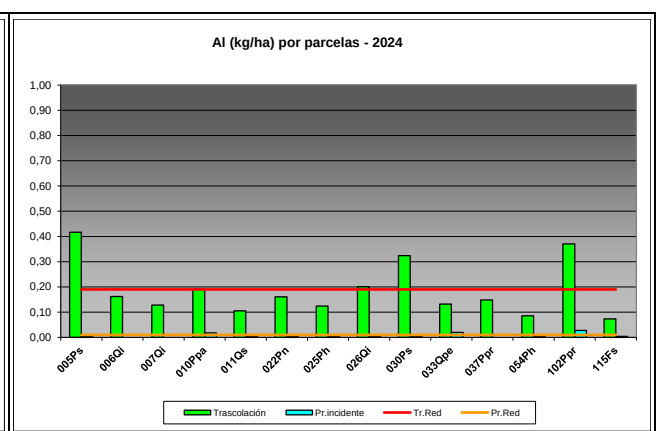
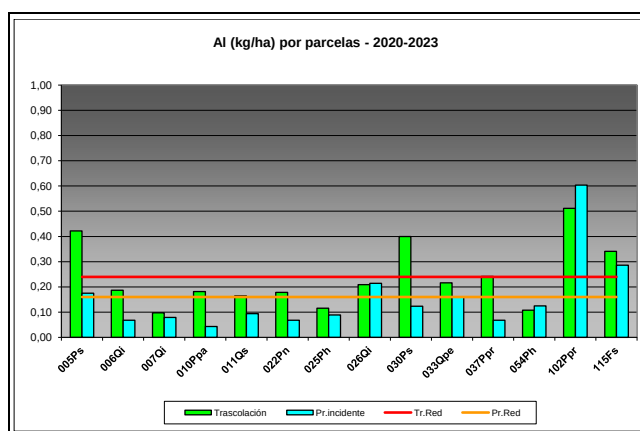
4.2.14. Aluminio.

TABLA 16: Caracterización Aluminio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 2020-2023 y año 2024

PERIODO 2020-2023									
Año	Trascolución (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	0,03	0,42	1206	0,01	0,17	1348	0,25	0,24	0,16
006Qi	0,03	0,19	628	0,01	0,07	757	0,12	0,24	0,16
007Qi	0,02	0,10	409	0,01	0,08	678	0,02	0,24	0,16

PERIODO 2020-2023									
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)
010Ppa	0,07	0,18	291	0,01	0,04	435	0,14	0,24	0,16
011Qs	0,02	0,16	689	0,01	0,09	750	0,07	0,24	0,16
022Pn	0,03	0,18	533	0,01	0,07	567	0,11	0,24	0,16
025Ph	0,04	0,12	294	0,02	0,09	376	0,03	0,24	0,16
026Qi	0,03	0,21	611	0,04	0,21	596	-0,01	0,24	0,16
030Ps	0,07	0,40	579	0,01	0,12	857	0,28	0,24	0,16
033Qpe	0,02	0,22	943	0,01	0,16	1245	0,05	0,24	0,16
037Ppr	0,08	0,24	317	0,02	0,07	458	0,17	0,24	0,16
054Ph	0,03	0,11	362	0,02	0,12	541	-0,02	0,24	0,16
102Ppr	0,02	0,51	2130	0,02	0,60	2662	-0,09	0,24	0,16
115Fs	0,02	0,34	1731	0,01	0,29	1940	0,06	0,24	0,16

PERIODO 2024									
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	0,04	0,42	1156	0,00	0,00	1319	0,41	0,19	0,01
006Qi	0,02	0,16	737	0,00	0,00	910	0,16	0,19	0,01
007Qi	0,02	0,13	531	0,00	0,00	788	0,13	0,19	0,01
010Ppa	0,05	0,19	392	0,00	0,02	610	0,17	0,19	0,01
011Qs	0,01	0,10	701	0,00	0,00	802	0,10	0,19	0,01
022Pn	0,03	0,16	506	0,00	0,00	550	0,16	0,19	0,01
025Ph	0,05	0,12	250	0,00	0,00	292	0,12	0,19	0,01
026Qi	0,02	0,20	895	0,00	0,00	860	0,20	0,19	0,01
030Ps	0,05	0,32	639	0,00	0,00	998	0,32	0,19	0,01
033Qpe	0,01	0,13	1171	0,00	0,02	1546	0,11	0,19	0,01
037Ppr	0,04	0,15	365	0,00	0,00	539	0,15	0,19	0,01
054Ph	0,04	0,09	208	0,00	0,00	353	0,08	0,19	0,01
102Ppr	0,01	0,37	2649	0,00	0,03	3254	0,34	0,19	0,01
115Fs	0,00	0,07	1990	0,00	0,00	2257	0,07	0,19	0,01



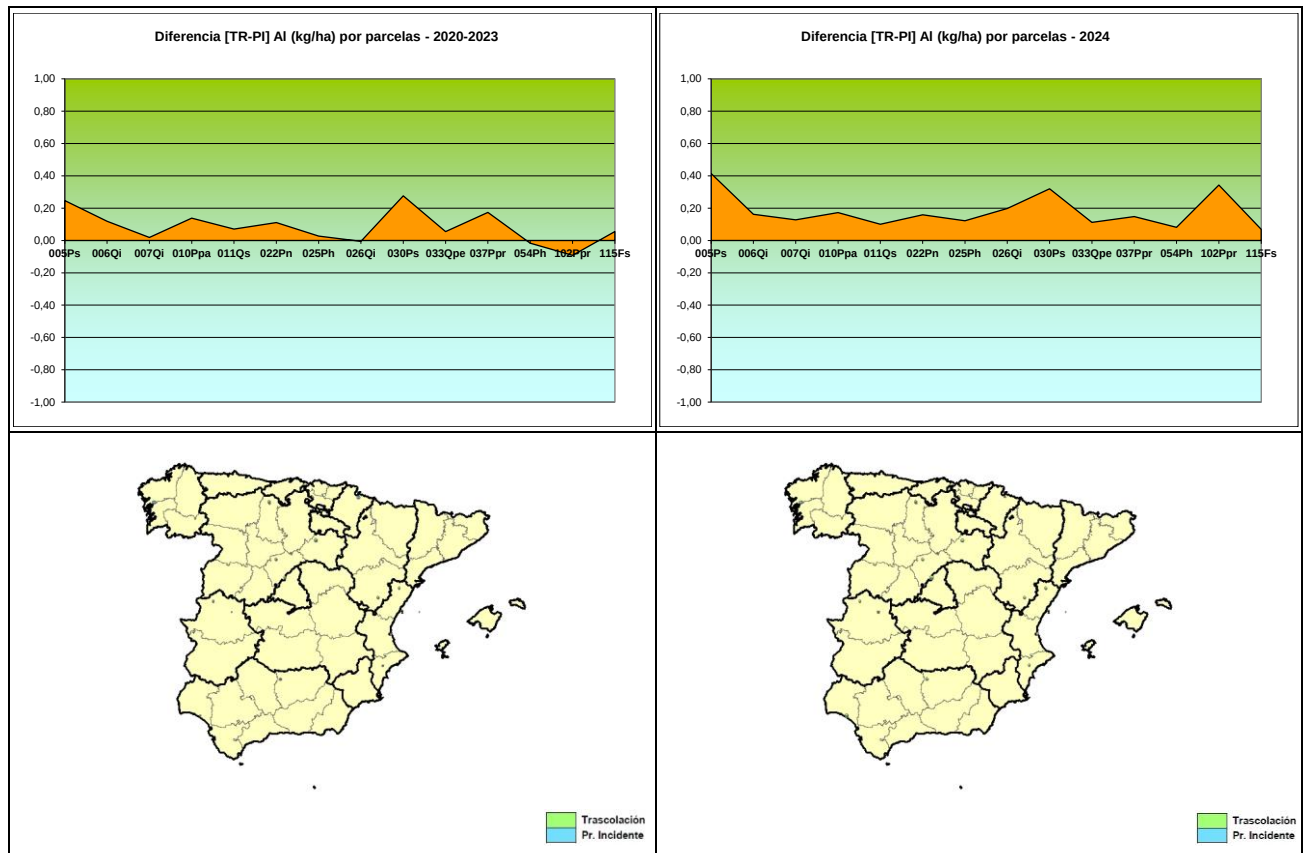


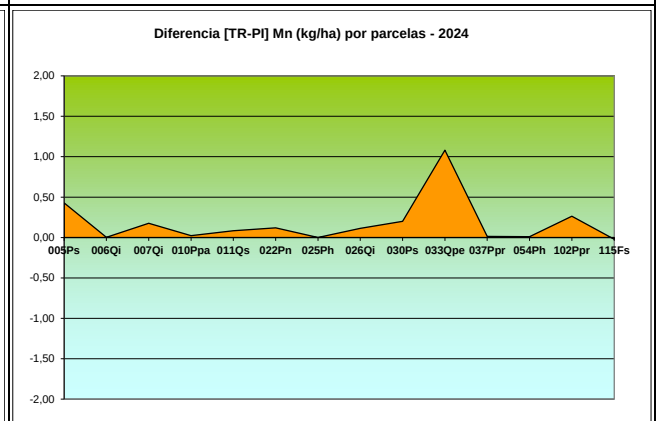
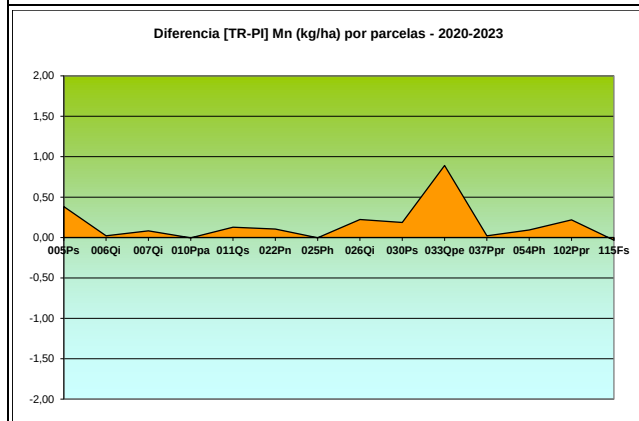
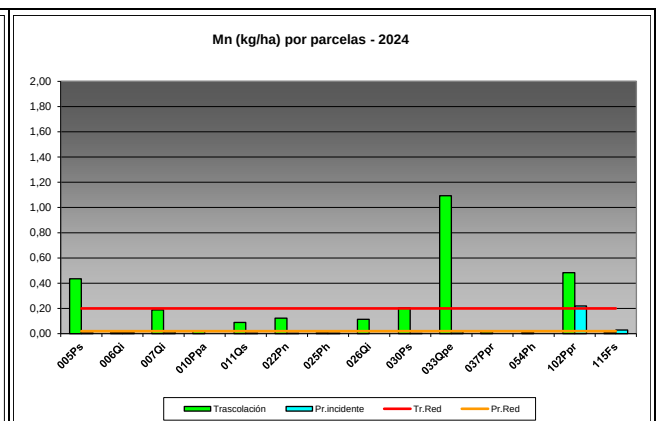
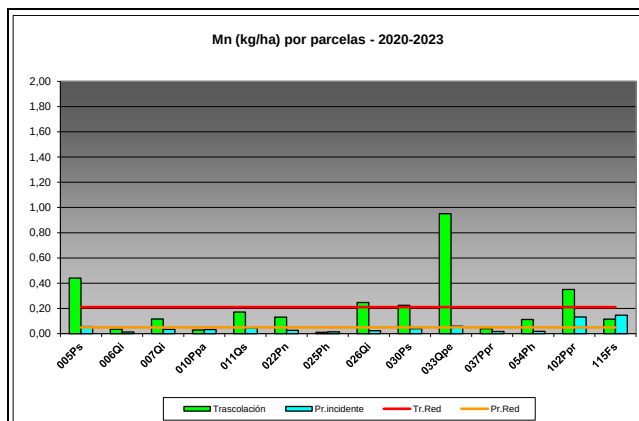
FIG 27: Deposición Aluminio (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto. Serie histórica 2020-2023 y año 2024

4.2.15. Manganeso.

TABLA 17: Caracterización Manganeso. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 2020-2023 y año 2024

PERIODO 2020-2023									
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	0,04	0,44	1206	0,00	0,06	1348	0,38	0,21	0,05
006Qi	0,01	0,04	628	0,00	0,01	757	0,02	0,21	0,05
007Qi	0,03	0,12	409	0,00	0,03	678	0,08	0,21	0,05
010Ppa	0,01	0,03	291	0,01	0,03	435	0,00	0,21	0,05
011Qs	0,03	0,17	689	0,01	0,04	750	0,13	0,21	0,05
022Pn	0,02	0,13	533	0,00	0,03	567	0,10	0,21	0,05
025Ph	0,00	0,01	294	0,00	0,01	376	0,00	0,21	0,05
026Qi	0,04	0,25	611	0,00	0,02	596	0,22	0,21	0,05
030Ps	0,04	0,23	579	0,00	0,04	857	0,19	0,21	0,05
033Qpe	0,10	0,95	943	0,00	0,06	1245	0,89	0,21	0,05
037Ppr	0,01	0,04	317	0,00	0,02	458	0,02	0,21	0,05
054Ph	0,02	0,11	362	0,00	0,02	541	0,09	0,21	0,05
102Ppr	0,02	0,35	2130	0,00	0,13	2662	0,22	0,21	0,05
115Fs	0,01	0,11	1731	0,01	0,15	1940	-0,03	0,21	0,05

PERIODO 2024									
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	0,04	0,44	1156	0,00	0,01	1319	0,43	0,20	0,02
006Qi	0,00	0,01	737	0,00	0,01	910	0,00	0,20	0,02
007Qi	0,04	0,19	531	0,00	0,01	788	0,18	0,20	0,02
010Ppa	0,01	0,02	392	0,00	0,00	610	0,02	0,20	0,02
011Qs	0,01	0,09	701	0,00	0,00	802	0,08	0,20	0,02
022Pn	0,02	0,12	506	0,00	0,00	550	0,12	0,20	0,02
025Ph	0,00	0,01	250	0,00	0,01	292	0,00	0,20	0,02
026Qi	0,01	0,11	895	0,00	0,00	860	0,11	0,20	0,02
030Ps	0,03	0,20	639	0,00	0,00	998	0,20	0,20	0,02
033Qpe	0,09	1,09	1171	0,00	0,01	1546	1,08	0,20	0,02
037Ppr	0,00	0,01	365	0,00	0,00	539	0,01	0,20	0,02
054Ph	0,01	0,01	208	0,00	0,00	353	0,01	0,20	0,02
102Ppr	0,02	0,48	2649	0,01	0,22	3254	0,26	0,20	0,02
115Fs	0,00	0,01	1990	0,00	0,03	2257	-0,02	0,20	0,02



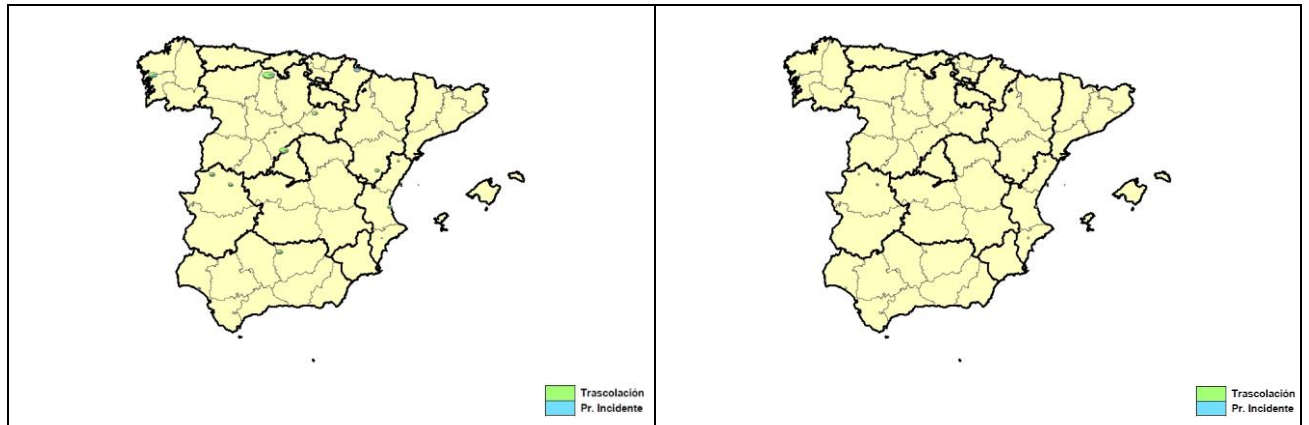


FIG 28: Deposición Manganeso (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto. Serie histórica 2020-2023 y año 2024

4.2.16. Hierro.

TABLA 18: Caracterización Hierro. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. Serie histórica 2020-2023 y año 2024.

