

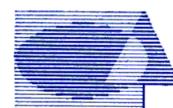


**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y
CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES**

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2019**

PARCELA 102 Ppr (LA CORUÑA)

**20
19**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

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

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

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	31
5.6. Sodio	32
5.7. Amonio	33
5.8. Cloro	34
5.9. Nitratos	36
5.10. Sulfatos	37
5.11. Interpretación de resultados	38
6. Calidad del aire. Inmisión	40
7. Análisis foliar	41
7.1. Macronutrientes	41
7.2. Micronutrientes	44
7.3. Interpretación de resultados	45
8. Desfronde	46
9. Fenología	48
10. Cintas diamétricas	50
11. Meteorología	52
12. Índice de Área Foliar	53
13. Solución del suelo	55

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

TABLA 28: Parámetros de estrés meteorológico

TABLA 29: Índices de Área Foliar

TABLA 30: Resultados de análisis de la solución del suelo

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

FIG 26: Índices de Área Foliar

FIG 27: Fotos hemisféricas

FIG 28: Variación temporal de pH de la solución del suelo

FIG 29: Variación temporal de conductividad de la solución del suelo

FIG 30: Variación temporal de potasio de la solución del suelo

FIG 31: Variación temporal de calcio de la solución del suelo

FIG 32: Variación temporal de magnesio de la solución del suelo

FIG 33: Variación temporal de sodio de la solución del suelo

FIG 34: Variación temporal de amonio de la solución del suelo

FIG 35: Variación temporal de cloro de la solución del suelo

FIG 36: Variación temporal de nitratos de la solución del suelo

FIG 37: Variación temporal de sulfatos de la solución del suelo

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*.

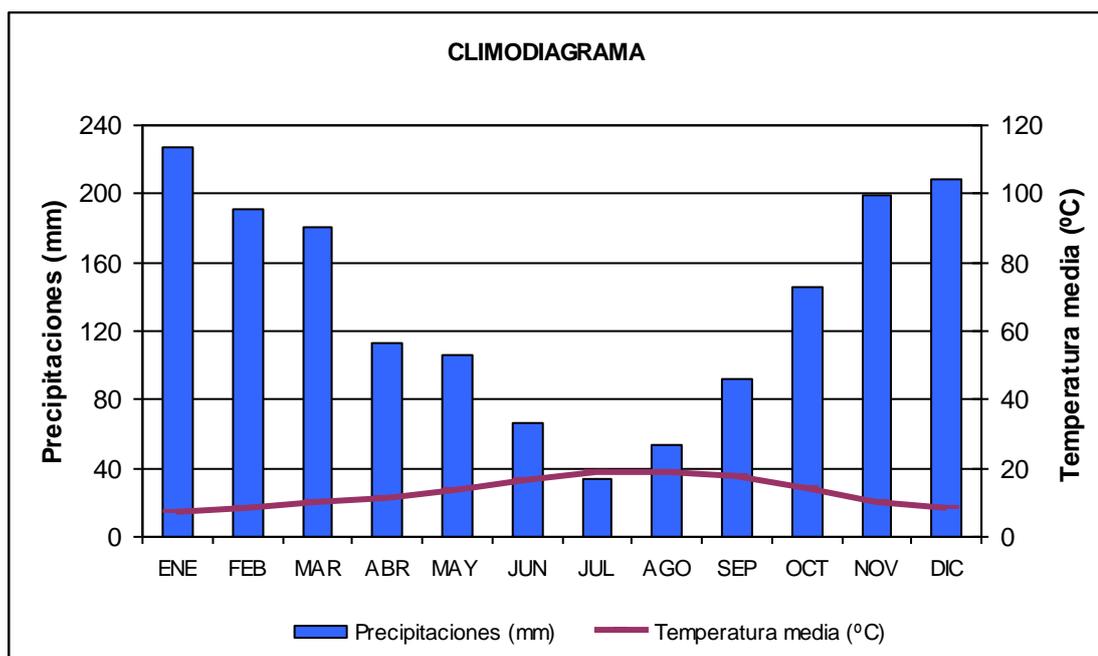


FIG 2: Climodiagrama de la parcela.

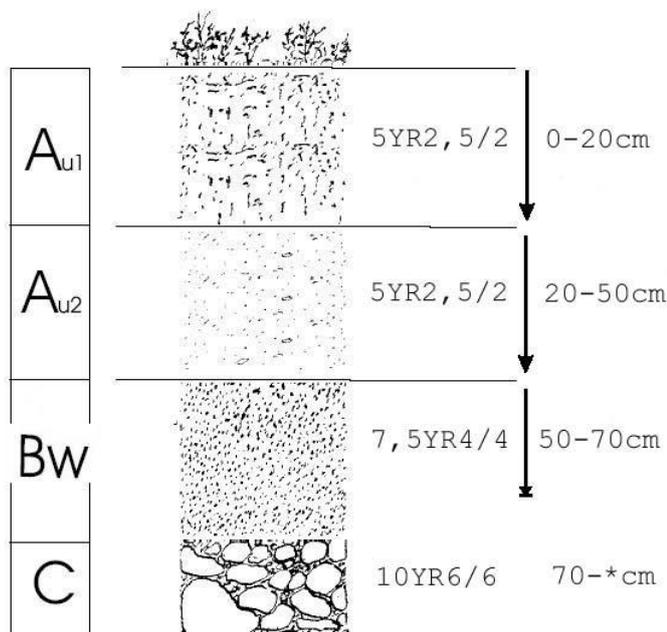
2.2. Geología y Suelos.

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 entomofauna 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 arbóreo 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.	+		

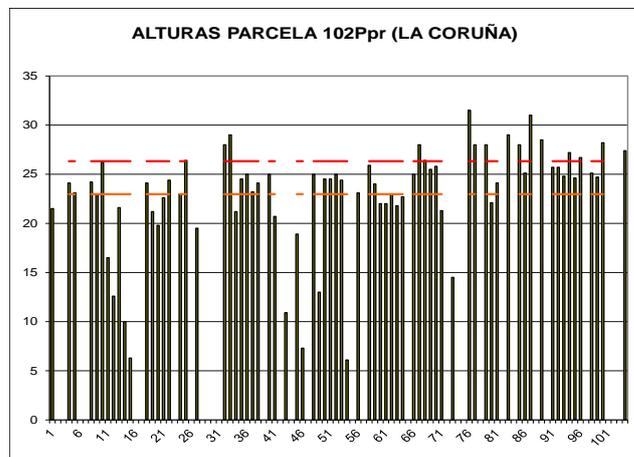
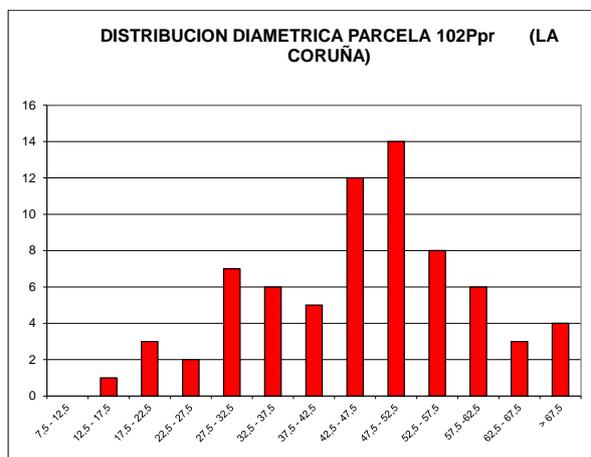
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 8c Serie colina galaicoportuguesa acidofila del roble o *Quercus robur* (*Rusco aculeati-Querceto roboris sigmetum*).

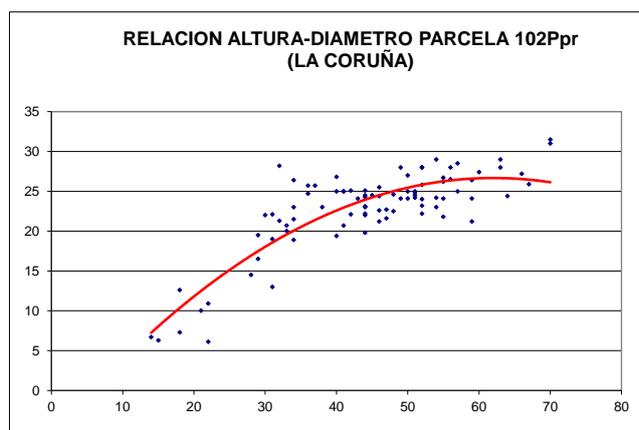
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

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 según criterio diámetro, 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 m	Alt do m	Exist m ³ cc
102 Ppr	0,2500	71	284	65	6	33	80-100	46,18	51,46	47,37	22,99	26,19	113,01





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5						
12,5 - 17,5	1	4	7,7	51,19	0,09	0,37
17,5 - 22,5	3	12	11,4	57,17	0,50	1,98
22,5 - 27,5	2	8	14,8	59,10	0,42	1,69
27,5 - 32,5	7	28	17,7	59,01	3,43	13,71
32,5 - 37,5	6	24	20,2	57,75	4,52	18,08
37,5 - 42,5	5	20	22,3	55,78	5,19	20,75
42,5 - 47,5	12	48	24,0	53,32	15,71	62,83
47,5 - 52,5	14	56	25,3	50,52	24,79	99,16
52,5 - 57,5	8	32	26,1	47,47	17,32	69,28
57,5 - 62,5	6	24	26,5	44,24	16,27	65,09
62,5 - 67,5	3	12	26,6	40,87	9,92	39,67
> 67,5	4	16	26,4	38,80	16,29	65,16
TOTAL	71	284			114,44	457,78

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 estado fitosanitario aceptable, con una defoliación media del 25,62% dentro por tanto de la escala de daños ligeros si bien en los valores más altos de la escala, 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, no tanto por el comportamiento de la media, que disminuye en cerca de un punto porcentual, inferior por tanto al umbral de cinco puntos que supondría una variación significativa en términos estadísticos, de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales, como por lo que se refiere a la distribución por clases de daño, al incrementarse los pies calificados con daños moderados, destacando la muerte de dos pies debido, en algún caso a daños por escoltados perforadores sobre pies debilitados previamente, en un mecanismo de acción ya observado en anteriores revisiones.

Atendiendo a la serie histórica de datos, parece revertirse 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.

