



**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y
CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES**

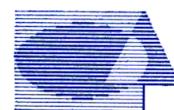
**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2016**

PARCELA 102 Ppr (LA CORUÑA)

**20
16**



MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE



Tecmena, s.l.

TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

**DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL Y POLÍTICA FORESTAL
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL
ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES**

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	2
2.3. Vegetación	3
2.4. Caracterización forestal y dasométrica	4
3. Estado fitosanitario de la parcela	5
3.1. Defoliación y decoloración	5
3.2. Daños forestales	7
4. Instrumentación	22
5. Deposición atmosférica	24
5.1. pH	26
5.2. Conductividad	27
5.3. Potasio	28
5.4. Calcio	29
5.5. Magnesio	30
5.6. Sodio	31
5.7. Amonio	32
5.8. Cloro	33
5.9. Nitratos	34
5.10. Sulfatos	35
5.11. Interpretación de resultados	36
6. Calidad del aire. Inmisión	37
7. Análisis foliar	38
7.1. Macronutrientes	38
7.2. Micronutrientes	41
7.3. Interpretación de resultados	42
8. Desfronde	43
9. Fenología	44
10. Cintas diamétricas	47
11. Meteorología.....	48

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Características de la parcela.
TABLA 2: Datos meteorológicos parcela.
TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009
TABLA 4: Características dasométricas
TABLA 5: Distribución de agentes dañinos en la parcela
TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela
TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados
TABLA 8: Equipos de medición instalados
TABLA 9: Parámetros descriptores de la deposición atmosférica
TABLA 10: Caracterización pH
TABLA 11: Caracterización conductividad
TABLA 12: Caracterización potasio
TABLA 13: Caracterización calcio
TABLA 14: Caracterización magnesio
TABLA 15: Caracterización sodio
TABLA 16: Caracterización amonio
TABLA 17: Caracterización cloro
TABLA 18: Caracterización nitratos
TABLA 19: Caracterización sulfatos
TABLA 20: Valores de referencia inmisión atmosférica
TABLA 21: Inmisión atmosférica

- TABLA 22:** Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Macronutrientes
TABLA 23: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes
TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde
TABLA 25: Resultados de la evaluación fenológica
TABLA 26: Valor medio dendrómetros
TABLA 27: Valores medios meteorológicos

INDICE DE FIGURAS

- FIG 1:** Posición y vistas de la parcela
FIG 2: Climodiagrama de la parcela
FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela
FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media
FIG 5: Tipos de defoliación
FIG 6: Daños forestales
FIG 7: Instrumentación
FIG 8: Variación temporal de pH
FIG 9: Variación temporal de conductividad
FIG 10: Variación temporal de potasio
FIG 11: Variación temporal de calcio
FIG 12: Variación temporal de magnesio
FIG 13: Variación temporal de sodio
FIG 14: Variación temporal de amonio
FIG 15: Variación temporal de cloro
FIG 16: Variación temporal de nitratos
FIG 17: Variación temporal de sulfatos
FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros
FIG 19: Evolución de macronutrientes
FIG 20: Evolución de micronutrientes
FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica
FIG 22: Fases fenológicas. Inicio de fase
FIG 23: Fases fenológicas
FIG 24: Crecimiento diametral anual
FIG 25: Principales variables meteorológicas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus pinaster* del sector Galaico-Portugués de la Provincia Cantabroatlántica (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
102 Ppr	<i>Pinus pinaster</i>	La Coruña	Dodro	10/09/1998	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+42°44'00"	-08°42'00"	32.000	4.747.000	260	5	Sur	Vivero de la Poza



FIG 1: Posición y vistas de la parcela 102 Ppr

2. Caracterización de la parcela.

2.1. Climatología.

Las principales características de la parcela se dan en la siguiente tabla:

TABLA 2: Datos meteorológicos estación ecológica (Modelos y Cartografía de Estimaciones Climáticas Termopluviométricas de la España Peninsular. Sánchez Palomares et al. Datación 1940-1990. INIA, 1999).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T(°C)	7,1	8,1	9,8	11,1	13,6	16,5	18,8	18,8	17,3	14,0	10,0	8,1	12,8
P(mm)	227	191	181	113	106	66	34	54	92	146	199	209	1616
T. Media Máximas Mes más Cálido							25,1						
	3,4	T. Media Mínimas Mes más Frío											

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un VI(V) *Nemoral genuino*.

De acuerdo a la clasificación en pisos bioclimáticos, la parcela se encuentra en el *Piso Colino* de la *Región Eurosiberiana*.

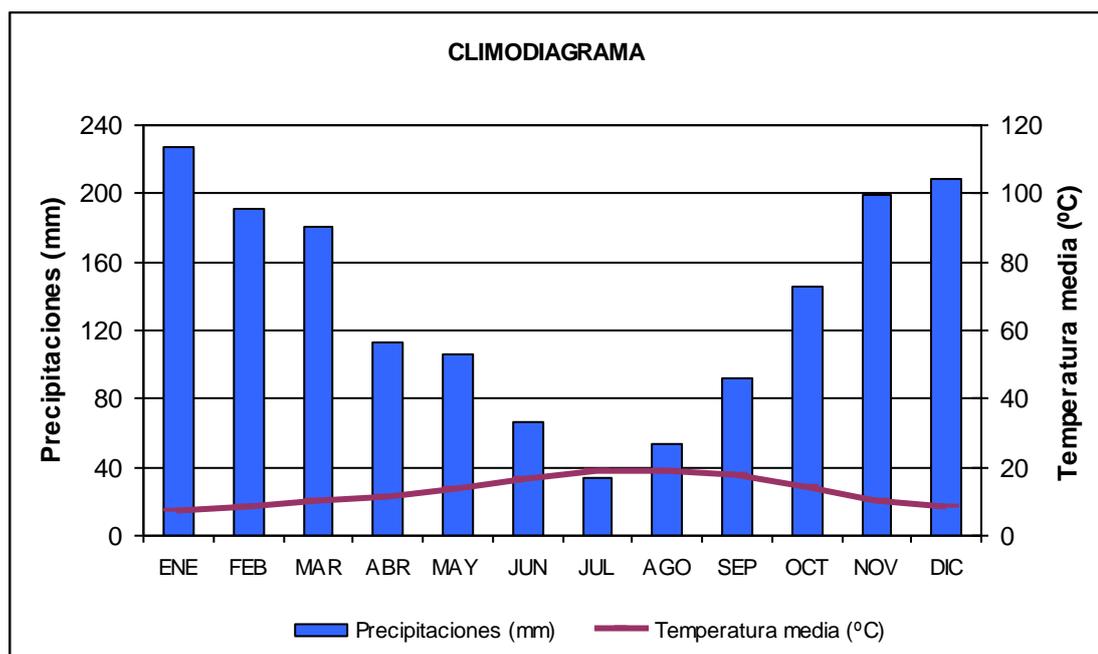


FIG 2: Climodiagrama de la parcela.

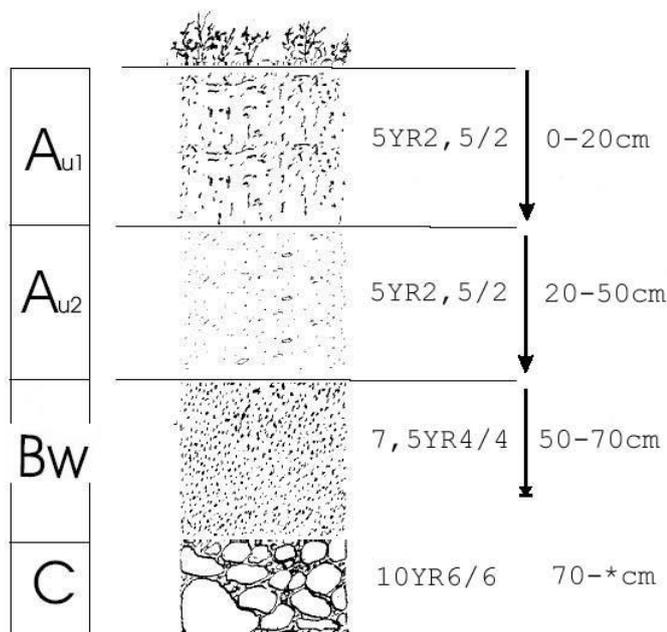
2.2. Geología y Suelos.

Litología: granito

Edafología: Cambisol húmico.

Son suelos moderadamente profundos, con escasa pedregosidad y, también escasa fracción fina.. Los horizontes humíferos aparecen bastante bien estructurados; el Bw y el C se encuentran sin aparente solución de continuidad, en tránsito difuso; el horizonte C, también escasamente pedregoso, está constituido por

granito muy descompuesto y arenizado. Todo el perfil muestra abundantes señales de actividad de entofauna edáfica.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A _{u1}	0-20	Pardo oscuro rojizo (5 YR 2,5/2) en húmedo; franco; grumoso, migajoso; poroso; edafofauna muy activa; raíces abundantes y finas; límite difuso.
A _{u2}	20-50	Pardo oscuro rojizo (50 YR 2,5/2) en húmedo; franco; grumoso, migajoso; poroso; edafofauna muy activa; raíces frecuentes finas y medias; límite difuso.
B _w	50-70	Pardo algo oscuro (7,5 YR 4/4) en húmedo; franco-arenoso; estructura migajoso-particular; raíces escasas; límite difuso.
C	70-*	Amarillo parduzco (10 YR 6/6) en húmedo; arenoso; estructura particular; raíces nulas u ocasionales.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Pinar de *Pinus pinaster* en terreno llano. Estrato arboreo no muy denso en el que además de *P. Pinaster* también participan *Quercus robur* y un pie de *Pinus radiata*. Bajo el dosel de pinos aparecen un subpiso de castaños y robles de casi el 20% de cobertura y un sotobosque donde las especies leñosas no ocupan mucho dejando lugar a un pastizal con helechos que ocupa cerca del 40% de la superficie de la parcela. En el interior de la parcela hay algunos afloramientos gneísicos en bloque que albergan algunas especies rupícolas. En las inmediaciones de la parcela se ha detectado *Ilex aquifolium*.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	88,0	<i>Avenula marginata</i> (Lowe) J. Holub	+
<i>Castanea sativa</i> Miller	9,0	<i>Danthonia decumbens</i> (L.) DC.	+
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	70,0	<i>Erica cinerea</i> L.	+
<i>Pinus radiata</i> D. Don	4,0	<i>Frangula alnus</i> Miller	+
<i>Quercus robur</i> L.	5,0	<i>Hedera helix</i> L.	5,0
ESTRATO ARBUSTIVO	19,5	<i>Lonicera periclymenum</i> L.	+
<i>Castanea sativa</i> Miller	8,3	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeuschel	+
<i>Frangula alnus</i> Miller	4,7	<i>Pseudarrhenatherum longifolium</i> (Thore)	+
<i>Quercus robur</i> L.	6,5	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	24,0
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	38,5	<i>Quercus robur</i> L.	+
<i>Agrostis capillaris</i> L.	+	<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	5,0
<i>Agrostis curtisii</i> Kerguélen	+	<i>Ulex gallii</i> Planchon	2,0
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	+		

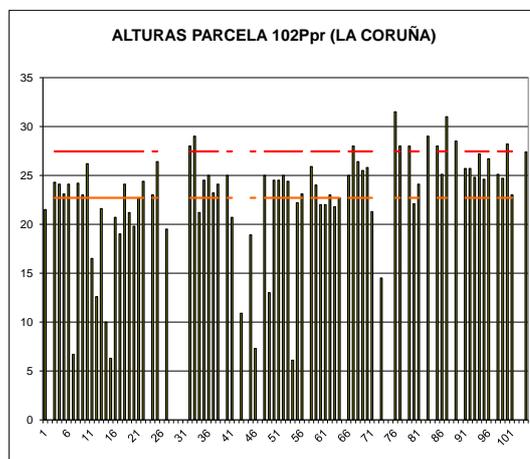
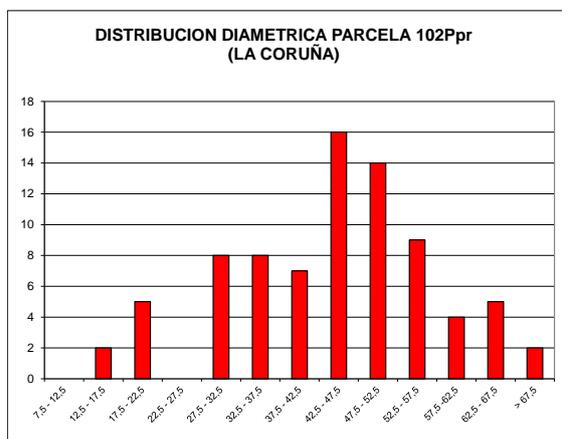
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 8c Serie colina galaicoportuguesa acidofila del roble o *Quercus robur* (*Rusco aculeati-Querceto roboris sigmetum*).

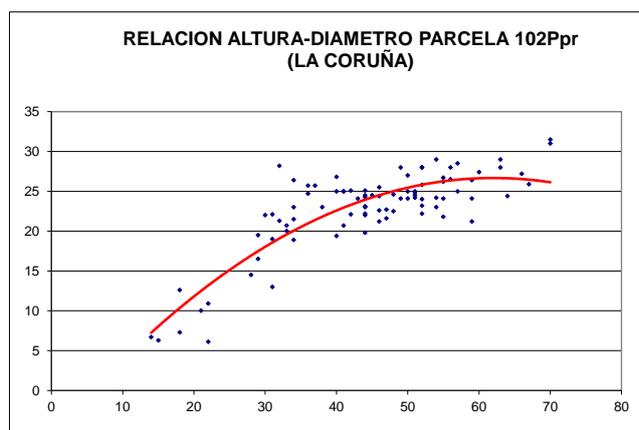
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de pino resinero, en estado de fustal de 80-100 años de edad, cuyas características principales se resumen a continuación:

TABLA 4: Características dasométricas. Área de la parcela, número de pies en la parcela, densidad en pies/ha, Número de pies de la especie principal, número de pies de otras especies, número de pies muertos, edad media, diámetro medio, área basimétrica, diámetro medio cuadrático, altura media, altura dominante, existencias.

Parcela	Área ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad años	D med (cm)	AB m ² /ha	D m c cm	Alt m	Alt do m	Exist m ³ cc
102 Ppr	0,2500	80	320	74	6	24	80-100	44,54	53,99	46,35	22,71	27,45	119,44





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5						
12,5 - 17,5	2	8	8,1	53,71	0,28	1,11
17,5 - 22,5	5	20	11,8	59,05	1,68	6,72
22,5 - 27,5						
27,5 - 32,5	8	32	18,1	60,20	4,44	17,78
32,5 - 37,5	8	32	20,6	58,73	5,67	22,68
37,5 - 42,5	7	28	22,6	56,57	7,21	28,84
42,5 - 47,5	16	64	24,3	53,96	20,99	83,96
47,5 - 52,5	14	56	25,5	51,04	24,96	99,82
52,5 - 57,5	9	36	26,3	47,88	19,66	78,63
57,5 - 62,5	4	16	26,7	44,54	10,39	41,56
62,5 - 67,5	5	20	26,7	41,08	15,66	62,66
> 67,5	2	8	26,5	38,95	8,50	34,00
TOTAL	80	320			119,44	465,37

FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un buen estado fitosanitario, con una defoliación media del 24% dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado casi el 80% de los pies, en lo que supone un empeoramiento con respecto a la evaluación anterior, con un aumento del parámetro en unos dos puntos porcentuales, inferior sin embargo al umbral de cinco que supondría una variación significativa en términos estadísticos, de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales. Este año tampoco se han registrado muertes, tal como ocurriera el pasado año. Se advierte sin embargo un ligero incremento de los pies calificados con defoliaciones moderadas.

Se advierte, al igual que en anteriores evaluaciones, que los pies más dañados son los pinos de menor tamaño, que han quedado bajo el dosel principal de las copas, lo que parece ir apuntando a la falta de luz como uno de los factores de daño del vuelo, pese a que la densidad de la masa en su conjunto, en torno a 320 pies/ha no resulta excesiva para la especie.

Atendiendo a la serie histórica de datos, parece ir confirmándose el empeoramiento observado en las últimas revisiones, sobre todo en comparación con el periodo 2006-2009 en el que la defoliación media se situó bajo el nivel del 20%, y sobre todo alejada de los malos resultados habidos en el bienio 2000-2001 cuando se registraron simultáneamente muertes y defoliaciones graves. A medida que los pies con daños graves han ido muriendo se observa una recuperación paralela de la masa remanente, al desaparecer los árboles más afectados, y no volver a registrarse daños graves desde hace ya varios años, sin superarse por el momento el máximo local de 2013, en el que se registró una de las peores distribuciones del arbolado desde el replanteo de la parcela.

En lo que respecta a la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio del estado de vitalidad del arbolado, se observa un ligero repunte de la variable, al afectar, si bien de forma ligera, a cerca de la cuarta parte de los pies.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

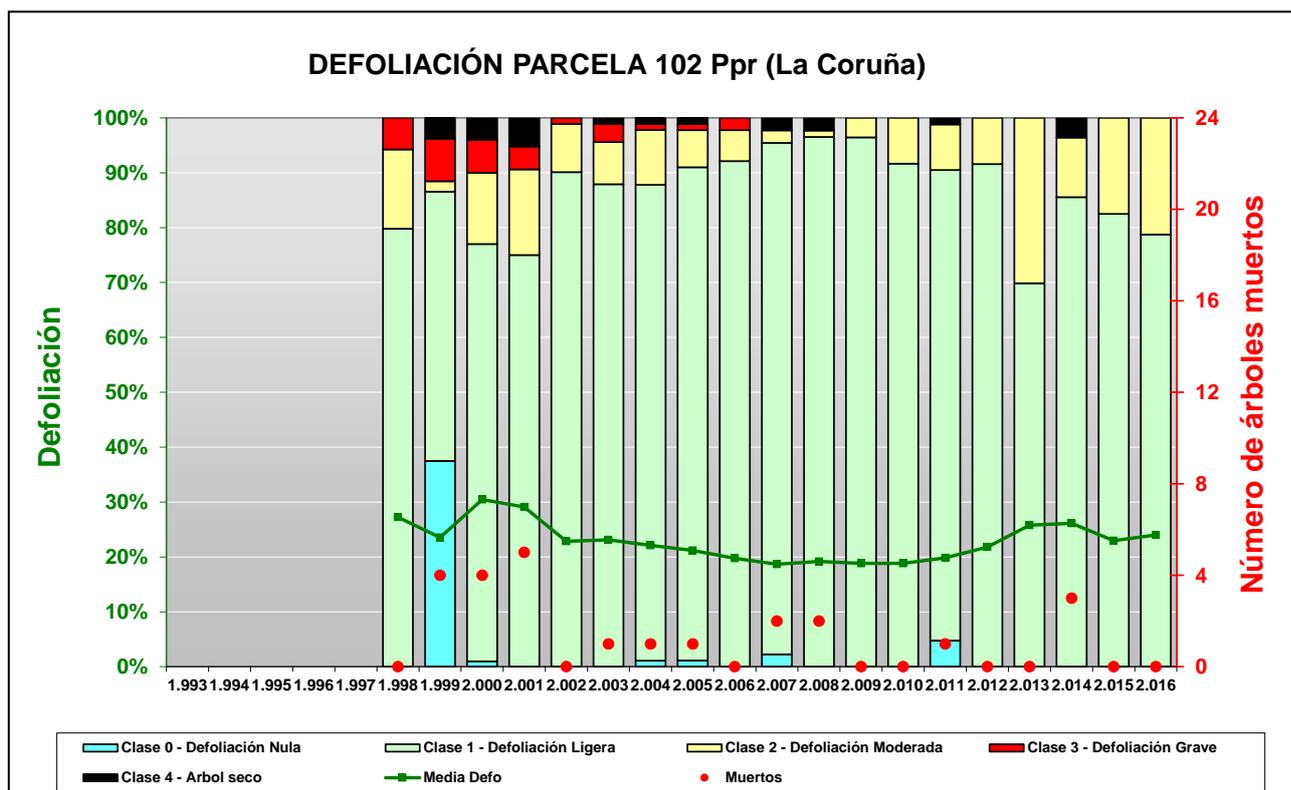


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15%, 25% y 45%

3.2. Daños forestales.

Los principales **agentes dañinos** identificados se resumen en la siguiente tabla, indicándose el número de pies afectados, sus características dendrométricas, defoliación y decoloración asociadas y la diferencia con los valores medios de la parcela.

TABLA 5: Distribución de agentes dañinos en la parcela: pies afectados (Npar), Extensión de los daños en clases de porcentajes en grado de 1 a 7 (Extensión), pies afectados por ha (N/ha), porcentaje de pies afectados (%), defoliación y decoloración de los pies afectados por cada agente (Defo/Deco), diferencia de las defoliaciones y decoloraciones con las medias de la parcela (DifDefo y DifDeco, marcados en **rojo** si el valor de los pies afectados es superior al valor medio de la parcela y en **verde** en caso contrario), diámetro (Diam) y altura medias (Alt) de los pies afectados por cada agente y diferencias con los valores medios de la parcela (DifDiam y DifAlt).