PERIODO 2020-2023									
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	0,01	0,17	1206	0,01	0,14	1348	0,03	0,13	0,08
006Qi	0,02	0,12	628	0,00	0,03	757	0,09	0,13	0,08
007Qi	0,02	0,07	409	0,01	0,05	678	0,02	0,13	0,08
010Ppa	0,02	0,06	291	0,01	0,04	435	0,03	0,13	0,08
011Qs	0,02	0,12	689	0,01	0,04	750	0,08	0,13	0,08
022Pn	0,02	0,10	533	0,01	0,04	567	0,06	0,13	0,08
025Ph	0,02	0,06	294	0,01	0,04	376	0,01	0,13	0,08
026Qi	0,02	0,13	611	0,01	0,08	596	0,05	0,13	0,08
030Ps	0,03	0,22	579	0,01	0,07	857	0,15	0,13	0,08
033Qpe	0,01	0,13	943	0,01	0,07	1245	0,05	0,13	0,08
037Ppr	0,03	0,08	317	0,01	0,03	458	0,05	0,13	0,08
054Ph	0,02	0,08	362	0,01	0,03	541	0,05	0,13	0,08
102Ppr	0,01	0,25	2130	0,01	0,36	2662	-0,11	0,13	0,08
115Fs	0,01	0,19	1731	0,01	0,10	1940	0,09	0,13	0,08

PERIODO 2024									
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	0,01	0,10	1156	0,00	0,00	1319	0,10	0,08	0,01
006Qi	0,01	0,10	737	0,00	0,00	910	0,10	0,08	0,01
007Qi	0,02	0,09	531	0,00	0,01	788	0,08	0,08	0,01
010Ppa	0,02	0,07	392	0,00	0,00	610	0,07	0,08	0,01
011Qs	0,01	0,05	701	0,00	0,00	802	0,05	0,08	0,01
022Pn	0,01	0,06	506	0,00	0,00	550	0,06	0,08	0,01
025Ph	0,02	0,06	250	0,00	0,00	292	0,06	0,08	0,01

PERIODO 2024									
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)
026Qi	0,01	0,12	895	0,00	0,00	860	0,12	0,08	0,01
030Ps	0,01	0,08	639	0,00	0,00	998	0,08	0,08	0,01
033Qpe	0,01	0,08	1171	0,00	0,00	1546	0,07	0,08	0,01
037Ppr	0,01	0,04	365	0,00	0,00	539	0,04	0,08	0,01
054Ph	0,02	0,05	208	0,00	0,00	353	0,05	0,08	0,01
102Ppr	0,00	0,12	2649	0,00	0,00	3254	0,12	0,08	0,01
115Fs	0,00	0,07	1990	0,00	0,00	2257	0,07	0,08	0,01

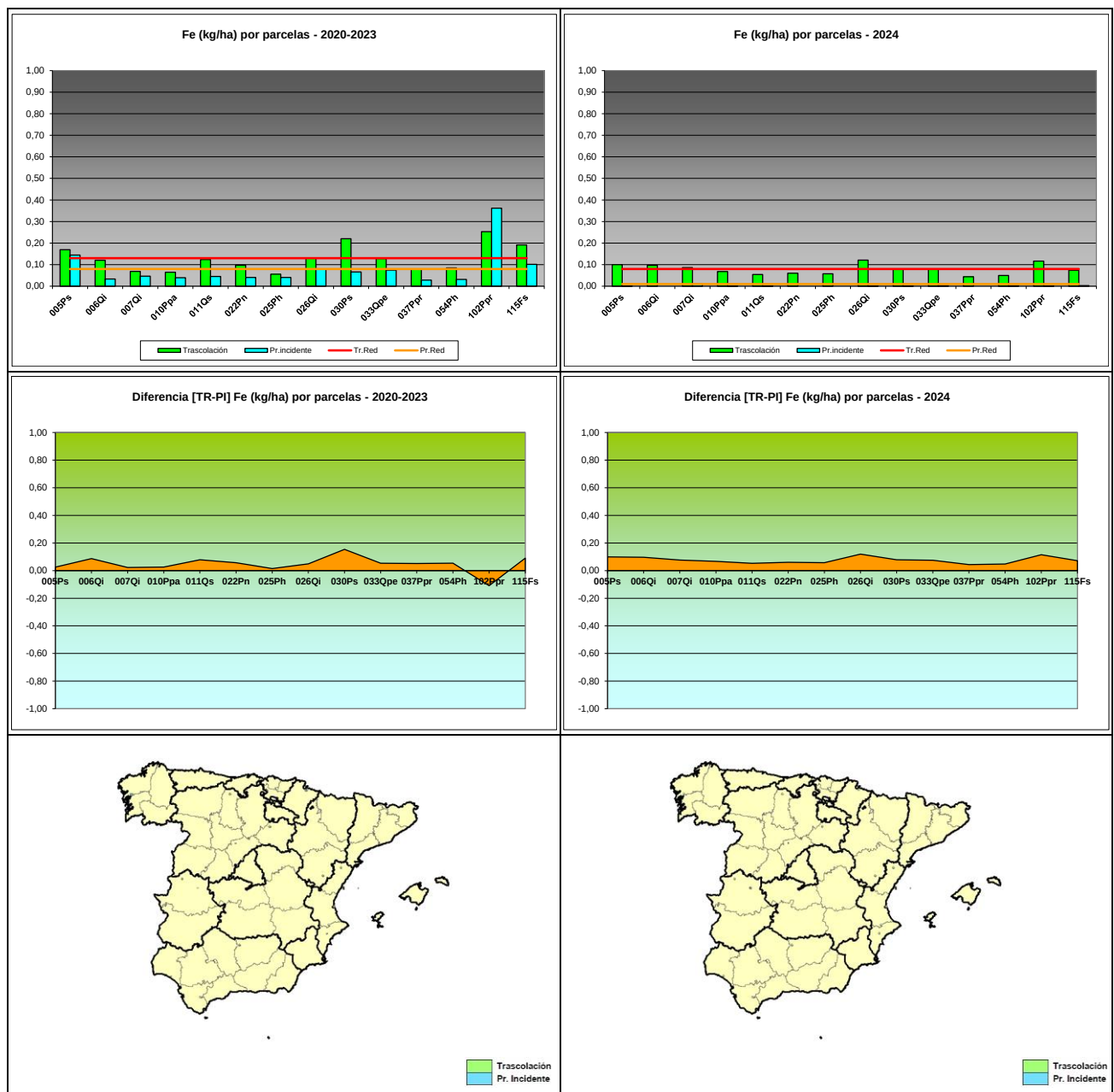


FIG 29: Deposición Hierro (kg/ha). Valores medios por parcela y diferencia entre trascolación y precipitación a campo abierto. Serie histórica 2020-2023 y año 2024

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. Cabe hacer constar por lo que al análisis de muestras se refiere, que parte de los valores obtenidos en las analíticas pueden verse afectados por las restricciones a la movilidad impuestas durante la pandemia COVID-19, y que afectan al periodo 2020-2021.
2. En lo que se refiere al **pH**, continúan observándose las precipitaciones más ácidas en 102Ppr, donde tradicionalmente se obtienen los valores más bajos, reduciéndose en general los episodios de lluvia ácida respecto a revisiones anteriores, que alcanzan casi la mitad de los muestreos de trascolación en esta parcela para presentarse muy episódicamente en el resto de la red. Han presentado también pH menores 05Ps, 11Qs, 30Ps, 33Qpe y 115Fs, en un patrón similar al de revisiones anteriores.
3. La **conductividad**, parámetro que engloba la concentración de sales en una disolución, se reduce ligeramente en la mayoría de las parcelas, ligado posiblemente a un incremento de las precipitaciones que conlleva una mayor dilución de las muestras, destacando la disminución en 10Ppa donde el año anterior se registró un incremento apreciable. Como es habitual, la parcela con mayores valores es 54Ph –donde de nuevo aumenta el parámetro en ambas vías-, la más próxima a la línea de costa y más influenciada por el aporte de electrolitos procedentes de la sal marina, seguidas de las parcelas 25Ph y 10Ppa también situadas en zonas próximas al litoral.
4. En lo que respecta al **potasio**, elemento de carácter terrígeno, los mayores depósitos se observan en 115Fs donde se superan los 50 kg/ha en trascolación, que disminuye apreciablemente respecto a la revisión anterior, seguido de 05Ps, 11Qs, 26Qi y 102Ppr, que se reducen en todos los casos salvo en 05Ps, 07Qi, 10Ppa, 26Qi y 37Ppr donde aumentan. Los depósitos obtenidos bajo cubierta han sido considerablemente superiores, lo que pone de manifiesto el considerable aporte de la deposición seca.
5. La deposición de **calcio** es considerable en las parcelas 06Qi, 22Pn, 25Ph y 54Ph, 102Ppr y 115Fs, incrementándose apreciablemente en 06Qi y 25Ph donde se superan los 25 kg/ha en trascolación, mientras se reduce de forma destacada en 05Ps, 30Ps, 33Qpe y 37Ppr. Como en el caso anterior, si bien de forma más matizada, las precipitaciones bajo cubierta son superiores a las obtenidas a campo abierto.
6. El tercer elemento terrígeno considerado, el **magnesio**, sigue presentando un patrón de comportamiento parecido al de años anteriores, con los mayores depósitos en 102Ppr, 54Ph, 115Fs y 10Ppa, que se mantienen en niveles muy estables. Las tasas bajo cubierta arbórea han resultado ser también superiores en la mayoría de los casos.
7. 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 donde se superan los 100 kg/ha, 54Ph y en menor medida 115Fs y 10Ppa, parcela esta donde se incrementan de forma significativa durante la última revisión mientras se reduce el depósito en 102Ppr. Los aportes en 05Ps, 06Qi, 07Qi y 115Fs se incrementan también, de forma más matizada, durante la última revisión. Como en los casos anteriores, se han encontrado depósitos mayores en trascolación, posiblemente debido al fenómeno de la deposición seca, con las mayores diferencias en las parcelas más próximas al litoral.

8. Por lo que se refiere al **amonio**, sustancia de origen agrícola y ganadero, se mantiene sin apenas diferencias con respecto a la revisión del año previo, con los mayores aportes en 10Ppa, parcela donde se incrementa apreciablemente el depósito, seguidos de 05Ps, 06Qi, 26Qi, 30Ps, 33Qpe, 37Ppr, 102Ppr y 115Fs, sin que en general y excepción hecha de la parcela 10Ppa se sobrepase la banda de 2-4 kg/ha. En este compuesto no hay diferencias tan marcadas entre las deposiciones bajo cubierta y a campo abierto, destacando el mayor aporte a campo abierto en 30Ps y bajo cubierta en 25Ph, 37Ppr y 54Ph.
9. En cuanto al **cloro**, segundo elemento de origen marino, se advierte un comportamiento similar al del sodio, elemento este con el que guarda una relación más estable próxima a 1,5-2,0, de forma que las parcelas con mayores aportes son de nuevo las más próximas a la línea de costa: 54Ph, 10Ppa, 115Fs y sobre todo 102Ppr donde llegan a alcanzarse depósitos de 180 kg/ha en trascolación, que sin embargo se reducen apreciablemente respecto a los máximos del año previo. Destacan los considerables aumentos habidos en las parcelas 10Ppa, 06Qi, 11Qs y 115Fs mientras que el resto de parcelas se mantienen más estables. Al igual que en el caso del sodio, los mayores aportes se han producido bajo cubierta, posiblemente debido a la contribución de la deposición seca.
10. Los **nitratos**, contaminantes procedentes de la actividad humana e industrial, se mantienen muy estables con respecto a la revisión del año previo, sin que apenas se hayan llegado a superar los 5 kg/ha, y registrando los mayores aportes en 25Ph, 54Ph y 102Ppr. Como viene observándose en los últimos años, en prácticamente todas las parcelas se han obtenido valores inferiores a la media de la serie histórica, dándose así un progresivo descenso de este soluto, que suele ser mayor bajo cubierta arbórea que al raso.
11. Con respecto a los **sulfatos**, elemento también de carácter exógeno al ecosistema, se advierten valores similares a los del año anterior, destacando los considerablemente altos valores de 102Ppr, donde se llegan a superar los 16 kg/ha a campo abierto, y en menor medida 10Ppa, 54Ph y 115Fs, en un patrón que se viene repitiendo a lo largo de los últimos años. Por regla general se obtienen mayores depósitos bajo cubierta arbórea y valores inferiores a los de la media de la serie.
12. Por lo que respecta a la **alcalinidad**, se advierte un incremento apreciable durante la última revisión en las parcelas 06Qi, 07Qi, 10Ppa, 22Pn, 54Ph y sobre todo 25Ph, parcela esta en la que son frecuentes los valores elevados del parámetro. Por el contrario los valores se reducen de forma apreciable en 05Ps, 37Ppr y 115Fs. Por regla general se obtienen mayores valores bajo cubierta.
13. En cuanto al **nitrógeno total**, que ha vuelto a analizarse a partir de 2020, se mantiene en niveles similares a los de la revisión anterior, generalmente por debajo de 10 kg/ha destacando el aporte en las parcelas 102Ppr, 115Fs y 10Ppa, donde se incrementa de forma apreciable en el último año, tal como ha ocurrido también en 06Qi, reduciéndose en 11Qs.
14. El **carbono orgánico disuelto** se mantiene en niveles relativamente estables con respecto a la revisión anterior, con los mayores valores en la trascolación de 07Qi, 10Ppa, 22Pn, 25Ph, 30Ps, 37Ppr y 54Ph y con mayores valores bajo cubierta. En **aluminio** se obtienen depósitos traza en prácticamente todas las parcelas, sin que se lleguen a superar 0,50 kg/ha, disminuyendo de forma generalizada los aportes en toda la red y con los mayores depósitos en 05Ps, 30Ps y 102Ppr, mientras que la deposición a campo abierto es prácticamente despreciable. Por lo que se refiere al **hierro** se reducen también los depósitos en casi todas las parcelas que presentan valores traza, en el entorno de 0,10 kg/ha y sin que apenas se hayan registrado depósitos a campo abierto en ningún punto. El contenido en **manganeso** se reduce en general respecto al encontrado en la revisión del año anterior,

destacando sin embargo el aporte bajo cubierta en 33Qpe que supera 1,0 kg/ha, en uno de los mayores valores de la red, patrón ya encontrado en revisiones anteriores.

15. En 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 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 2000-2024, así como una descripción más pormenorizada de los resultados habidos en el último año.

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

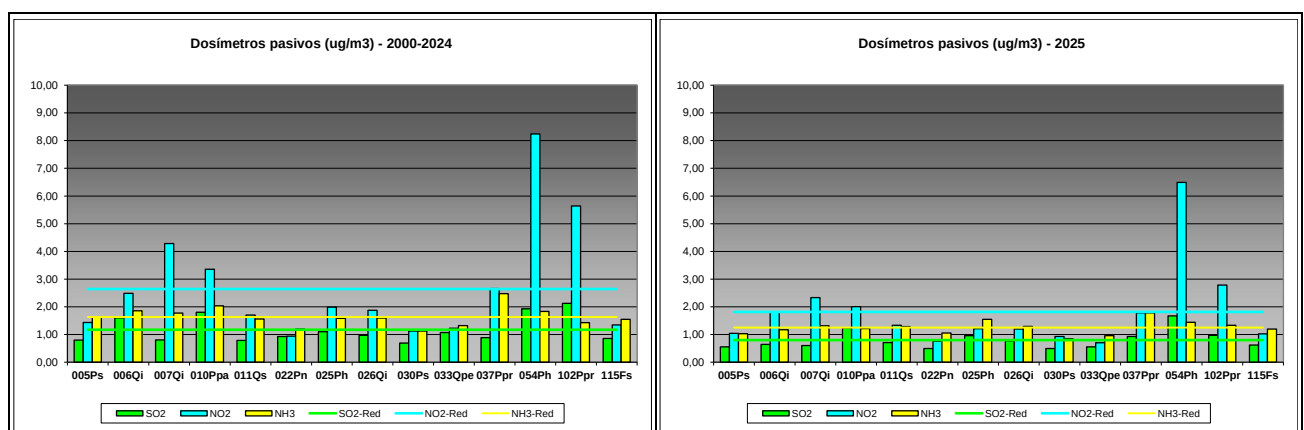
nivel crítico de protección a plantas superiores. Promedio anual de 2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