En lo que respecta a la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio del estado de vitalidad del arbolado, parece confirmar el empeoramiento observado, al apreciarse en cerca del 15% de los pies, siempre en grado ligero.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

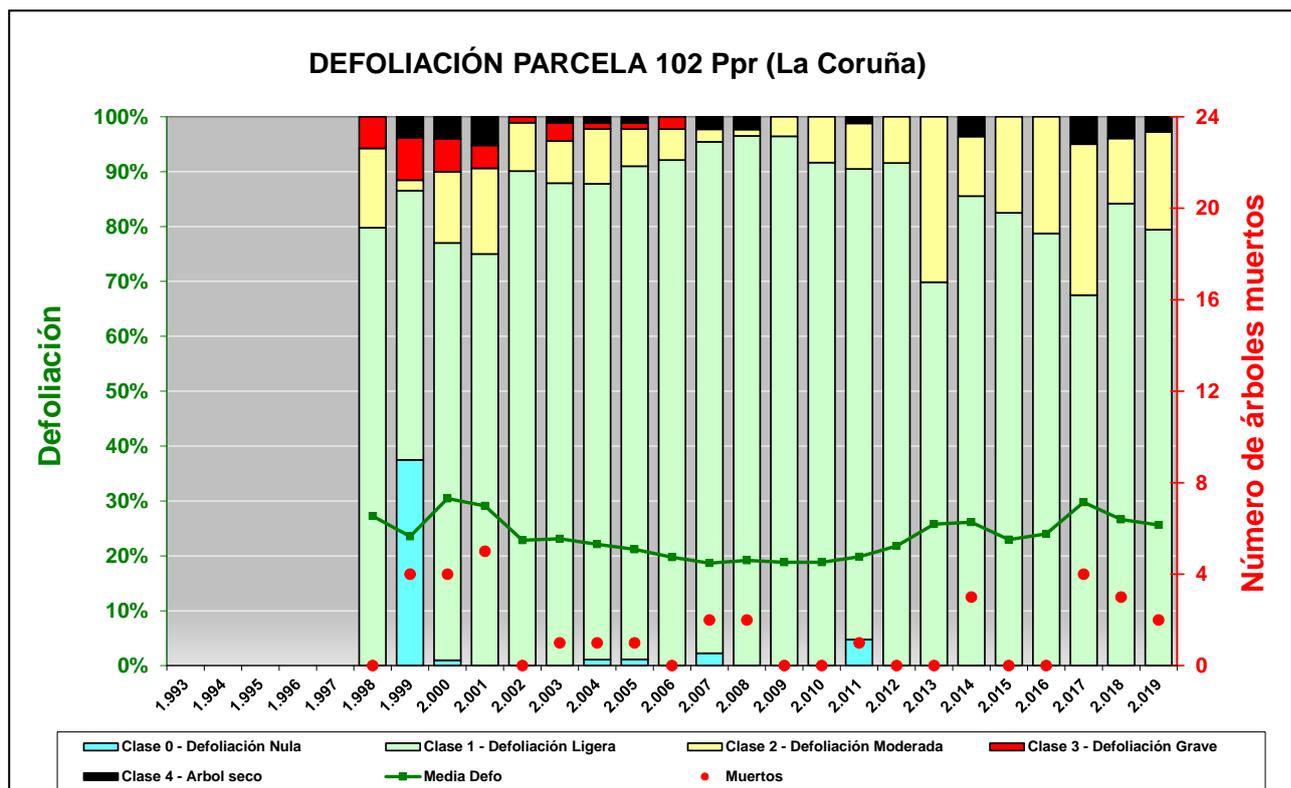


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



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	4	1,00	16	5,48	18,75	0,50	-6,87	0,24	23,00	10,05	-23,18	-12,94
Hojas	4	1,00	16	5,48	18,75	0,50	-6,87	0,24	23,00	10,05	-23,18	-12,94
Perforadores	3	1,33	12	4,11	25,00	0,00	-0,62	-0,26	47,33	23,20	1,15	0,21
<i>Dioryctria splendidella</i>	3	1,33	12	4,11	25,00	0,00	-0,62	-0,26	47,33	23,20	1,15	0,21
Tronco en copa	1	2,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	52,00	24,50	5,82	1,51
Tronco	2	1,00	8	2,74	27,50	0,00	1,88	-0,26	45,00	22,55	-1,18	-0,44
Chupadores	16	1,00	64	21,92	21,56	0,00	-4,05	-0,26	50,81	24,01	4,63	1,02
Acíc. antiguas	16	1,00	64	21,92	21,56	0,00	-4,05	-0,26	50,81	24,01	4,63	1,02
Form. Agallas	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	15,00	6,30	-31,18	-16,69
<i>Andricus foecundatrix</i>	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	15,00	6,30	-31,18	-16,69
Yemas	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	15,00	6,30	-31,18	-16,69
ENFERMEDADES												
Tizón	14	1,36	56	19,18	26,79	0,21	1,17	-0,05	43,57	24,09	-2,61	1,10
<i>Sphaeropsis sapinea</i>	14	1,36	56	19,18	26,79	0,21	1,17	-0,05	43,57	24,09	-2,61	1,10
Tronco en copa	3	1,33	12	4,11	21,67	0,00	-3,95	-0,26	52,00	25,03	5,82	2,05
Tronco	8	1,38	32	10,96	27,50	0,38	1,88	0,12	41,25	23,26	-4,93	0,28
Cuello raíz	1	2,00	4	1,37	25,00	0,00	-0,62	-0,26	41,00	25,00	-5,18	2,01
Tronco completo	2	1,00	8	2,74	32,50	0,00	6,88	-0,26	41,50	25,50	-4,68	2,51
Hongos pudrición	11	1,45	44	15,07	25,45	0,09	-0,16	-0,17	41,09	24,39	-5,09	1,40
<i>Fomes pini</i>	11	1,45	44	15,07	25,45	0,09	-0,16	-0,17	41,09	24,39	-5,09	1,40
Tronco en copa	1	1,00	4	1,37	30,00	0,00	4,38	-0,26	30,00	22,00	-16,18	-0,99
Tronco	10	1,50	40	13,70	25,00	0,10	-0,62	-0,16	42,20	24,63	-3,98	1,64
Oidio	6	1,83	24	8,22	19,17	0,50	-6,45	0,24	22,17	8,93	-24,02	-14,05
<i>Microsphaera alphitoides</i>	6	1,83	24	8,22	19,17	0,50	-6,45	0,24	22,17	8,93	-24,02	-14,05
Hojas	6	1,83	24	8,22	19,17	0,50	-6,45	0,24	22,17	8,93	-24,02	-14,05
AG.ABIÓTICOS												
Fact. físicos	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	15,00	6,30	-31,18	-16,69
Tronco	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	15,00	6,30	-31,18	-16,69
Sequía	20	1,45	80	27,40	27,25	0,25	1,63	-0,01	44,85	23,81	-1,33	0,82
Acíc. del año	7	1,29	28	9,59	30,00	0,29	4,38	0,03	39,00	23,64	-7,18	0,66
Acíc. antiguas	13	1,54	52	17,81	25,77	0,23	0,15	-0,03	48,00	23,90	1,82	0,91
Calor	30	1,23	120	41,10	24,33	0,07	-1,28	-0,19	48,03	24,54	1,85	1,55
Acíc. del año	1	1,00	4	1,37	25,00	0,00	-0,62	-0,26	56,00	21,80	9,82	-1,19
Acíc. antiguas	27	1,26	108	36,99	23,52	0,07	-2,10	-0,19	48,74	24,78	2,56	1,79
Brotos del año	2	1,00	8	2,74	35,00	0,00	9,38	-0,26	34,50	22,65	-11,68	-0,34
Viento/Tornado	20	1,05	80	27,40	23,50	0,15	-2,12	-0,11	47,65	24,71	1,47	1,72
Ramillos <2 cm	4	1,00	16	5,48	21,25	0,00	-4,37	-0,26	47,75	25,15	1,57	2,16
Ramas 2-10 cm	13	1,00	52	17,81	24,23	0,23	-1,39	-0,03	48,15	24,89	1,97	1,90

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Ramas tam. variable	3	1,33	12	4,11	23,33	0,00	-2,28	-0,26	45,33	23,33	-0,85	0,35
ANTRÓPICOS												
Op. en pies próximos	2	1,50	8	2,74	25,00	1,00	-0,62	0,74	35,00	15,75	-11,18	-7,24
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,37	25,00	1,00	-0,62	0,74	18,00	7,30	-28,18	-15,69
Ramas tam. variable	1	2,00	4	1,37	25,00	1,00	-0,62	0,74	52,00	24,20	5,82	1,21
Otros daños antrópicos	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	54,00	28,00	7,82	5,01
Tronco	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	54,00	28,00	7,82	5,01
CONTAMINANTES												
Contaminantes	4	1,00	16	5,48	23,75	0,00	-1,87	-0,26	50,50	23,48	4,32	0,49
Acíc. antiguas	4	1,00	16	5,48	23,75	0,00	-1,87	-0,26	50,50	23,48	4,32	0,49
OTROS DAÑOS												
Hedera helix	50	1,66	200	68,49	23,50	0,16	-2,12	-0,10	46,24	22,73	0,06	-0,26
Tronco	46	1,70	184	63,01	23,70	0,13	-1,92	-0,13	45,85	22,96	-0,34	-0,03
Tronco completo	4	1,25	16	5,48	21,25	0,50	-4,37	0,24	50,75	20,08	4,57	-2,91
Competencia	2	4,50	8	2,74	25,00	0,00	-0,62	-0,26	41,50	21,75	-4,68	-1,24
Tronco	2	4,50	8	2,74	25,00	0,00	-0,62	-0,26	41,50	21,75	-4,68	-1,24
Falta luz	29	1,00	116	39,73	22,24	0,10	-3,37	-0,16	51,38	23,65	5,20	0,66
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	1,37	15,00	0,00	-10,62	-0,26	22,00	10,00	-24,18	-12,99
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	59,00	28,50	12,82	5,51
Ramas tam. variable	27	1,00	108	36,99	22,59	0,11	-3,02	-0,15	52,19	23,97	6,00	0,99
Inter.físicas	10	1,10	40	13,70	23,50	0,00	-2,12	-0,26	45,90	24,95	-0,28	1,96
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	1,37	15,00	0,00	-10,62	-0,26	42,00	25,00	-4,18	2,01
Ramas 2-10 cm	3	1,00	12	4,11	21,67	0,00	-3,95	-0,26	52,00	27,33	5,82	4,35
Ramas tam. variable	6	1,17	24	8,22	25,83	0,00	0,22	-0,26	43,50	23,75	-2,68	0,76
Compet/Espesura	7	5,57	28	9,59	27,86	0,14	2,24	-0,12	34,86	20,44	-11,33	-2,54
Acíc. antiguas	2	2,00	8	2,74	27,50	0,00	1,88	-0,26	36,50	23,15	-9,68	0,16
Tronco en copa	1	7,00	4	1,37	35,00	0,00	9,38	-0,26	42,00	20,70	-4,18	-2,29
Tronco	4	7,00	16	5,48	26,25	0,25	0,63	-0,01	32,25	19,03	-13,93	-3,96
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	80	1,01	320	100,00	23,56	0,18	-2,05	-0,09	49,80	24,29	3,62	1,30
Acíc. del año	29	1,00	116	39,73	23,28	0,17	-2,34	-0,09	51,62	24,91	5,44	1,93
Acíc. antiguas	14	1,00	56	19,18	23,21	0,21	-2,40	-0,05	47,21	24,10	1,03	1,11
Acíc. todas edades	2	1,00	8	2,74	27,50	0,00	1,88	-0,26	53,50	24,85	7,32	1,86
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	1,37	25,00	0,00	-0,62	-0,26	52,00	25,00	5,82	2,01
Ramas 2-10 cm	3	1,00	12	4,11	26,67	0,33	1,05	0,07	27,00	16,20	-19,18	-6,79
Ramas tam. variable	4	1,00	16	5,48	26,25	0,50	0,63	0,24	50,00	24,00	3,82	1,01
Yemas	10	1,00	40	13,70	23,00	0,00	-2,62	-0,26	49,00	23,84	2,82	0,85
Tronco en copa	9	1,00	36	12,33	20,56	0,00	-5,06	-0,26	60,56	25,93	14,37	2,95
Tronco	5	1,20	20	6,85	28,00	0,60	2,38	0,34	45,60	23,76	-0,58	0,77
Tronco completo	3	1,00	12	4,11	21,67	0,00	-3,95	-0,26	41,00	24,33	-5,18	1,35