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
INSECTOS												
Defoliadores	17	1,00	68	21,25	22,94	0,41	-1,06	0,07	41,76	20,25	-2,77	-2,46
Acíc. del año	2	1,00	8	2,50	22,50	0,00	-1,50	-0,34	54,00	24,90	9,46	2,19
Acíc. antiguas	11	1,00	44	13,75	21,36	0,09	-2,64	-0,25	47,45	23,75	2,92	1,04
Hojas	4	1,00	16	5,00	27,50	1,50	3,50	1,16	20,00	8,33	-24,54	-14,39
Perforadores	5	1,00	20	6,25	22,00	0,00	-2,00	-0,34	47,60	25,28	3,06	2,57
Brotos del año	1	1,00	4	1,25	20,00	0,00	-4,00	-0,34	55,00	24,10	10,46	1,39
<i>Dioryctria splendidella</i>	4	1,00	16	5,00	22,50	0,00	-1,50	-0,34	45,75	25,58	1,21	2,87
Tronco en copa	3	1,00	12	3,75	21,67	0,00	-2,33	-0,34	48,67	25,53	4,13	2,82
Tronco completo	1	1,00	4	1,25	25,00	0,00	1,00	-0,34	37,00	25,70	-7,54	2,99
Chupadores	15	1,00	60	18,75	24,67	0,33	0,67	-0,01	47,20	23,98	2,66	1,27
Acíc. antiguas	15	1,00	60	18,75	24,67	0,33	0,67	-0,01	47,20	23,98	2,66	1,27
Form. Agallas	1	1,00	4	1,25	30,00	2,00	6,00	1,66	22,00	6,10	-22,54	-16,61
<i>Andricus foecundatrix</i>	1	1,00	4	1,25	30,00	2,00	6,00	1,66	22,00	6,10	-22,54	-16,61
Yemas	1	1,00	4	1,25	30,00	2,00	6,00	1,66	22,00	6,10	-22,54	-16,61
ENFERMEDADES												
Hongos/Royas acíc	4	1,00	16	5,00	23,75	0,00	-0,25	-0,34	44,00	17,95	-0,54	-4,76
Acíc. antiguas	4	1,00	16	5,00	23,75	0,00	-0,25	-0,34	44,00	17,95	-0,54	-4,76
Tizón	5	1,20	20	6,25	24,00	0,20	0,00	-0,14	42,80	24,92	-1,74	2,21
<i>Sphaeropsis sapinea</i>	5	1,20	20	6,25	24,00	0,20	0,00	-0,14	42,80	24,92	-1,74	2,21
Tronco en copa	4	1,00	16	5,00	23,75	0,00	-0,25	-0,34	45,50	24,10	0,96	1,39
Tronco	1	2,00	4	1,25	25,00	1,00	1,00	0,66	32,00	28,20	-12,54	5,49
Hongos pudrición	13	1,31	52	16,25	25,38	0,46	1,38	0,12	40,31	24,18	-4,23	1,47
<i>Fomes pini</i>	13	1,31	52	16,25	25,38	0,46	1,38	0,12	40,31	24,18	-4,23	1,47
Tronco en copa	1	1,00	4	1,25	25,00	0,00	1,00	-0,34	30,00	22,00	-14,54	-0,71
Tronco	12	1,33	48	15,00	25,42	0,50	1,42	0,16	41,17	24,37	-3,37	1,66
Oidio	10	1,80	40	12,50	31,00	1,80	7,00	1,46	22,20	9,09	-22,34	-13,62
<i>Microsphaera alphitoides</i>	10	1,80	40	12,50	31,00	1,80	7,00	1,46	22,20	9,09	-22,34	-13,62
Hojas	8	2,00	32	10,00	31,25	1,75	7,25	1,41	22,25	9,24	-22,29	-13,47
Brotos del año	2	1,00	8	2,50	30,00	2,00	6,00	1,66	22,00	8,50	-22,54	-14,21
AG.ABIÓTICOS												
Fact. físicos	1	7,00	4	1,25	35,00	1,00	11,00	0,66	29,00	16,50	-15,54	-6,21
Guía principal	1	7,00	4	1,25	35,00	1,00	11,00	0,66	29,00	16,50	-15,54	-6,21
Viento/Tornado	11	1,55	44	13,75	22,27	0,27	-1,73	-0,07	43,09	22,25	-1,45	-0,46
Ramillos <2 cm	3	1,00	12	3,75	21,67	0,67	-2,33	0,33	36,67	17,87	-7,87	-4,84
Ramas 2-10 cm	3	1,00	12	3,75	23,33	0,00	-0,67	-0,34	44,00	24,47	-0,54	1,76
Ramas tam. variable	4	1,00	16	5,00	22,50	0,25	-1,50	-0,09	45,00	23,43	0,46	0,72
Guía principal	1	7,00	4	1,25	20,00	0,00	-4,00	-0,34	52,00	24,00	7,46	1,29

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
ANTRÓPICOS												
Otros daños antrópicos	1	1,00	4	1,25	20,00	0,00	-4,00	-0,34	52,00	28,00	7,46	5,29
Tronco	1	1,00	4	1,25	20,00	0,00	-4,00	-0,34	52,00	28,00	7,46	5,29
CONTAMINANTES												
Contaminantes	11	1,00	44	13,75	23,18	0,09	-0,82	-0,25	46,09	22,82	1,55	0,11
Acíc. antiguas	11	1,00	44	13,75	23,18	0,09	-0,82	-0,25	46,09	22,82	1,55	0,11
OTROS DAÑOS												
<i>Hedera helix</i>	68	1,94	272	85,00	23,82	0,29	-0,18	-0,05	44,75	22,38	0,21	-0,33
Tronco	62	1,94	248	77,50	23,71	0,26	-0,29	-0,08	45,34	22,98	0,80	0,27
Tronco completo	6	2,00	24	7,50	25,00	0,67	1,00	0,33	38,67	16,10	-5,87	-6,61
Falta luz	40	1,03	160	50,00	24,88	0,35	0,88	0,01	42,95	21,88	-1,59	-0,83
Acíc. antiguas	2	1,00	8	2,50	30,00	0,50	6,00	0,16	23,00	13,55	-21,54	-9,16
Acíc. todas edades	2	1,00	8	2,50	22,50	0,50	-1,50	0,16	42,00	22,10	-2,54	-0,61
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	2,50	30,00	1,00	6,00	0,66	32,50	17,25	-12,04	-5,46
Ramas 2-10 cm	7	1,00	28	8,75	24,29	0,43	0,29	0,09	41,14	20,74	-3,39	-1,97
Ramas tam. variable	27	1,04	108	33,75	24,44	0,26	0,44	-0,08	45,74	23,12	1,20	0,41
Inter.físicas	48	1,17	192	60,00	23,75	0,27	-0,25	-0,07	45,83	24,09	1,30	1,38
Ramillos <2 cm	4	1,00	16	5,00	23,75	0,25	-0,25	-0,09	34,25	18,93	-10,29	-3,79
Ramas 2-10 cm	18	1,00	72	22,50	21,67	0,17	-2,33	-0,17	47,17	25,23	2,63	2,52
Ramas tam. variable	25	1,08	100	31,25	25,00	0,32	1,00	-0,02	46,92	24,06	2,38	1,35
Guía principal	1	7,00	4	1,25	30,00	1,00	6,00	0,66	41,00	25,00	-3,54	2,29
Compet/Espesura	4	7,00	16	5,00	31,25	0,50	7,25	0,16	23,75	14,33	-20,79	-8,39
Tronco	4	7,00	16	5,00	31,25	0,50	7,25	0,16	23,75	14,33	-20,79	-8,39
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	108	1,03	432	100,00	23,38	0,24	-0,62	-0,10	46,75	24,05	2,21	1,34
Acíc. del año	20	1,00	80	25,00	24,25	0,30	0,25	-0,04	47,25	23,92	2,71	1,21
Acíc. antiguas	40	1,00	160	50,00	22,13	0,13	-1,88	-0,22	47,48	24,77	2,94	2,06
Acíc. todas edades	14	1,07	56	17,50	27,14	0,50	3,14	0,16	42,71	23,62	-1,82	0,91
Brotos del año	9	1,00	36	11,25	22,78	0,11	-1,22	-0,23	46,33	22,34	1,80	-0,37
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	2,50	32,50	0,50	8,50	0,16	31,50	21,45	-13,04	-1,26
Ramas tam. variable	1	1,00	4	1,25	25,00	1,00	1,00	0,66	45,00	24,50	0,46	1,79
Tronco en copa	16	1,00	64	20,00	21,56	0,13	-2,44	-0,22	51,94	24,41	7,40	1,70
Tronco	5	1,40	20	6,25	23,00	0,40	-1,00	0,06	44,00	24,02	-0,54	1,31
Tronco completo	1	1,00	4	1,25	20,00	1,00	-4,00	0,66	31,00	19,00	-13,54	-3,71

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, se advierte en primer lugar un cierto incremento en el nivel de acción de los **defoliadores** braquiderinos en los pinos, dando las habituales mordeduras en diente de sierra a lo largo de la acícula, sin mayor importancia; y una presencia algo más marcada de defoliadores tortricidos sobre los ejemplares de robles del sotobosque acompañante dando las habituales mordeduras y festoneados a lo largo del margen foliar acompañados en ocasiones de mordeduras en ventana, siempre sobre pies de tamaño inferior al vuelo medio de la parcela. Se advierte también la presencia de insectos **chupadores**, presentes en la quinta parte del arbolado muestra en unos niveles muy similares a los de la revisión anterior, y de quien se ven los típicos bandeados amarillentos en las acículas antiguas causados por la desecación del tejido durante la alimentación del insecto. Puede verse en algún caso in situ, y en otros sobre el follaje caído sobre el suelo de la parcela, las perforaciones de entrada causadas por el aparato suctor del chupador taponadas por una pequeña gota de resina apreciable al tacto. Se advierten también, como ya ocurriera el año pasado, alguna perforación en el tronco asociada a la característica resinosis tintada de rojo ocasionada por *Dioryctria splendidella*, sin mayor significación fitosanitaria en ningún caso, junto con alguna agalla de *Andricus foecundatrix* en los robles acompañantes.

La presencia de hongos o enfermedades se encuentra algo más extendida y favorecida por el clima húmedo de la estación, aunque en todos los casos se presentan sobre unos pocos pies salpicados, sin que se detecten afecciones extensas o de consideración ni daños forestales importantes asociados. Destacan sobre todo daños salpicados por *Sphaeropsis sapinea* (*Diplodia pinea*) asociados a resinosis en los troncos, sobre una pequeña fracción de la muestra muy similar a la encontrada el año pasado, asociado a las típicas resinosis a lo largo del fuste debido a la formación de chancros en las partes leñosas, enfermedad muy frecuente en los pinares de la orla atlántica y que se ve muy favorecida en condiciones de alta humedad y por la presencia de heridas o resquebrajaduras que sirven de vías de entrada al patógeno. Se advierten también **hongos de pudrición** en tronco y ramas en algo más del 15% de la población, en niveles similares a los del año anterior, sobre árboles de dimensiones menores al vuelo medio de la parcela y de entre los que se identifican los típicos cuerpos de fructificación en forma de casco de caballo ocasionados por *Fomes pini* patógeno que suele indicar la existencia de algún debilitamiento en el árbol afectado, no manifestado hasta el momento. Por último, y como suele ser habitual en la zona, muy condicionada por las condiciones de humedad, se advierte la típica cobertura blanquecina en las hojas de los robles acompañante causadas por *Microsphaera alphitoides* también conocido como oidio del roble y que es más frecuente en las ramas bajas, al expandirse desde el suelo que actúa como reservorio de esporas, junto con las habituales punteaduras necróticas asociadas a *Mycosphaerella maculiformis* en los pequeños castaños que forman parte del sotobosque acompañante y que en algún caso ha llegado a alcanzar talla arbórea, aún cuando no lleguen a formar parte del arbolado muestra.

En la presente revisión, y tal y como sucediera el año anterior, apenas se han registrado daños por agentes abióticos, limitándose a unas pocas roturas de ramas de distintos diámetros debidas al **viento**, en la mayoría de los casos ya cicatrizadas y sin mayor significación fitosanitaria, siendo los daños más peligrosos cuando afecta a la guía principal, pues el resto de la ramificación queda bajo el dosel principal de las copas, sin posibilidad de progresar en altura y empieza a quedar dominado, iniciando un proceso de decadencia que muchas veces termina con la muerte del árbol afectado, aunque cabe hacer constar la facilidad que presenta el ya mencionado hongo *Sphaeropsis sapinea* para infestar pinos con heridas mecánicas ligadas a viento, nieve o granizo.

Como se viene observando desde hace varios años, y muy posiblemente estimulada por la elevada humedad de la estación, es muy frecuente la aparición de **hiedra** colonizando los troncos y que incluso llega a afectar a la ramificación inferior, ahogando a parte del follaje del árbol afectando, observándose árboles muertos completamente colonizadas por la epífita a lo largo del camino de acceso, antes del vivero, poniendo de manifiesto la peligrosidad potencial sobre el arbolado muestra. La epífita parece tener cierta predilección por los pies de mayores dimensiones y se presenta –en mayor o menor medida- sobre casi todo el arbolado muestra en una lenta pero constante expansión desde el replanteo de la parcela. Se encuentran también ampliamente distribuidos los daños por **falta de luz**, asociados a la muerte o decadencia de los ramillos más bajos al favorecerse los fenómenos de autopoda, en los que el árbol busca favorecer el desarrollo de su guía terminal en detrimento de la ramificación más baja, de la que se desprende. El fenómeno es así más habitual en los pies de menores dimensiones que en algún caso puntual llega a causar daños forestales de consideración, apareciendo asociado a las mayores defoliaciones de la parcela. Están también ampliamente representados los fenómenos de **interacción física** o competencia lateral, en los que el pie afectado recibe una buena iluminación en el ápice pero experimenta dificultades para expandir su ramificación hacia los lados por impedirlo la cercanía de los pies próximos.

Se advierten también punteaduras necróticas sobre las acículas de mayor edad, que a diferencia de las provocadas por los insectos chupadores que se mencionaban anteriormente, no presentaban los típicos grumos de resina causados por el aparato suctor; concentradas además en las superficies abiertas al aire; resultando muy llamativa la presencia de ramillos caídos en el suelo punteados en la zona expuesta y verdes en la superficie en contacto con el suelo, lo que hace pensar en la acción de algún **contaminante atmosférico**.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se observan **amarilleamientos** y **enrojecimientos** en parte de las acículas, así como **enrollamientos** en las acículas del año en curso, junto con algún **aborto** de ramillo del año en el que tras alongar el brote no han llegado a desplegarse las acículas, **puntisecado** de ramillas y **resinosis** en troncos (que podrían estar relacionadas con antiguos efectos de *Sphaeropsis*); sin mayor trascendencia fitosanitaria en ningún caso.

El conjunto de **síntomas y signos** observados se resumen en la tabla adjunta.

TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela: pies afectados (Npar), Extensión de los daños en clases de porcentajes en grado de 1 a 7 (Extensión), pies afectados por ha (N/ha), porcentaje de pies afectados (%), defoliación y decoloración de los pies afectados por cada agente (Defo/Deco), diferencia de las defoliaciones y decoloraciones con las medias de la parcela (DifDefo y DifDeco, marcados en **rojo** si el valor de los pies afectados es superior al valor medio de la parcela y en **verde** en caso contrario), diámetro (Diam) y altura medias (Alt) de los pies afectados por cada agente y diferencias con los valores medios de la parcela (DifDiam y DifAlt).

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
HOJAS/ACÍCULAS												
Acíc. del año	22	1,00	88	27,50	24,09	0,27	0,09	-0,07	47,86	24,00	3,33	1,29
Comidos/perdidos	2	1,00	8	2,50	22,50	0,00	-1,50	-0,34	54,00	24,90	9,46	2,19
Agujeros/Parc. comidas	2	1,00	8	2,50	22,50	0,00	-1,50	-0,34	54,00	24,90	9,46	2,19
Dec. Verde-amarillo	5	1,00	20	6,25	30,00	0,80	6,00	0,46	43,00	24,48	-1,54	1,77
Apical	4	1,00	16	5,00	27,50	0,75	3,50	0,41	42,75	24,48	-1,79	1,77
Parcial	1	1,00	4	1,25	40,00	1,00	16,00	0,66	44,00	24,50	-0,54	1,79
Microfilia	3	1,00	12	3,75	30,00	0,33	6,00	-0,01	33,33	19,73	-11,20	-2,98
Deformaciones	12	1,00	48	15,00	20,42	0,08	-3,58	-0,26	52,50	24,73	7,96	2,02
Enrolladas	12	1,00	48	15,00	20,42	0,08	-3,58	-0,26	52,50	24,73	7,96	2,02
Acíc. antiguas	83	1,00	332	100,00	22,89	0,16	-1,11	-0,18	46,48	23,63	1,94	0,92
Comidos/perdidos	12	1,00	48	15,00	22,08	0,08	-1,92	-0,26	45,83	22,98	1,30	0,26
Agujeros/Parc. comidas	1	1,00	4	1,25	25,00	0,00	1,00	-0,34	40,00	25,00	-4,54	2,29
Muestras	10	1,00	40	12,50	21,00	0,10	-3,00	-0,24	48,20	23,62	3,66	0,91
Caída prematura	1	1,00	4	1,25	30,00	0,00	6,00	-0,34	28,00	14,50	-16,54	-8,21
Dec. Verde-amarillo	42	1,00	168	52,50	23,10	0,17	-0,90	-0,17	47,17	23,50	2,63	0,79
Punteado	11	1,00	44	13,75	23,18	0,09	-0,82	-0,25	46,09	22,82	1,55	0,11
Bandeado	19	1,00	76	23,75	24,47	0,26	0,47	-0,08	46,53	22,71	1,99	0,00
Parcial	12	1,00	48	15,00	20,83	0,08	-3,17	-0,26	49,17	25,38	4,63	2,67
Dec. Rojo-marrón	27	1,00	108	33,75	22,78	0,19	-1,22	-0,15	46,78	24,26	2,24	1,55
Completa	21	1,00	84	26,25	23,57	0,19	-0,43	-0,15	45,00	23,57	0,46	0,86
Parcial	6	1,00	24	7,50	20,00	0,17	-4,00	-0,17	53,00	26,68	8,46	3,97
Deformaciones	2	1,00	8	2,50	25,00	0,00	1,00	-0,34	32,00	21,75	-12,54	-0,96
Enrolladas	2	1,00	8	2,50	25,00	0,00	1,00	-0,34	32,00	21,75	-12,54	-0,96
Acíc. todas edades	16	1,06	64	20,00	26,56	0,50	2,56	0,16	42,63	23,43	-1,91	0,72
Dec. Verde-amarillo	2	1,00	8	2,50	25,00	0,50	1,00	0,16	39,50	25,45	-5,04	2,74
Parcial	2	1,00	8	2,50	25,00	0,50	1,00	0,16	39,50	25,45	-5,04	2,74
Dec. Rojo-marrón	14	1,07	56	17,50	26,79	0,50	2,79	0,16	43,07	23,14	-1,47	0,43
Completa	13	1,08	52	16,25	27,31	0,46	3,31	0,12	44,00	23,46	-0,54	0,75
Punteado	1	1,00	4	1,25	20,00	1,00	-4,00	0,66	31,00	19,00	-13,54	-3,71
Hojas	12	1,67	48	15,00	30,00	1,67	6,00	1,33	21,50	8,93	-23,04	-13,78
Comidos/perdidos	4	1,00	16	5,00	27,50	1,50	3,50	1,16	20,00	8,33	-24,54	-14,39
Agujeros/Parc. comidas	4	1,00	16	5,00	27,50	1,50	3,50	1,16	20,00	8,33	-24,54	-14,39
Dec. Rojo-marrón	3	1,33	12	3,75	31,67	1,67	7,67	1,33	21,33	8,87	-23,20	-13,84
Parcial	3	1,33	12	3,75	31,67	1,67	7,67	1,33	21,33	8,87	-23,20	-13,84