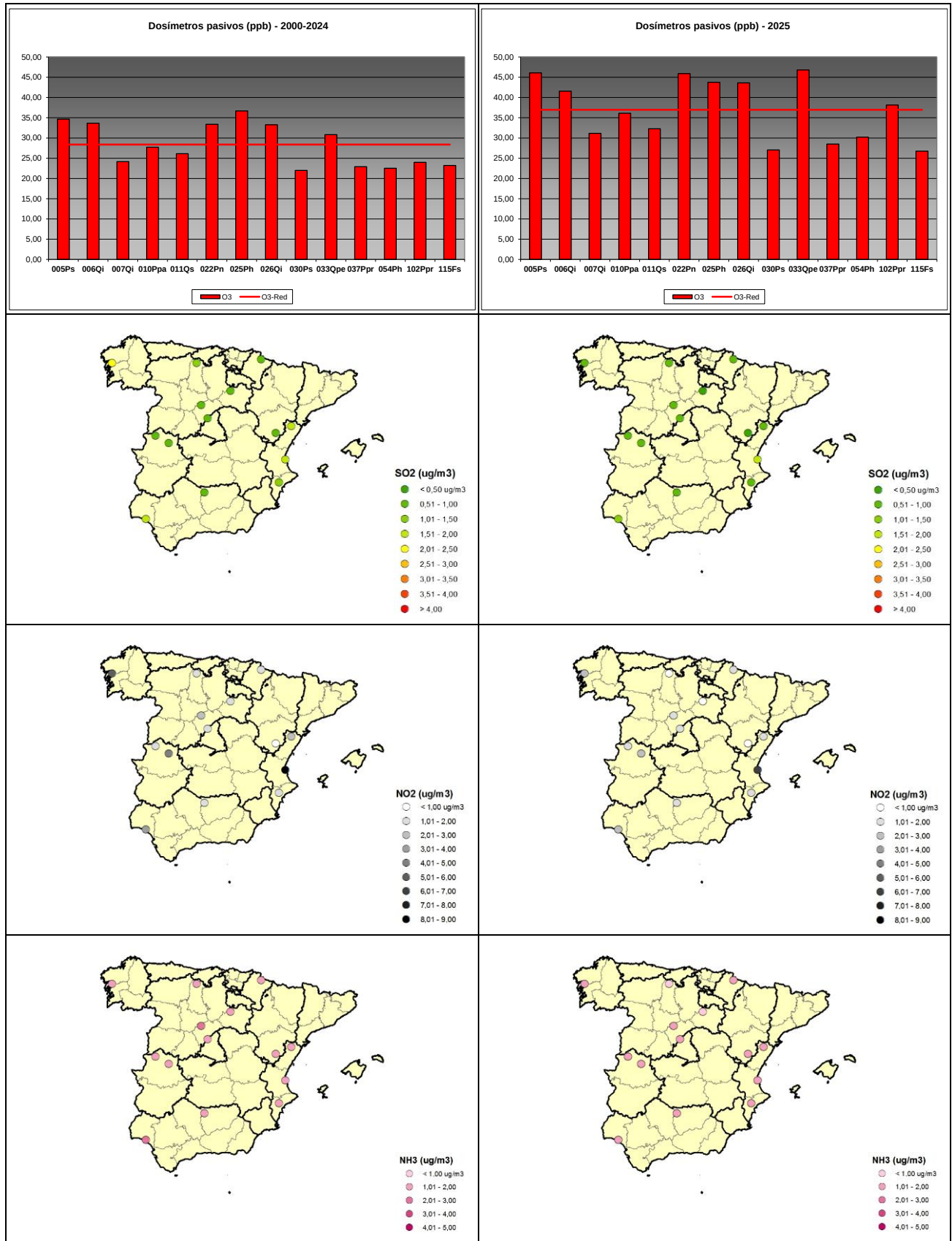
TABLA 19: Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red.
O₃ 1 ppb ~ 1,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PERIODO 2000-2024								
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	0,80	1,43	1,62	34,64	1,17	2,65	1,63	28,37
006 Qi	1,60	2,49	1,86	33,64	1,17	2,65	1,63	28,37
007 Qi	0,81	4,29	1,77	24,15	1,17	2,65	1,63	28,37
010 Ppa	1,81	3,35	2,04	27,71	1,17	2,65	1,63	28,37
011 Qs	0,79	1,70	1,56	26,11	1,17	2,65	1,63	28,37
022 Pn	0,93	0,94	1,20	33,39	1,17	2,65	1,63	28,37
025 Ph	1,10	1,99	1,59	36,68	1,17	2,65	1,63	28,37
026 Qi	0,97	1,88	1,60	33,27	1,17	2,65	1,63	28,37
030 Ps	0,69	1,12	1,13	21,98	1,17	2,65	1,63	28,37

PERIODO 2000-2024								
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)
033 Qpe	1,07	1,23	1,32	30,82	1,17	2,65	1,63	28,37
037 Ppr	0,89	2,66	2,48	22,90	1,17	2,65	1,63	28,37
054 Ph	1,93	8,24	1,83	22,52	1,17	2,65	1,63	28,37
102 Ppr	2,13	5,64	1,43	23,97	1,17	2,65	1,63	28,37
115 Fs	0,86	1,34	1,55	23,19	1,17	2,65	1,63	28,37
Media	1,17	2,74	1,64	28,21	1,17	2,65	1,63	28,37

PERIODO 2025								
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	0,56	1,04	1,03	46,07	0,80	1,81	1,25	36,99
006 Qi	0,64	1,81	1,17	41,54	0,80	1,81	1,25	36,99
007 Qi	0,60	2,34	1,31	31,14	0,80	1,81	1,25	36,99
010 Ppa	1,24	2,01	1,22	36,12	0,80	1,81	1,25	36,99
011 Qs	0,71	1,34	1,29	32,28	0,80	1,81	1,25	36,99
022 Pn	0,50	0,75	1,06	45,90	0,80	1,81	1,25	36,99
025 Ph	0,96	1,21	1,55	43,76	0,80	1,81	1,25	36,99
026 Qi	0,77	1,20	1,29	43,60	0,80	1,81	1,25	36,99
030 Ps	0,50	0,93	0,84	27,05	0,80	1,81	1,25	36,99
033 Qpe	0,56	0,70	0,96	46,79	0,80	1,81	1,25	36,99
037 Ppr	0,93	1,78	1,78	28,51	0,80	1,81	1,25	36,99
054 Ph	1,67	6,49	1,44	30,18	0,80	1,81	1,25	36,99
102 Ppr	0,97	2,78	1,33	38,14	0,80	1,81	1,25	36,99
115 Fs	0,62	1,03	1,20	26,73	0,80	1,81	1,25	36,99
Media	0,80	1,81	1,25	36,99	0,80	1,81	1,25	36,99





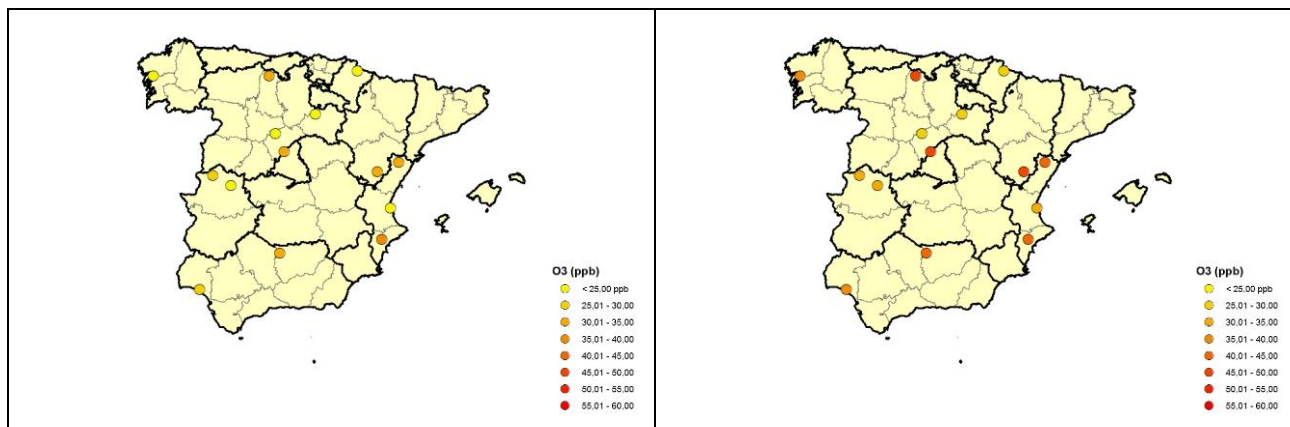


FIG 30: Inmisión atmosférica. Dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, amoníaco y ozono. Valores medios por parcela serie histórica 2000-2024 y año 2025

1. Por lo que se refiere a la calidad del aire, las mayores concentraciones de **dióxido de azufre** se han obtenido en 54Ph, seguido de 10Ppa y 102Ppr, en un patrón ya observado en revisiones anteriores, y con una ligera reducción en la mayoría de las parcelas. No se han alcanzado los valores de referencia a lo largo de la serie de años evaluados.
2. En cuanto a los **óxidos de nitrógeno** los máximos valores se han encontrado en 06Qi, 07Qi, 10Ppa, 54 Ph y 102Ppr, en un patrón muy similar al de la revisión anterior, reduciéndose también los niveles en todas las parcelas de la red. No se han alcanzado los valores de referencia para este contaminante a lo largo de la serie de años evaluados.
3. Los niveles de **amoníaco**, se reducen en general a lo largo del último año, destacando –si bien de forma poco significativa- las concentraciones observadas en 37Ppr, 07Qi, 25Ph, 26Qi y 102Ppr. 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 e incluso plantas superiores en algunos casos.
4. Por lo que se refiere al **ozono**, se advierte un marcado incremento en los niveles de todas las parcelas, pasando el valor de la inmisión media de la red de 22 a 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor este que se sobrepasa en 05Ps, 22Pn, 25Ph, 26Qi, 33Qpe y 102Ppr mientras que los valores más bajos se dan en 30Ps y 115Fs.
5. En todos los contaminantes analizados, a excepción del ozono, se obtienen concentraciones inferiores a las medias del periodo anterior, 2000-2024, destacando el incremento del ozono que se sitúa en uno de los mayores valores de la serie.

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 $H_m \pm 20\%$ (H_m) en rodales de espesura abierta, siendo H_m 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 20: Muesteos foliares efectuados en la red

Variable	Campaña de Muestreo															
	95-96	97-98	99-00	01-02	03-04	05-06	07-08	09-10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24	24-25
Peso Seco	T	P+F	T	T	T	T	T	T	T	P+C	T	T	T	T	T	T
Macronut.																
N	T	P+F	T	T	T	T	T	T	T	P+C	T	T	T	T	T	T
S	T	P+F	T	T	T	T	T	T	T	P+C	T	T	T	T	T	T
P	T	P+F	T	T	T	T	T	T	T	P+C	T	T	T	T	T	T
Ca	T	P+F	T	T	T	T	T	T	T	P+C	T	T	T	T	T	T
Mg	T	P+F	T	T	T	T	T	T	T	P+C	T	T	T	T	T	T
K	T	P+F	T	T	T	T	T	T	T	P+C	T	T	T	T	T	T
C										P+C	T	T	T	T	T	T
Micronut.																
Na		P+F														
Zn	T	P+F								P+C	T	T	T	T	T	T
Mn	T	P+F								P+C	T	T	T	T	T	T
Fe	T	P+F								P+C	T	T	T	T	T	T
Cu										P+C	T	T	T	T	T	T
Metidas an																
Fron. cad.	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
Fron. per.	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Coníferas	1		1	2	1	2	2	3	3	3	3	3	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.

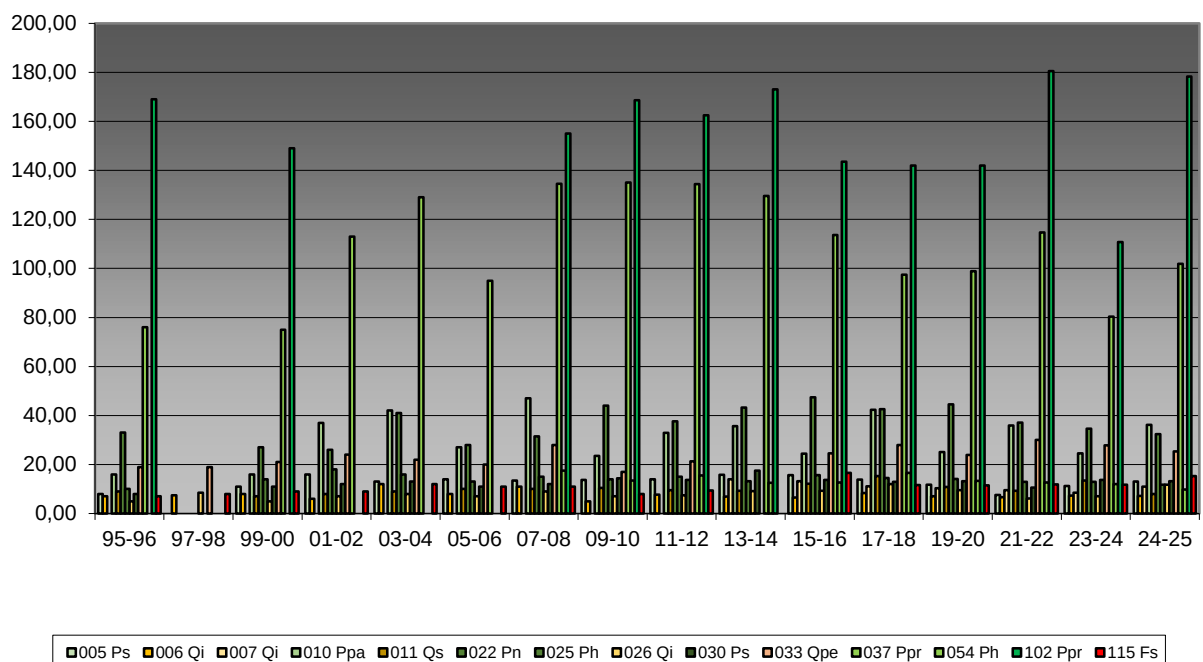
6.3. Principales resultados.

6.3.1. Peso seco.

TABLA 21: Caracterización peso seco (g MS) 100 hojas (frondosas) o 1000 acículas (coníferas). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
95-96	8,00	7,00		16,00	9,00	33,00	10,00	5,00	8,00	19,00	76,00		169,00	7,00
97-98		7,50						8,50		19,00				8,00
99-00	11,00	8,00		16,00	7,00	27,00	14,00	5,00	11,00	21,00	75,00		149,00	9,00
01-02	16,00	6,00		37,00	8,00	26,00	18,00	7,00	12,00	24,00	113,00			9,00
03-04	13,00	12,00		42,00	9,00	41,00	16,00	8,00	13,00	22,00	129,00			12,00
05-06	14,00	8,00		27,00	10,00	28,00	13,00	7,00	11,00	20,00	95,00			11,00
07-08	13,50	11,00		47,00	10,00	31,50	15,00	9,00	12,00	28,00	134,50	17,50	155,00	11,00
09-10	13,67	5,00		23,50	10,50	44,00	14,00	7,00	14,33	17,00	135,00	13,50	168,67	8,00
11-12	13,97	7,64		32,88	9,50	37,59	15,05	7,41	13,77	21,25	134,42	15,50	162,48	9,38
13-14	15,87	6,88	13,92	35,63	9,32	43,18	13,22	9,11	17,50		129,60	12,55	173,07	
15-16	15,73	6,50	13,20	24,40	12,10	47,47	15,73	9,25	13,73	24,60	113,60	12,67	143,53	16,60
17-18	13,78	8,42	11,11	42,31	15,30	42,54	14,55	12,06	12,99	27,89	97,44	16,57	141,95	11,67
19-20	11,78	7,11	10,30	25,02	10,89	44,57	14,08	9,47	13,20	23,89	98,84	13,27	142,03	11,44
21-22	7,53	6,71	9,51	35,95	9,33	37,15	12,94	6,13	10,60	30,08	114,65	12,73	180,53	11,88
23-24	11,28	7,31	8,53	24,60	13,43	34,67	12,87	6,99	13,74	27,78	80,31	12,00	110,81	11,72
24-25	13,08	7,19	10,97	36,16	7,97	32,43	11,81	11,78	13,17	25,29	101,90	9,84	178,24	15,34

ANÁLISIS FOLIAR - Peso Medio (g MS) - Red 1995-2024



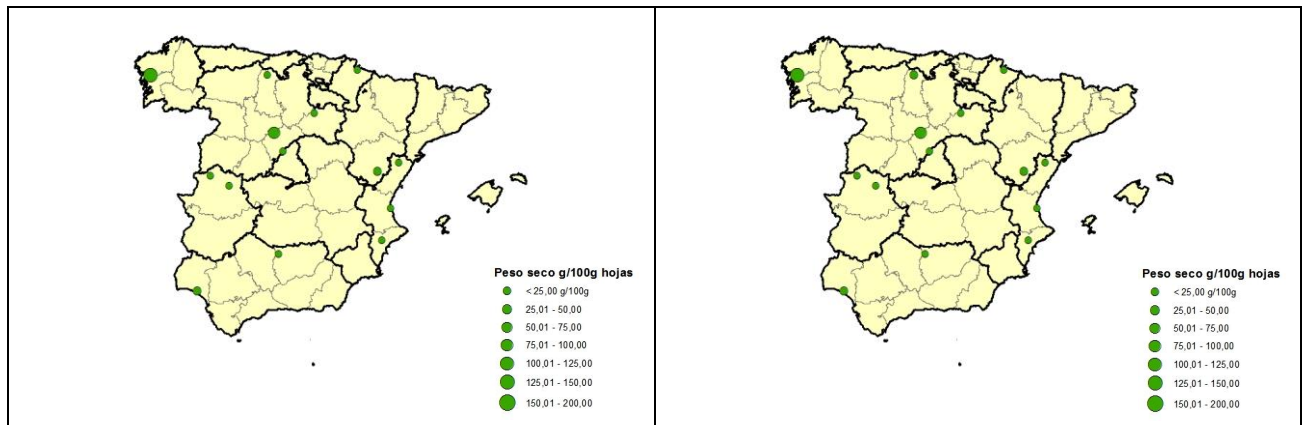


FIG 31: Peso seco hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1995-2023 y campaña 2024-2025

6.3.2. Nitrógeno.

TABLA 22: Caracterización contenido en nitrógeno (mg/g MS). Media anual de las metidas evaluadas y campaña de muestreo

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
95-96	16,60	17,35		8,99	15,17	10,78	9,28	12,64	14,89	27,14	8,34		11,59	26,64
97-98		13,75						15,13		22,84				26,60
99-00	14,10	15,74		10,48	12,03	11,24	11,39	15,91	13,86	24,22	9,30		13,71	24,22
01-02	13,62	16,39		9,52	12,91	9,66	10,94	15,88	10,51	25,30	7,73			24,35
03-04	16,14	17,47		9,44	13,70	11,57	11,19	15,31	13,92	23,43	10,10			22,44
05-06	15,26	17,86		9,71	12,94	9,60	11,01	14,25	12,61	23,19	9,02			23,42
07-08	13,54	14,97		8,51	12,95	10,59	11,20	14,16	12,36	25,88	8,29	13,70	12,75	23,42
09-10	13,95	16,20		9,70	12,48	10,39	10,51	14,00	11,79	26,75	6,71	12,83	12,60	26,54
11-12	14,56	15,55		9,43	12,86	10,28	10,42	14,59	12,12	24,84	7,51	13,27	12,29	24,70
13-14	13,84	22,93	15,62	9,28	16,39	11,23	9,25	14,67	12,54		14,86	10,05	12,88	
15-16	17,41	16,65	12,67	13,86	17,17	12,70	13,25	15,10	12,90	27,04	6,69	14,38	14,74	24,36
17-18	16,61	15,97	12,81	8,94	11,82	9,80	9,04	14,31	12,39	26,33	7,77	10,94	12,22	23,21
19-20	17,45	12,50	11,65	6,31	13,00	9,66	9,66	14,04	11,92	28,07	8,07	9,62	11,50	23,70
21-22														
23-24	15,70	13,65	14,40	12,95	13,90	10,27	9,63	14,30	12,03	24,40	8,33	10,53	10,10	22,80
24-25	17,45	17,12	14,85	12,46	17,88	10,58	11,99	15,12	12,14	24,60	8,81	16,74	13,47	20,16