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, se advierte en primer lugar la presencia ligera pero generalizada de **defoliadores** tortrícidos sobre los robles del nivel del regenerado, alguno de los cuales presenta talla arbórea y ha quedado incorporado al arbolado de la parcela; de quienes se ven las habituales mordeduras y ventanas a lo largo del margen foliar aunque sin afectar de forma importante a los hospedantes junto con la presencia de escoltídos perforadores, citados ya en 2016 y estimulados a partir de varios pies derribados por una tormenta con aparato eléctrico. Aparecen así afectados cerca del 5% del arbolado muestra, viéndose perforaciones en tronco debidas a la acción de *Dioryctria silvestrella* acompañadas de las habituales resinaciones enrojecidas por el serrín de la corteza junto con perforaciones

debidas a *Ips sexdentatus* insecto que reviste peligrosidad para el arbolado puesto que no sólo tiene carácter de agente primario sino que puede dar lugar a dos generaciones anuales, amplificando así sus daños, y que tiene manifiesta predilección por pies previamente debilitados; debidos a este agente se ha registrado la muerte de varios pies, previamente debilitados y que se han convertido en focos de atracción para su desarrollo, repitiéndose el mecanismo en la evaluación del año en curso. Se advierte también alguna agalla de *Andricus foecundatrix* sobre los robles de menor tamaño e insectos **chupadores** sobre los pinos, en aparente expansión con respecto a la revisión anterior, de quienes se ve la habitual decoloración o bandeado asociadas a la succión de los jugos por el insecto acompañadas de un leve tapón de resina que cierra el orificio de entrada, apreciable al tacto.

Cabe destacar también la aparición en los castaños del nivel de sotobosque del organismo de cuarentena forestal *Dryocosmus kuriphilus*, “avispiña del castaño” dentro de la expansión de este himenóptero que se ha registrado en todo el cuadrante noroccidental de la península.

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*), cuya presencia se duplica respecto a la pasada revisión, 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 cerca 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, aun cuando no lleguen a formar parte del arbolado muestra.

En cuanto al conjunto de agentes abióticos se advierten roturas de ramas debidas a la acción del **viento**, agente dañino bastante frecuente en la zona y que amplifica sus efectos cuando causa roturas en la guía terminal, dejando al pie afectado por debajo del dosel principal de copas, con baja iluminación y que suele empezar un decaimiento que acaba con la muerte del árbol afectado. Los daños se manifiestan más en árboles de dimensiones superiores al vuelo medio de la parcela, menos favorecidos por el efecto coprotector de la masa. Debido a las temperaturas estivales, junto con menores precipitaciones estivales, se ha registrado al gún caso de microfília en las acículas del año, junto con adelantamiento de la senescencia de las de mayor edad, junto con decoloraciones foliares de distinta naturaleza y algún aborto de brote del año, en el que a la elongación de la metida no ha seguido el despliegue de las nuevas acículas.

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 colonizados 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 buena parte de los pies 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 defoliaciones moderadas. 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, sin los típicos grumos de resina causados por los insectos chupadores; concentradas además en las superficies abiertas al aire; resultando muy llamativa la presencia de ramillos caídos en el suelo punteados en la zona expuesta al aire y verdes en la superficie protegida 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, enrollamientos en las acículas del año en curso, junto con **puntisecados** en ramas y **resinosis** en tronco, sin mayor significación fitosanitaria.

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	37	1,05	148	50,68	24,59	0,19	-1,02	-0,07	49,35	24,59	3,17	1,60
Dec. Verde-amarillo	15	1,00	60	20,55	24,33	0,13	-1,28	-0,13	51,20	25,04	5,02	2,05
Apical	14	1,00	56	19,18	24,64	0,14	-0,97	-0,12	50,57	25,11	4,39	2,12
Parcial	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	60,00	24,10	13,82	1,11
Dec. Rojo-marrón	2	1,00	8	2,74	25,00	0,50	-0,62	0,24	54,00	23,00	7,82	0,01
Completa	2	1,00	8	2,74	25,00	0,50	-0,62	0,24	54,00	23,00	7,82	0,01
Microfilia	7	1,29	28	9,59	30,00	0,29	4,38	0,03	39,00	23,64	-7,18	0,66
Deformaciones	13	1,00	52	17,81	21,92	0,15	-3,69	-0,11	52,08	24,82	5,89	1,84
Enrolladas	13	1,00	52	17,81	21,92	0,15	-3,69	-0,11	52,08	24,82	5,89	1,84
Acíc. antiguas	76	1,21	304	100,00	23,55	0,11	-2,06	-0,15	48,54	24,23	2,36	1,24
Comidos/perdidos	32	1,50	128	43,84	24,69	0,16	-0,93	-0,10	47,94	24,58	1,75	1,59
Caída prematura	32	1,50	128	43,84	24,69	0,16	-0,93	-0,10	47,94	24,58	1,75	1,59
Dec. Verde-amarillo	31	1,00	124	42,47	21,94	0,10	-3,68	-0,16	50,68	24,32	4,49	1,33
Punteado	4	1,00	16	5,48	23,75	0,00	-1,87	-0,26	50,50	23,48	4,32	0,49
Bandeado	16	1,00	64	21,92	21,56	0,00	-4,05	-0,26	50,81	24,01	4,63	1,02
Apical	1	1,00	4	1,37	25,00	0,00	-0,62	-0,26	55,00	29,00	8,82	6,01
Parcial	10	1,00	40	13,70	21,50	0,30	-4,12	0,04	50,10	24,69	3,92	1,70
Dec. Rojo-marrón	13	1,00	52	17,81	24,62	0,00	-1,00	-0,26	44,92	23,15	-1,26	0,16
Completa	13	1,00	52	17,81	24,62	0,00	-1,00	-0,26	44,92	23,15	-1,26	0,16
Acíc. todas edades	2	1,00	8	2,74	27,50	0,00	1,88	-0,26	53,50	24,85	7,32	1,86
Dec. Rojo-marrón	2	1,00	8	2,74	27,50	0,00	1,88	-0,26	53,50	24,85	7,32	1,86
Completa	2	1,00	8	2,74	27,50	0,00	1,88	-0,26	53,50	24,85	7,32	1,86
Hojas	10	1,50	40	13,70	19,00	0,50	-6,62	0,24	22,50	9,38	-23,68	-13,61
Comidos/perdidos	4	1,00	16	5,48	18,75	0,50	-6,87	0,24	23,00	10,05	-23,18	-12,94

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Agujeros/Parc. comidas	4	1,00	16	5,48	18,75	0,50	-6,87	0,24	23,00	10,05	-23,18	-12,94
Dec. Rojo-marrón	3	2,00	12	4,11	20,00	0,67	-5,62	0,41	21,00	9,40	-25,18	-13,59
Parcial	3	2,00	12	4,11	20,00	0,67	-5,62	0,41	21,00	9,40	-25,18	-13,59
Signos hongos	3	1,67	12	4,11	18,33	0,33	-7,28	0,07	23,33	8,47	-22,85	-14,52
Cob. blanca hojas	3	1,67	12	4,11	18,33	0,33	-7,28	0,07	23,33	8,47	-22,85	-14,52
RAMAS/BROTES												
Brotos del año	2	1,00	8	2,74	35,00	0,00	9,38	-0,26	34,50	22,65	-11,68	-0,34
Aborto	2	1,00	8	2,74	35,00	0,00	9,38	-0,26	34,50	22,65	-11,68	-0,34
Ramillos <2 cm	7	1,00	28	9,59	20,00	0,00	-5,62	-0,26	43,86	22,94	-2,33	-0,04
Rotura	5	1,00	20	6,85	20,00	0,00	-5,62	-0,26	46,60	25,12	0,42	2,13
Muerto/moribundo	2	1,00	8	2,74	20,00	0,00	-5,62	-0,26	37,00	17,50	-9,18	-5,49
Ramas 2-10 cm	21	1,00	84	28,77	24,05	0,24	-1,57	-0,02	44,76	23,33	-1,42	0,35
Rotura	17	1,00	68	23,29	23,82	0,24	-1,79	-0,02	47,06	24,29	0,88	1,30
Muerto/moribundo	4	1,00	16	5,48	25,00	0,25	-0,62	-0,01	35,00	19,28	-11,18	-3,71
Ramas tam. variable	41	1,07	164	56,16	23,54	0,15	-2,08	-0,11	50,20	23,90	4,01	0,92
Rotura	10	1,30	40	13,70	25,00	0,10	-0,62	-0,16	44,90	23,67	-1,28	0,68
Muerto/moribundo	31	1,00	124	42,47	23,06	0,16	-2,55	-0,10	51,90	23,98	5,72	0,99
Yemas	11	1,00	44	15,07	22,73	0,00	-2,89	-0,26	45,91	22,25	-0,27	-0,74
Deformaciones	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	15,00	6,30	-31,18	-16,69
Otras deformaciones	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	15,00	6,30	-31,18	-16,69
Resinosis	10	1,00	40	13,70	23,00	0,00	-2,62	-0,26	49,00	23,84	2,82	0,85
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	15	1,53	60	20,55	22,33	0,00	-3,28	-0,26	55,00	25,05	8,82	2,06
Signos insectos	1	2,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	52,00	24,50	5,82	1,51
Perforaciones,serrín	1	2,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	52,00	24,50	5,82	1,51
Signos hongos	1	1,00	4	1,37	30,00	0,00	4,38	-0,26	30,00	22,00	-16,18	-0,99
C.fructificación	1	1,00	4	1,37	30,00	0,00	4,38	-0,26	30,00	22,00	-16,18	-0,99
Resinosis	12	1,08	48	16,44	20,83	0,00	-4,78	-0,26	58,42	25,71	12,23	2,72
Inclinado	1	7,00	4	1,37	35,00	0,00	9,38	-0,26	42,00	20,70	-4,18	-2,29
Tronco	79	1,91	316	100,00	24,68	0,18	-0,93	-0,08	43,80	22,86	-2,39	-0,12
Deformaciones	2	1,00	8	2,74	22,50	0,00	-3,12	-0,26	26,50	14,65	-19,68	-8,34
Otras deformaciones	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	15,00	6,30	-31,18	-16,69
Chancros	1	1,00	4	1,37	25,00	0,00	-0,62	-0,26	38,00	23,00	-8,18	0,01
Signos insectos	1	1,00	4	1,37	25,00	0,00	-0,62	-0,26	55,00	26,20	8,82	3,21
Perforaciones,serrín	1	1,00	4	1,37	25,00	0,00	-0,62	-0,26	55,00	26,20	8,82	3,21
Signos hongos	10	1,50	40	13,70	25,00	0,10	-0,62	-0,16	42,20	24,63	-3,98	1,64
C.fructificación	10	1,50	40	13,70	25,00	0,10	-0,62	-0,16	42,20	24,63	-3,98	1,64
Otros signos	46	1,70	184	63,01	23,70	0,13	-1,92	-0,13	45,85	22,96	-0,34	-0,03
Heridas	2	1,50	8	2,74	25,00	0,50	-0,62	0,24	52,50	26,05	6,32	3,06
Descortezamientos	1	1,00	4	1,37	20,00	0,00	-5,62	-0,26	54,00	28,00	7,82	5,01
Grietas	1	2,00	4	1,37	30,00	1,00	4,38	0,74	51,00	24,10	4,82	1,11
Resinosis	12	1,25	48	16,44	27,92	0,42	2,30	0,16	42,00	23,06	-4,18	0,07
Inclinado	6	6,17	24	8,22	25,83	0,17	0,22	-0,09	35,33	19,93	-10,85	-3,05
Cuello raíz	1	2,00	4	1,37	25,00	0,00	-0,62	-0,26	41,00	25,00	-5,18	2,01
Resinosis	1	2,00	4	1,37	25,00	0,00	-0,62	-0,26	41,00	25,00	-5,18	2,01
Tronco completo	9	1,11	36	12,33	23,89	0,22	-1,73	-0,04	45,44	22,70	-0,74	-0,29
Otros signos	4	1,25	16	5,48	21,25	0,50	-4,37	0,24	50,75	20,08	4,57	-2,91
Resinosis	5	1,00	20	6,85	26,00	0,00	0,38	-0,26	41,20	24,80	-4,98	1,81