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Signos hongos	5	2,40	20	6,25	31,00	1,80	7,00	1,46	22,80	9,46	-21,74	-13,25
Cob. blanca hojas	5	2,40	20	6,25	31,00	1,80	7,00	1,46	22,80	9,46	-21,74	-13,25
RAMAS/BROTES												
Brotos del año	12	1,00	48	15,00	23,75	0,42	-0,25	0,08	43,00	20,18	-1,54	-2,53
Muerto/moribundo	5	1,00	20	6,25	22,00	0,40	-2,00	0,06	42,20	19,38	-2,34	-3,33
Aborto	7	1,00	28	8,75	25,00	0,43	1,00	0,09	43,57	20,76	-0,97	-1,95
Ramillos <2 cm	11	1,00	44	13,75	25,91	0,55	1,91	0,21	34,09	18,79	-10,45	-3,92
Rotura	7	1,00	28	8,75	22,86	0,43	-1,14	0,09	35,29	18,47	-9,25	-4,24
Muerto/moribundo	4	1,00	16	5,00	31,25	0,75	7,25	0,41	32,00	19,35	-12,54	-3,36
Ramas 2-10 cm	28	1,00	112	35,00	22,50	0,21	-1,50	-0,13	45,32	24,03	0,78	1,32
Rotura	17	1,00	68	21,25	22,06	0,12	-1,94	-0,22	46,29	25,49	1,76	2,78
Muerto/moribundo	7	1,00	28	8,75	24,29	0,43	0,29	0,09	41,14	20,74	-3,39	-1,97
Heridas	4	1,00	16	5,00	21,25	0,25	-2,75	-0,09	48,50	23,55	3,96	0,84
Descortezamientos	4	1,00	16	5,00	21,25	0,25	-2,75	-0,09	48,50	23,55	3,96	0,84
Ramas tam. variable	57	1,05	228	71,25	24,56	0,30	0,56	-0,04	46,19	23,58	1,66	0,87
Rotura	25	1,08	100	31,25	24,80	0,32	0,80	-0,02	45,72	23,66	1,18	0,95
Muerto/moribundo	30	1,03	120	37,50	24,67	0,30	0,67	-0,04	45,60	23,23	1,06	0,52
Heridas	2	1,00	8	2,50	20,00	0,00	-4,00	-0,34	61,00	27,75	16,46	5,04
Descortezamientos	2	1,00	8	2,50	20,00	0,00	-4,00	-0,34	61,00	27,75	16,46	5,04
Guía principal	3	7,00	12	3,75	28,33	0,67	4,33	0,33	40,67	21,83	-3,87	-0,88
Rotura	3	7,00	12	3,75	28,33	0,67	4,33	0,33	40,67	21,83	-3,87	-0,88
Yemas	1	1,00	4	1,25	30,00	2,00	6,00	1,66	22,00	6,10	-22,54	-16,61
Deformaciones	1	1,00	4	1,25	30,00	2,00	6,00	1,66	22,00	6,10	-22,54	-16,61
Agallas	1	1,00	4	1,25	30,00	2,00	6,00	1,66	22,00	6,10	-22,54	-16,61
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	24	1,00	96	30,00	22,08	0,08	-1,92	-0,26	49,54	24,40	5,00	1,69
Signos hongos	1	1,00	4	1,25	25,00	0,00	1,00	-0,34	30,00	22,00	-14,54	-0,71
C.fructificación	1	1,00	4	1,25	25,00	0,00	1,00	-0,34	30,00	22,00	-14,54	-0,71
Otros signos	1	1,00	4	1,25	20,00	0,00	-4,00	-0,34	55,00	24,10	10,46	1,39
Resinosis	22	1,00	88	27,50	22,05	0,09	-1,95	-0,25	50,18	24,52	5,64	1,81
Tronco	85	2,05	340	100,00	24,24	0,32	0,24	-0,02	43,58	22,95	-0,96	0,24
Deformaciones	1	2,00	4	1,25	25,00	0,00	1,00	-0,34	33,00	20,70	-11,54	-2,01
Fendas longitudinales	1	2,00	4	1,25	25,00	0,00	1,00	-0,34	33,00	20,70	-11,54	-2,01
Signos hongos	12	1,33	48	15,00	25,42	0,50	1,42	0,16	41,17	24,37	-3,37	1,66
C.fructificación	12	1,33	48	15,00	25,42	0,50	1,42	0,16	41,17	24,37	-3,37	1,66
Otros signos	62	1,94	248	77,50	23,71	0,26	-0,29	-0,08	45,34	22,98	0,80	0,27
Heridas	1	1,00	4	1,25	20,00	0,00	-4,00	-0,34	52,00	28,00	7,46	5,29
Descortezamientos	1	1,00	4	1,25	20,00	0,00	-4,00	-0,34	52,00	28,00	7,46	5,29
Resinosis	5	1,40	20	6,25	23,00	0,60	-1,00	0,26	43,80	25,52	-0,74	2,81
Inclinado	4	7,00	16	5,00	31,25	0,50	7,25	0,16	23,75	14,33	-20,79	-8,39
Tronco completo	8	1,75	32	10,00	24,38	0,63	0,38	0,29	37,50	17,66	-7,04	-5,05
Otros signos	6	2,00	24	7,50	25,00	0,67	1,00	0,33	38,67	16,10	-5,87	-6,61
Resinosis	2	1,00	8	2,50	22,50	0,50	-1,50	0,16	34,00	22,35	-10,54	-0,36

Por último, se presenta a continuación la relación entre agentes dañinos identificados y los distintos síntomas observados.

TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados.

	N par	Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Form. Agallas	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	22	2	11,76						
Comidos/perdidos	2	2	11,76						
Agujeros/Parc. comidas	2	2	11,76						
Dec. Verde-amarillo	5								
Apical	4								
Parcial	1								
Microfilia	3								
Deformaciones	12								
Enrolladas	12								
Acíc. antiguas	83	11	64,71			15	100,00		
Comidos/perdidos	12	11	64,71						
Agujeros/Parc. comidas	1	1	5,88						
Muestras	10	10	58,82						
Caída prematura	1								
Dec. Verde-amarillo	42					15	100,00		
Punteado	11								
Bandeado	19					15	100,00		
Parcial	12								
Dec. Rojo-marrón	27								
Completa	21								
Parcial	6								
Deformaciones	2								
Enrolladas	2								
Acíc. todas edades	16								
Dec. Verde-amarillo	2								
Parcial	2								
Dec. Rojo-marrón	14								
Completa	13								
Punteado	1								
Hojas	12	4	23,53						
Comidos/perdidos	4	4	23,53						
Agujeros/Parc. comidas	4	4	23,53						
Dec. Rojo-marrón	3								
Parcial	3								
Signos hongos	5								
Cob. blanca hojas	5								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	12			1	20,00				
Muerto/moribundo	5			1	20,00				
Aborto	7								
Ramillos <2 cm	11								
Rotura	7								
Muerto/moribundo	4								
Ramas 2-10 cm	28								
Rotura	17								
Muerto/moribundo	7								
Heridas	4								

	N par	Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Form. Agallas	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Descortezamientos	4								
Ramas tam. variable	57								
Rotura	25								
Muerto/moribundo	30								
Heridas	2								
Descortezamientos	2								
Guía principal	3								
Rotura	3								
Yemas	1							1	100,00
Deformaciones	1							1	100,00
Agallas	1							1	100,00
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	24			3	60,00				
Signos hongos	1								
C.fructificación	1								
Otros signos	1								
Resinosis	22			3	60,00				
Tronco	85								
Deformaciones	1								
Fendas longitudinales	1								
Signos hongos	12								
C.fructificación	12								
Otros signos	62								
Heridas	1								
Descortezamientos	1								
Resinosis	5								
Inclinado	4								
Tronco completo	8			1	20,00				
Otros signos	6								
Resinosis	2			1	20,00				

	N par	Hongos/Royas acíc		Tizón		Hongos pudrición		Oidio	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	22								
Comidos/perdidos	2								
Agujeros/Parc. comidas	2								
Dec. Verde-amarillo	5								
Apical	4								
Parcial	1								
Microfilia	3								
Deformaciones	12								
Enrolladas	12								
Acíc. antiguas	83	4	100,00						
Comidos/perdidos	12								
Agujeros/Parc. comidas	1								
Muescas	10								
Caída prematura	1								

	N par	Hongos/Royas acíc		Tizón		Hongos pudrición		Oidio	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Dec. Verde-amarillo	42	4	100,00						
Punteado	11								
Bandeado	19	4	100,00						
Parcial	12								
Dec. Rojo-marrón	27								
Completa	21								
Parcial	6								
Deformaciones	2								
Enrolladas	2								
Acíc. todas edades	16								
Dec. Verde-amarillo	2								
Parcial	2								
Dec. Rojo-marrón	14								
Completa	13								
Punteado	1								
Hojas	12							8	80,00
Comidos/perdidos	4								
Agujeros/Parc. comidas	4								
Dec. Rojo-marrón	3							3	30,00
Parcial	3							3	30,00
Signos hongos	5							5	50,00
Cob. blanca hojas	5							5	50,00
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	12							2	20,00
Muerto/moribundo	5							1	10,00
Aborto	7							1	10,00
Ramillos <2 cm	11								
Rotura	7								
Muerto/moribundo	4								
Ramas 2-10 cm	28								
Rotura	17								
Muerto/moribundo	7								
Heridas	4								
Descortezamientos	4								
Ramas tam. variable	57								
Rotura	25								
Muerto/moribundo	30								
Heridas	2								
Descortezamientos	2								
Guía principal	3								
Rotura	3								
Yemas	1								
Deformaciones	1								
Agallas	1								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	24			4	80,00	1	7,69		
Signos hongos	1					1	7,69		
C.fructificación	1					1	7,69		
Otros signos	1								

	N par	Hongos/Royas acíc		Tizón		Hongos pudrición		Oidio	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Resinosis	22			4	80,00				
Tronco	85			1	20,00	12	92,31		
Deformaciones	1								
Fendas longitudinales	1								
Signos hongos	12					12	92,31		
C.fructificación	12					12	92,31		
Otros signos	62								
Heridas	1								
Descortezamientos	1								
Resinosis	5			1	20,00				
Inclinado	4								
Tronco completo	8								
Otros signos	6								
Resinosis	2								

	N par	Fact. físicos		Viento/Tornado		Otros daños antrópicos		Contaminantes	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	22								
Comidos/perdidos	2								
Agujeros/Parc. comidas	2								
Dec. Verde-amarillo	5								
Apical	4								
Parcial	1								
Microfilia	3								
Deformaciones	12								
Enrolladas	12								
Acíc. antiguas	83							11	100,00
Comidos/perdidos	12								
Agujeros/Parc. comidas	1								
Muestras	10								
Caída prematura	1								
Dec. Verde-amarillo	42							11	100,00
Punteado	11							11	100,00
Bandeado	19								
Parcial	12								
Dec. Rojo-marrón	27								
Completa	21								
Parcial	6								
Deformaciones	2								
Enrolladas	2								
Acíc. todas edades	16								
Dec. Verde-amarillo	2								
Parcial	2								
Dec. Rojo-marrón	14								
Completa	13								
Punteado	1								

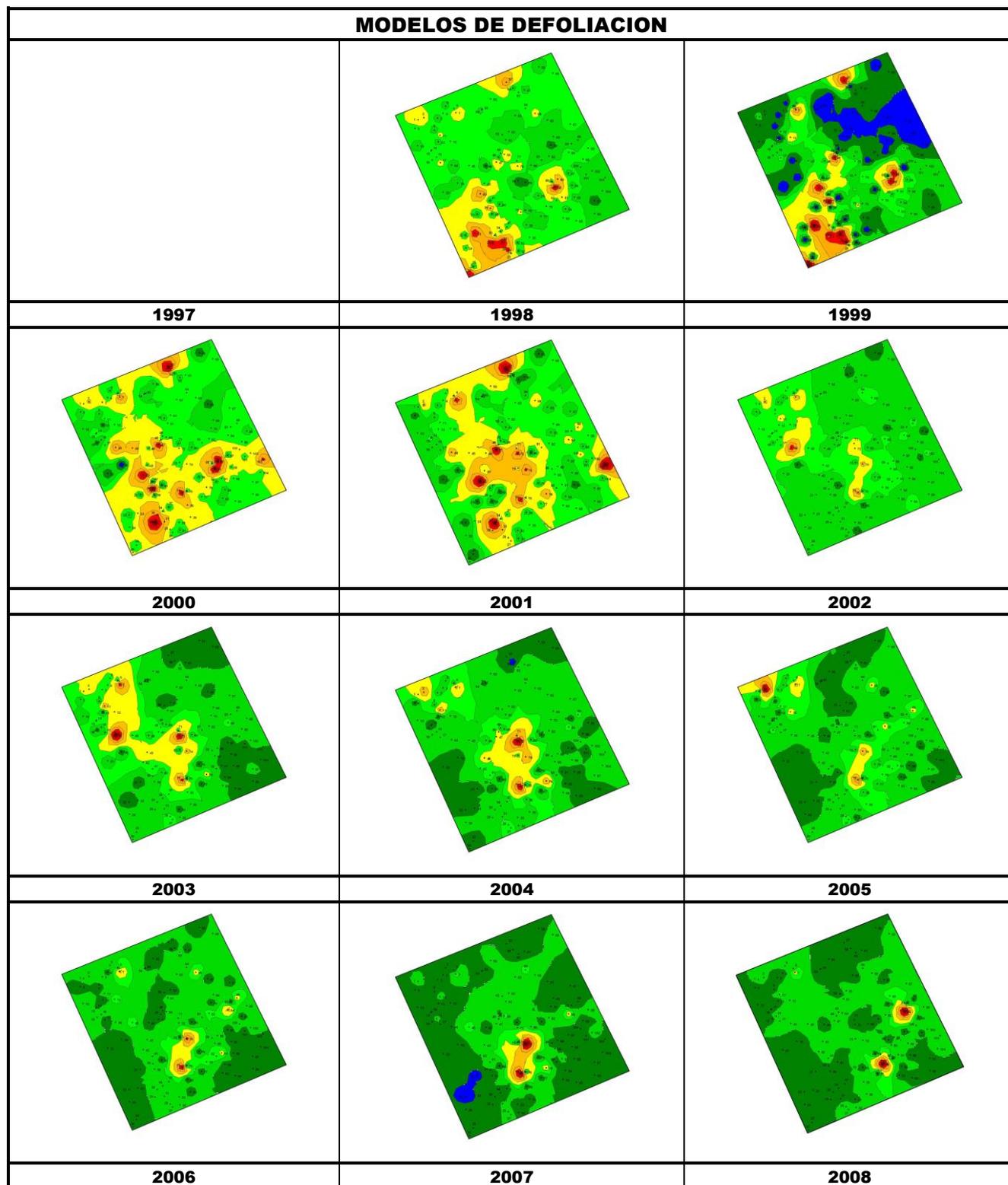
	N par	Fact. físicos		Viento/Tornado		Otros daños antrópicos		Contaminantes	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Hojas	12								
Comidos/perdidos	4								
Agujeros/Parc. comidas	4								
Dec. Rojo-marrón	3								
Parcial	3								
Signos hongos	5								
Cob. blanca hojas	5								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	12								
Muerto/moribundo	5								
Aborto	7								
Ramillos <2 cm	11			3	27,27				
Rotura	7			3	27,27				
Muerto/moribundo	4								
Ramas 2-10 cm	28			3	27,27				
Rotura	17			3	27,27				
Muerto/moribundo	7								
Heridas	4								
Descortezamientos	4								
Ramas tam. variable	57			4	36,36				
Rotura	25			3	27,27				
Muerto/moribundo	30			1	9,09				
Heridas	2								
Descortezamientos	2								
Guía principal	3	1	100,00	1	9,09				
Rotura	3	1	100,00	1	9,09				
Yemas	1								
Deformaciones	1								
Agallas	1								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	24								
Signos hongos	1								
C.fructificación	1								
Otros signos	1								
Resinosis	22								
Tronco	85					1	100,00		
Deformaciones	1								
Fendas longitudinales	1								
Signos hongos	12								
C.fructificación	12								
Otros signos	62								
Heridas	1					1	100,00		
Descortezamientos	1					1	100,00		
Resinosis	5								
Inclinado	4								
Tronco completo	8								
Otros signos	6								
Resinosis	2								

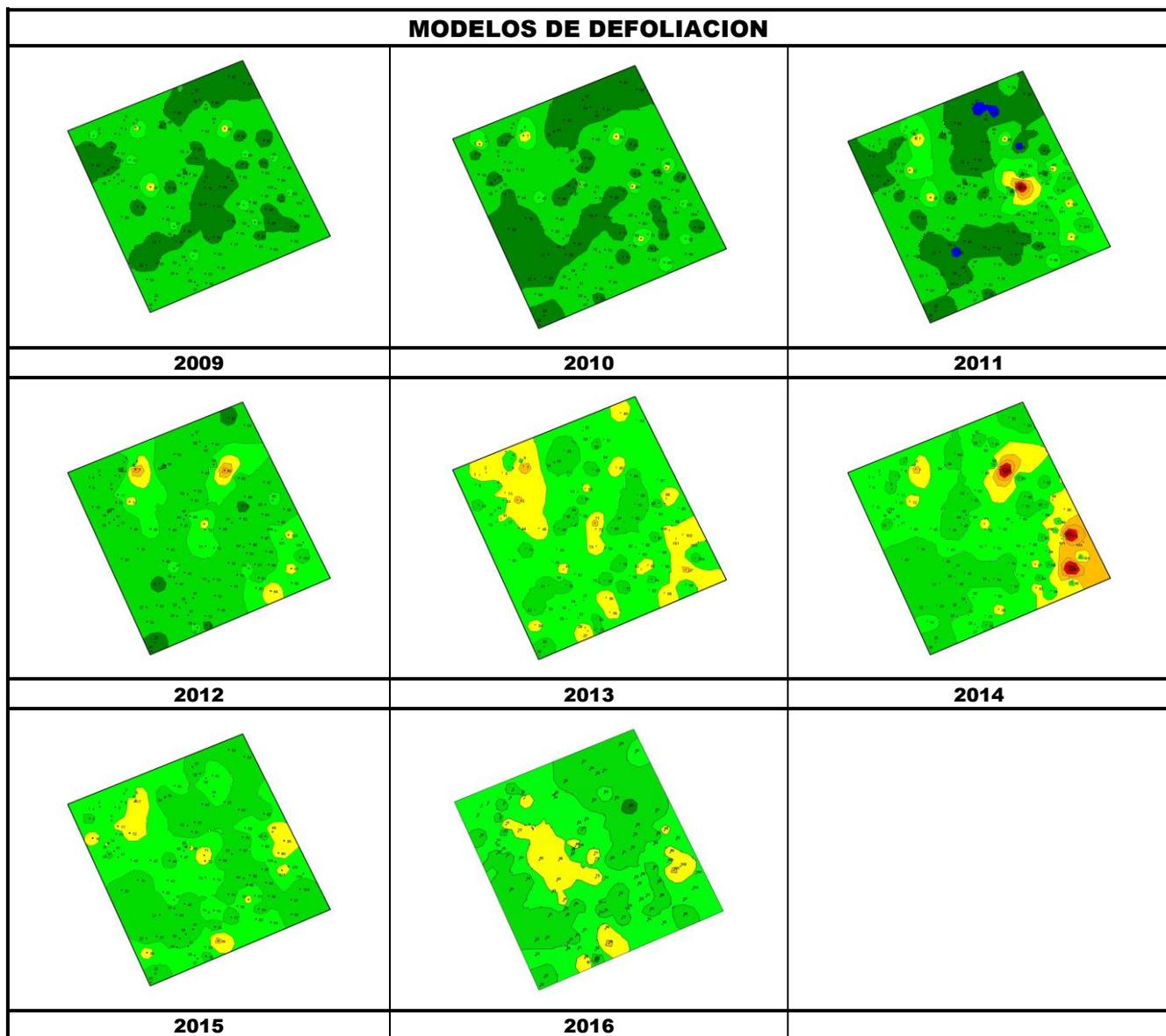
	N par	<i>Hedera helix</i>		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	22									20	18,52
Comidos/perdidos	2										
Agujeros/Parc. comidas	2										
Dec. Verde-amarillo	5									5	4,63
Apical	4									4	3,70
Parcial	1									1	0,93
Microfilia	3									3	2,78
Deformaciones	12									12	11,11
Enrolladas	12									12	11,11
Acíc. antiguas	83			2	5,00					40	37,04
Comidos/perdidos	12			1	2,50						
Agujeros/Parc. comidas	1										
Muestras	10										
Caída prematura	1			1	2,50						
Dec. Verde-amarillo	42									12	11,11
Punteado	11										
Bandeado	19										
Parcial	12									12	11,11
Dec. Rojo-marrón	27			1	2,50					26	24,07
Completa	21			1	2,50					20	18,52
Parcial	6									6	5,56
Deformaciones	2									2	1,85
Enrolladas	2									2	1,85
Acíc. todas edades	16			2	5,00					14	12,96
Dec. Verde-amarillo	2									2	1,85
Parcial	2									2	1,85
Dec. Rojo-marrón	14			2	5,00					12	11,11
Completa	13			2	5,00					11	10,19
Punteado	1									1	0,93
Hojas	12										
Comidos/perdidos	4										
Agujeros/Parc. comidas	4										
Dec. Rojo-marrón	3										
Parcial	3										
Signos hongos	5										
Cob. blanca hojas	5										
RAMAS/BROTES											
Brotos del año	12									9	8,33
Muerto/moribundo	5									3	2,78
Aborto	7									6	5,56
Ramillos <2 cm	11			2	5,00	4	8,33			2	1,85
Rotura	7					4	8,33				
Muerto/moribundo	4			2	5,00					2	1,85
Ramas 2-10 cm	28			7	17,50	18	37,50				
Rotura	17					14	29,17				
Muerto/moribundo	7			7	17,50						
Heridas	4					4	8,33				

	N par	<i>Hedera helix</i>		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Descortezamientos	4					4	8,33				
Ramas tam. variable	57			27	67,50	25	52,08			1	0,93
Rotura	25					22	45,83				
Muerto/moribundo	30			27	67,50	1	2,08			1	0,93
Heridas	2					2	4,17				
Descortezamientos	2					2	4,17				
Guía principal	3					1	2,08				
Rotura	3					1	2,08				
Yemas	1										
Deformaciones	1										
Agallas	1										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	24									16	14,81
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Otros signos	1									1	0,93
Resinosis	22									15	13,89
Tronco	85	62	91,18					4	100,00	5	4,63
Deformaciones	1									1	0,93
Fendas longitudinales	1									1	0,93
Signos hongos	12										
C.fructificación	12										
Otros signos	62	62	91,18								
Heridas	1										
Descortezamientos	1										
Resinosis	5									4	3,70
Inclinado	4							4	100,00		
Tronco completo	8	6	8,82							1	0,93
Otros signos	6	6	8,82								
Resinosis	2									1	0,93



FIG 6: Chancros resinosos y lesiones corticales en pinos Agalla de *Andricus kollari* y oidio por *Microsphaera alphitoides* en robles.