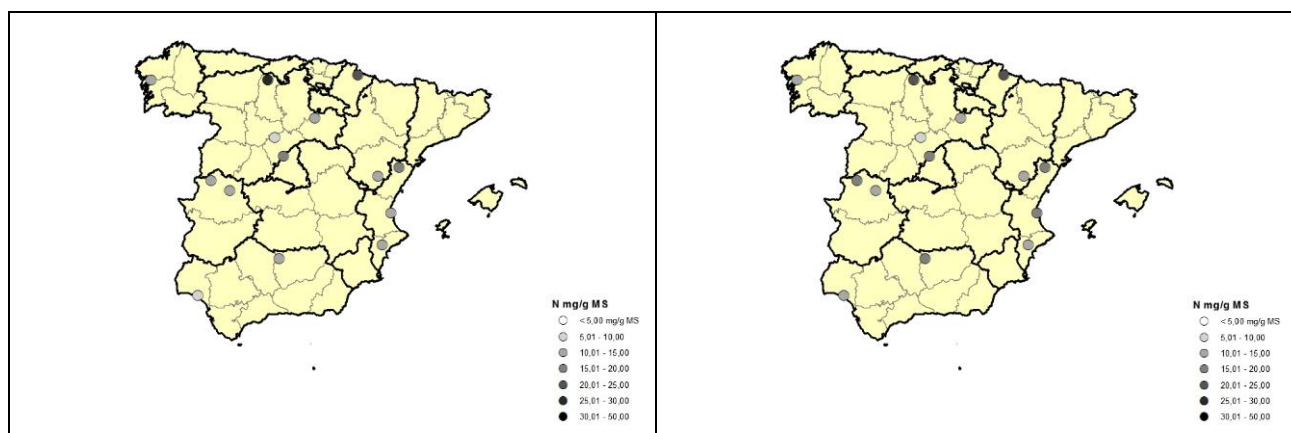
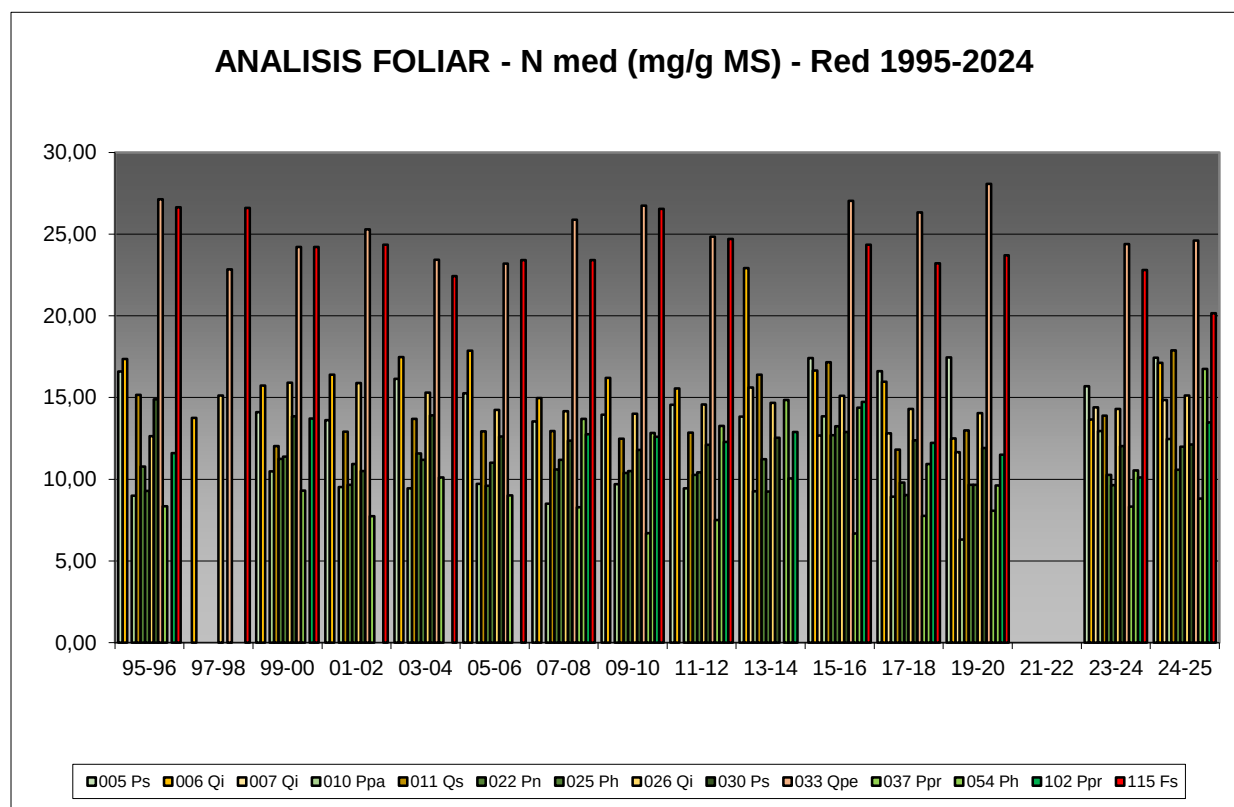


FIG 32: Contenido en nitrógeno hojas/acúculas. Valores medios por parcela serie histórica 1995-2023 y campaña 2024-2025

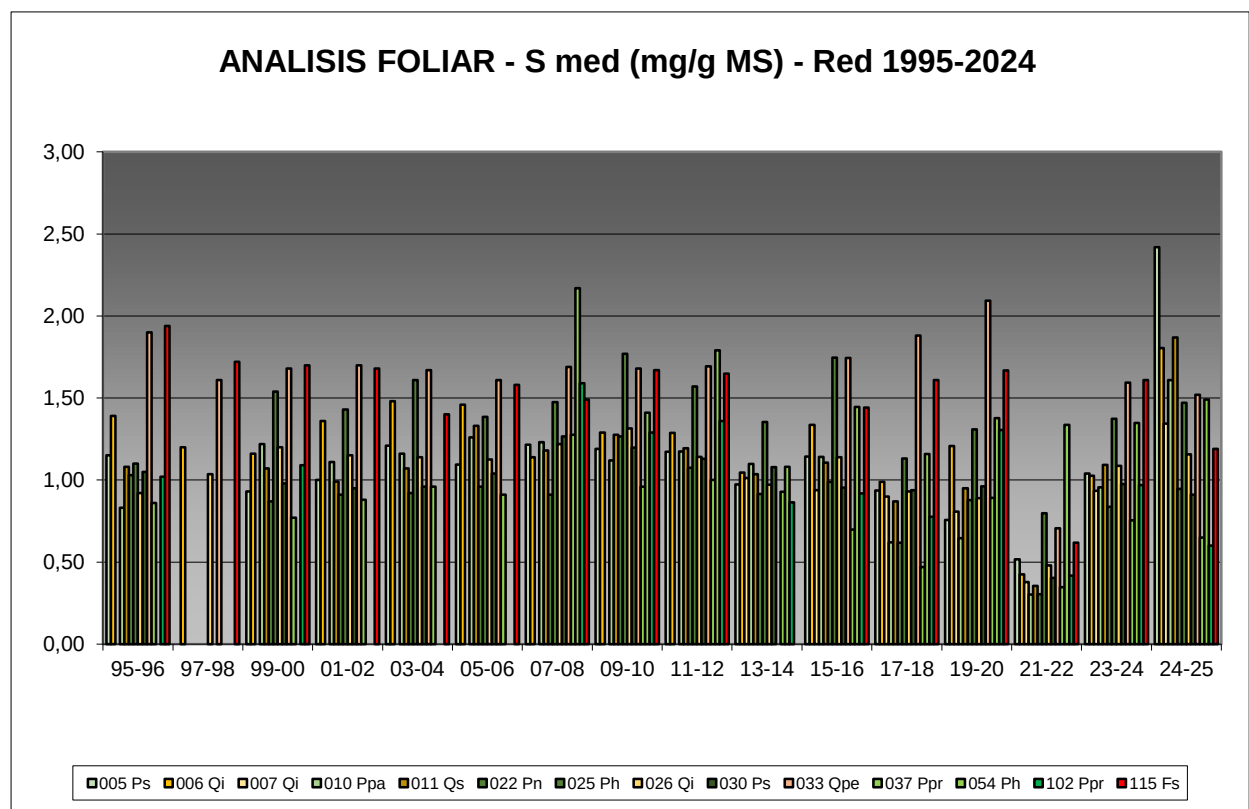
6.3.3. Azufre.

TABLA 23: Caracterización contenido en azufre (mg/g MS). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo.

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
95-96	1,15	1,39		0,83	1,08	1,03	1,10	0,92	1,05	1,90	0,86		1,02	1,94
97-98		1,20						1,04		1,61				1,72
99-00	0,93	1,16		1,22	1,07	0,87	1,54	1,20	0,98	1,68	0,77		1,09	1,70
01-02	1,00	1,36		1,11	0,99	0,91	1,43	1,15	0,95	1,70	0,88			1,68

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
03-04	1,21	1,48		1,16	1,07	0,92	1,61	1,14	0,96	1,67	0,96			1,40
05-06	1,10	1,46		1,26	1,33	0,96	1,39	1,13	1,04	1,61	0,91			1,58
07-08	1,22	1,14		1,23	1,18	0,91	1,48	1,22	1,27	1,69	1,28	2,17	1,59	1,49
09-10	1,19	1,29		1,12	1,28	1,27	1,77	1,32	1,20	1,68	0,96	1,41	1,29	1,67
11-12	1,17	1,29		1,18	1,19	1,08	1,57	1,14	1,13	1,69	1,00	1,79	1,36	1,65
13-14	0,97	1,04	1,01	1,10	1,03	0,91	1,35	0,97	1,08		0,93	1,08	0,86	
15-16	1,14	1,34	0,94	1,14	1,11	0,99	1,75	1,14	0,95	1,74	0,70	1,44	0,92	1,44
17-18	0,94	0,99	0,90	0,62	0,87	0,62	1,13	0,93	0,94	1,88	0,47	1,16	0,78	1,61
19-20	0,76	1,21	0,81	0,65	0,95	0,88	1,31	0,89	0,96	2,09	0,89	1,38	1,31	1,67
21-22	0,52	0,42	0,38	0,30	0,36	0,30	0,80	0,48	0,40	0,71	0,35	1,34	0,42	0,62
23-24	1,04	1,03	0,93	0,95	1,09	0,84	1,37	1,09	0,98	1,59	0,75	1,35	0,97	1,61
24-25	2,42	1,80	1,34	1,61	1,87	0,94	1,47	1,16	0,91	1,52	0,65	1,49	0,60	1,19

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 compuestos sulfurados. 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*.



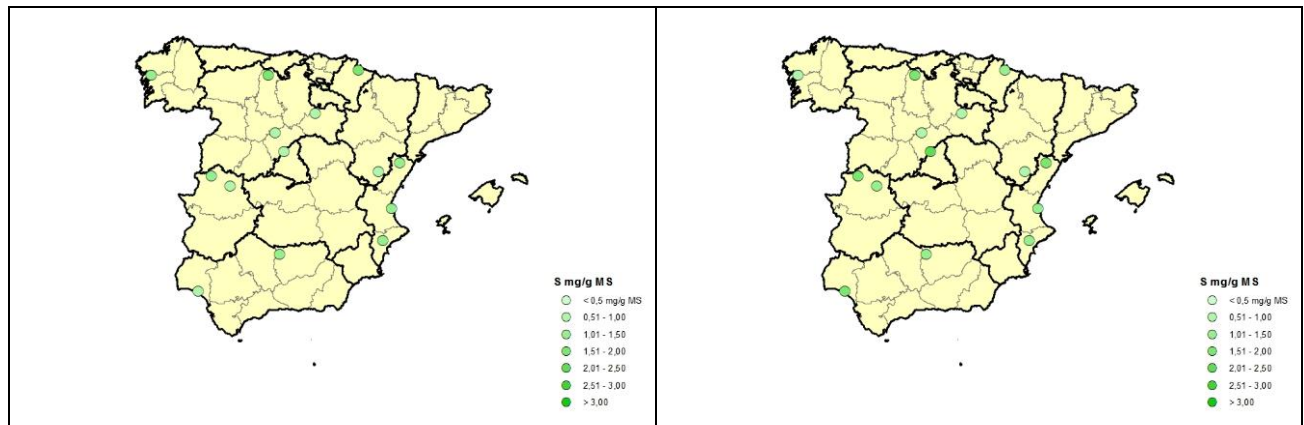


FIG 33: Contenido en azufre hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1995-2023 y campaña 2024-2025

6.3.4. Fósforo.

TABLA 24: Caracterización contenido en fósforo (mg/g MS). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
95-96	1,48	0,99		0,66	1,25	0,96	0,96	0,88	1,22	1,44	0,97		0,87	1,20
97-98		0,96						1,26		1,58				1,29
99-00	1,54	1,06		0,70	1,46	0,88	0,82	1,10	1,20	1,56	1,04		0,91	1,23
01-02	1,42	1,00		0,64	1,45	0,88	0,98	1,19	1,08	1,77	1,16			1,07
03-04	1,63	1,17		0,74	1,75	1,08	0,91	1,17	1,33	1,53	1,23			1,11
05-06	1,36	0,90		0,75	1,41	0,85	0,97	1,03	1,06	1,37	1,01			1,03
07-08	1,07	0,72		0,51	1,10	0,71	0,69	0,93	0,88	1,54	0,92	0,88	0,68	1,08
09-10	1,19	0,97		0,59	1,50	1,00	0,84	0,90	1,03	1,56	0,86	0,97	0,73	1,24
11-12	1,25	0,97		0,63	1,45	0,85	0,82	1,06	1,03	1,54	0,94	0,92	0,73	1,16
13-14	1,21	0,68	0,93	0,53	1,73	0,77	0,67	0,94	0,98		0,97	0,71	0,61	
15-16	1,61	0,95	0,97	0,64	1,64	0,99	0,97	1,01	1,12	1,47	0,85	0,93	0,82	1,13
17-18	1,48	0,83	0,91	0,49	1,41	0,83	0,66	1,05	1,15	1,69	0,72	0,92	0,67	1,26
19-20	1,27	0,93	0,68	0,41	1,44	0,91	0,84	0,85	1,06	1,63	1,00	0,99	1,01	1,34
21-22	1,54	0,87	0,92	0,56	1,02	0,89	0,74	1,10	1,16	1,75	0,93	1,02	0,87	1,25
23-24	1,52	0,76	0,92	0,75	1,61	0,94	0,83	1,05	1,15	1,69	0,86	1,03	0,81	1,24
24-25	1,12	0,99	0,88	0,38	1,23	0,90	0,81	0,99	1,05	1,54	0,70	1,25	0,55	1,07