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		Tizón	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	37										
Dec. Verde-amarillo	15										
Apical	14										
Parcial	1										
Dec. Rojo-marrón	2										
Completa	2										
Microfilia	7										
Deformaciones	13										
Enrolladas	13										
Acíc. antiguas	76					16	100,00				
Comidos/perdidos	32										
Caída prematura	32										
Dec. Verde-amarillo	31					16	100,00				
Punteado	4										
Bandeado	16					16	100,00				
Apical	1										
Parcial	10										
Dec. Rojo-marrón	13										
Completa	13										
Acíc. todas edades	2										
Dec. Rojo-marrón	2										
Completa	2										
Hojas	10	4	100,00								
Comidos/perdidos	4	4	100,00								
Agujeros/Parc. comidas	4	4	100,00								
Dec. Rojo-marrón	3										
Parcial	3										
Signos hongos	3										
Cob. blanca hojas	3										
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	2										
Aborto	2										
Ramillos <2 cm	7										
Rotura	5										
Muerto/moribundo	2										
Ramas 2-10 cm	21										
Rotura	17										
Muerto/moribundo	4										
Ramas tam. variable	41										
Rotura	10										
Muerto/moribundo	31										
Yemas	11							1	100,00		

	N par	Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Form. Agallas		Tizón	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Deformaciones	1							1	100,00		
Otras deformaciones	1							1	100,00		
Resinosis	10										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	15			1	33,33					3	21,43
Signos insectos	1			1	33,33						
Perforaciones,serrín	1			1	33,33						
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Resinosis	12									3	21,43
Inclinado	1										
Tronco	79			2	66,67					8	57,14
Deformaciones	2									1	7,14
Otras deformaciones	1										
Chancros	1									1	7,14
Signos insectos	1			1	66,67						
Perforaciones,serrín	1			1	66,67						
Signos hongos	10										
C.fructificación	10										
Otros signos	46										
Heridas	2										
Descortezamientos	1										
Grietas	1										
Resinosis	12			1	66,67					7	50,00
Inclinado	6										
Cuello raíz	1									1	7,14
Resinosis	1									1	7,14
Tronco completo	9									2	14,29
Otros signos	4										
Resinosis	5									2	14,29

	N par	Hongos pudrición		Oidio		Fact. físicos		Sequía		Calor	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	37							7	35,00	1	3,33
Dec. Verde-amarillo	15										
Apical	14										
Parcial	1										
Dec. Rojo-marrón	2									1	3,33
Completa	2									1	3,33
Microfilia	7							7	35,00		
Deformaciones	13										
Enrolladas	13										
Acíc. antiguas	76							13	65,00	27	90,00
Comidos/perdidos	32							13	65,00	17	56,67
Caída prematura	32							13	65,00	17	56,67
Dec. Verde-amarillo	31										

	N par	Hongos pudrición		Oidio		Fact. físicos		Sequía		Calor	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Punteado	4										
Bandeado	16										
Apical	1										
Parcial	10										
Dec. Rojo-marrón	13									10	33,33
Completa	13									10	33,33
Acíc. todas edades	2										
Dec. Rojo-marrón	2										
Completa	2										
Hojas	10			6	100,00						
Comidos/perdidos	4										
Agujeros/Parc. comidas	4										
Dec. Rojo-marrón	3			3	50,00						
Parcial	3			3	50,00						
Signos hongos	3			3	50,00						
Cob. blanca hojas	3			3	50,00						
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	2									2	6,67
Aborto	2									2	6,67
Ramillos <2 cm	7										
Rotura	5										
Muerto/moribundo	2										
Ramas 2-10 cm	21										
Rotura	17										
Muerto/moribundo	4										
Ramas tam. variable	41										
Rotura	10										
Muerto/moribundo	31										
Yemas	11										
Deformaciones	1										
Otras deformaciones	1										
Resinosis	10										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	15	1	9,09								
Signos insectos	1										
Perforaciones,serrín	1										
Signos hongos	1	1	9,09								
C.fructificación	1	1	9,09								
Resinosis	12										
Inclinado	1										
Tronco	79	10	90,91			1	100,00				
Deformaciones	2					1	100,00				
Otras deformaciones	1					1	100,00				
Chancros	1										
Signos insectos	1										
Perforaciones,serrín	1										
Signos hongos	10	10	90,91								
C.fructificación	10	10	90,91								
Otros signos	46										

	N par	Hongos pudrición		Oidio		Fact. físicos		Sequía		Calor	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Heridas	2										
Descortezamientos	1										
Grietas	1										
Resinosis	12										
Inclinado	6										
Cuello raíz	1										
Resinosis	1										
Tronco completo	9										
Otros signos	4										
Resinosis	5										

	N par	Viento/ Tornado		Op. en pies próximos		Otros daños antrópicos		Contaminantes		<i>Hedera helix</i>	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	37										
Dec. Verde-amarillo	15										
Apical	14										
Parcial	1										
Dec. Rojo-marrón	2										
Completa	2										
Microfilia	7										
Deformaciones	13										
Enrolladas	13										
Acíc. antiguas	76							4	100,00		
Comidos/perdidos	32										
Caída prematura	32										
Dec. Verde-amarillo	31							4	100,00		
Punteado	4							4	100,00		
Bandeado	16										
Apical	1										
Parcial	10										
Dec. Rojo-marrón	13										
Completa	13										
Acíc. todas edades	2										
Dec. Rojo-marrón	2										
Completa	2										
Hojas	10										
Comidos/perdidos	4										
Agujeros/Parc. comidas	4										
Dec. Rojo-marrón	3										
Parcial	3										
Signos hongos	3										
Cob. blanca hojas	3										
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	2										
Aborto	2										
Ramillos <2 cm	7	4	20,00								

	N par	Viento/ Tornado		Op. en pies próximos		Otros daños antrópicos		Contaminantes		<i>Hedera helix</i>	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Rotura	5	4	20,00								
Muerto/moribundo	2										
Ramas 2-10 cm	21	13	65,00	1	50,00						
Rotura	17	13	65,00	1	50,00						
Muerto/moribundo	4										
Ramas tam. variable	41	3	15,00	1	50,00						
Rotura	10	3	15,00	1	50,00						
Muerto/moribundo	31										
Yemas	11										
Deformaciones	1										
Otras deformaciones	1										
Resinosis	10										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	15										
Signos insectos	1										
Perforaciones,serrín	1										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Resinosis	12										
Inclinado	1										
Tronco	79					1	100,00			46	92,00
Deformaciones	2										
Otras deformaciones	1										
Chancros	1										
Signos insectos	1										
Perforaciones,serrín	1										
Signos hongos	10										
C.fructificación	10										
Otros signos	46									46	92,00
Heridas	2					1	100,00				
Descortezamientos	1					1	100,00				
Grietas	1										
Resinosis	12										
Inclinado	6										
Cuello raíz	1										
Resinosis	1										
Tronco completo	9									4	8,00
Otros signos	4									4	8,00
Resinosis	5										

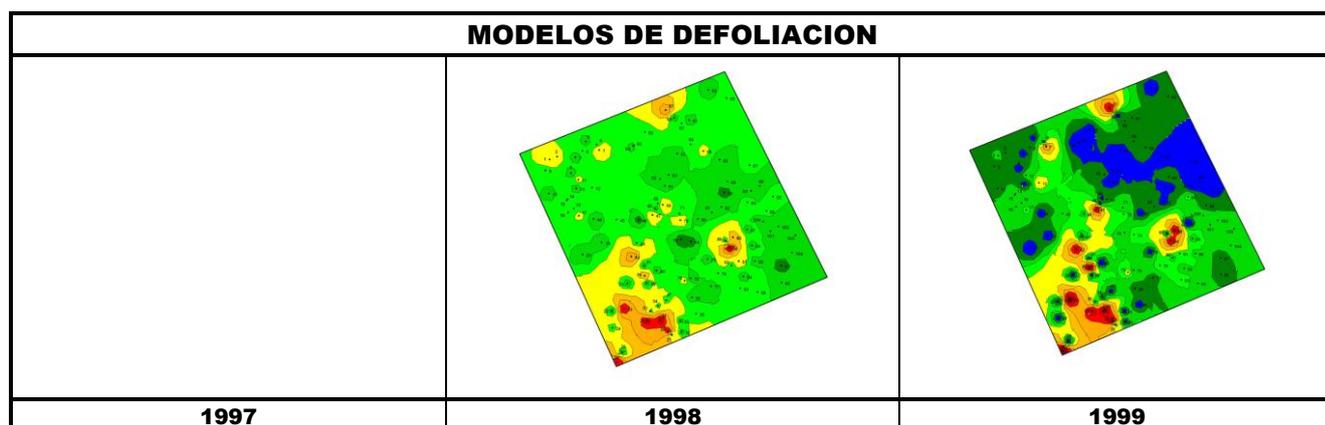
	N par	Competencia		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	37									29	36,25
Dec. Verde-amarillo	15									15	18,75
Apical	14									14	17,50
Parcial	1									1	1,25