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

Defoliación	
0.00-12.50	
12.51-17.50	
17.51-22.50	
22.51-27.50	
27.51-37.50	
37.51-50.00	
50.01-62.50	
62.51-75.00	
75.01-88.10	
88.11-99.00	
99.10-100.00	

4. Instrumentación.

Para el seguimiento intensivo y continuo de la parcela están instalados los siguientes equipos de medición:

TABLA 8: Equipos de medición instalados en la parcela. Periodicidad quincenal 1997-2011; Mensual desde 2012

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Meteorología	Torre meteorológica		1	1997	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		-		
Trascolación	Acumuladores	6		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	-			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
Solución del suelo	Lisímetros	8		1998	Quincenal/Mensual
Humedad del suelo	Sonda de humedad	2		2009	Quincenal/Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2000	Quincenal/Mensual

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		1999	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		1998	Quincenal/Mensual



FIG 7: Parcela exterior, torre meteorológica y dosímetros. Parcela interior, captadores. Caja de lisímetros. Sondas de humedad

5. Deposición atmosférica.

La **deposición atmosférica** es un conjunto de procesos que conducen al depósito de materiales ajenos (a través de hidrometeoros, aerosoles o movimientos de gases) sobre la superficie descubierta del suelo o sobre la superficie exterior de árboles y plantas (troncos, ramas y hojas). La deposición depende de la concentración de contaminantes en una estación y momento determinados, lo que a su vez es función de la situación y actividad de las fuentes de emisión (grandes núcleos urbanos o industrias) así como de las condiciones atmosféricas, que determinan no sólo el movimiento de los contaminantes sino la reactividad entre los mismos.

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

- ✓ **Deposición seca:** depósito directo de los contaminantes sobre la superficie del suelo, el agua y la vegetación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas próximas a los focos de emisión.
- ✓ **Deposición húmeda:** depósito arrastrado hacia el ecosistema por la lluvia o la nieve. Previa unión de los contaminantes 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, niebla, rocío y escarcha.

Para desarrollar un programa de seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de los bosques, uno de los objetivos principales del programa, es necesario disponer de una estimación de la cantidad de contaminantes que entran periódicamente por unidad de superficie. Como sistema de medición más económico y eficaz se ha desarrollado el **método de trascolación**, empleado en todo el sistema ICP-Forests, que permite la estimación de las deposiciones total y seca, el cálculo de la deposición húmeda y la caracterización de los procesos de interacción entre los contaminantes que tienen lugar dentro del arbolado.

Para caracterizar la deposición se toman como vías de entrada al ecosistema:

- ✓ **Precipitación en campo abierto:** denominada también precipitación incidente o *bulk deposition*, que llega al suelo directamente desde el cielo, sin atravesar el dosel arbóreo y que se corresponde con la deposición húmeda
- ✓ **Precipitación bajo dosel arbóreo:** denominada también trascolación o *throughfall* en la que se recoge el agua que llega al suelo tras atravesar el follaje de la masa forestal, tras mojar la superficie de las copas e interactuar con ellas, arrastrando parte de la deposición seca previamente caída, así como la precipitación húmeda.

La toma de muestras se hace en una batería de colectores normalizados situados a campo abierto y bajo cubierta arbórea y se analizan en una serie de laboratorios de referencia convenientemente intercalibrados entre sí, a través de un exhaustivo sistema de control y aseguramiento de calidad, de forma que resulten intercomparables y coherentes entre sí los resultados obtenidos en los países integrantes del programa. Para el cálculo de la deposición hay que tener en cuenta tanto la cantidad de precipitación al ecosistema como la concentración de los diferentes solutos en la misma.

Como variables de medición de la deposición, el manual considera los siguientes parámetros:

TABLA 9: parámetros descriptores de la deposición atmosférica en los ecosistemas forestales del Programa ICP-Forests.

Variable	Descripción	Valores de referencia RTSAP(*)
pH	Medida de la acidez o basicidad. Se considera lluvia ácida con valores $\leq 5,65$.	6,5 – 9,5
Conductividad	Índice de la presencia general de solutos en el agua.	$\leq 2.500 \mu\text{S/cm}$
Calcio	Elementos 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.	n.d
Magnesio		n.d
Potasio		n.d
Sodio	Elementos de origen marino, dependiendo su presencia de la distancia a la línea de costa. Papel tóxico en la vegetación	200 mg/l
Cloro		250 mg/l
Amonio	Procede de emisiones contaminantes a la atmósfera fundamentalmente de actividades agrícolas o ganaderas. Papel en la acidificación de los suelos.	0,50 mg/l
Nitratos	Producidos por la actividad industrial, doméstica y de transporte, ligados a procesos de combustión y responsables de la acidificación de la deposición que llega a los ecosistemas forestales. Papel precursor (N) en la formación de ozono, contaminante secundario en forma de aerosol.	50 mg/l
Sulfatos		250 mg/l

(*)RTSAP: Reglamento Técnico-Sanitario de Aguas Potables.

Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 102Ppr, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

De cada parámetro se da el comportamiento del parámetro, la diferencia existente entre trascolación (bajo cubierta arbórea) y precipitación incidente (a campo abierto), lo que da idea tanto del papel del arbolado como sumidero como de la incidencia de la deposición seca, así como la distribución por trimestres de cada deposición, con objeto de caracterizar una posible tendencia temporal en el aporte de polutentes al ecosistema.

5.1. pH.

TABLA 10: Caracterización pH. Media anual ponderada por volumen (en rojo valores anuales < 5,65), porcentaje de muestreos en los que se ha obtenido pH < 5,65 (lluvia ácida), precipitación anual y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	5,11	100,00	1013	6,71	0,00	1510	5,95	6,27
1998	5,06	83,33	1374	6,00	15,79	1800	5,84	6,21
1999	5,38	66,67	1926	6,08	22,73	2359	6,19	6,48
2000	4,98	86,96	2252	5,49	60,87	2555	6,07	6,27
2001	4,98	89,47	2210	5,40	84,21	2701	5,86	6,00
2002	5,23	58,33	2332	5,86	20,83	2780	6,41	6,54
2003	5,08	69,57	2061	5,65	47,83	2226	6,17	6,21
2004	5,24	76,92	1428	5,53	57,14	1774	6,19	6,13
2005	5,02	75,00	1292	5,06	80,95	1489	6,01	5,98
2006	5,13	63,16	2352	5,37	72,22	3116	6,13	6,07
2007	4,85	85,00	1691	5,04	90,00	2227	6,01	5,79
2008	5,00	100,00	1735	5,12	100,00	2225	6,14	5,99
2009	5,06	83,33	2111	5,40	66,67	2725	6,14	6,13
2010	5,45	41,67	1856	5,69	58,33	2290	6,22	6,19
2011	5,17	91,67	1748	5,30	91,67	1941	6,10	6,04
2012	5,25	85,71	716	5,30	100,00	973	5,96	5,98
2014	5,60	37,50	1291	5,80	37,50	1590	6,17	6,20
2015	5,43	75,00	1528	5,72	33,33	2013	6,08	6,18
Media	5,17	76,07	1718	5,58	57,78	2127	6,09	6,15

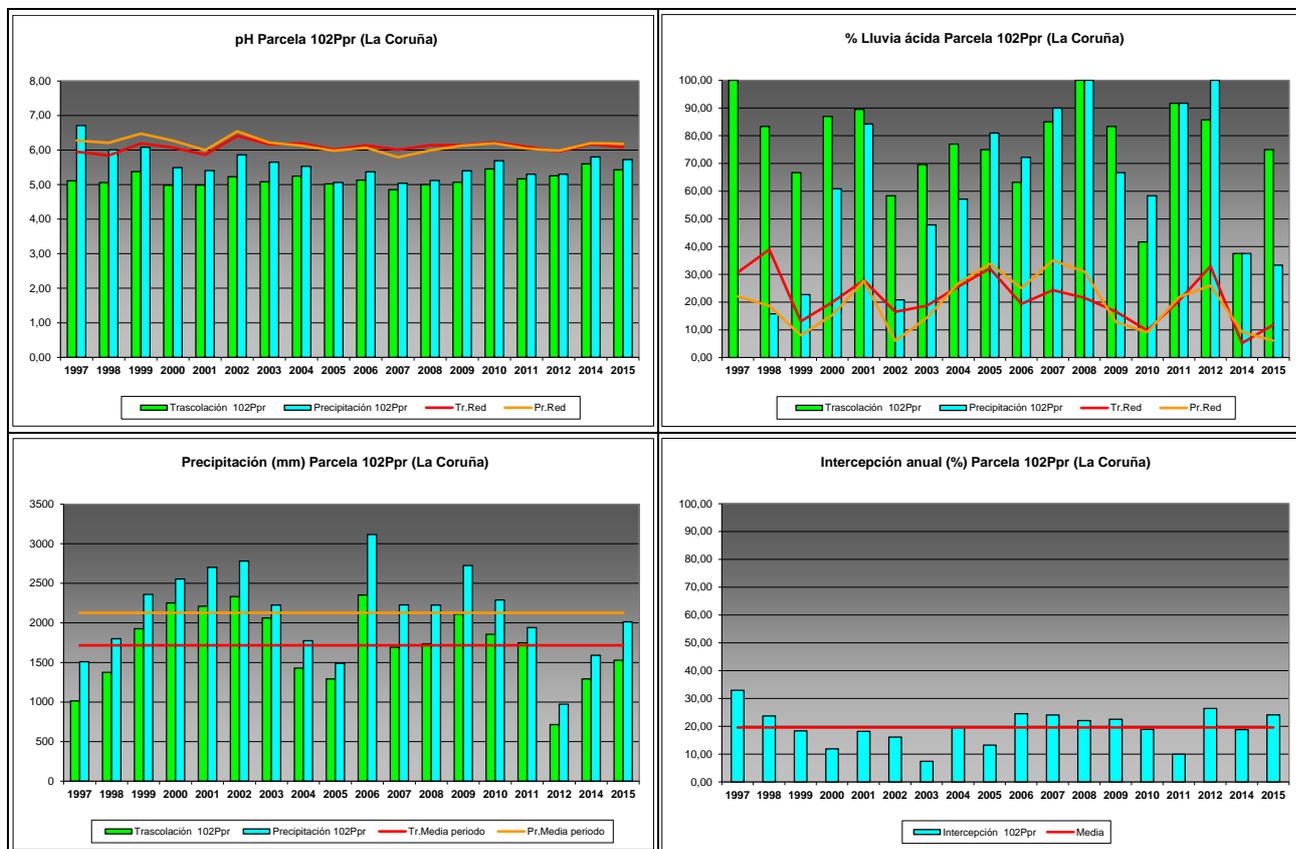


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

5.2. Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$).

TABLA 11: Caracterización Conductividad. Media anual ponderada por volumen, precipitación anual y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	34,10		1013	29,28		1510	25,59	22,11
1998	37,09		1374	27,33		1800	29,47	22,63
1999	42,11		1926	18,43		2359	33,24	19,93
2000	47,75		2252	20,44		2555	35,37	22,07
2001	52,16		2210	19,19		2701	28,43	16,06
2002	70,70		2332	27,81		2780	49,05	30,17
2003	36,94		2061	21,94		2226	46,47	25,27
2004	77,08		1428	34,49		1774	63,98	37,20
2005	58,71		1292	31,78		1489	65,86	30,61
2006	58,14		2352	28,76		3116	61,93	28,83
2007	67,35		1691	31,84		2227	50,03	28,98
2008	48,96		1735	21,26		2225	46,84	22,94
2009	61,62		2111	24,04		2725	49,56	20,18
2010	60,00		1856	23,04		2290	44,44	15,09
2011	42,97		1748	46,79		1941	51,52	19,09
2012	35,71		716	14,50		973	53,38	20,50
2014	19,63		1291	12,73		1590	27,94	15,23
2015	38,63		1528	36,46		2013	45,28	18,25
Media	49,43		1718	26,12		2127	44,91	23,06

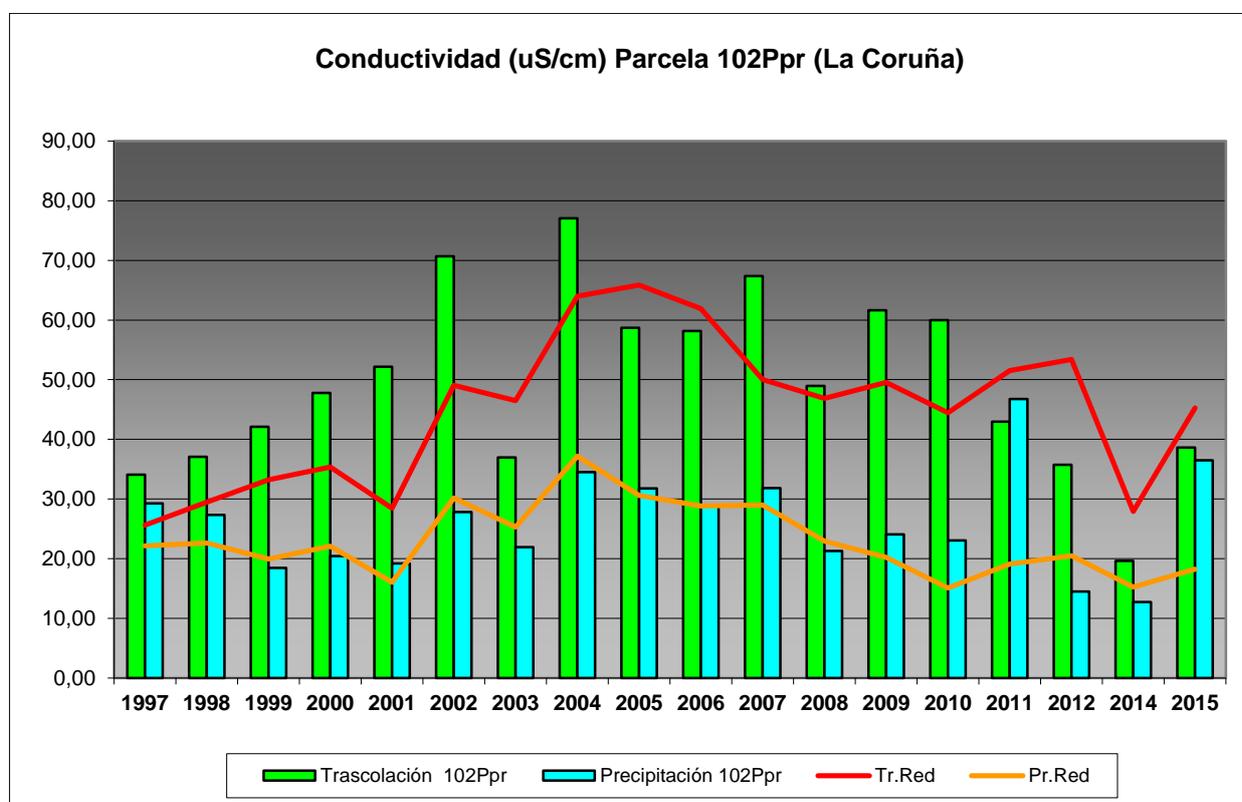


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

TABLA 12: Caracterización Potasio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

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)
1997	0,84	8,48	1013	0,93	14,06	1510	-5,58	7,33	5,18
1998	2,56	35,11	1374	1,46	26,24	1800	8,88	19,45	13,28
1999	2,44	46,93	1926	1,20	28,20	2359	18,74	17,99	11,86
2000	2,61	58,70	2252	1,51	38,69	2555	20,02	22,33	15,28
2001	2,13	46,88	2210	1,06	28,71	2701	18,17	16,00	9,92
2002	1,76	41,03	2332	0,57	15,79	2780	25,24	19,36	7,73
2003	1,44	29,67	2061	0,40	8,87	2226	20,80	12,93	3,83
2004	2,16	29,42	1428	0,64	10,64	1774	18,78	16,14	4,88
2005	2,42	31,26	1292	0,75	11,22	1489	20,04	12,47	5,15
2006	1,71	40,21	2352	0,59	18,46	3116	21,75	19,14	9,86
2007	1,99	33,69	1691	0,64	14,19	2227	19,50	20,44	7,92
2008	1,99	34,51	1735	0,42	9,28	2225	25,23	22,97	6,57
2009	1,39	29,41	2111	0,42	10,81	2725	18,60	18,05	4,28
2010	1,77	32,82	1856	0,29	6,58	2290	26,25	21,96	3,59
2011	3,26	56,99	1748	1,56	30,32	1941	26,67	18,92	5,75
2012	0,63	4,52	716	0,28	2,76	973	1,76	2,99	0,92
2014	0,94	12,08	1291	0,13	2,10	1590	9,98	11,97	1,60
2015	1,63	24,90	1528	0,89	17,93	2013	6,97	18,33	4,20
Media	1,87	33,15	1718	0,76	16,38	2127	16,77	16,60	6,77

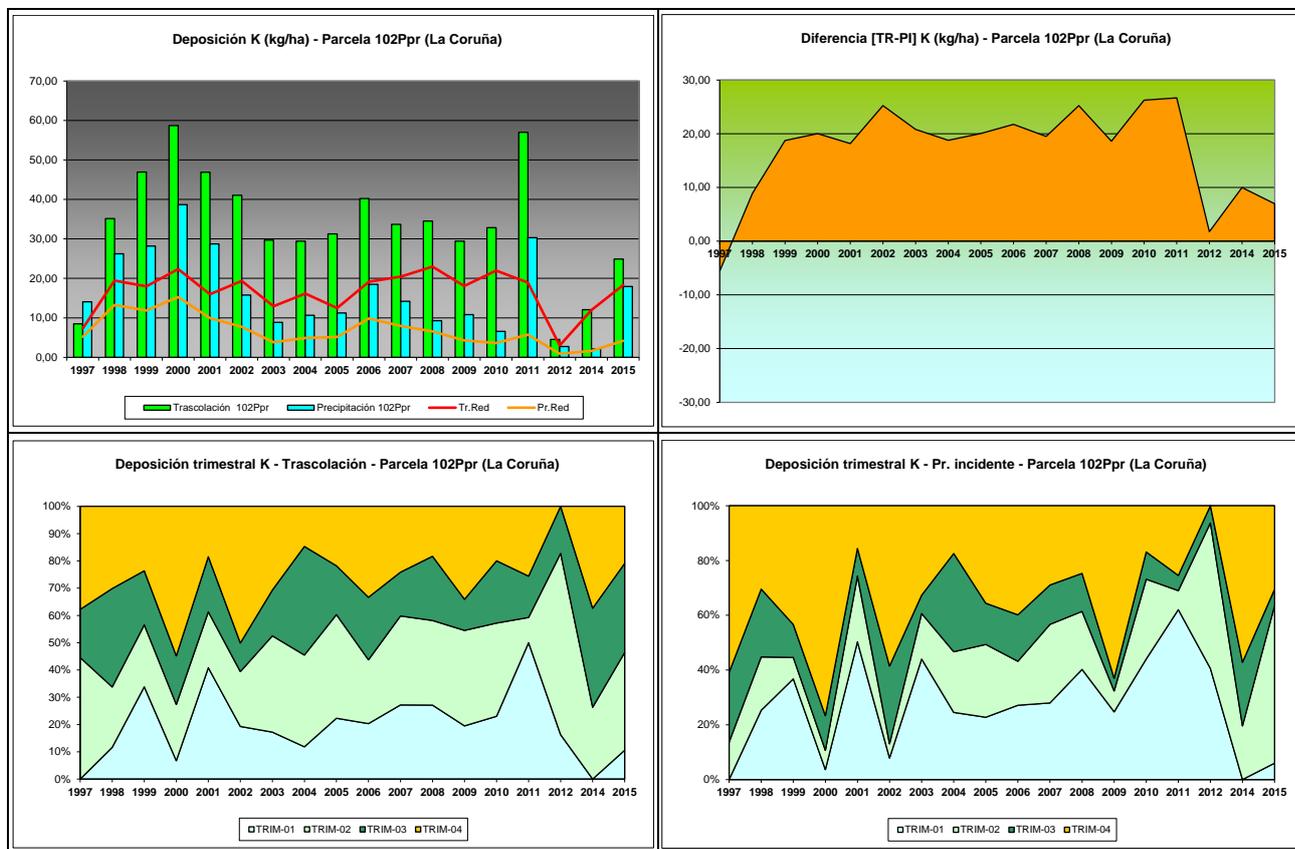


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

TABLA 13: Caracterización Calcio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