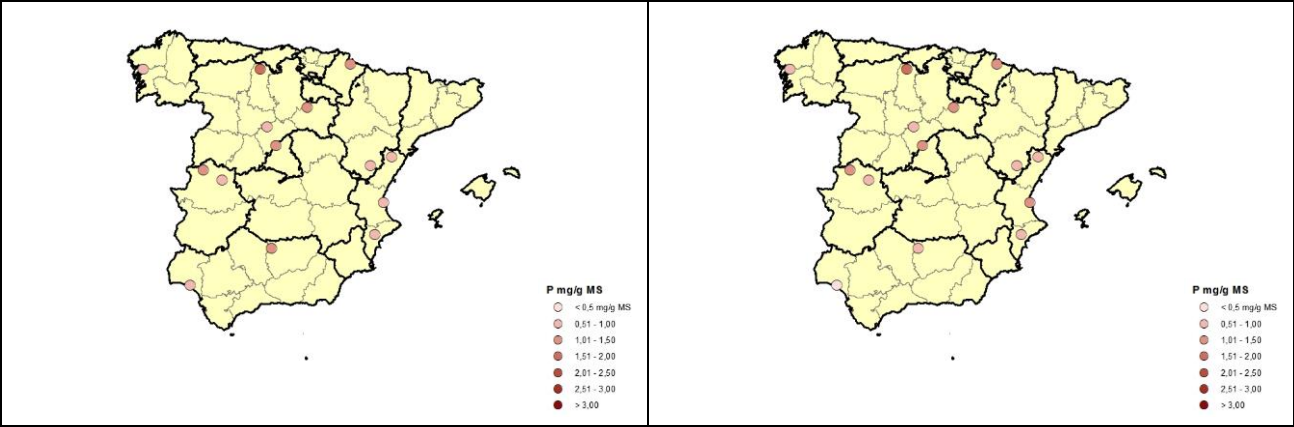
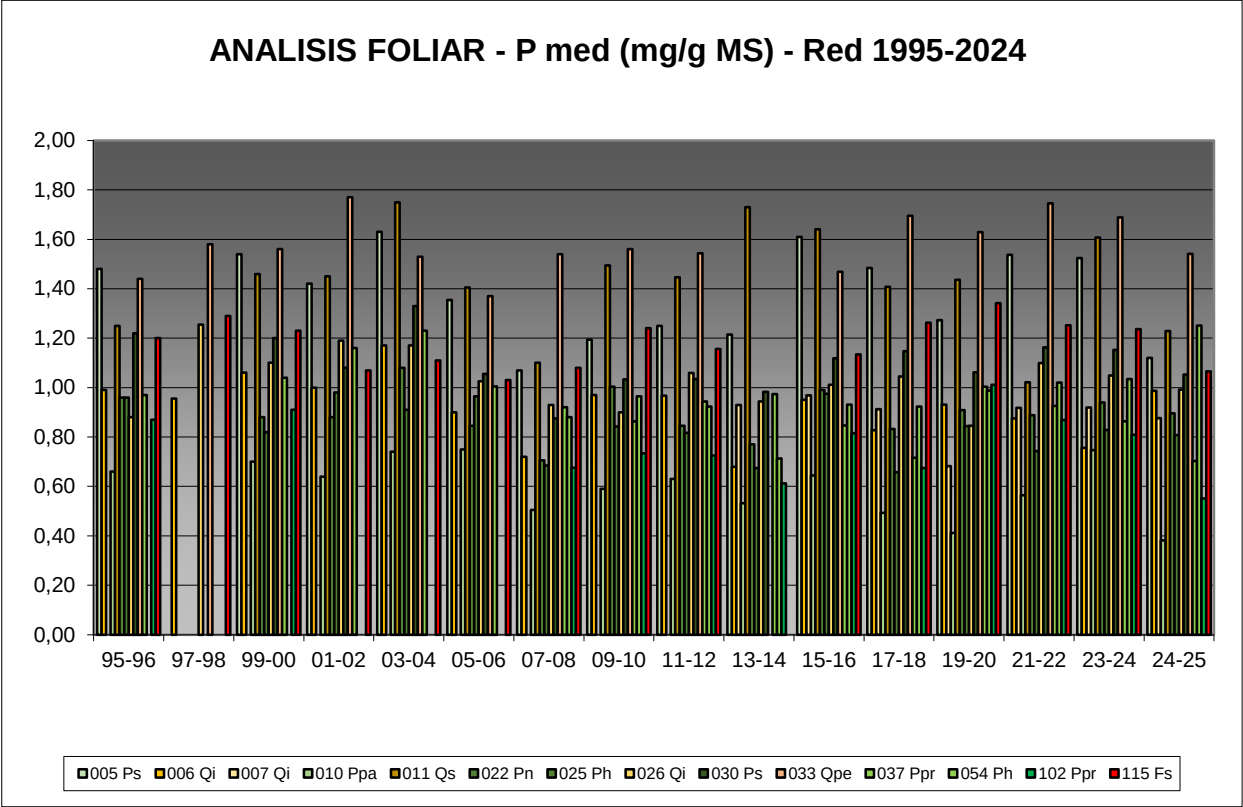


FIG 34: Contenido en fósforo hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1995-2023 y campaña 2024-2025

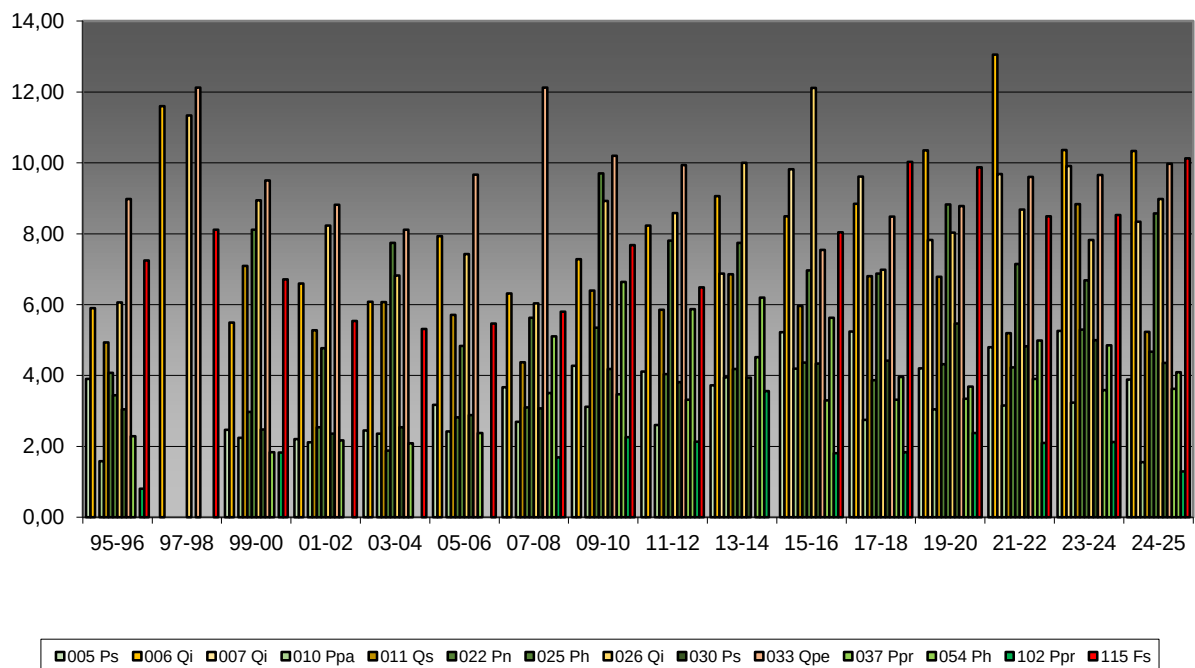
6.3.5. Calcio.

TABLA 25: Caracterización contenido en calcio (mg/g MS). Media anual de las metidas evaluadas y campaña de muestreo

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
95-96	3,90	5,90		1,58	4,93	4,08	3,44	6,06	3,05	8,98	2,29		0,81	7,25
97-98		11,60						11,34		12,12				8,11
99-00	2,47	5,49		2,24	7,09	2,97	8,11	8,94	2,48	9,50	1,84		1,83	6,71
01-02	2,21	6,60		2,12	5,28	2,54	4,77	8,23	2,36	8,82	2,17			5,54

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
03-04	2,45	6,08		2,36	6,07	1,88	7,74	6,82	2,54	8,11	2,09			5,31
05-06	3,18	7,93		2,43	5,71	2,82	4,84	7,43	2,88	9,67	2,38			5,47
07-08	3,67	6,32		2,70	4,37	3,10	5,63	6,04	3,08	12,12	3,51	5,11	1,69	5,80
09-10	4,28	7,28		3,12	6,40	5,35	9,70	8,93	4,18	10,20	3,47	6,65	2,26	7,68
11-12	4,11	8,23		2,60	5,86	4,04	7,81	8,59	3,82	9,94	3,32	5,88	2,13	6,48
13-14	3,73	9,06	6,87	3,95	6,86	4,18	7,75	10,00	3,94		4,52	6,20	3,56	
15-16	5,22	8,50	9,82	4,19	5,96	4,36	6,97	12,11	4,34	7,54	3,30	5,63	1,81	8,04
17-18	5,24	8,85	9,61	2,74	6,81	3,87	6,87	6,99	4,42	8,48	3,32	3,96	1,83	10,02
19-20	4,20	10,35	7,82	3,04	6,79	4,32	8,83	8,03	5,47	8,78	3,34	3,69	2,38	9,88
21-22	4,80	13,05	9,69	3,15	5,19	4,23	7,15	8,68	4,82	9,61	3,90	4,99	2,10	8,49
23-24	5,26	10,36	9,91	3,23	8,83	5,30	6,69	7,82	4,99	9,66	3,59	4,86	2,13	8,53
24-25	3,88	10,33	8,34	1,55	5,23	4,67	8,57	8,98	4,35	9,97	3,62	4,10	1,29	10,13

ANÁLISIS FOLIAR - Ca med (mg/g MS) - Red 1995-2024



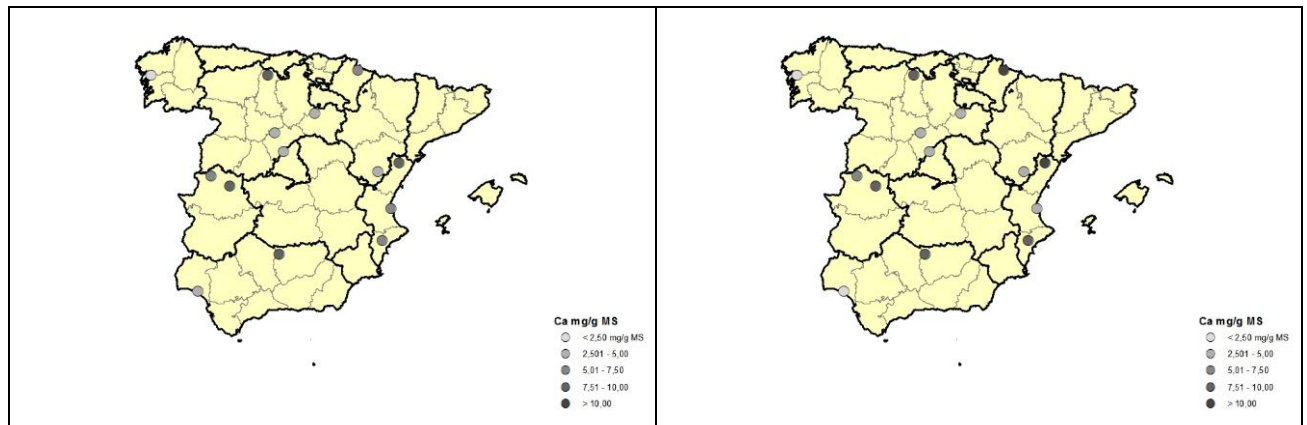


FIG 35: Contenido en calcio hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1995-2023 y campaña 2024-2025.

6.3.6. Magnesio.

TABLA 25: Caracterización contenido en magnesio (mg/g MS). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
95-96	1,25	1,27		1,89	2,55	1,88	1,91	1,61	1,28	1,45	1,78		1,17	1,24
97-98		1,11						1,87		1,35				1,06
99-00	1,04	1,32		2,25	2,03	1,44	2,42	1,31	1,10	1,69	1,54		1,68	1,12
01-02	1,03	1,26		1,83	2,02	1,46	1,94	1,45	1,09	1,81	1,85			0,86
03-04	1,20	1,53		2,08	2,61	1,40	2,41	1,51	1,32	1,63	2,05			0,70
05-06	0,98	1,12		2,61	2,02	1,37	1,80	1,58	1,10	1,50	1,68			1,16
07-08	1,04	1,10		2,00	1,98	1,19	1,57	1,49	1,06	1,89	1,77	1,73	1,14	1,18
09-10	0,92	1,27		2,41	2,06	1,85	2,22	1,38	1,12	1,82	1,73	2,11	1,18	1,53
11-12	0,94	1,21		2,23	2,12	1,50	2,00	1,54	1,08	1,64	1,79	1,92	1,16	1,11
13-14	0,90	1,10	1,28	2,41	2,35	1,63	1,95	1,35	1,07		2,25	2,15	1,96	
15-16	1,10	1,27	1,16	2,94	2,13	1,44	2,62	1,36	1,20	1,45	1,72	2,10	1,29	1,34
17-18	1,03	1,19	1,45	2,17	1,82	1,27	1,94	1,35	1,28	1,56	1,65	1,71	0,98	1,26
19-20	0,95	1,21	1,19	2,07	2,29	1,49	2,08	1,32	1,17	1,58	1,83	1,89	1,10	1,31
21-22	0,98	1,03	1,41	2,61	1,82	1,29	1,74	1,42	1,18	1,35	2,03	1,73	1,17	1,29
23-24	1,03	1,19	1,47	2,10	2,42	1,58	2,09	1,43	1,10	1,47	1,69	2,16	1,44	1,32
24-25	0,75	1,21	1,13	1,13	1,92	1,55	2,60	1,65	1,17	1,23	1,51	2,42	0,89	0,84

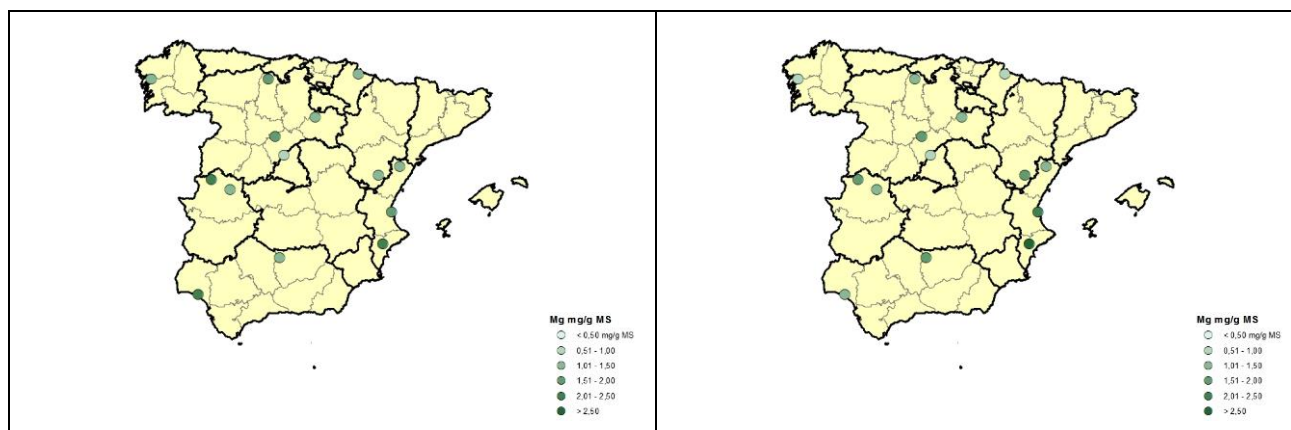
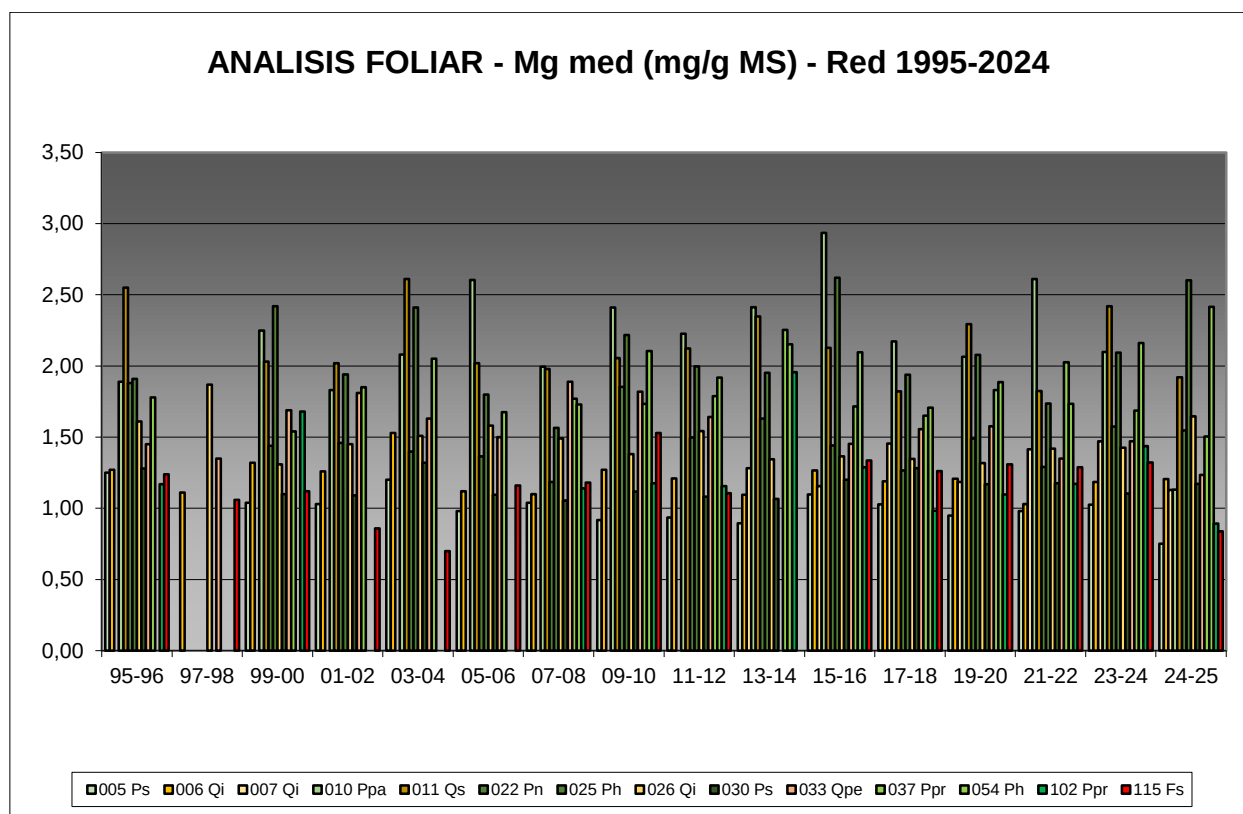


FIG 35: Contenido en magnesio hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1995-2023 y campaña 2024-2025.