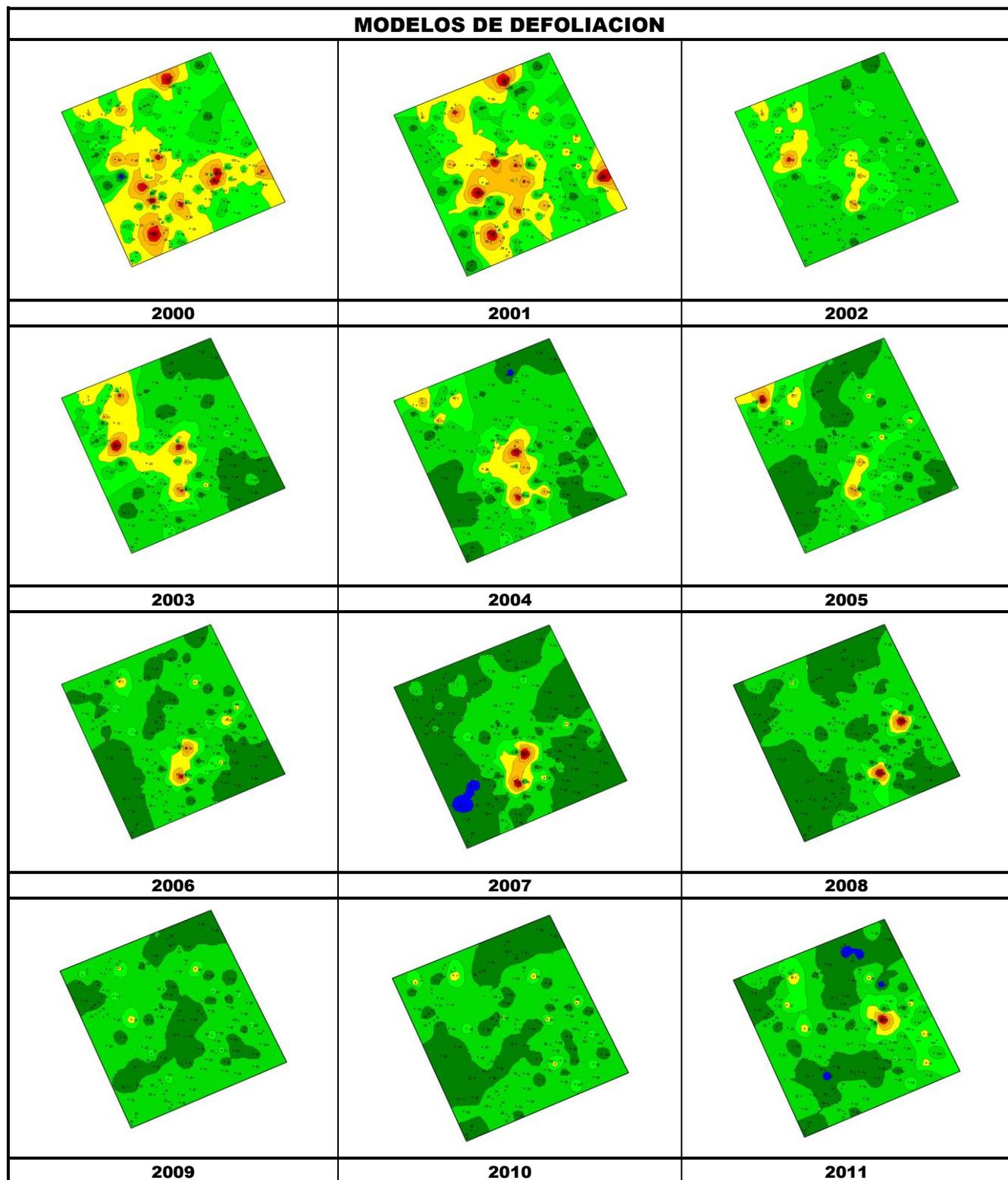
	N par	Competencia		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Dec. Rojo-marrón	2									1	1,25
Completa	2									1	1,25
Microfilia	7										
Deformaciones	13									13	16,25
Enrolladas	13									13	16,25
Acíc. antiguas	76							2	28,57	14	17,50
Comidos/perdidos	32							2	28,57		
Caída prematura	32							2	28,57		
Dec. Verde-amarillo	31									11	13,75
Punteado	4										
Bandeado	16										
Apical	1									1	1,25
Parcial	10									10	12,50
Dec. Rojo-marrón	13									3	3,75
Completa	13									3	3,75
Acíc. todas edades	2									2	2,50
Dec. Rojo-marrón	2									2	2,50
Completa	2									2	2,50
Hojas	10										
Comidos/perdidos	4										
Agujeros/Parc. comidas	4										
Dec. Rojo-marrón	3										
Parcial	3										
Signos hongos	3										
Cob. blanca hojas	3										
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	2										
Aborto	2										
Ramillos <2 cm	7			1	3,45	1	10,00			1	1,25
Rotura	5					1	10,00				
Muerto/moribundo	2			1	3,45					1	1,25
Ramas 2-10 cm	21			1	3,45	3	30,00			3	3,75
Rotura	17					3	30,00				
Muerto/moribundo	4			1	3,45					3	3,75
Ramas tam. variable	41			27	93,10	6	60,00			4	5,00
Rotura	10					6	60,00				
Muerto/moribundo	31			27	93,10					4	5,00
Yemas	11									10	12,50
Deformaciones	1										
Otras deformaciones	1										
Resinosis	10									10	12,50
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	15							1	14,29	9	11,25
Signos insectos	1										
Perforaciones,serrín	1										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Resinosis	12									9	11,25
Inclinado	1							1	14,29		

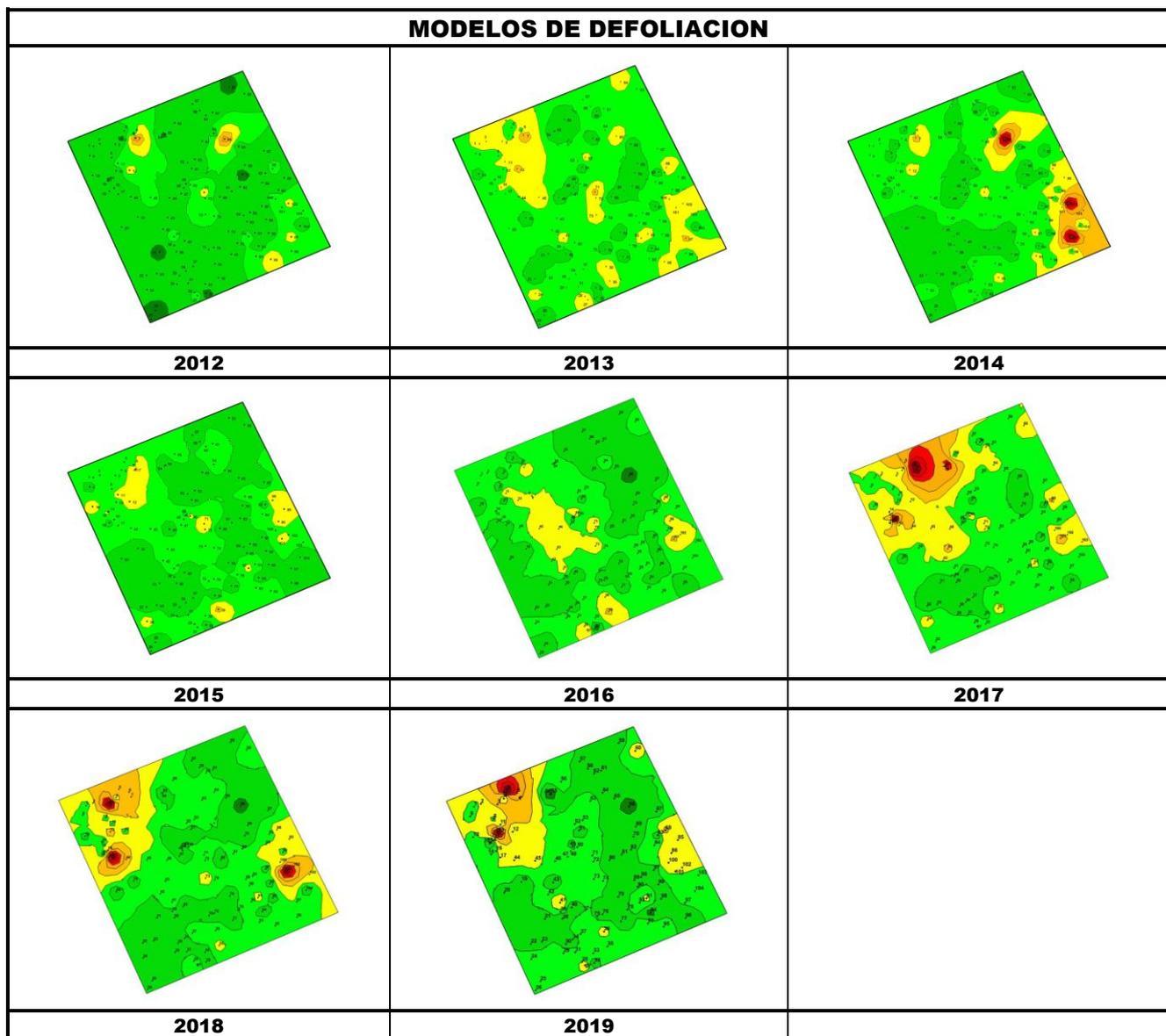
	N par	Competencia		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Tronco	79	2	100,00					4	57,14	5	6,25
Deformaciones	2										
Otras deformaciones	1										
Chancros	1										
Signos insectos	1										
Perforaciones,serrín	1										
Signos hongos	10										
C.fructificación	10										
Otros signos	46										
Heridas	2									1	1,25
Descortezamientos	1										
Grietas	1									1	1,25
Resinosis	12									4	5,00
Inclinado	6	2	100,00					4	57,14		
Cuello raíz	1										
Resinosis	1										
Tronco completo	9									3	3,75
Otros signos	4										
Resinosis	5									3	3,75



FIG 6: Daños foliares en robles. Resinaciones y hongos de pudrición en troncos. Agallas en castaños por *Dryocosmus kuriphilus*.







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

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
	Bomba de succión	1		2018	Continua
Humedad/Temp. del suelo	Sonda HT	1		2018	Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2000	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		1999	Quincenal/Mensual

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
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.