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)
1997	0,41	4,20	1013	0,37	5,64	1510	-1,44	7,29	5,16
1998	0,88	12,07	1374	0,49	8,80	1800	3,28	6,91	4,05
1999	0,90	17,28	1926	0,30	7,06	2359	10,22	10,77	6,68
2000	0,85	19,06	2252	0,33	8,40	2555	10,67	10,94	7,70
2001	0,72	15,85	2210	0,29	7,94	2701	7,91	8,58	6,22
2002	1,07	24,91	2332	0,52	14,46	2780	10,45	12,23	9,40
2003	2,37	48,75	2061	2,14	47,62	2226	1,13	23,45	26,64
2004	1,86	25,33	1428	1,44	24,10	1774	1,23	18,95	20,04
2005	1,19	15,34	1292	1,13	16,86	1489	-1,52	11,17	9,81
2006	0,88	20,60	2352	1,12	34,75	3116	-14,15	17,51	16,49
2007	1,24	21,02	1691	0,82	18,15	2227	2,87	18,16	14,99
2008	0,79	13,66	1735	0,38	8,48	2225	5,18	14,94	12,47
2009	0,75	15,84	2111	0,31	7,89	2725	7,95	10,43	6,81
2010	0,84	15,60	1856	0,37	8,42	2290	7,18	11,50	7,59
2011	0,69	12,13	1748	0,33	6,36	1941	5,77	11,32	6,29
2012	0,49	3,51	716	0,50	4,87	973	-1,35	3,22	2,60
2014	0,54	7,01	1291	0,41	6,46	1590	0,55	8,57	5,86
2015	1,00	15,24	1528	0,81	16,40	2013	-1,16	15,19	12,39
Media	0,97	17,08	1718	0,67	14,03	2127	3,04	12,28	10,07

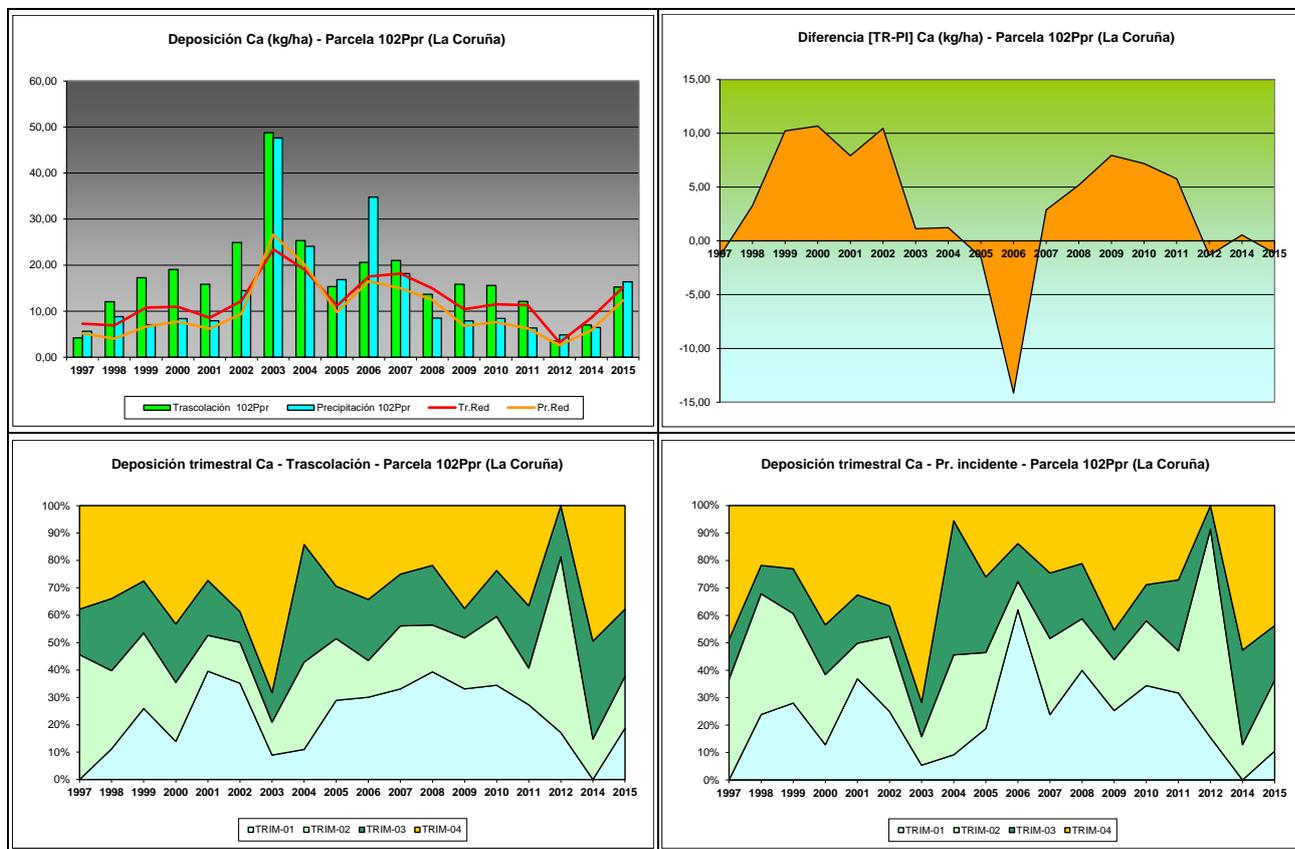


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

TABLA 14: Caracterización Magnesio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

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)
1997	0,49	4,95	1013	0,70	10,49	1510	-5,55	3,66	3,20
1998	0,70	9,65	1374	0,41	7,30	1800	2,36	4,07	2,78
1999	0,89	17,09	1926	0,35	8,37	2359	8,72	4,18	2,58
2000	0,75	16,97	2252	0,22	5,66	2555	11,31	3,46	1,84
2001	0,82	18,06	2210	0,23	6,23	2701	11,83	2,99	1,45
2002	1,04	24,35	2332	0,32	8,99	2780	15,36	3,93	1,83
2003	0,77	15,84	2061	0,23	5,20	2226	10,64	3,97	1,65
2004	0,99	13,47	1428	0,30	5,03	1774	8,44	4,03	2,51
2005	0,78	10,03	1292	0,28	4,14	1489	5,90	2,73	1,01
2006	0,81	18,97	2352	0,33	10,21	3116	8,77	4,06	1,94
2007	0,99	16,79	1691	0,35	7,86	2227	8,93	4,56	2,17
2008	0,73	12,66	1735	0,25	5,66	2225	7,00	3,99	1,87
2009	0,98	20,77	2111	0,34	8,75	2725	12,02	3,95	1,67
2010	1,01	18,83	1856	0,35	8,10	2290	10,73	4,42	1,89
2011	0,68	11,86	1748	0,25	4,88	1941	6,98	3,98	1,27
2012	1,07	7,64	716	0,53	5,20	973	2,44	2,35	1,52
2014	0,40	5,22	1291	0,16	2,52	1590	2,70	1,90	0,75
2015	0,61	9,29	1528	0,27	5,44	2013	3,84	3,32	1,84
Media	0,81	14,02	1718	0,33	6,67	2127	7,36	3,64	1,87

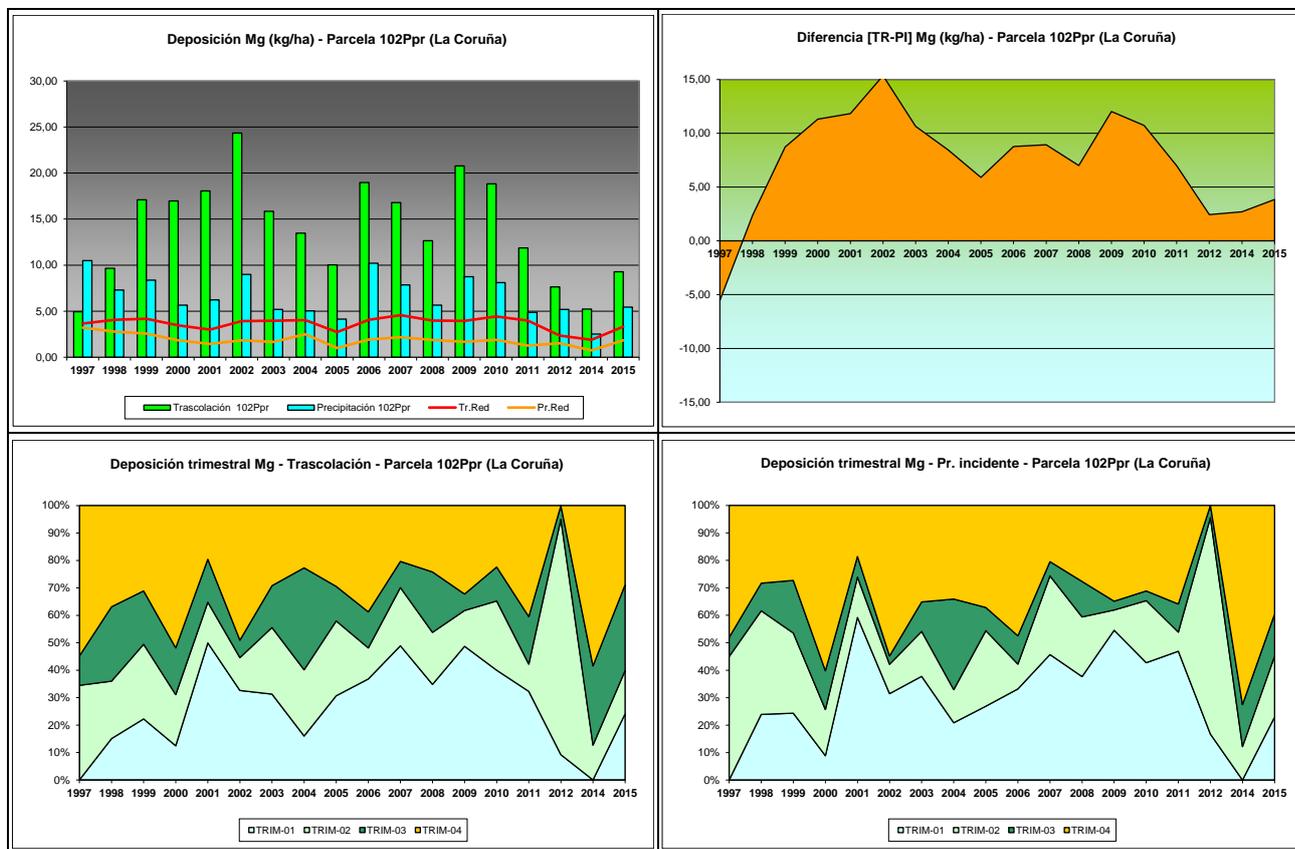


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

TABLA 15: Caracterización Sodio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

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)
1997	2,48	25,08	1013	2,33	35,09	1510	-10,01	6,07	6,65
1998	4,22	57,94	1374	2,48	44,72	1800	13,22	11,74	10,50
1999	5,53	106,49	1926	2,41	56,90	2359	49,59	19,31	13,85
2000	5,13	115,51	2252	2,10	53,60	2555	61,91	18,12	13,02
2001	6,30	138,99	2210	2,17	58,62	2701	80,38	18,38	12,14
2002	8,42	196,38	2332	3,03	84,30	2780	112,08	28,50	18,75
2003	5,27	108,66	2061	2,18	48,57	2226	60,10	22,49	12,86
2004	8,31	113,20	1428	3,41	57,12	1774	56,08	22,85	13,75
2005	6,08	78,59	1292	2,42	36,09	1489	42,50	14,42	7,16
2006	6,52	153,06	2352	2,78	86,54	3116	66,52	24,17	16,07
2007	6,89	116,53	1691	2,76	61,45	2227	55,08	23,14	14,21
2008	5,82	100,90	1735	2,29	50,88	2225	50,02	19,63	11,01
2009	7,63	161,02	2111	2,91	75,00	2725	86,02	22,09	12,27
2010	7,85	145,67	1856	3,06	70,18	2290	75,49	24,37	13,76
2011	3,64	63,65	1748	1,27	24,73	1941	38,92	20,72	5,97
2012	2,78	19,91	716	1,48	14,39	973	5,52	4,35	2,86
2014	2,81	36,23	1291	1,41	22,44	1590	13,79	6,77	4,55
2015	3,94	60,20	1528	2,56	51,60	2013	8,60	15,27	11,59
Media	5,53	99,89	1718	2,39	51,79	2127	48,10	17,91	11,17

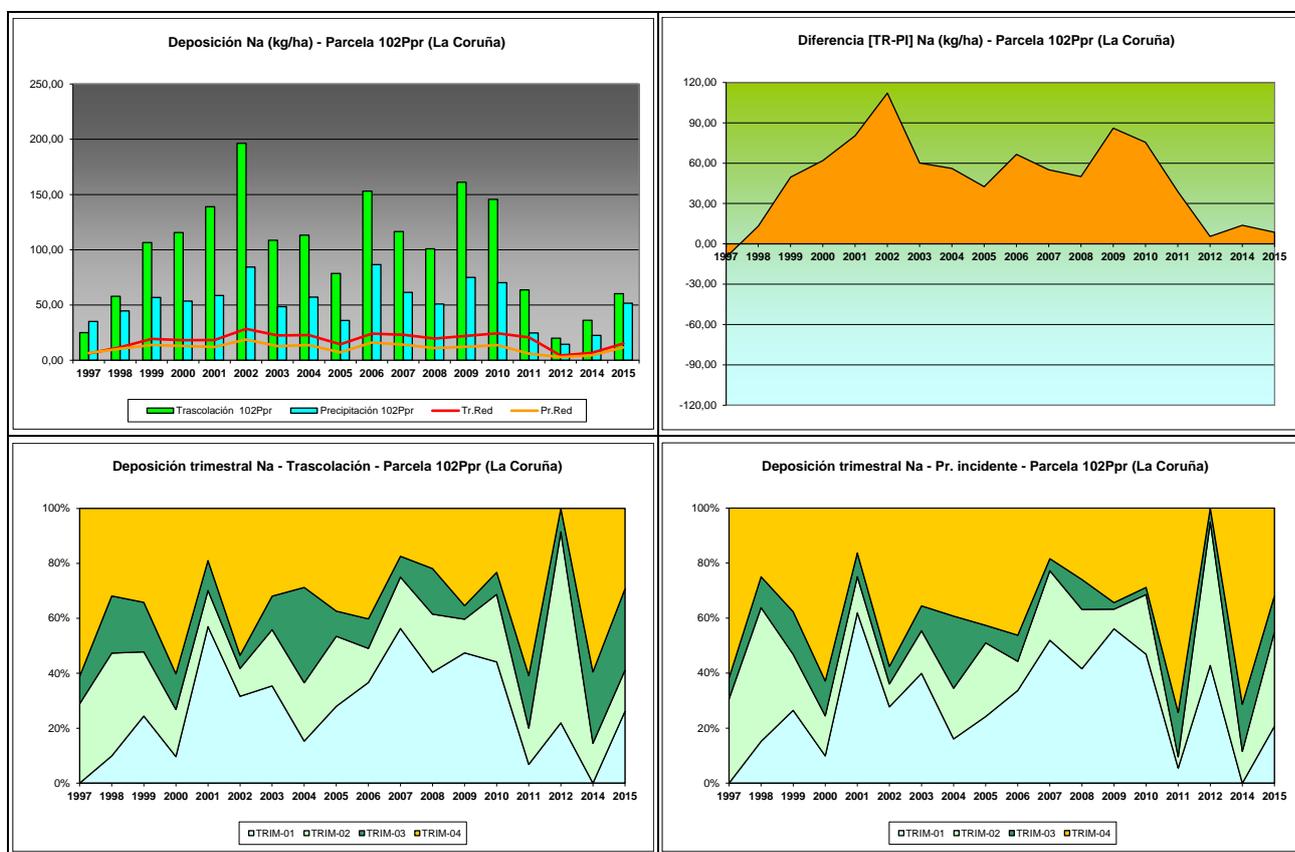


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

TABLA 16: Caracterización Amonio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

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)
1997	0,12	1,23	1013	1,97	29,72	1510	-28,49	1,81	8,19
1998	0,25	3,48	1374	1,32	23,79	1800	-20,31	2,24	8,36
1999	0,26	4,92	1926	0,23	5,37	2359	-0,45	2,71	3,66
2000	0,25	3,99	2252	0,16	3,39	2555	0,60	2,48	4,26
2001	0,22	4,93	2210	0,11	2,72	2701	2,21	1,86	1,82
2002	0,20	4,73	2332	0,14	3,78	2780	0,95	2,43	2,91
2003	0,23	4,62	2061	0,14	2,94	2226	1,68	3,06	3,10
2004	0,62	8,80	1428	0,43	7,63	1774	1,17	4,12	3,23
2005	0,33	4,24	1292	0,17	2,49	1489	1,74	2,41	1,80
2006	0,26	6,17	2352	0,12	3,12	3116	3,05	3,62	3,05
2007	0,33	5,58	1691	0,24	5,28	2227	0,30	3,53	3,58
2008	0,26	3,74	1735	0,14	2,13	2225	1,61	2,91	2,62
2009	0,23	4,86	2111	0,08	1,72	2725	3,14	2,73	1,82
2010	0,22	4,05	1856	0,09	2,12	2290	1,93	3,12	2,09
2011	0,38	5,57	1748	0,22	4,18	1941	1,39	4,36	3,15
2012	0,27	1,93	716	0,21	2,00	973	-0,08	2,26	2,06
2014	0,52	6,75	1291	0,48	7,71	1590	-0,96	4,16	3,35
2015	0,89	13,58	1528	0,40	7,96	2013	5,61	5,30	6,04
Media	0,32	5,17	1718	0,37	6,56	2127	-1,38	3,06	3,61

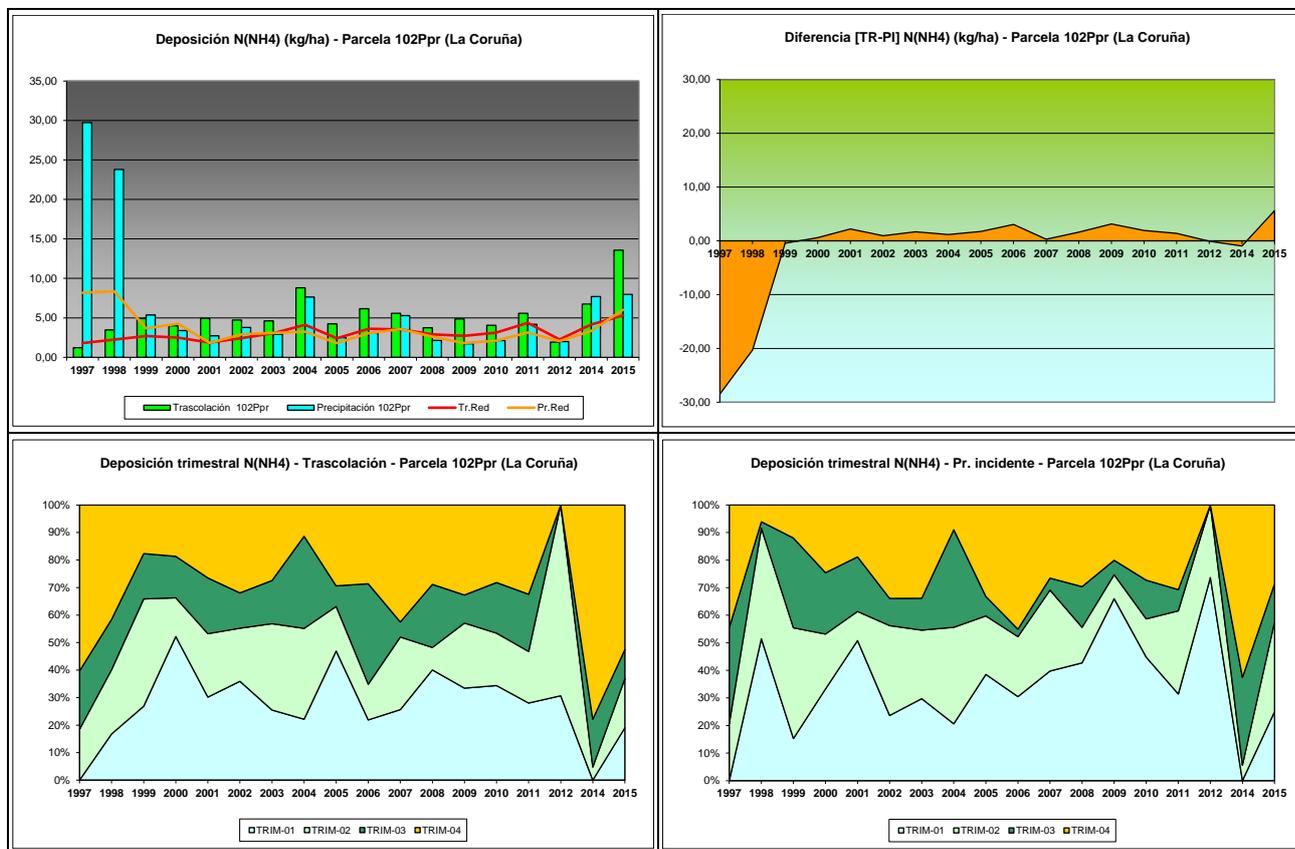


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

TABLA 17: Caracterización Cloro. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