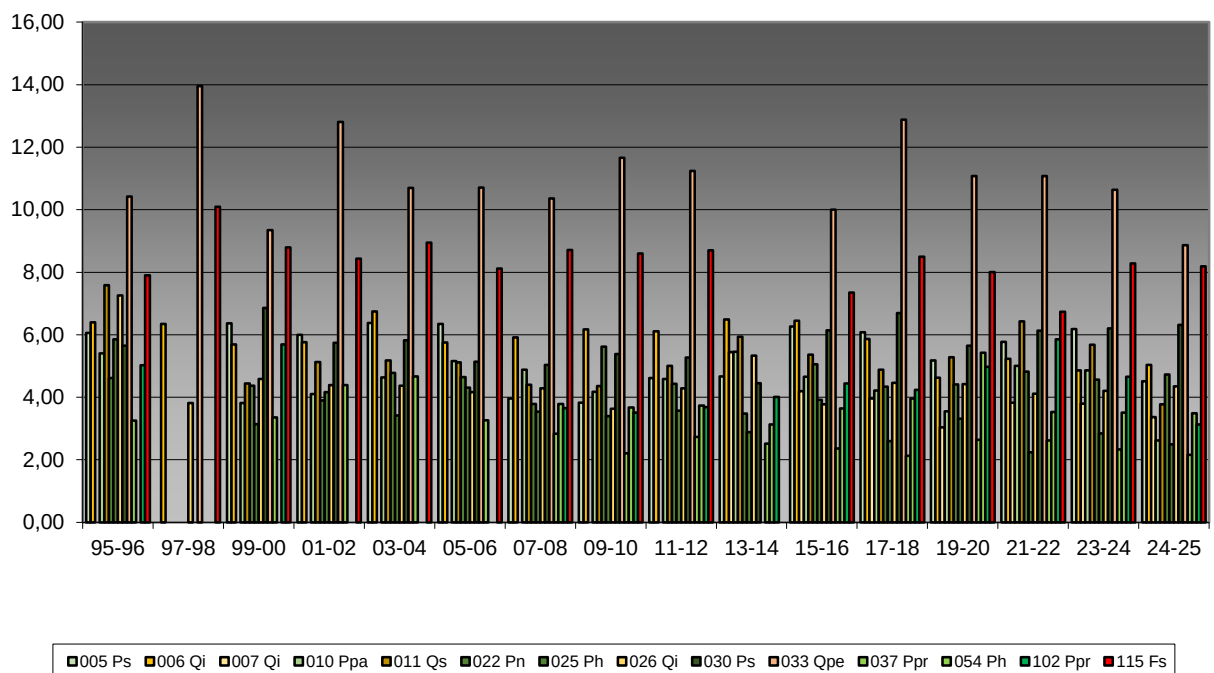
6.3.7. Potasio.

TABLA 26: Caracterización contenido en potasio (mg/g MS). Media anual de las metidas evaluadas y campaña de muestreo

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
95-96	6,06	6,40		5,40	7,59	4,62	5,85	7,26	5,65	10,42	3,25		5,03	7,90
97-98		6,35						3,82		13,95				10,09
99-00	6,37	5,69		3,82	4,44	4,37	3,14	4,58	6,86	9,35	3,36		5,69	8,79

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
01-02	6,00	5,76		4,10	5,13	3,90	4,17	4,39	5,74	12,81	4,39			8,44
03-04	6,38	6,75		4,64	5,18	4,78	3,42	4,37	5,82	10,70	4,67			8,95
05-06	6,35	5,75		5,16	5,12	4,65	4,31	4,17	5,14	10,71	3,27			8,12
07-08	3,97	5,92		4,88	4,40	3,79	3,54	4,29	5,04	10,36	2,84	3,79	3,65	8,71
09-10	3,83	6,17		4,18	4,36	5,62	3,39	3,64	5,38	11,66	2,21	3,67	3,51	8,60
11-12	4,62	6,11		4,59	5,00	4,43	3,57	4,28	5,28	11,25	2,73	3,73	3,69	8,70
13-14	4,66	6,49	5,44	5,45	5,93	3,48	2,89	5,33	4,45		2,52	3,13	4,01	
15-16	6,26	6,45	4,19	4,66	5,37	5,05	3,92	3,78	6,14	10,00	2,36	3,64	4,44	7,35
17-18	6,08	5,87	3,96	4,22	4,88	4,34	2,60	4,46	6,70	12,87	2,13	3,96	4,24	8,50
19-20	5,18	4,62	3,03	3,55	5,28	4,41	3,32	4,42	5,65	11,08	2,64	5,43	4,97	8,00
21-22	5,78	5,23	3,83	5,01	6,43	4,82	2,24	4,11	6,14	11,08	2,62	3,53	5,85	6,73
23-24	6,19	4,86	3,80	4,86	5,68	4,56	2,85	4,21	6,21	10,64	2,33	3,51	4,65	8,28
24-25	4,51	5,04	3,37	2,62	3,77	4,73	2,50	4,35	6,31	8,87	2,16	3,49	3,13	8,19

ANÁLISIS FOLIAR - K med (mg/g MS) - Red 1995-2024



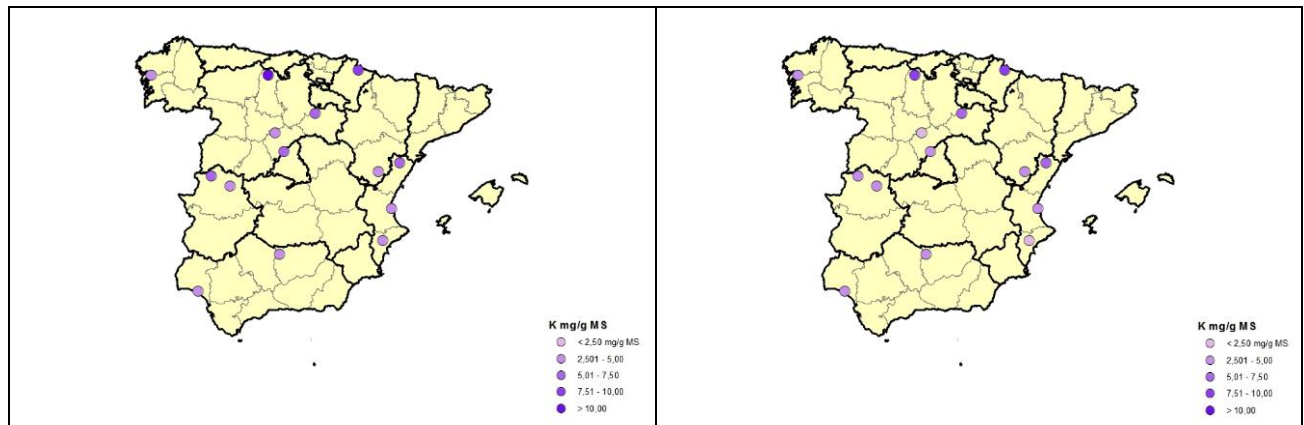


FIG 36: Contenido en potasio hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1995-2023 y campaña 2024-2025.

6.3.8. Carbono.

TABLA 27: Caracterización contenido en carbono (%). Media anual de las medidas evaluadas y campaña de muestreo

Campaña Muestreo	005 Ps	006 Qi	007 Qi	010 Ppa	011 Qs	022 Pn	025 Ph	026 Qi	030 Ps	033 Qpe	037 Ppr	054 Ph	102 Ppr	115 Fs
95-96														
97-98														
99-00														
01-02														
03-04														
05-06														
07-08														
09-10														
11-12														
13-14	53,52	51,34	50,06	50,41	52,40	54,12	52,98	50,48	53,37		53,28	54,86	52,48	
15-16	54,34	50,52	49,49	48,16	50,96	54,01	53,04	50,22	52,90	49,48	51,26	54,95	52,91	51,08
17-18	53,39	50,54	49,99	50,29	50,23	53,05	54,10	49,43	51,88	49,19	51,83	54,11	51,34	49,22
19-20	53,13	50,87	50,11	50,73	51,99	53,64	53,21	49,75	53,19	49,75	52,19	52,61	53,06	50,97
21-22														
23-24	49,79	47,88	46,47	47,72	49,51	50,12	50,64	47,92	49,61	46,86	49,31	50,42	48,78	47,65
24-25	53,49	52,05	50,37	51,69	52,08	54,17	54,05	50,47	52,92	49,70	53,04	53,46	53,46	51,34

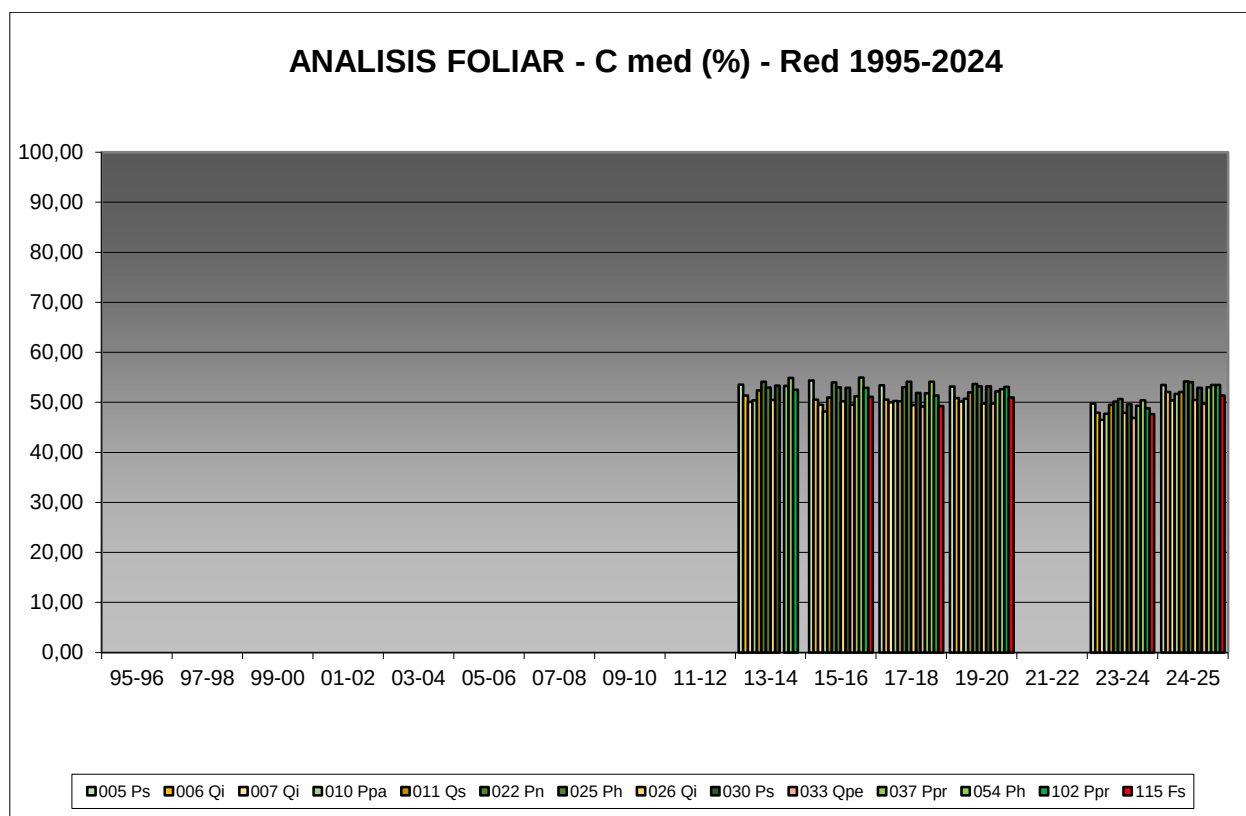


FIG 37: Contenido en carbono hojas/acículas. Valores medios por parcela serie histórica 1995-2020 y campaña 2019-2020.

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 parcelas en las que se registraron sus menores valores en la campaña 2023-2024 muy marcada por la sequía y que a medida que han ido mejorando las condiciones hídricas han ido recuperando valores más coherentes con la serie histórica, seguidas por otras dos especies de acícula larga, 10Ppa –que también se incrementa- y 22Pn que sin embargo se reduce durante la última revisión, quizá debido a la pérdida de biomasa foliar por las mordeduras de la procesionaria, mientras que los menores valores se dan en las encinas de 06Qi y 07Qi y el alcornocal de 11Qs, mientras destaca el incremento de los valores correspondientes a 26Qi, que se sitúa próximo a sus valores máximos.
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 el periodo anterior. En la mayoría de las parcelas los valores han aumentado con respecto a la evaluación anterior.
3. Los contenidos en **azufre** se han incrementado en casi todos los casos durante la última campaña, siguiendo la tónica del año anterior, sobre todo por lo que se refiere a las parcelas 05Ps, 06Qi, 07Qi, 10Ppa, 11Qs y 22Pn donde se alcanzan los mayores valores de la serie y contrastando con los bajos

niveles de la campaña 2021-2022, sobrepasándose los valores de referencia o patrón en buena parte de los puntos, lo que indicaría la presencia de algún contaminante atmosférico de naturaleza sulfurosa. Los mayores valores se han obtenido en 05Ps. Atendiendo a la serie histórica, tradicionalmente se han obtenido los mayores niveles en las parcelas pobladas por frondosas caducifolias, tendencia esta que va abandonándose a lo largo de los últimos años para adoptar un comportamiento más difuso.

4. Los mayores niveles en **fósforo** se han encontrado en las parcelas pobladas por *Quercus petraea* y *Quercus suber* y en menor medida *Pinus sylvestris*, en una tendencia ya apuntada en revisiones anteriores, mientras que tradicionalmente los menores contenidos se han venido registrando en 10Ppa tendencia esta que se mantiene a lo largo de los años. Por regla general, se advierte también una reducción en el contenido de este nutriente a lo largo de las últimas campañas y resultados muy similares a los habidos durante la revisión previa.
5. Los contenidos en **calcio**, tradicionalmente mayores en 33Qpe, se han visto superados a lo largo de los últimos años por los obtenidos en 06Qi, en una tendencia que parece ir consolidándose. Se han obtenido incrementos de este elemento en 25Ph, 26Qi y 115Fs, mientras las mayores reducciones se han dado en 05Ps, 07Qi, 10ppa y 11Qs. Como viene siendo habitual los menores contenidos se han obtenido en 102Ppr.
6. Por lo que respecta al **magnesio**, se han venido observando las mayores tasas en el pino piñonero y en menor medida en el alcornoque, mientras los mínimos tienden a apreciarse sobre el pino silvestre, tendencia esta que continúa observándose durante la presente revisión. Apenas se han registrado variaciones a lo largo de la última campaña fuera de un ligero incremento de los valores correspondientes al pino carrasco.
7. Las concentraciones de **potasio** presentan un patrón de distribución muy marcado: máximos en las parcelas pobladas por frondosas caducifolias como haya y roble y menos contenido en pino negral, con una ligera reducción generalizada durante el último año.
8. 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 si bien con un ligero incremento durante el último año tras el mínimo de la campaña previo en que los contenidos tendieron a situarse por debajo de este umbral, siendo este elemento de nueva medición a partir de 2014. Parece ir confirmándose 54Ph como la parcela en el que los contenidos son mayores.

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 2005-2023. Debe tenerse en cuenta que durante 2014 se ha muestreado el periodo mayo-diciembre.

TABLA 28: Caracterización desfronde. Periodo 2005-2023 y 2024.

Año	PERIODO 2005-2023								
	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	3.561	52,74	9,78	0,85	0,78	5,84	1,00	2,65
	Ramillas	555	54,36	9,14	0,92	0,55	4,38	0,91	1,65
	Otras	2.701	52,78	9,09	0,89	0,78	4,77	0,88	2,07
006 Qi	Hojas	3.395	50,35	11,31	1,13	0,60	16,13	1,53	5,41
	Ramillas	1.448	48,99	8,40	0,85	0,50	29,60	3,79	3,83
	Otras	1.502	48,88	15,26	1,26	1,05	11,98	2,47	5,64
007 Qi	Hojas	1.709	49,56	9,63	1,02	0,79	13,81	1,21	3,45
	Ramillas	978							
	Otras	1.533	47,82	15,59	1,17	1,16	6,71	1,36	6,57
010 Ppa	Hojas	3.532	50,98	5,40	0,97	0,42	4,27	2,46	3,37
	Ramillas	432	53,77	4,80	0,89	0,50	5,92	1,17	1,21
	Otras	1.267	52,10	6,26	0,95	0,46	5,72	1,34	1,83
011 Qs	Hojas	2.430	51,72	6,38	0,78	0,99	8,28	2,01	4,00
	Ramillas	454	52,13	5,65	0,69	0,96	11,91	2,07	4,54
	Otras	783	49,74	16,41	1,25	1,69	8,48	1,98	7,20
022 Pn	Hojas	1.804	54,09	6,02	0,82	0,43	6,27	1,37	2,40
	Ramillas	317	53,62	5,08	0,76	0,19	10,40	1,31	0,71
	Otras	1.100	52,49	7,35	0,93	0,49	6,42	0,83	1,28
025 Ph	Hojas	1.094	53,23	6,00	1,11	0,35	9,65	1,90	1,37
	Ramillas	112	51,56	4,67	0,64	0,28	13,88	2,18	1,27
	Otras	460	49,58	7,21	0,90	0,48	16,42	2,08	1,93
026 Qi	Hojas	1.442	50,42	9,65	0,85	0,66	9,77	1,33	2,97
	Ramillas	434	50,44	8,28	0,62	0,80	17,38	2,01	3,68
	Otras	747	48,87	17,22	1,26	1,09	8,56	1,54	4,27
030 Ps	Hojas	1.738	52,97	6,05	0,80	0,36	7,61	1,01	2,14
	Ramillas	516	54,28	5,82	0,70	0,25	4,63	0,69	1,06
	Otras	1.433	52,96	6,33	0,66	0,41	6,23	0,67	1,23
033Qpe	Hojas	2.874	50,68	15,93	1,17	0,87	7,68	1,55	4,95
	Ramillas	755	52,24	6,31	0,46	0,36	4,87	0,83	1,80
	Otras	821	51,03	13,31	1,02	0,93	8,26	1,33	3,36
037 Ppr	Hojas	1.983	53,08	4,93	0,77	0,63	6,22	2,17	1,30
	Ramillas	400	52,94	6,84	0,80	0,38	10,69	2,91	0,95
	Otras	1.086	52,03	9,96	1,06	1,13	7,83	1,79	4,05
054 Ph	Hojas	2.997	53,98	9,64	1,31	0,60	7,53	2,12	2,32
	Ramillas	463	53,37	10,40	1,42	0,80	12,98	3,06	1,98
	Otras	1.880	52,09	9,61	1,13	1,09	12,99	2,01	2,55
102 Ppr	Hojas	3.317	53,39	8,02	0,87	0,38	2,91	1,23	1,73
	Ramillas	702	56,32	8,15	1,05	0,32	2,14	0,74	0,67
	Otras	2.574	54,12	10,19	1,15	0,60	1,62	0,84	1,26