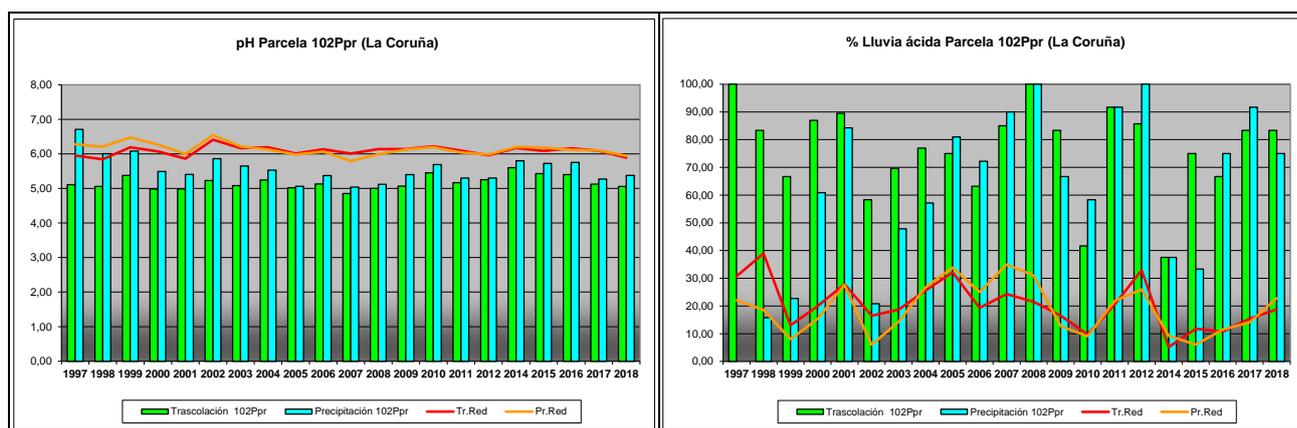
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 102Ppr, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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
2016	5,40	66,67	2027	5,75	75,00	2577	6,16	6,12
2017	5,13	83,33	1248	5,27	91,67	1735	6,09	6,10
2018	5,05	83,33	2439	5,38	75,00	3091	5,89	5,94
Media	5,17	76,32	1744	5,57	61,04	2176	6,08	6,13



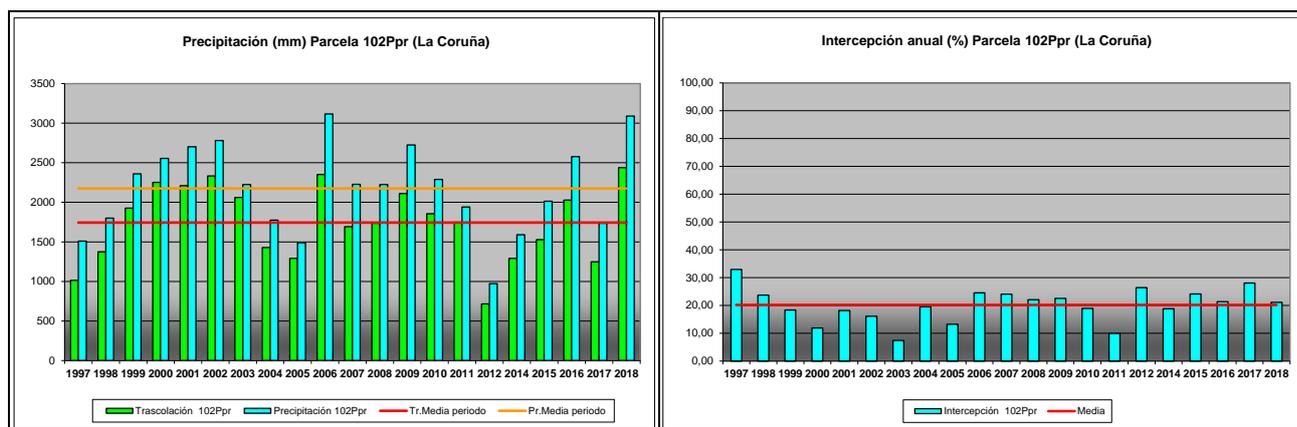


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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	Traslación (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
2016	36,73		2027	16,57		2577	47,39	15,22
2017	48,29		1248	21,99		1735	56,13	18,87
2018	45,01		2439	24,54		3091	38,75	16,20
Media	48,56		1744	25,39		2176	45,27	22,16

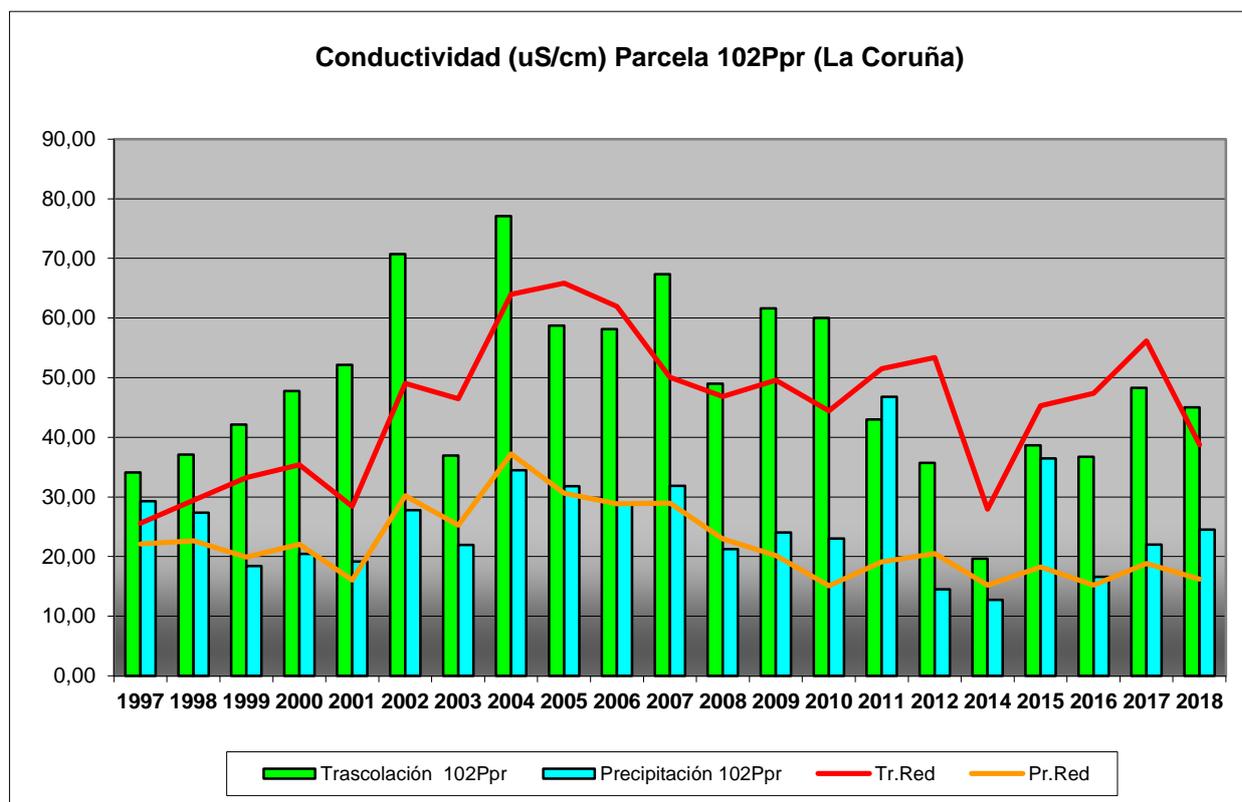


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

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	Trascolución (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
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

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)
2016	1,32	26,69	2027	0,27	7,00	2577	19,69	19,15	2,17
2017	1,56	19,52	1248	0,31	5,35	1735	14,17	16,19	1,94
2018	0,85	20,83	2439	0,30	9,23	3091	11,60	17,14	2,96
Media	1,78	31,60	1744	0,70	15,07	2176	16,54	16,73	6,14

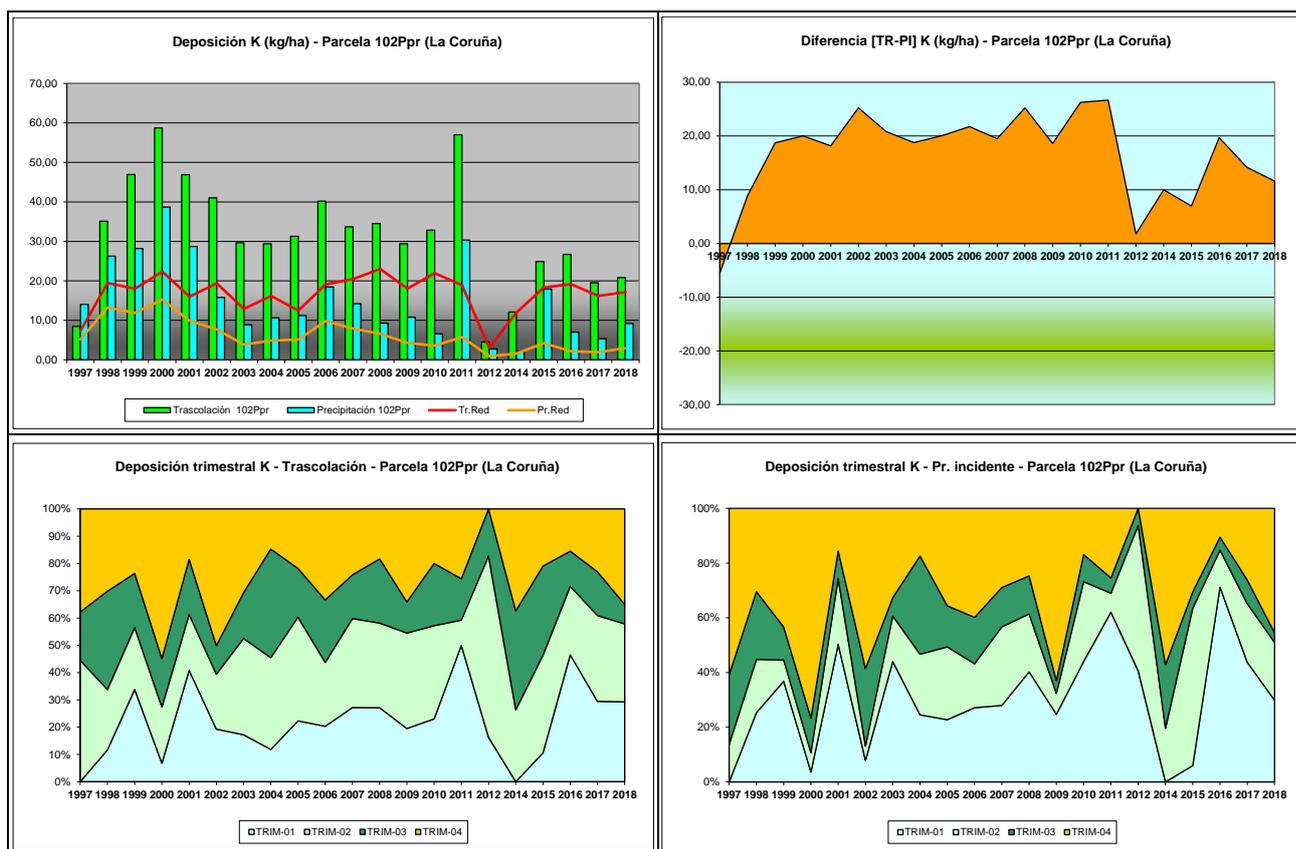


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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

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)
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
2016	0,72	14,53	2027	0,46	11,77	2577	2,76	14,34	8,83
2017	0,96	11,96	1248	1,97	34,16	1735	-22,19	13,71	10,82
2018	0,63	15,37	2439	0,47	14,42	3091	0,95	13,15	9,58
Media	0,94	16,63	1744	0,71	14,90	2176	1,73	12,49	10,02