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)
1997	4,59	46,50	1013	3,60	54,28	1510	-7,78	10,88	10,93
1998	6,44	88,52	1374	4,43	79,75	1800	8,77	19,88	16,27
1999	11,92	229,66	1926	5,57	131,38	2359	98,29	36,56	23,56
2000	8,43	189,82	2252	2,96	75,68	2555	114,14	28,62	15,70
2001	13,36	237,23	2210	4,84	100,32	2701	136,91	32,37	19,20
2002	14,08	328,38	2332	4,22	117,18	2780	211,20	44,79	24,88
2003	9,03	186,01	2061	4,30	95,69	2226	90,32	39,97	31,89
2004	14,08	200,84	1428	5,89	104,43	1774	96,41	47,45	37,43
2005	10,23	132,13	1292	5,20	77,46	1489	54,67	28,61	21,76
2006	12,07	283,98	2352	5,22	162,42	3116	121,56	49,90	41,76
2007	12,53	211,96	1691	5,44	120,93	2227	91,03	45,78	37,79
2008	10,22	177,29	1735	4,25	94,57	2225	82,72	40,90	30,60
2009	15,38	324,76	2111	5,53	150,65	2725	174,11	45,08	25,80
2010	12,96	240,58	1856	4,59	105,14	2290	135,43	41,17	21,32
2011	7,78	128,91	1748	3,57	63,07	1941	65,84	29,44	13,12
2012	7,94	56,82	716	3,06	29,75	973	27,07	11,34	5,87
2014	2,14	27,65	1291	0,72	11,41	1590	16,24	5,78	2,90
2015	6,29	96,19	1528	3,36	67,53	2013	28,66	24,25	15,25
Media	9,97	177,07	1718	4,26	91,20	2127	85,87	32,38	22,00

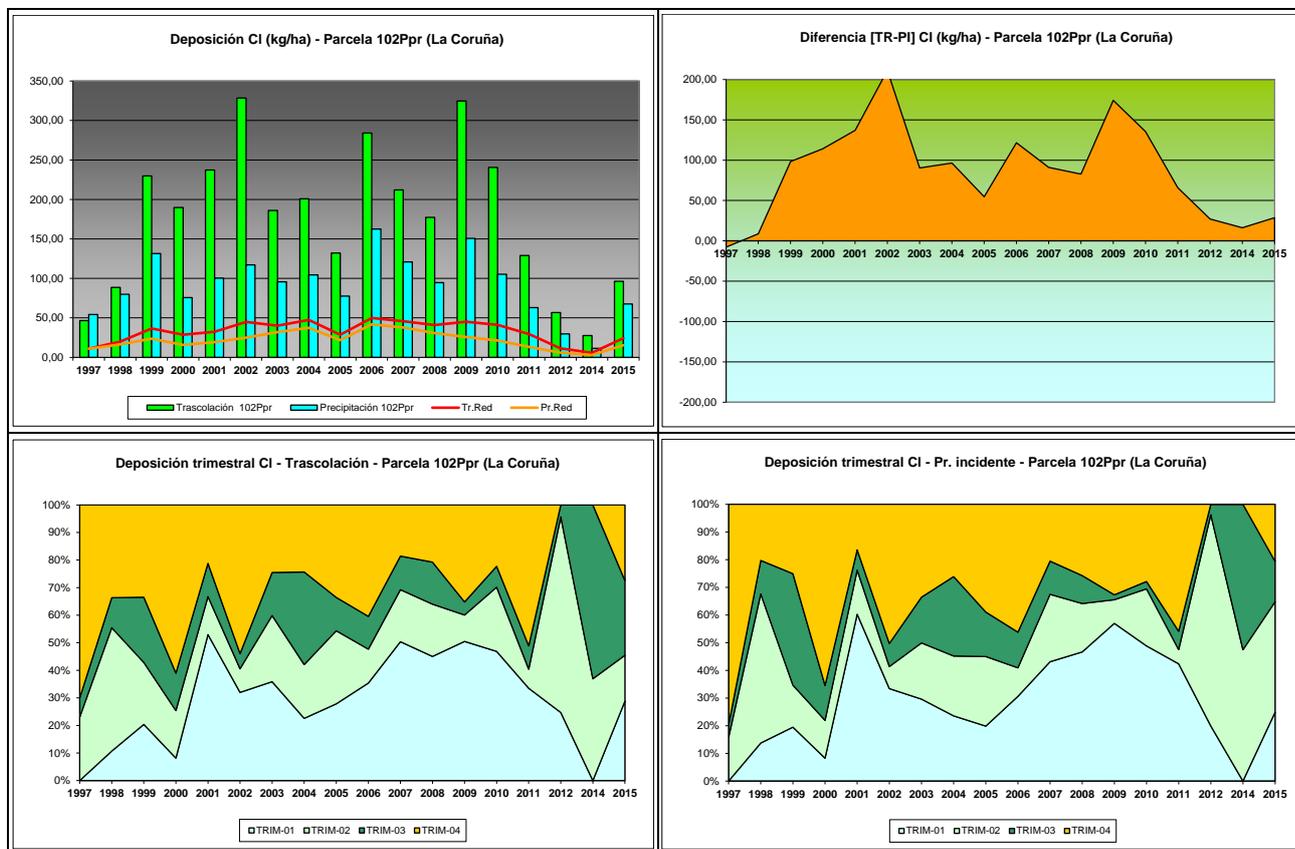


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

TABLA 18: Caracterización Nitratos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

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)
1997	0,18	1,84	1013	0,23	3,49	1510	-1,65	2,24	2,13
1998	0,43	5,84	1374	0,25	4,44	1800	1,40	3,67	2,27
1999	0,43	8,30	1926	0,22	5,11	2359	3,19	4,43	2,94
2000	0,36	8,01	2252	0,16	4,00	2555	4,01	3,79	2,38
2001	0,44	7,79	2210	0,16	3,09	2701	4,70	3,51	2,09
2002	0,46	10,74	2332	0,18	5,08	2780	5,66	4,15	2,84
2003	0,57	11,38	2061	0,18	3,89	2226	7,49	5,39	2,74
2004	0,96	13,73	1428	0,36	6,39	1774	7,34	6,93	3,28
2005	0,62	8,07	1292	0,23	3,48	1489	4,59	4,31	1,83
2006	0,37	7,45	2352	0,14	4,38	3116	3,08	5,54	2,75
2007	0,59	9,97	1691	0,26	5,78	2227	4,19	5,06	2,96
2008	0,91	15,87	1735	0,40	8,81	2225	7,07	4,72	3,38
2009	0,33	7,03	2111	0,13	3,56	2725	3,47	3,87	1,87
2010	0,39	3,56	1856	0,13	3,01	2290	0,55	1,87	2,37
2011	1,00	16,63	1748	0,43	7,61	1941	9,02	7,76	4,61
2012	0,39	2,80	716	0,14	1,41	973	1,39	1,65	0,99
2014	0,17	2,25	1291	0,14	2,16	1590	0,09	2,54	1,43
2015	0,34	5,22	1528	0,19	3,83	2013	1,39	3,25	2,17
Media	0,50	8,14	1718	0,22	4,42	2127	3,72	4,15	2,50

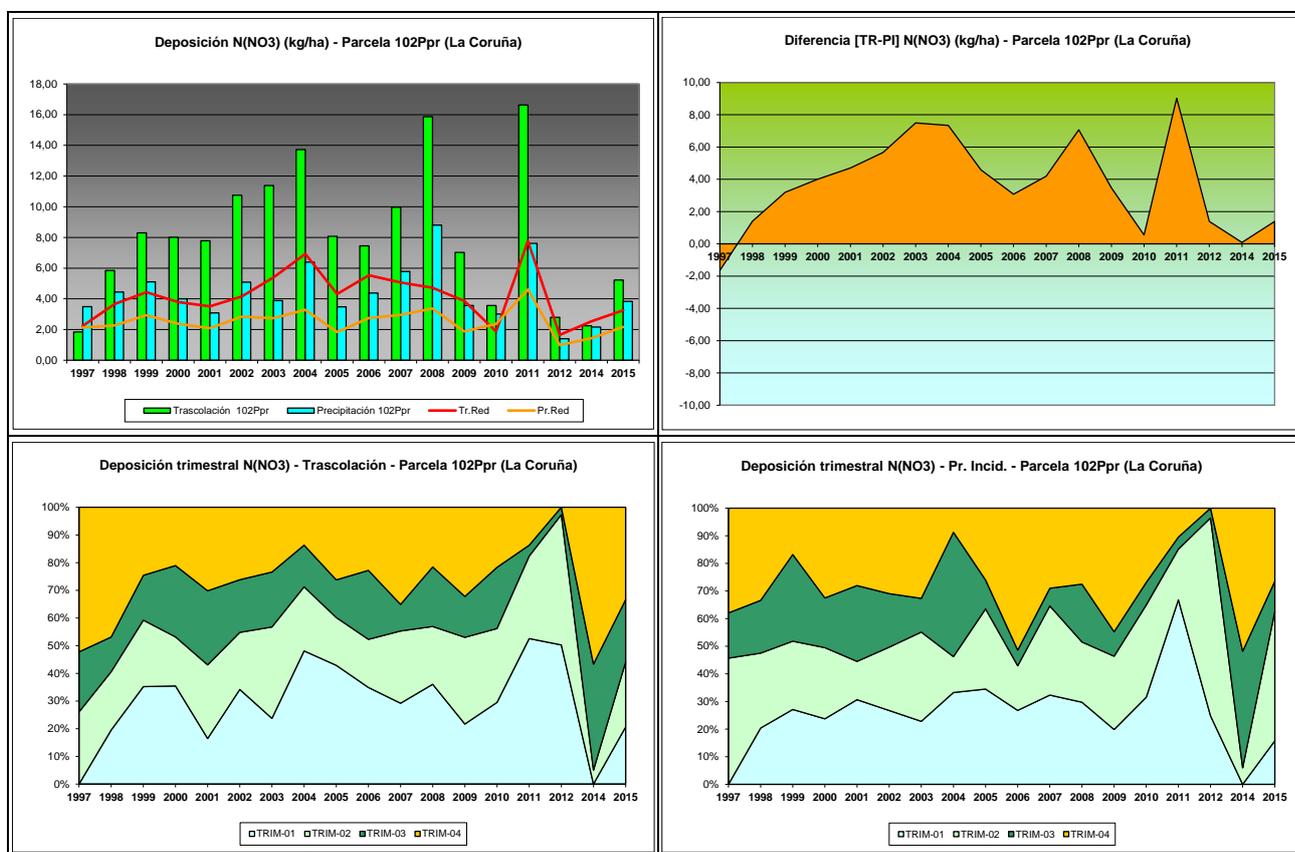


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos.

TABLA 19: Caracterización Sulfatos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

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)
1997	0,54	5,51	1013	0,62	8,54	1510	-3,03	3,00	3,70
1998	1,33	18,22	1374	1,20	21,52	1800	-3,30	5,81	5,79
1999	1,45	27,94	1926	0,68	16,08	2359	11,86	7,17	6,35
2000	1,18	26,59	2252	0,46	11,70	2555	14,90	6,42	4,57
2001	1,27	22,58	2210	0,50	10,44	2701	12,15	5,68	4,11
2002	1,35	31,44	2332	0,57	15,98	2780	15,46	7,73	6,07
2003	1,31	27,03	2061	0,53	11,89	2226	15,14	6,85	4,80
2004	1,73	24,60	1428	0,76	13,45	1774	11,16	8,72	5,84
2005	1,26	16,24	1292	0,68	10,14	1489	6,10	4,69	3,12
2006	1,04	24,46	2352	0,42	13,21	3116	11,25	6,80	4,69
2007	1,31	22,21	1691	0,58	12,94	2227	9,27	7,24	5,12
2008	0,36	6,33	1735	0,15	3,31	2225	3,02	4,49	2,61
2009	0,99	20,89	2111	0,39	10,65	2725	10,24	4,67	3,32
2010	0,78	14,49	1856	0,33	7,51	2290	6,98	4,27	2,88
2011	1,10	18,16	1748	0,66	12,09	1941	6,07	5,93	4,57
2012	0,89	6,38	716	0,38	3,69	973	2,69	1,84	1,35
2014	0,51	6,54	1291	0,30	4,77	1590	1,77	2,14	2,00
2015	0,65	9,98	1528	0,43	8,59	2013	1,39	3,56	2,95
Media	1,06	18,31	1718	0,54	10,92	2127	7,39	5,39	4,10

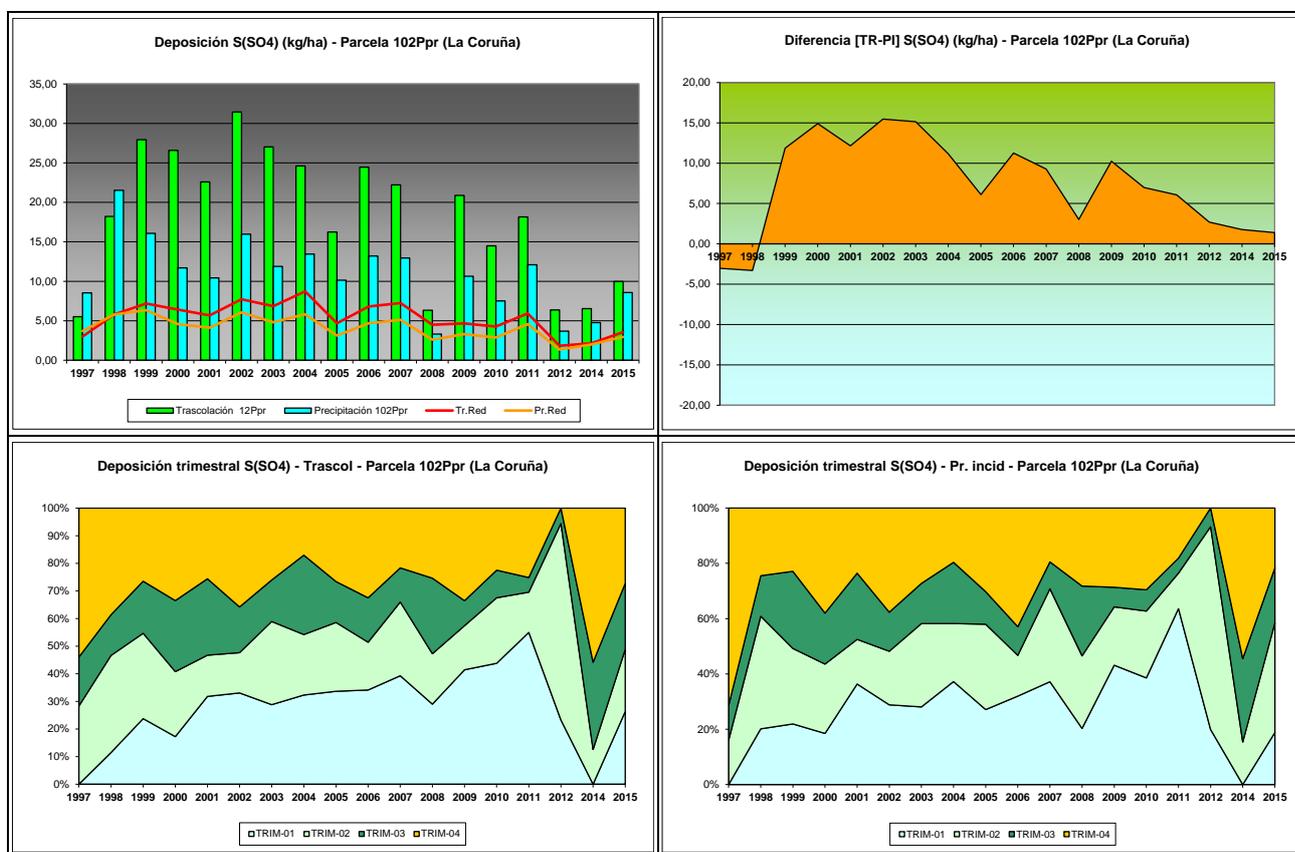


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 102Ppr, cabe destacar:

En la parcela se recogen las deposiciones con menor **pH** de la red, alcanzándose valores inferiores a 5 en varias ocasiones, con valores inferiores en la trascolación y con años en los que todas las precipitaciones recogidas han entrado dentro de lo que se denomina como “lluvia ácida”, empeorando ligeramente la situación durante el último año de muestreo. Con una precipitación anual próxima a los 2000 mm no se está ante episodios de sequía que pudieran desestabilizar el balance entre las dos vías de entrada a la masa. El valor de la intercepción debida a la cubierta arbórea se sitúa en el 19,59%.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se observan en general valores superiores a los de la media de la red, sobre todo en lo referente a la trascolación donde se observan valores que llegan a duplicar los valores correspondientes a la deposición a campo abierto, si bien la diferencia entre ambas tiende a atenuarse a lo largo del último cuatrienio, incrementándose en el último año y situándose cerca de los 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

En cuanto al **potasio**, se observan deposiciones considerablemente superiores a la media nacional, con máximos locales en 2000 y 2011, año este en el que se incrementa considerablemente la deposición a campo abierto, que se sitúa siempre por debajo de las deposiciones en trascolación, debido quizá a la influencia de la deposición seca. A lo largo del último año se ha observado un aumento en la deposición de este elemento.

El **calcio**, elemento también de carácter terrígeno, presenta también tasas superiores a las de la media nacional, si bien no tan marcadas como en el caso anterior, con máximos locales en 2003 y 2006, momento a partir del cual los depósitos del terrígeno van disminuyendo hasta quedar por debajo de los 10 kg/ha en 2012-2014 para aumentar a lo largo del último año, y advirtiéndose también –en general- mayores aportes bajo cubierta arbórea, tendencia que se atenúa en 2015.

Por lo que respecta al **magnesio**, y como parece ir configurándose como una tendencia, se aprecian también depósitos superiores a la media de la red, con una reducción generalizada a partir de 2011 y un incremento a lo largo del último año, y tasas superiores en trascolación.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores muy altos, que llegan a triplicar la media de la red, influenciado quizá por la escasa distancia a la línea de costa a lo que se añaden las abundantes precipitaciones de la estación, con un repunte del depósito en el último año tras el valle de 2012-2014 aunque cabe recordar que este periodo no abarca años completos. Como viene siendo habitual, los principales depósitos se han producido bajo cubierta arbórea.

El **amonio**, compuesto ligado a la actividad agrícola y ganadera, presenta tasas considerablemente elevadas en el periodo 1997-1998 para disminuir a continuación situándose en el entorno de los 5 kg/ha con un ligero repunte en 2004 y un aumento muy marcado a lo largo de los dos últimos años, superándose las tasas de trascolación a las de precipitación incidente en 2015, contrariamente a lo sucedido en el año anterior.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, presenta un comportamiento muy parecido al del sodio: tasas considerablemente elevadas, muy por encima de la media de la red, y valores muy superiores bajo cubierta, con una cierta reducción en los últimos tres años, si bien con un incremento marcado a lo largo de 2015.