Año	PERIODO 2005-2023								
	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
115 Fs	Hojas	3.074	51,81	16,31	1,19	0,83	9,56	1,43	4,20
	Ramillas	408	53,69	9,14	0,79	0,36	6,80	0,98	0,99
	Otras	1.411	50,08	16,67	1,27	0,94	6,14	1,40	2,75

Año	PERIODO 2005-2023								
	Fracción	Zn (µg/g)	Mn (µg/g)	Fe (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cd (ng/g)
005 Ps	Hojas	334,55	794,08	138,34	3,04	0,75	0,24	0,82	197,26
	Ramillas								
	Otras	26,74	407,03	385,60	7,54				
006 Qi	Hojas	40,49	160,81	201,23	4,34	0,41	0,07	0,51	13,49
	Ramillas								
	Otras	19,11	53,73	281,89	10,11				
007 Qi	Hojas	23,81	1068,13	207,43	3,23	0,65	0,12	1,32	41,29
	Ramillas								
	Otras	23,03	352,78	339,37	7,51				
010 Ppa	Hojas	17,18	171,07	159,19	4,46	1,28	0,31	0,99	33,69
	Ramillas								
	Otras	30,14	73,25	716,64	8,12				
011 Qs	Hojas	15,21	958,53	147,40	3,46	0,58	0,19	2,51	20,75
	Ramillas								
	Otras	26,29	179,97	534,88	6,82				
022 Pn	Hojas	37,06	278,26	216,75	2,06	0,69	0,10	0,54	45,22
	Ramillas								
	Otras	29,68	202,26	561,68	7,86				
025 Ph	Hojas	19,40	37,81	249,96	1,84	0,49	0,06	0,41	17,05
	Ramillas								
	Otras	33,66	495,87	622,41	6,16				
026Qi	Hojas	36,21	886,60	250,68	4,52	1,10	0,15	1,02	48,43
	Ramillas								
	Otras	698,96	231,29	193,41	6,02				
030Ps	Hojas	49,74	544,97	173,32	1,80	0,56	0,15	0,53	96,29
	Ramillas								
	Otras	22,06	84,52	196,92	9,46				
033Qpe	Hojas	20,58	4080,65	115,86	6,98	2,03	0,11	8,12	33,29
	Ramillas								
	Otras	21,76	1364,94	191,94	7,17				
037Ppr	Hojas	11,97	96,10	103,55	1,24	0,42	0,08	0,38	89,37
	Ramillas								
	Otras	33,34	498,45	189,54	4,48				
054Ph	Hojas	112,68	22,38	184,49	7,06	0,76	0,07	0,16	18,28
	Ramillas								
	Otras	741,05	16,10	698,81	4,69				
102Ppr	Hojas	43,47	195,63	79,37	2,22	0,61	0,27	0,44	68,59
	Ramillas								
	Otras	31,11	58,02	325,05	7,15				
115Fs	Hojas	46,44	1066,33	159,94	6,19	4,78	0,13	1,72	87,89
	Ramillas								
	Otras	25,45	447,98	516,63	8,49				

Año	PERIODO 2024								
	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	3.329	53,49	10,20	1,00	1,59	5,63	1,43	6,26
	Ramillas	380							
	Otras	3.223							
006 Qi	Hojas	3.898	50,92	11,93	1,10	1,48	4,75	2,02	7,28
	Ramillas	782							
	Otras	270							
007 Qi	Hojas	2.814	50,70	11,95	2,04	1,22	8,10	2,54	4,45
	Ramillas	3.520							
	Otras	1.618							
010 Ppa	Hojas	2.872	50,88	6,46	0,57	0,28	3,55	2,08	2,72
	Ramillas	122							
	Otras	927							
011 Qs	Hojas	2.133	50,66	7,23	0,61	0,72	7,46	1,74	3,72
	Ramillas	578							
	Otras	1.007							
022 Pn	Hojas	1.618	53,86	6,22	0,60	0,36	6,10	1,26	2,15
	Ramillas	65							
	Otras	1.536							
025 Ph	Hojas	1.063	54,16	6,40	0,89	0,35	8,93	1,70	1,34
	Ramillas	56							
	Otras	269							
026 Qi	Hojas	1.265	50,52	9,93	0,71	0,55	6,92	1,01	2,16
	Ramillas	228							
	Otras	612							
030 Ps	Hojas	2.159	53,06	7,15	0,62	0,32	5,35	0,77	1,70
	Ramillas	361							
	Otras	2.106							
033Qpe	Hojas	2.689	49,86	14,25	0,93	0,78	9,07	1,16	3,32
	Ramillas	733							
	Otras	1.523							
037 Ppr	Hojas	2.807	52,94	6,45	0,71	0,71	5,64	1,94	1,49
	Ramillas	342							
	Otras	1.457							
054 Ph	Hojas	1.716	53,58	8,04	1,17	0,59	7,71	2,43	2,31
	Ramillas	268							
	Otras	1.994							
102 Ppr	Hojas	3.499	53,00	7,72	0,83	0,39	3,28	1,58	1,90
	Ramillas	842							
	Otras	4.110							
115 Fs	Hojas	3.888	50,46	13,13	1,10	0,75	13,45	1,24	4,07
	Ramillas	715							
	Otras	1.037							

Año	PERIODO 2024								
	Fracción	Zn (µg/g)	Mn (µg/g)	Fe (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cd (ng/g)
005 Ps	Hojas	32,56	474,79	96,92	3,28				
	Ramillas								
	Otras								
006 Qi	Hojas	26,77	361,53	139,70	3,09				
	Ramillas								
	Otras								
007 Qi	Hojas	12,64	78,35	171,19	2,69				
	Ramillas								
	Otras								
010 Ppa	Hojas	13,42	91,94	127,00	3,43				
	Ramillas								
	Otras								
011 Qs	Hojas	15,21	727,35	108,88	3,18				
	Ramillas								
	Otras								
022 Pn	Hojas	34,08	288,78	274,95	1,56				
	Ramillas								
	Otras								
025 Ph	Hojas	20,50	8,08	223,36	2,01				
	Ramillas								
	Otras								
026Qi	Hojas	28,77	517,69	163,90	3,36				
	Ramillas								
	Otras								
030Ps	Hojas	33,06	335,09	106,60	1,45				
	Ramillas								
	Otras								
033Qpe	Hojas	49,73	3009,51	152,36	5,63				
	Ramillas								
	Otras								
037Ppr	Hojas	16,38	94,30	126,50	1,83				
	Ramillas								
	Otras								
054Ph	Hojas	80,13	14,60	205,72	2,28				
	Ramillas								
	Otras								
102Ppr	Hojas	27,45	231,95	84,55	2,88				
	Ramillas								
	Otras								
115Fs	Hojas	31,15	1110,72	189,01	5,30				
	Ramillas								
	Otras								

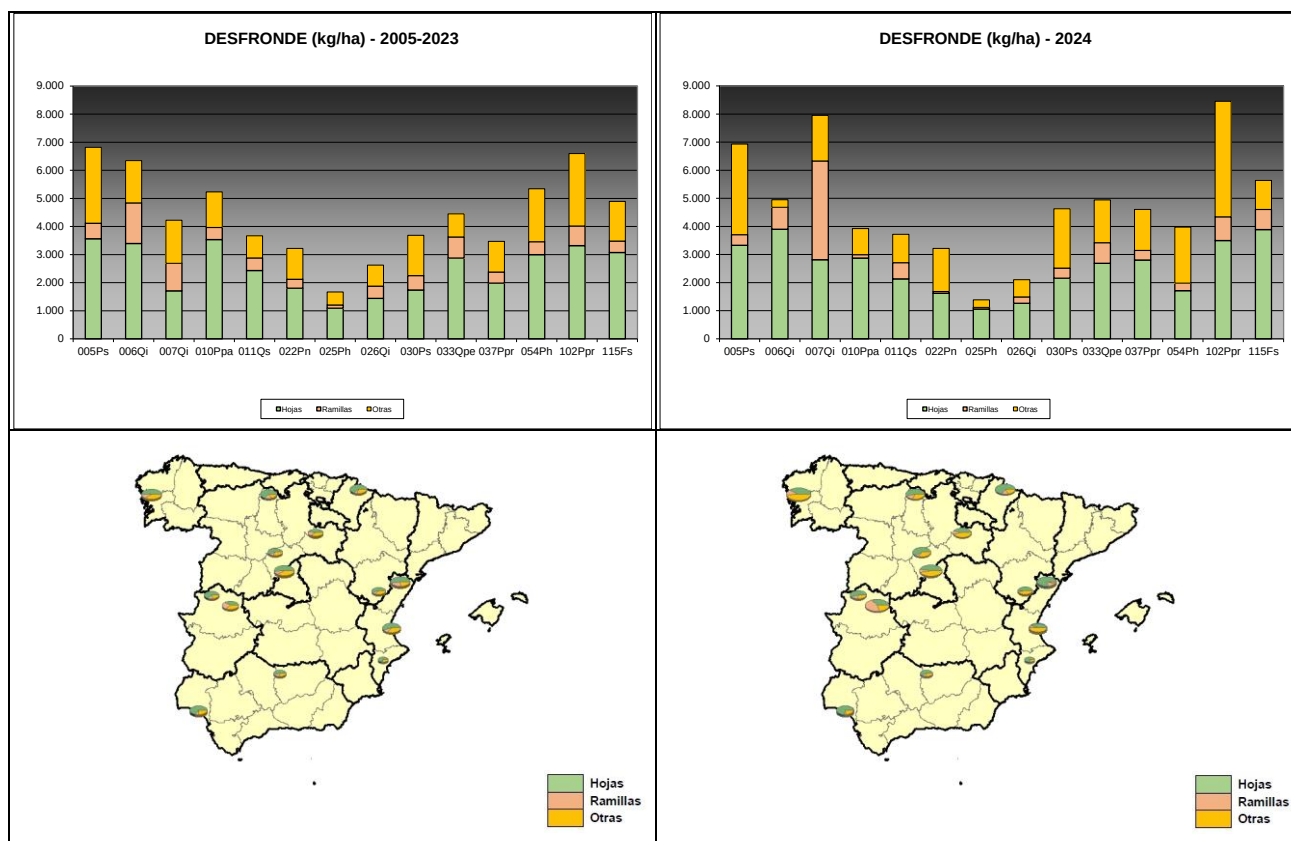


FIG 38: Desfronde o litterfall. Pesos medios por parcela serie histórica 2005-2023 y año 2023.

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 más de 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, no sólo por lo que a sus fracciones leñosas se refiere.
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, y en algún caso particular tormenta de granizo.
3. A lo largo del último año se han registrado aportes por lo general superiores a los del periodo anterior, destacando el incremento habido en las parcelas 07Qi, 37Ppr y 102Ppr mientras se reduce en 06Qi, 10Ppa y 54Ph.

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 1999-2024 y los valores correspondientes a la última campaña de muestreo.

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 29: 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 2000-2024										
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	20/07	43	159	701	06/06	03/07	28	157	722
006 Qi	23/05	15/07	53	143	1427	07/06	02/07	25	158	1619
007 Qi	18/04	24/05	39	102	1077	14/04	06/06	52	100	1051
010 Ppa	27/04	07/07	74	117	1522	22/04	30/05	38	112	1428
011 Qs	09/05	19/06	41	129	1466	15/05	15/06	31	135	1517
022 Pn	04/06	19/07	45	155	979	12/06	09/07	27	163	1079
025 Ph	11/05	10/07	60	130	1400	13/04	19/05	36	103	976
026 Qi	06/04	19/05	42	96	916	07/04	25/05	47	97	944
030 Ps	05/06	24/07	49	156	801	02/06	28/06	26	153	744
033 Qpe	07/05	10/06	38	127	635	01/06	28/06	26	152	894
037 Ppr	28/05	09/07	50	148	1101	11/05	10/06	30	131	853
054 Ph	02/05	27/06	56	122	1599	17/03	23/04	36	76	908
102 Ppr	24/04	21/06	63	114	1197	30/03	02/05	32	89	868
115 Fs	01/05	07/06	37	121	542	19/05	18/06	30	139	757

PERIODO 2025										
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	28/05	30/06	33	147	479	28/05	30/06	33	147	479
006 Qi	25/05	02/07	38	144	1301	25/05	02/07	38	144	1301
007 Qi	22/04	02/06	41	111	1238	22/04	02/06	41	111	1238
010 Ppa	23/04	01/07	69	112	1519	23/04	03/06	41	112	1519
011 Qs	02/06	30/06	28	152	1827	02/06	30/06	28	152	1827
022 Pn	24/05	04/07	41	143	823	04/07	01/08	28	184	1607
025 Ph	29/04	03/07	65	118	1250	31/03	02/06	63	89	862
026 Qi	27/03	03/06	68	85	823	30/04	03/06	34	119	1324
030 Ps	02/07	29/07	27	182	1404	22/05	02/07	41	141	705
033 Qpe	23/05	01/07	39	142	865	23/05	01/07	39	142	865
037 Ppr	22/05	30/06	39	141	1051	22/04	22/05	30	111	691
054 Ph	31/03	02/06	63	89	1177	31/03	29/04	29	89	1177
102 Ppr	23/04	01/07	69	112	1323	25/03	23/04	29	83	915
115 Fs	24/04	29/05	35	113	644	29/05	07/07	39	148	1017

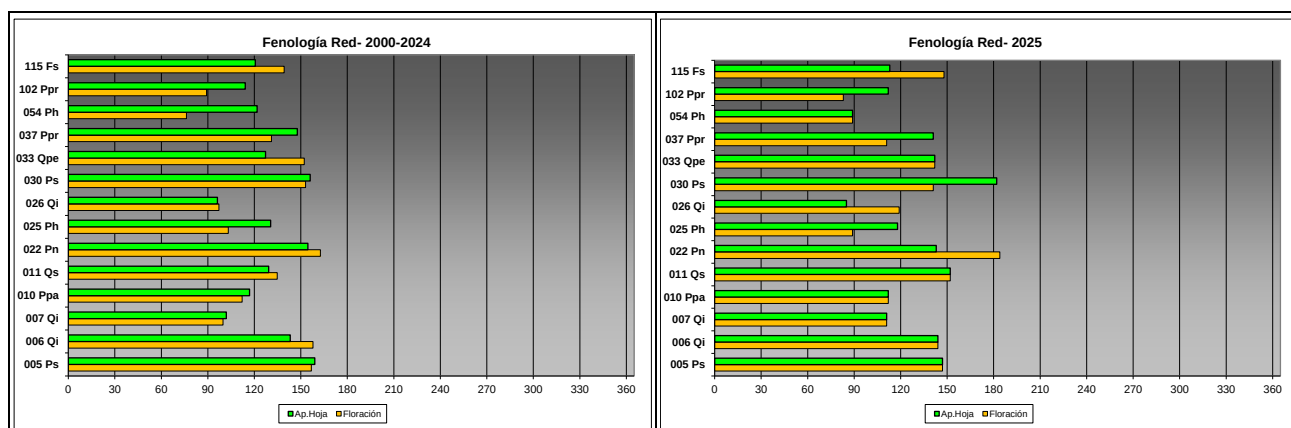


FIG 39: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase. Periodo 1999-2024 y año 2025



FIG 40: 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. A lo largo del último año de evaluación se advierte un comportamiento similar al de revisiones anteriores, recuperándose de nuevo el comportamiento habitual en 06Qi y 25Ph tras el retraso de la brotación del año previo y el adelantamiento de brotación y floración a finales de marzo en 54Ph. Al contrario que en la revisión anterior, no se han advertido fenómenos de segunda floración entrado ya el invierno.
5. 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.
6. 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.
7. 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 30: 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	1999-2024				2025			
	Cr. medio (cm)	Cr. medio (%)	Osc. media (cm)	Osc. media (%)	Cr. medio (cm)	Cr. medio (%)	Osc. media (cm)	Osc. media (%)
005 Ps	0,34	0,98	0,34	0,70	0,34	0,89	0,34	0,81
006 Qi	0,14	0,63	0,14	0,49	0,19	0,78	0,19	0,65
007 Qi	0,28	0,59	0,28	0,49	0,30	0,68	0,30	0,64
010 Ppa	0,23	0,81	0,23	0,61	0,28	0,90	0,28	0,88
011 Qs	0,70	1,81	0,70	0,48	0,54	1,24	0,54	1,24
022 Pn	0,14	0,45	0,14	0,32	0,12	0,38	0,12	0,35
025 Ph	0,16	0,63	0,16	0,50	0,10	0,40	0,10	0,17
026 Qi	0,22	0,71	0,22	0,48	0,23	0,71	0,23	0,32
030 Ps	0,20	0,59	0,20	0,39	0,21	0,56	0,21	0,41
033 Qpe	0,16	0,80	0,16	0,67	0,14	0,56	0,14	0,50
037 Ppr	0,29	0,77	0,29	0,62	0,36	0,99	0,36	0,98
054 Ph	0,14	0,33	0,14	0,16	0,15	0,35	0,15	0,06
102 Ppr	0,29	0,71	0,29	0,58	0,09	0,20	0,09	0,08
115 Fs	0,30	0,67	0,30	0,60	0,38	0,78	0,38	0,77