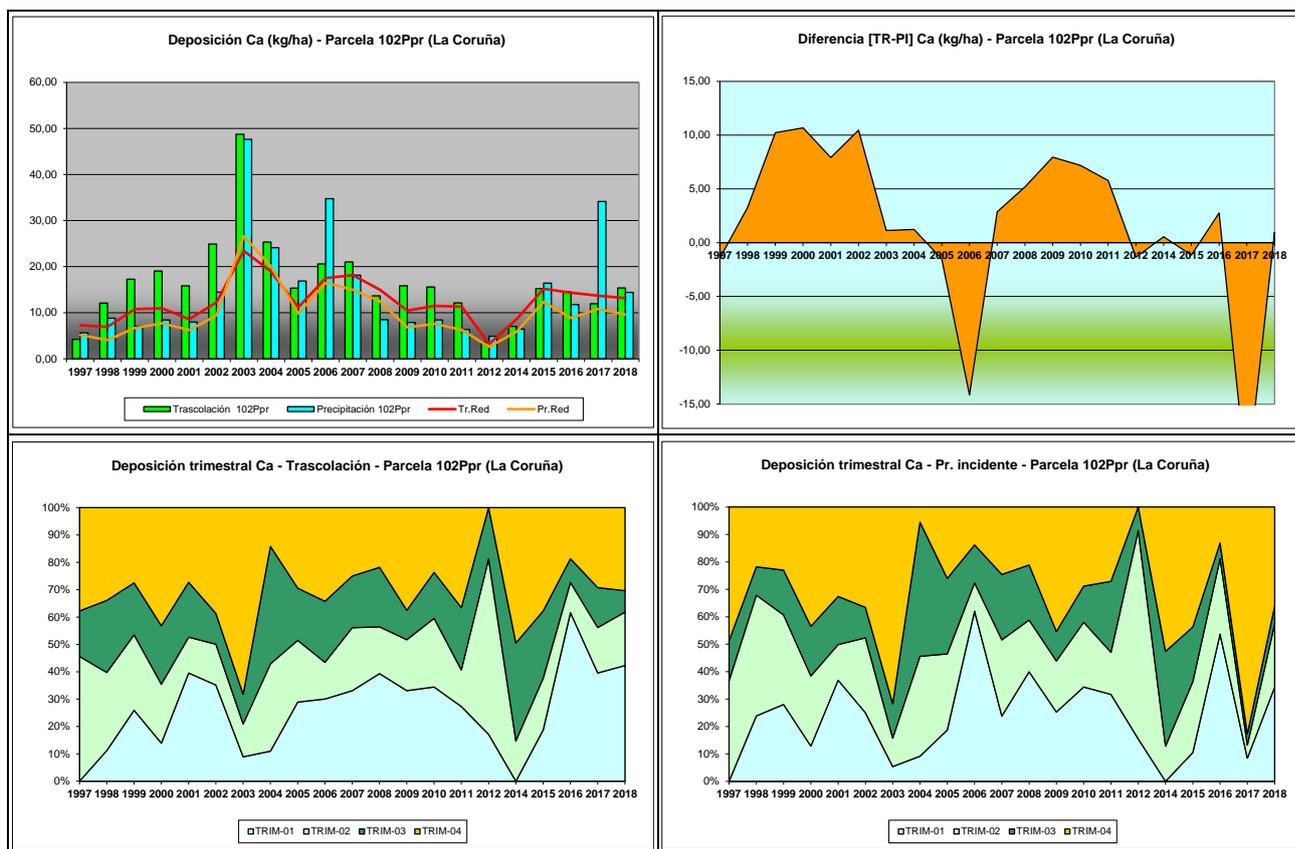
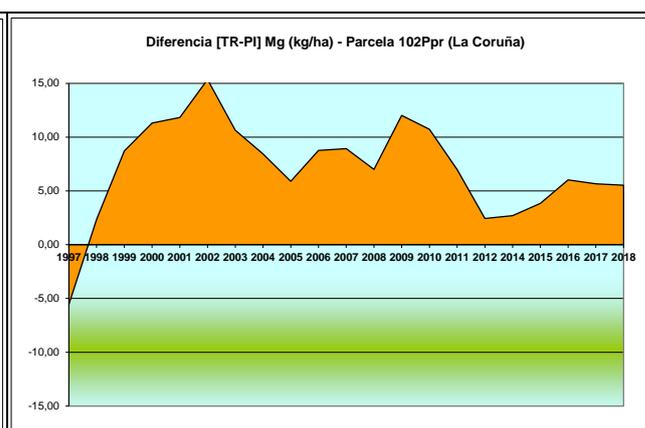
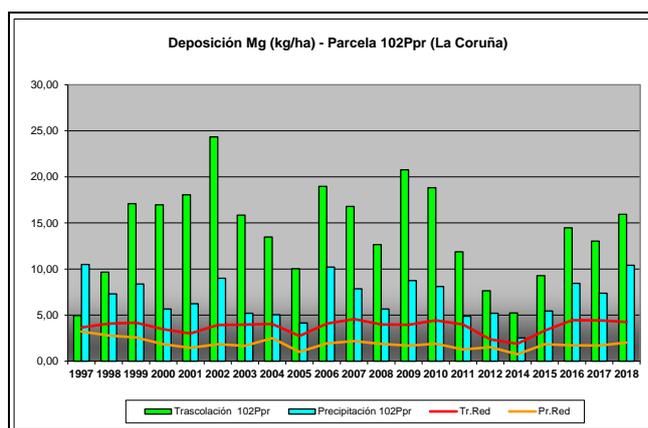


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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
2016	0,71	14,47	2027	0,33	8,45	2577	6,02	4,44	1,71
2017	1,04	13,03	1248	0,43	7,37	1735	5,66	4,43	1,69
2018	0,65	15,93	2439	0,34	10,40	3091	5,53	4,24	2,01
Media	0,81	14,09	1744	0,33	6,96	2176	7,12	3,75	1,86



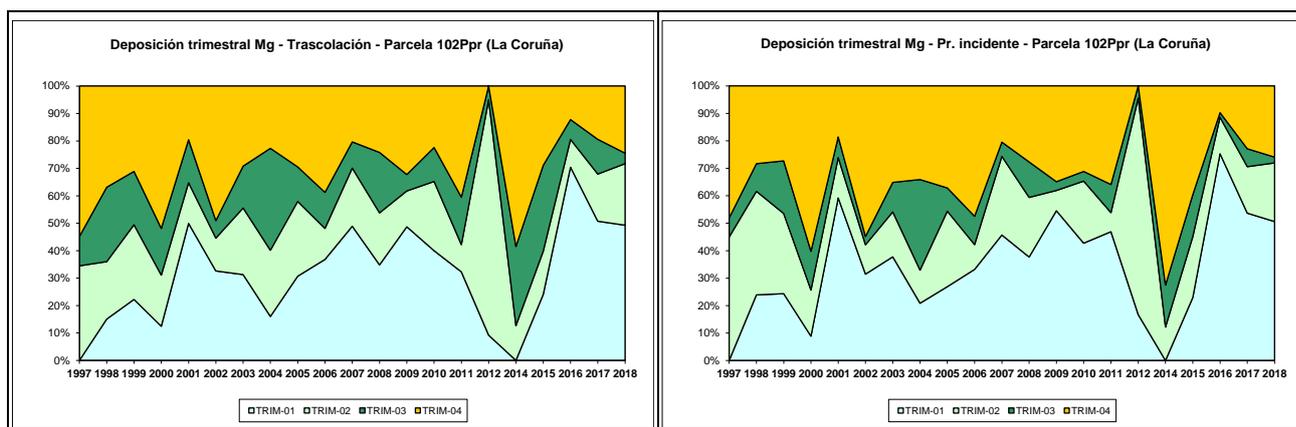


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	Trascalación (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
2016	4,89	99,06	2027	2,48	63,86	2577	35,20	22,84	11,19
2017	7,36	91,85	1248	3,18	55,16	1735	36,68	19,35	10,47
2018	5,11	124,69	2439	2,70	83,44	3091	41,26	22,61	14,29
Media	5,57	100,65	1744	2,45	54,03	2176	46,62	18,44	11,28

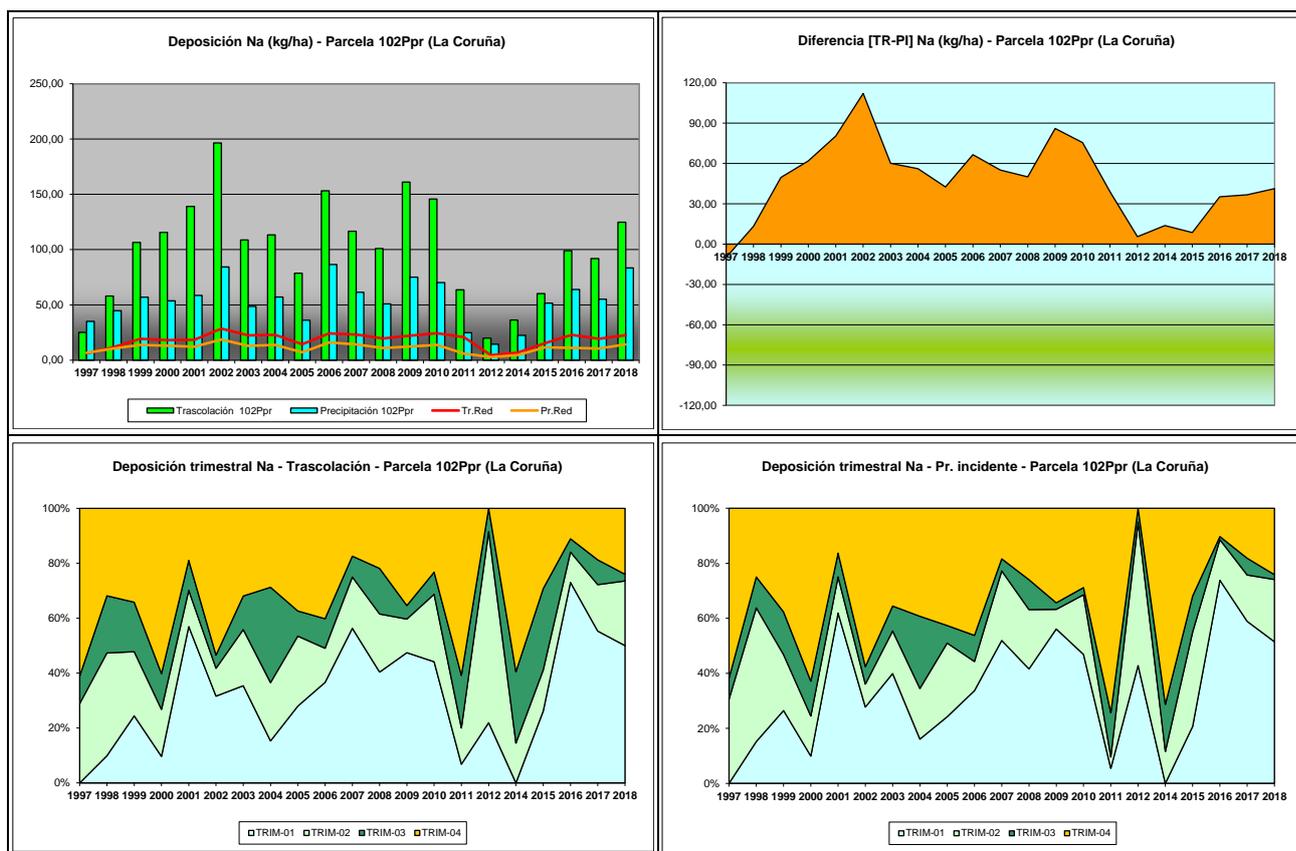


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	Traslación (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