Las tasas de deposición de **nitratos** son también considerablemente superiores a la media de la red, duplicando en alguna ocasión estos valores, y máximos locales muy marcados en el periodo 2002-2004, 2008 y 2011; con un aumento del parámetro en el último año tras el mencionado periodo valle de 2012-2014.

Como en solutos anteriores, y presumiblemente debido a las mismas causas, las deposiciones correspondientes a la trascolación son superiores a las obtenidas a campo abierto.

Por último, y en referencia a los **sulfatos**, se advierte una evolución muy similar a la del contaminante anterior: deposiciones considerables y más elevadas bajo cubierta arbórea y aumento en el último año tras la reducción de los dos años precedentes.

Por lo que se refiere a la distribución a lo largo del año, los mayores depósitos tienden a producirse en el invierno y primavera.

6. Calidad del aire. Inmisión.

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

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

Como valores de referencia para estos parámetros, se han tomado:

TABLA 20: Valores de referencia de calidad del aire mediante dosímetros pasivos

Variable	Descripción	Valores de referencia (*)
SO ₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 (afección a líquenes)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NH ₃	Promedio Anual. Protección líquenes y briofitos	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio Anual. Protección plantas superiores	2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(*) 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.

Los principales resultados habidos en la parcela se especifican a continuación.

TABLA 21: Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red.

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)
2000	7,81	6,94	1,69	26,95	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	6,71	6,94	1,32	32,93	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	2,39	1,85	0,83	27,44	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	2,70	2,39	2,58	24,83	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	3,04	2,60	1,49	21,30	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								

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)
2006	3,35	2,45	1,25	22,95	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	3,44	2,91	0,93	22,73	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	1,04	2,20	0,71	23,78	0,82	1,32	0,93	27,18
2009	1,60	7,27	1,24	27,52	1,06	2,89	1,30	36,30
2010	1,89	8,04	0,88	32,10	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	1,65				1,50		0,48	
2012	2,01	9,41	0,92	35,76	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	2,21	6,97	1,13	25,16	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	2,36	7,93	1,08	21,29	1,32	3,73	1,24	26,27
Media	3,01	5,22	1,24	26,52	1,49	2,25	1,52	31,66

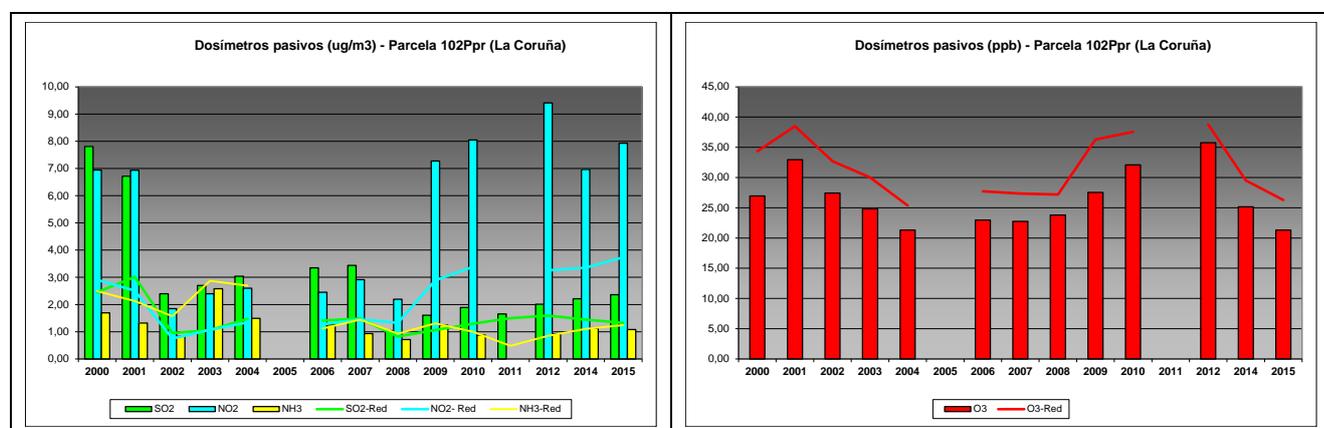


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, se observa un notable repunte de los óxidos de nitrógeno en el último quinquenio, junto con valores importantes de dióxido de azufre que han ido mitigándose a medida que avanzaba la serie temporal, mientras los contenidos en amoníaco se han comportado de forma más estable. En los dos primeros compuestos se han superado considerablemente las medias de la red, sin que se hayan superado los umbrales de referencia antedichos. Los niveles de ozono han ido disminuyendo sin embargo tras el máximo de 2012, situándose siempre por debajo de los valores medios de la red.

7. 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.

7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

TABLA 22: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1995-1996	37 Ppr	Segovia	76,00	8,34	0,86	0,97	2,29	1,78	3,25	
	39 Ppr	Avila	75,00	8,19	0,67	1,04	2,51	2,29	6,88	
	43 Ppr	Cuenca	120,00	8,14	0,88	0,56	2,09	1,81	5,76	
	46 Ppr	Albacete	74,00	7,37	0,73	0,74	1,88	2,07	4,76	
	102 Ppr	La Coruña	169,00	11,59	1,02	0,87	0,81	1,17	5,03	
	150 Ppr	Orense	104,00	10,39	0,85	1,03	1,48	1,47	6,73	
	<i>P. pinaster</i>	Red	103,00	9,00	0,84	0,87	1,84	1,77	5,40	
1997-1998	37 Ppr	Segovia								
	39 Ppr	Avila								
	43 Ppr	Cuenca								
	46 Ppr	Albacete								
	102 Ppr	La Coruña								
	150 Ppr	Orense								
	<i>P. pinaster</i>	Red								
1999-2000	37 Ppr	Segovia	75,00	9,30	0,77	1,04	1,84	1,54	3,36	
	39 Ppr	Avila	51,00	10,97	0,99	1,81	3,53	2,76	5,98	
	43 Ppr	Cuenca	122,00	8,26	0,97	0,53	1,95	1,67	4,26	
	46 Ppr	Albacete	90,00	10,17	0,90	0,95	2,69	2,53	3,53	
	102 Ppr	La Coruña	149,00	13,71	1,09	0,91	1,83	1,68	5,69	
	150 Ppr	Orense	114,00	10,00	0,76	0,69	0,77	1,00	7,65	
	<i>P. pinaster</i>	Red	100,17	10,40	0,91	0,99	2,10	1,86	5,08	
2001-2002	37 Ppr	Segovia	113,00	7,73	0,88	1,16	2,17	1,85	4,39	
	39 Ppr	Avila	131,00	8,58	0,95	1,26	2,68	1,99	5,15	
	43 Ppr	Cuenca	118,00	8,93	1,08	0,66	1,95	1,99	4,73	
	46 Ppr	Albacete	100,00	9,62	0,91	1,00	2,67	2,71	3,46	
	102 Ppr	La Coruña	135,00	12,91	1,20	0,87	1,26	1,37	5,83	
	150 Ppr	Orense	114,00	9,02	0,86	0,76	0,73	1,05	8,31	
	<i>P. pinaster</i>	Red	118,50	9,47	0,98	0,95	1,91	1,83	5,31	
2003-2004	37 Ppr	Segovia	129,00	10,10	0,96	1,23	2,09	2,05	4,67	
	39 Ppr	Avila	170,00	9,64	0,96	1,37	2,85	2,39	5,72	
	43 Ppr	Cuenca	158,00	9,35	1,15	0,65	1,85	2,01	4,78	
	46 Ppr	Albacete	118,00	8,64	0,85	0,97	2,30	2,48	4,01	
	102 Ppr	La Coruña	185,00	13,70	1,12	0,85	1,25	1,27	5,72	
	150 Ppr	Orense	137,00	9,49	0,78	0,81	0,73	1,12	8,37	
	<i>P. pinaster</i>	Red	149,50	10,15	0,97	0,98	1,85	1,89	5,55	
2005-2006	37 Ppr	Segovia	95,00	9,02	0,91	1,01	2,38	1,68	3,27	
	39 Ppr	Avila	156,50	8,98	1,03	1,48	3,79	2,34	4,64	
	43 Ppr	Cuenca	155,00	8,69	1,13	0,51	3,04	2,30	5,07	
	46 Ppr	Albacete	66,00	9,47	1,09	1,16	4,45	2,76	4,08	
	102 Ppr	La Coruña	147,00	13,60	1,22	0,76	1,70	1,21	4,37	
	150 Ppr	Orense	144,50	9,69	0,96	0,60	1,01	0,86	5,52	
	<i>P. pinaster</i>	Red	127,33	9,91	1,06	0,92	2,73	1,85	4,49	
2007-2008	37 Ppr	Segovia	134,50	8,29	1,28	0,92	3,51	1,77	2,84	
	39 Ppr	Avila	191,00	10,89	1,40	1,87	4,59	2,33	4,78	
	43 Ppr	Cuenca	127,00	7,88	1,21	0,43	2,99	2,05	4,17	
	46 Ppr	Albacete	124,00	7,57	1,15	0,72	2,81	2,19	3,46	
	102 Ppr	La Coruña	155,00	12,75	1,59	0,68	1,69	1,14	3,65	
	150 Ppr	Orense	184,50	9,57	0,92	0,53	1,40	0,94	4,42	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	<i>P. pinaster</i>	Red	152,67	9,49	1,26	0,86	2,83	1,74	3,88	
2009-2010	37 Ppr	Segovia	135,00	6,71	0,96	0,86	3,47	1,73	2,21	
	102 Ppr	La Coruña	168,67	12,70	1,29	0,73	2,26	1,18	3,51	
	<i>P. pinaster</i>	Red	151,83	9,65	1,13	0,80	2,87	1,46	2,86	
2011-2012	37 Ppr	Segovia	134,42	7,51	1,00	0,94	3,32	1,79	2,73	
	102 Ppr	La Coruña	162,48	12,29	1,36	0,73	2,13	1,16	3,69	
	<i>P. pinaster</i>	Red	148,45	9,90	1,18	0,83	2,73	1,47	3,21	
2013-2014	37 Ppr	Segovia	129,60	14,86	0,93	0,97	4,52	2,25	2,52	53,28
	102 Ppr	La Coruña	173,07	12,88	0,86	0,61	3,56	1,96	4,01	52,48
	<i>P. pinaster</i>	Red	151,33	13,87	0,90	0,79	4,04	2,11	3,26	52,88
2015-2016	37 Ppr	Segovia	113,60	6,69	0,70	0,85	3,30	1,72	2,36	51,26
	102 Ppr	La Coruña	143,53	14,74	0,92	0,82	1,81	1,29	4,44	52,91
	<i>P. pinaster</i>	Red	128,57	10,71	0,81	0,83	2,55	1,50	3,40	52,08

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 0,838 mg/g, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por lluvia ácida. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica.

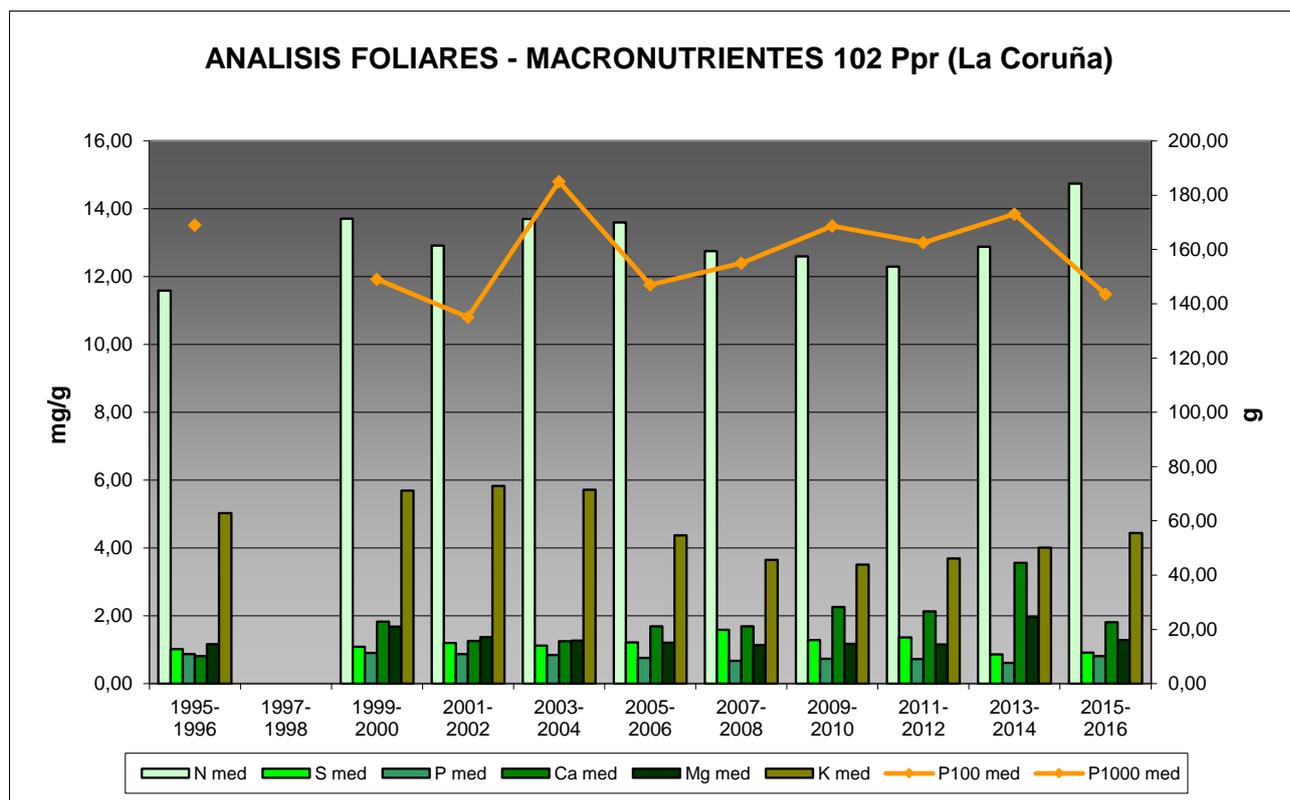


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 23: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
1995-1996	37 Ppr	Segovia		12,00	126,00	330,00	
	39 Ppr	Avila		17,00	144,00	103,00	
	43 Ppr	Cuenca		24,00	230,00	78,00	
	46 Ppr	Albacete		24,00	71,00	55,00	
	102 Ppr	La Coruña		22,00	651,00	559,00	
	150 Ppr	Orense		16,00	825,00	758,00	
	<i>P.pinaster</i>	España		19,17	341,17	313,83	
1997-1998	37 Ppr	Segovia					
	39 Ppr	Avila					
	43 Ppr	Cuenca					
	46 Ppr	Albacete					
	102 Ppr	La Coruña					
	150 Ppr	Orense					
	<i>P.pinaster</i>	España					
2013-2014	37 Ppr	Segovia		14,07	102,11	56,07	1,15
	102 Ppr	La Coruña		17,98	321,25	41,60	2,52
	<i>P.pinaster</i>	España		16,03	211,68	48,84	1,83
2015-2016	37 Ppr	Segovia		11,52	67,82	53,59	1,78
	102 Ppr	La Coruña		18,29	204,72	66,77	3,10
	<i>P.pinaster</i>	España		14,91	136,27	60,18	2,44

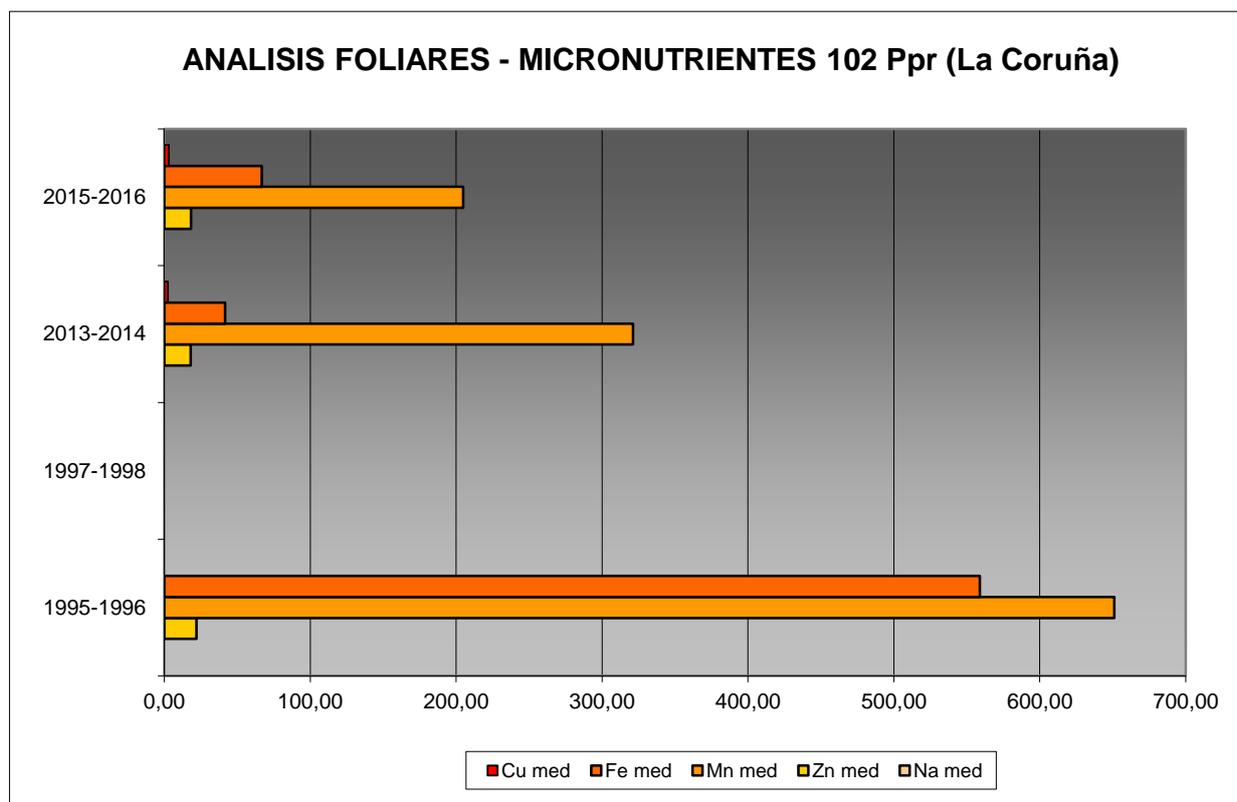


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

Por lo que respecta a los análisis foliares efectuados en la parcela, cabe concluir:

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 102Ppr no se realizó el análisis foliar en 1997-1998.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 102Ppr podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino rodeno como especie dominante:

El **peso** medio para la especie y el medido en la parcela ha experimentado un ligero descenso respecto a los valores medios de la serie, posiblemente debido a unas peores condiciones hídricas que se reflejan en una reducción de la producción de biomasa. Cabe hacer constar sin embargo que las variaciones en este parámetro son muy patentes debido al gran tamaño de las acículas de esta especie en comparación con el resto de pinos.

Respecto a los **macronutrientes**; el contenido de **nitrógeno** en la parcela muestra valores bastante homogéneos, con un incremento del parámetro en la campaña pasada que lo sitúa en el máximo de la serie histórica. El contenido en **azufre** aumenta ligeramente con respecto a la pasada revisión, si bien cabe hacer constar que presenta valores comparativamente bajos aunque a lo largo de la serie histórica se ha superado siempre el valor de referencia de la especie, 0,838 mg/g, lo que indica efectos de lluvia ácida sobre el follaje. El contenido en **fósforo** y **potasio** se incrementa respecto a la campaña anterior, en lo que en el último caso

parece conformar una tendencia, mientras que **magnesio y calcio** se reducen, particularmente este último. Por lo que se refiere al contenido en carbono del follaje, parámetro evaluado a partir de 2013-2014, no se han observado grandes variaciones, situándose en torno al 53%.

Los *micronutrientes* sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996 y a partir de 2013-2014 y no siempre se han evaluado todos ellos: sodio no se ha medido en ninguno, cobre sólo en el muestreo de 2013-2014 y zinc, manganeso y hierro en ambos. Esta situación conlleva que no se pueda abordar la valoración de la evolución temporal de los nutrientes en acículas. Se aprecia un incremento en zinc, hierro y cobre mientras que se reducen considerablemente las tasas de manganeso.

8. Desfronde.

Con periodicidad mensual se ha recogido el desfronde en la parcela mediante captadores normalizados que recogen la caída correspondiente a 1 m² de superficie. La muestra así tomada se divide en sus principales componentes (hojas, ramillas de diámetro inferior a 2 cm y otras, que incluyen frutos, líquenes, musgos,...) y se analiza en el laboratorio.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos desde 2005; haciéndose la salvedad al igual que en casos anteriores, de que en 2012 se ha muestreado el periodo enero-julio, mientras que en 2014 los análisis corresponden al periodo mayo-diciembre.

TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde en sus distintas fracciones. Aporte anual en kg/ha; porcentaje de carbono y contenido en mg/g de materia seca de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, magnesio y potasio.