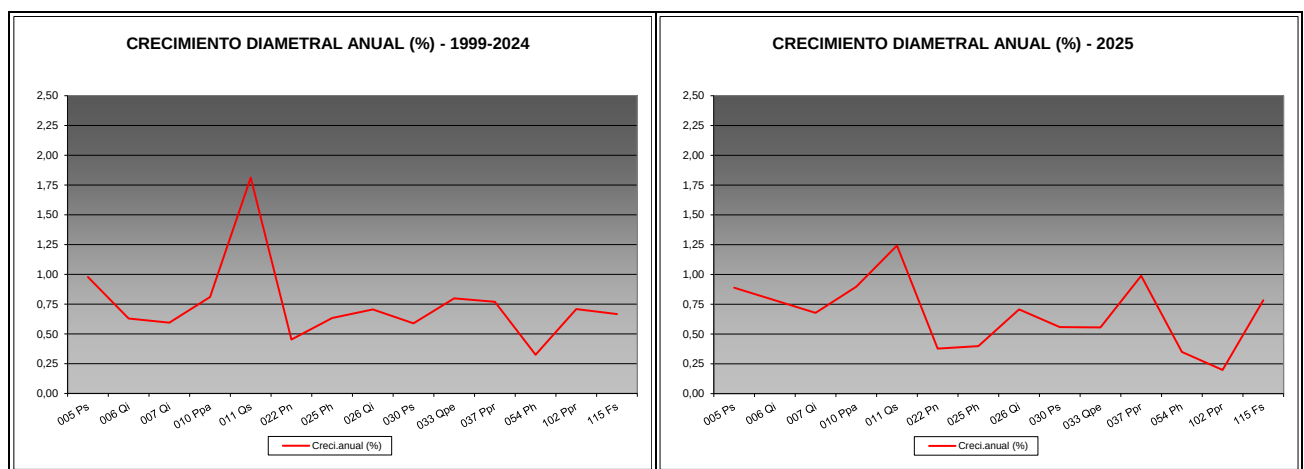


FIG 41: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

La variable crecimiento debe abordarse más desde una escala parcela que a escala nacional, aunque por regla general oscila entre un 0,28 y un 1,18% anual, con mayor variabilidad en los alcornoques, sometidos a descorche, tal como ocurrió en 11Qs durante 2021.

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 31: 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 1997-2024										
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	1100	8,0	29,3	-11,6	12,4	4,3	227,9	64,7	1,5	32,6
006 Qi	647	13,5	35,1	-4,2	19,2	8,3	171,5	61,4	3,3	22,4
007 Qi	622	17,3	43,2	-5,1	24,4	10,7	201,2	63,8	1,9	13,1
010 Ppa	524	16,9	39,3	-2,5	23,4	10,5	229,0	69,3	3,2	28,5
011 Qs	741	15,5	38,8	-7,7	21,9	6,9	155,7	69,5	2,0	23,0
022 Pn	523	9,8	31,8	-9,0	15,5	4,9	157,0	63,4	1,3	21,2
025 Ph	359	15,2	36,3	-2,2	19,6	11,0	173,2	65,8	2,1	23,8
026 Qi	623	16,1	39,7	-4,0	21,9	10,6	232,5	66,0	1,5	21,7
030 Ps	771	7,5	33,7	-14,9	15,8	-0,2	173,3	73,8	1,5	25,2
033 Qpe	1201	8,9	31,6	-11,2	14,2	3,7	167,2	69,8	1,9	33,5
037 Ppr	429	11,2	38,1	-13,2	19,1	2,5	193,3	67,8	1,4	21,8
054 Ph	480	18,1	37,7	1,3	22,4	14,3	194,1	74,3	2,2	13,6
102 Ppr	2296	13,6	35,2	-2,5	18,6	9,3	132,1	81,9	1,5	32,4
115 Fs	1893	9,3	32,5	-9,3	15,0	4,2	148,2	82,6	1,7	24,5

PERIODO 2025										
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	1669	8,2	32,0	-7,5	12,4	4,6	227,6	69,9	1,5	46,7
006 Qi	858	13,5	38,5	-3,2	19,8	8,0	182,8	67,2	3,0	15,6
007 Qi	758	17,8	43,9	-6,1	24,8	11,2	197,3	65,2	1,7	13,6
010 Ppa	726	17,8	44,0	-3,4	24,8	11,0	455,3	65,5	2,4	20,8
011 Qs	848	16,3	40,8	-4,4	22,6	10,1	127,7	86,4	4,7	21,4
022 Pn	588	10,5	34,1	-6,5	16,3	5,7	139,4	69,5	1,2	19,3
025 Ph	331	15,9	38,7	-3,4	20,3	12,4	141,5	72,1	1,4	21,2
026 Qi	766	17,6	42,1	0,7	23,5	12,3	235,9	74,5	1,0	18,4
030 Ps	905	9,1	35,5	-11,9	17,1	1,7	185,7	77,7	0,9	19,3
033 Qpe	1443	10,1	34,7	-6,4	15,4	5,3	189,6	69,6	1,9	31,7
037 Ppr	399	12,1	39,1	-13,1	20,2	4,0	182,7	73,1	1,3	19,3
054 Ph	714	19,1	39,0	2,6	23,8	15,5	180,6	74,8	2,1	7,2
102 Ppr	3229	15,2	37,9	-0,7	21,3	10,5	120,9	82,2	1,4	20,5
115 Fs	1839	10,1	34,4	-10,9	15,4	5,0	143,0	84,3	1,2	25,7

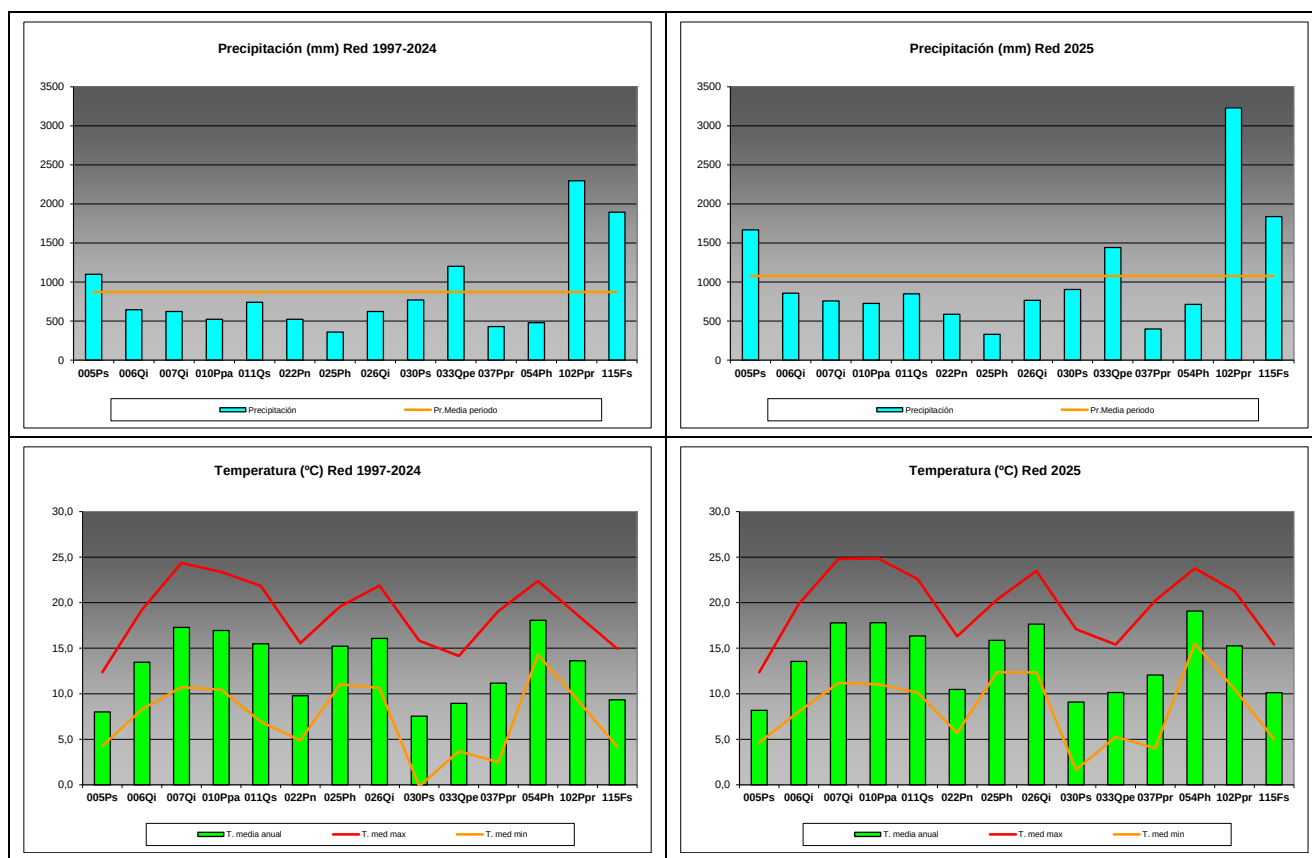


FIG 42: Principales variables meteorológicas.

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 43: 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 32: Índice de Área Foliar (LAI) por parcela y año de medición

PARCELA	2014-2024			2025		
	Med	Max	Min	Med	Max	Min
005 Ps	2,73	4,92	1,40	2,71	3,42	2,22
006 Qi	1,46	2,18	1,04	1,81	2,14	1,53
007 Qi	0,90	4,02	0,47	0,75	1,10	0,47
010 Ppa	1,83	3,35	0,90	1,83	2,22	1,39
011 Qs	1,24	1,86	0,75	1,12	1,27	0,92
022 Pn	1,78	2,54	1,06	2,09	2,49	1,78
025 Ph	1,61	3,42	0,89	1,46	1,79	1,33
026 Qi	1,07	5,89	0,17	1,27	2,02	0,87
030 Ps	2,19	3,01	1,00	1,88	2,53	1,66
033 Qpe	1,30	1,89	1,03	1,29	1,60	1,12
037 Ppr	1,30	4,55	0,51	1,33	1,51	1,11
054 Ph	2,01	4,23	0,87	2,12	2,99	1,41
102 Ppr	2,02	3,58	0,93			
115 Fs	1,99	2,79	1,04	2,11	2,78	1,60
202 Ppr				1,39	1,86	1,02

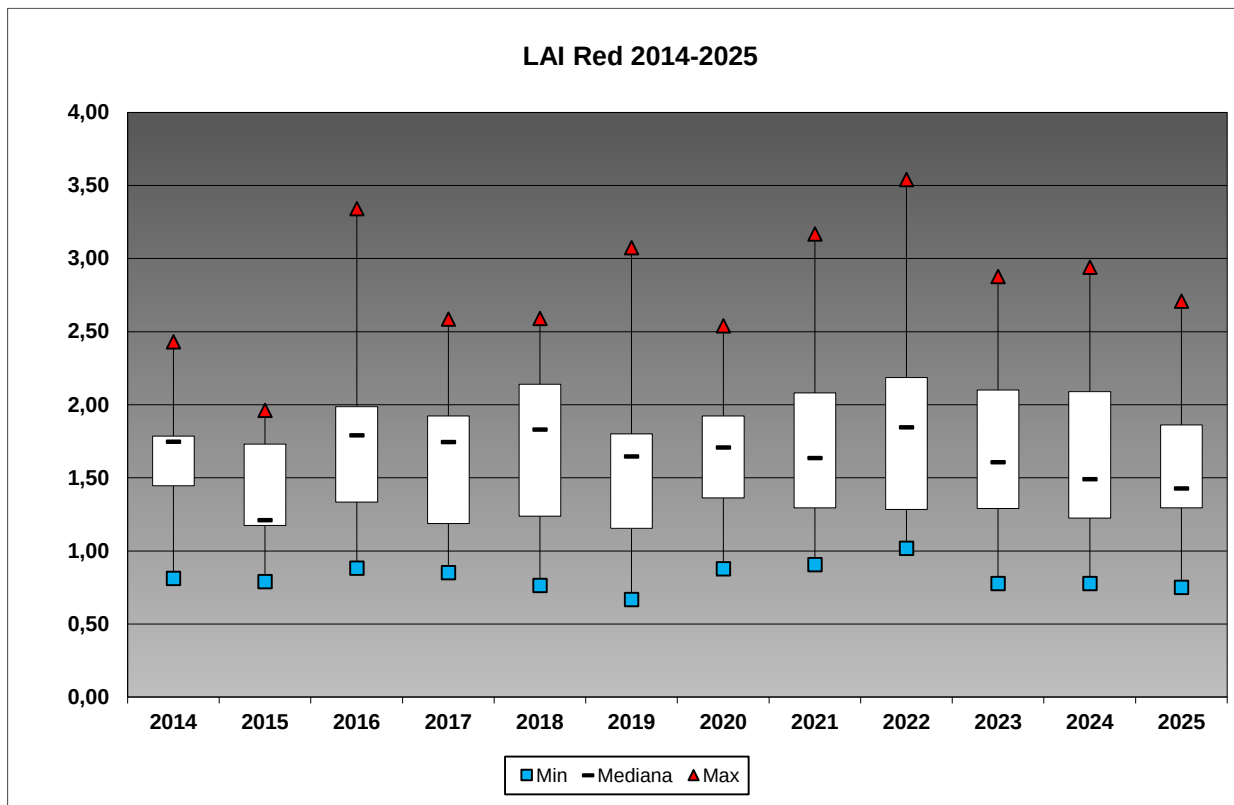


FIG 44: Diagrama de cajas LAI anual

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. Tratando de obviar estas dificultades, a lo largo de 2018 se ha instalado un lisímetro de gravedad en la parcela 05Ps y se han complementado el resto mediante bombas programables de extracción en continuo. Los resultados del lisímetro de gravedad no se han incorporado a las tablas de resultados por estar operativos únicamente durante unos meses.

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 serie 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. Cabe hacer constar también que los resultados

correspondientes a 33Qpe para el periodo 2000-2017 se refiere a un escaso número de muestras por lo que no pueden considerarse representativos del periodo.

TABLA 33: Resultados de análisis de la solución del suelo por año. Datos medios (ponderados por volumen desde 2019) referidos a las dos profundidades de toma de muestra, 20 y 60 cm de profundidad. Ntotal, DOC, Al, Man y Fe analizados desde 2020.

PERIODO 2000-2023										
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	6,53	28,73	34,30	3,96	1,43	1,83	1,50	5,48	0,42	0,74
030Ps	7,10	80,31	56,95	10,99	6,57	2,63	0,32	5,45	1,42	1,61
033Qpe	6,28	42,10	1,45	7,49	0,92	1,47	0,13	3,27	0,09	0,65
102Ppr	7,05	150,62	1,47	20,87	1,29	6,07	0,83	12,57	0,60	1,75
115Fs	5,86	41,93	11,94	1,52	0,61	1,62	0,58	3,04	0,23	0,63

PERIODO 2000-2023						
Parcela	Alcalinidad (µeq/l)	Ntotal (mg/l)	DOC (mg/l)	Al (mg/l)	Mn (mg/l)	Fe (mg/l)
005Ps	62,98	0,38	5,41	0,12	0,02	0,03
030Ps	337,16	0,47	14,24	0,45	0,01	0,42
033Qpe	171,79	0,52	13,49	0,24	0,02	0,06
102Ppr	1246,53	1,56	16,03	0,12	0,00	0,05
115Fs	40,78	0,37	4,60	0,10	0,01	0,01

PERIODO 2024										
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	6,48	16,81	0,56	1,20	0,27	1,56	0,03	1,61	0,02	0,22
030Ps	6,84	54,87	1,92	4,47	2,73	1,54	0,01	1,85	0,01	0,52
033Qpe	5,88	22,57	0,45	2,52	0,41	0,73	0,02	1,31	0,01	0,47
102Ppr	7,88	168,03	0,57	32,42	0,94	5,27	0,16	8,00	0,20	1,63
115Fs	5,89	14,62	0,25	0,61	0,23	1,27	0,03	1,98	0,01	0,44

PERIODO 2024						
Parcela	Alcalinidad (µeq/l)	Ntotal (mg/l)	DOC (mg/l)	Al (mg/l)	Mn (mg/l)	Fe (mg/l)
005Ps	64,50	0,39	6,52	0,14	0,01	0,02
030Ps	280,85	0,43	15,54	0,35	0,01	0,60
033Qpe	47,06	0,51	12,69	0,20	0,03	0,03
102Ppr	1286,34	0,90	17,82	0,12	0,00	0,04
115Fs	11,16	0,32	4,26	0,09	0,01	0,00



FIG 45: Lisímetros de tensión para extracción de agua del suelo y bomba de vacío. Lisímetro de gravedad, zanja de drenaje y toma de muestras.

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.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/inventarios-nacionales/redes-europeas-seguimiento-bosques/red_nivel_II_resultados.aspx

En la misma página web están disponibles para su consulta la base de datos histórica de la Red de Nivel II.

Los proyectos de investigación o publicaciones científicas en que han participado las redes europeas de seguimiento de daños forestales, Redes de Nivel I y II se reflejan en la publicación web:

<https://www.icp-forests.net/reports-and-briefs/technical-reports>

<https://www.icp-forests.net/monitoring-and-research/peer-reviewed-articles>