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	3.650	53,99	7,63	0,92	0,33	2,65	1,00	1,75
	Ramillas	1.531	56,76	6,90	1,03	0,26	2,05	0,38	0,46
	Otras	1.360	54,83	10,36	1,20	0,61	1,55	0,82	1,16
2006	Hojas	4.561	52,94	8,57	0,88	0,38	2,75	1,05	2,12
	Ramillas	667	55,09	7,73	0,93	0,31	2,08	0,58	0,66
	Otras	4.033	53,42	11,44	1,21	0,71	1,41	0,88	1,44
2007	Hojas	3.960	56,09	8,37	0,99	0,66	2,88	1,48	1,33
	Ramillas	113	57,64	7,50	1,06	0,34	1,65	0,72	0,39
	Otras	1.230	56,83	11,07	1,27	0,72	1,55	0,98	1,16
2008	Hojas	3.050	54,04	7,16	0,93	0,34	3,35	1,01	1,38
	Ramillas	703	56,17	10,52	0,90	0,47	2,41	0,78	0,98
	Otras	2.400	54,73	10,08	1,02	0,51	1,80	0,85	1,08
2009	Hojas	3.770	54,57	8,26	1,04	0,34	2,49	1,05	1,85
	Ramillas	1.790	55,64	7,56	1,17	0,28	2,29	0,61	0,86
	Otras	4.170	54,49	9,67	1,40	0,61	1,14	0,68	1,38
2010	Hojas	3.070	54,55	8,51	0,98	0,35	3,02	1,17	1,68
	Ramillas	341	57,04	9,03	1,19	0,32	2,37	0,68	0,65
	Otras	3.342	54,58	10,09	1,32	0,60	1,61	0,83	1,46
2011	Hojas	3.618	54,05	8,15	0,96	0,35	2,76	1,46	1,52
	Ramillas	1.367	56,05	8,15	1,03	0,32	1,93	1,08	0,70
	Otras	3.225	54,42	10,33	1,23	0,60	1,52	0,92	1,19
2012	Hojas	1.103	54,11	9,31	1,05	0,42	2,71	1,28	2,00
	Ramillas	998	56,17	7,77	1,05	0,29	2,34	1,10	0,63
	Otras	3.045	54,24	8,95	1,22	0,54	1,23	0,69	1,33
2014	Hojas	3.747	53,63	8,53	0,60	0,17	2,76	1,18	0,78

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2015	Ramillas	23							
	Otras	1.087							
	Hojas	3.838	53,19	9,06	0,80	0,28	3,33	1,41	1,71
	Ramillas	450							
	Otras	2.259	50,68	11,02	0,50	0,43	1,76	0,75	1,23
Media	Hojas	3.437	54,12	8,36	0,91	0,36	2,87	1,21	1,61
	Ramillas	798	56,32	8,15	1,05	0,32	2,14	0,74	0,67
	Otras	2.615	54,25	10,34	1,15	0,59	1,51	0,82	1,27

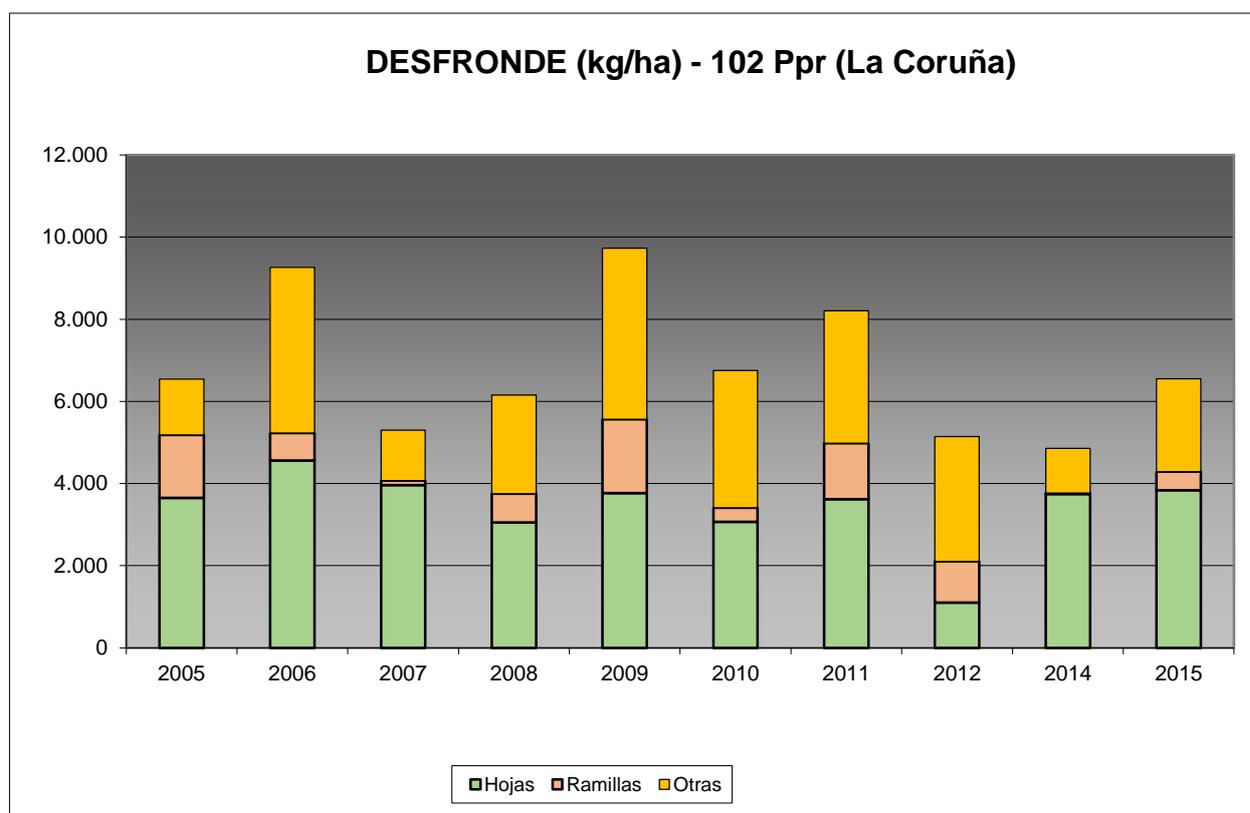


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, la importancia que tiene el desfronde en esta parcela, en la que en algún año puntual se ha estado próximo a los 10.000 kg/ha, y en la que tienen también un papel importante las ramillas finas que sin embargo parecen reducirse en los últimos dos años. Se advierten también unos contenidos en C ligeramente superiores a los que vienen siendo habituales en la red y que ponen de manifiesto la capacidad del follaje para la fijación del CO₂ atmosférico.

9. 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.

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.

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 102Ppr, 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 25: 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.

Año	Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población					Floración \geq 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
1999	28/03/99	16/06/99	80	86	760	18/02/99	28/03/99	38	48	396
2000	13/04/00	31/05/00	48	103	952					
2001	04/04/01	27/06/01	84	93	962					
2002	04/04/02	31/07/02	118	93	1000					
2003	20/03/03	05/06/03	77	78	743					
2004	26/04/04	10/05/04	15	116	1094	17/03/04	31/05/04	75	76	696
2005	14/04/05	12/07/05	89	103	897	16/03/05	27/04/05	42	74	548
2006	16/05/06	26/07/06	71	135	1349	18/04/06	01/05/06	13	107	938
2007	07/05/07	27/08/07	112	126	1297	26/03/07	09/04/07	14	84	791
2008	03/06/08	05/08/08	63	154	1693	01/04/08	06/05/08	35	91	921
2009	20/05/09	24/06/09	35	139	1344	01/04/09	06/05/09	35	90	808
2010	12/04/10	25/05/10	43	101	805	12/04/10	12/05/10	30	101	805
2011	25/04/11	26/05/11	31	114	1201	30/03/11	25/04/11	26	88	816
2012	29/03/12	24/04/12	26	88	817	29/03/12	24/04/12	26	88	817
2014	29/04/14	29/05/14	30	118	1159	29/04/14	29/05/14	30	118	1159
2015	27/04/15	22/06/15	56	116	1263	27/04/15	28/05/15	31	116	1263
Media			61	110	1084			33	90	830

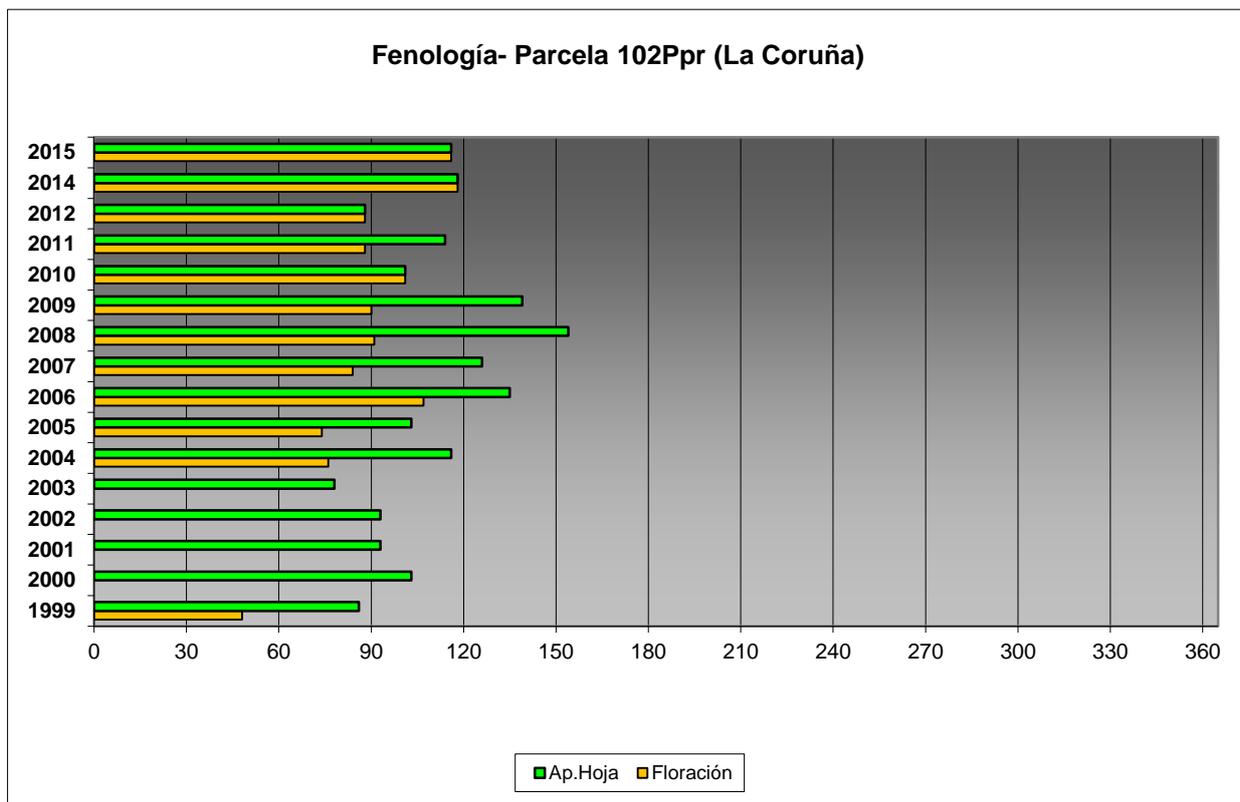


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración precede en la mayoría de los casos a la aparición de las acículas de la nueva metida, registrándose un cierto retraso en la serie 2006-2009. La actividad vegetativa de la parcela ha tendido a producirse en el mes de marzo, con algún retraso a abril de las fases a lo largo de los últimos dos años.



FIG. 23: Elongación metida y aparición de los primeros conos. Inicio de brotación. Aparición de hojas (febrero, marzo, abril)

10. Cintas diamétricas.

Como se ha indicado anteriormente, las parcelas van dotadas de dendrómetros en continuo, 5 instalados en 1999 ampliados a 15 en 2010, de quienes se ha tomado la medida de forma quincenal hasta 2009 y mensualmente a partir de 2010.

Para cada una de las cintas instaladas y año de observación se ha obtenido el crecimiento medio, mediante diferencia entre los valores máximos y mínimos anuales –expresado en datos absolutos y en porcentaje sobre el diámetro mínimo- junto con la oscilación o diferencia entre el diámetro en enero y diciembre de cada año, en idénticos términos que el parámetro anterior; y que no tiene necesariamente que coincidir, debido a movimientos de expansión y contracción del tronco ligados al flujo o parón de la savia.

TABLA 26: 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)

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
1999	0,04	0,18	0,04	0,04
2000	0,35	1,04	0,35	0,49
2001	0,31	0,90	0,31	0,80
2002	0,35	0,98	0,35	0,88
2003	0,30	0,85	0,30	0,84
2004	0,47	1,33	0,47	1,21
2005	0,40	1,09	0,40	0,93
2006	0,59	1,62	0,59	0,92
2007	0,40	1,07	0,40	0,64
2008	0,38	1,00	0,38	-0,02
2009	0,33	0,87	0,33	0,87
2010	0,36	0,86	0,36	0,82
2011	0,29	0,69	0,29	0,62
2012	0,32	0,77	0,32	0,73
2014	0,28	0,68	0,28	0,36
2015	0,28	0,64	0,28	0,61
Media	0,32	0,81	0,32	0,64

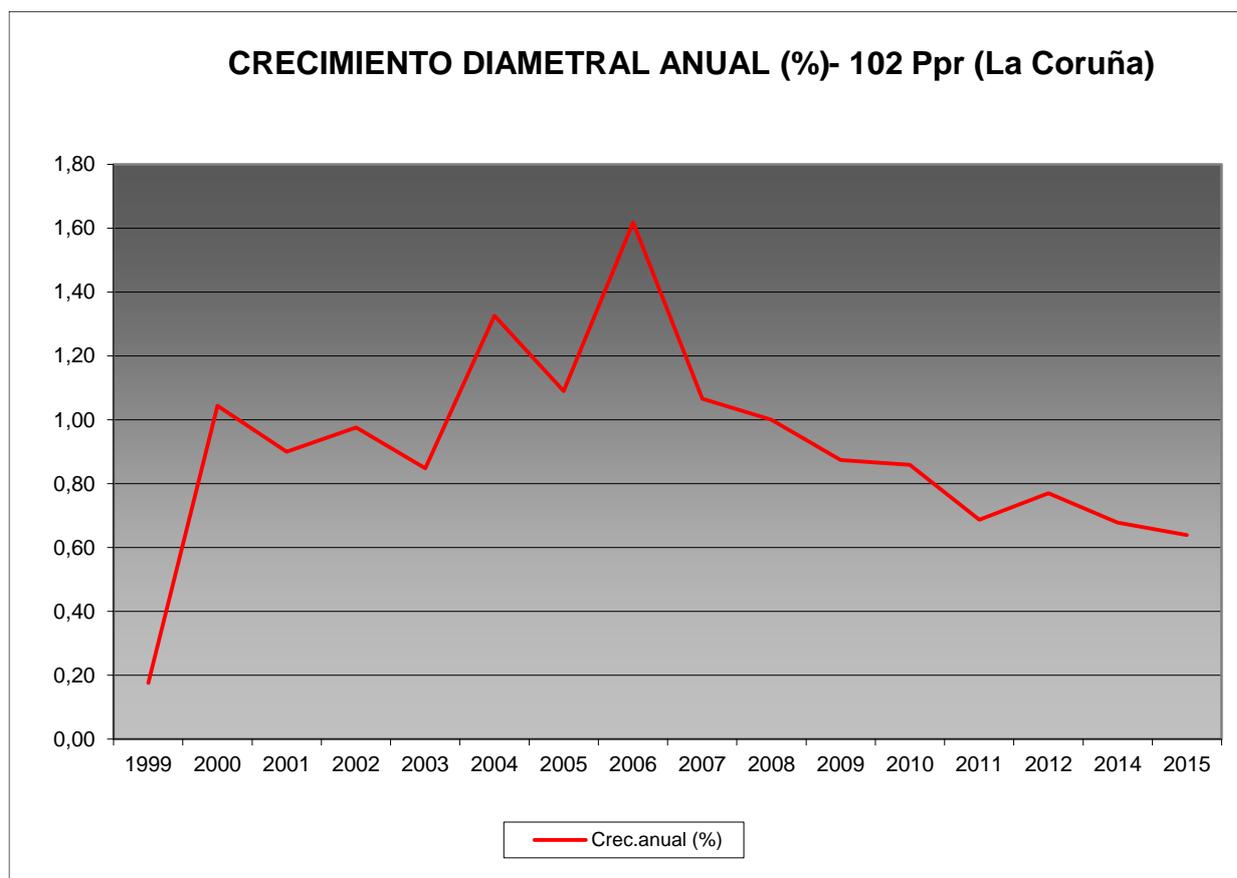


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, excepción hecha del primer año de evaluación, entre el 0,69% de 2011 y el 1,62% de 2006, situándose por regla general en valores próximos al 1% anual.

11. Meteorología.

Se presenta a continuación un resumen de las principales variables meteorológicas recogidas en la estación de la parcela, 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.

TABLA 27: Parámetros meteorológicos básicos. 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.

Año	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)	
1997	1510									
1998	1800	11,3	30,6	-12,5	15,9	3,8	139,8	85,4	2,1	44,8
1999	2359	12,4	34,8	-11,1	16,5	9,4	149,9	90,8	1,9	37,0

Año	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)	
2000	2555	11,7	32,0	-12,2	16,4	2,5	148,9	73,2	2,6	48,0
2001	2701									
2002	2780	13,4	31,9	1,7	17,8	10,4	166,6	93,2	1,8	70,7
2003	2226	13,4	31,9	1,7	17,8	10,4	166,6	93,2	1,8	70,7
2004	1774	12,9	32,3	-0,9	17,4	9,6	16,2	79,2	1,6	32,8
2005	1489	12,6	35,6	-1,8	17,1	9,4	16,5	77,9	1,6	29,8
2006	3116	11,9	36,8	-1,9	16,4	8,7	153,3	79,7	1,2	20,5
2007	2227	13,0	33,5	0,5	17,8	9,4	13,9	76,8	1,1	
2008	2225	12,5	31,5	-1,3	16,8	9,4	114,3	80,3	0,8	26,8
2009	2725	12,8	31,7	-1,5	17,3	9,4	122,3	79,7	0,7	23,8
2010	2290	13,5	35,5	-5,7	18,6	9,4	16,3	85,9	1,2	27,6
2011	1941	13,5	35,8	0,6	18,3	10,1	239,1	90,8	2,9	86,0
2012	973	11,8	35,3	-0,9	16,7	8,3	225,7	91,6	1,4	21,6
2014	1590	14,1	34,3	-3,5	18,5	10,1	206,1	85,7	1,9	20,8
2015	2013	15,4	37,5	-1,4	20,7	10,2			2,8	14,7
Media	2127	13,05	34	-1,90	17,69	9,09	126,36	84,21	1,71	38,37

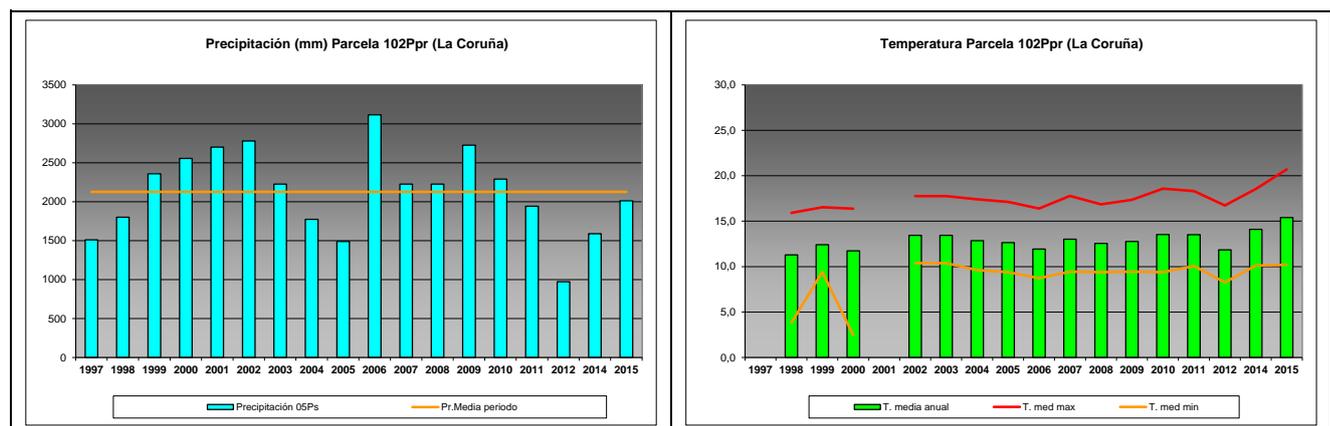


FIG 25: Principales variables meteorológicas.