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)
2015	0,89	13,58	1528	0,40	7,96	2013	5,61	5,30	6,04
2016	0,87	17,73	2027	0,36	9,37	2577	8,36	5,94	4,26
2017	0,36	4,54	1248	0,22	3,86	1735	0,69	2,40	1,52
2018	0,15	3,57	2439	0,11	3,35	3091	0,22	2,79	2,39
Media	0,34	5,67	1744	0,35	6,41	2176	-0,75	3,15	3,49

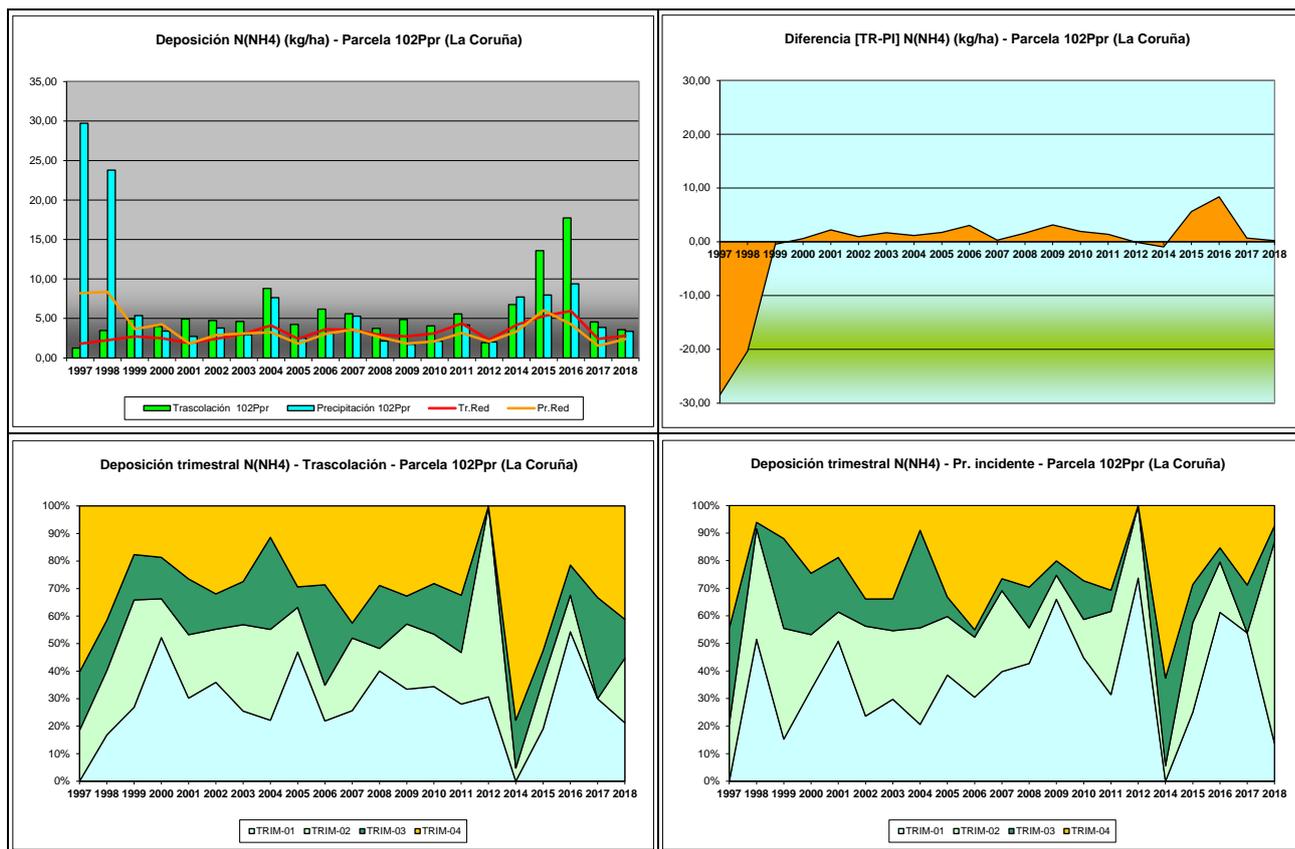


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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

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)
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
2016	8,60	174,28	2027	4,00	103,19	2577	71,08	37,19	18,03
2017	10,87	135,68	1248	4,85	84,11	1735	51,57	29,16	15,38
2018	10,07	245,63	2439	4,23	130,71	3091	114,91	40,34	21,30
Media	9,95	178,23	1744	4,28	93,32	2176	84,91	32,83	21,46

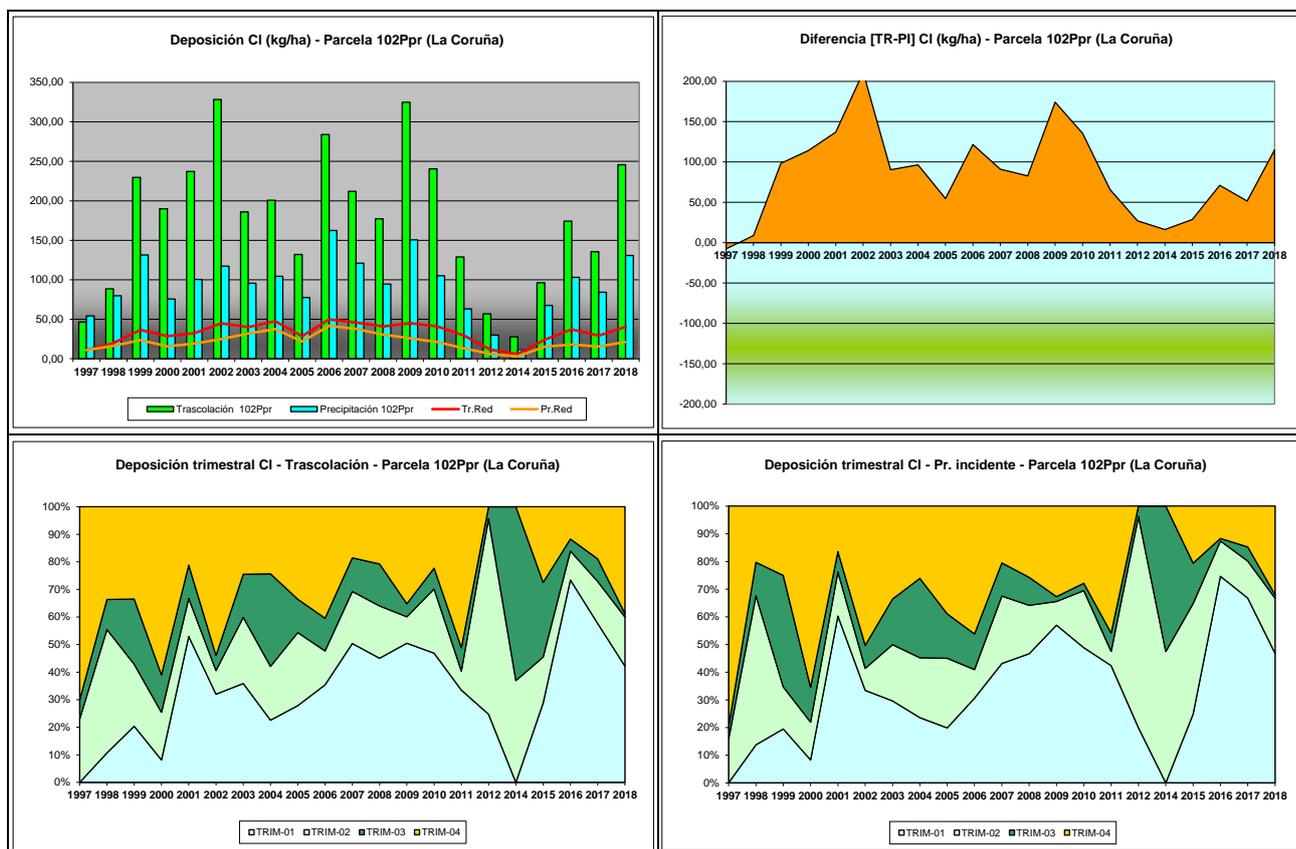
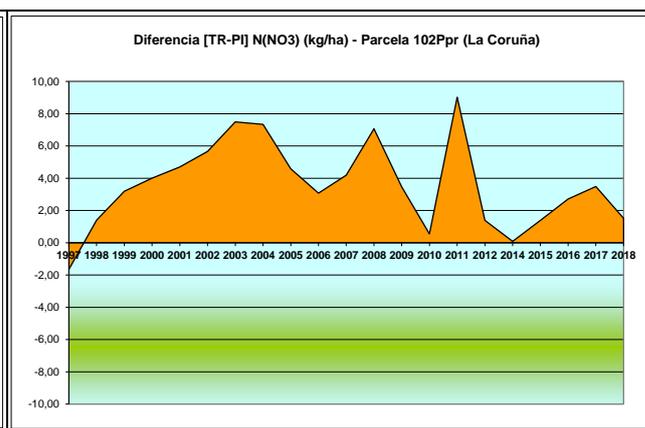
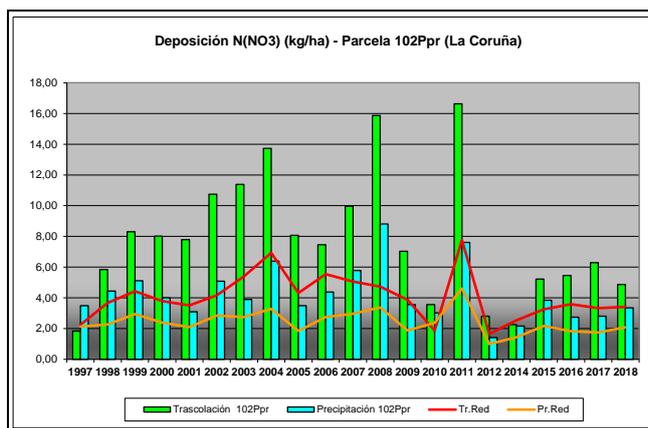


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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
2016	0,27	5,45	2027	0,11	2,74	2577	2,71	3,58	1,83
2017	0,50	6,29	1248	0,16	2,80	1735	3,49	3,32	1,74
2018	0,20	4,86	2439	0,11	3,35	3091	1,52	3,41	2,08
Media	0,47	7,77	1744	0,21	4,21	2176	3,56	4,05	2,41



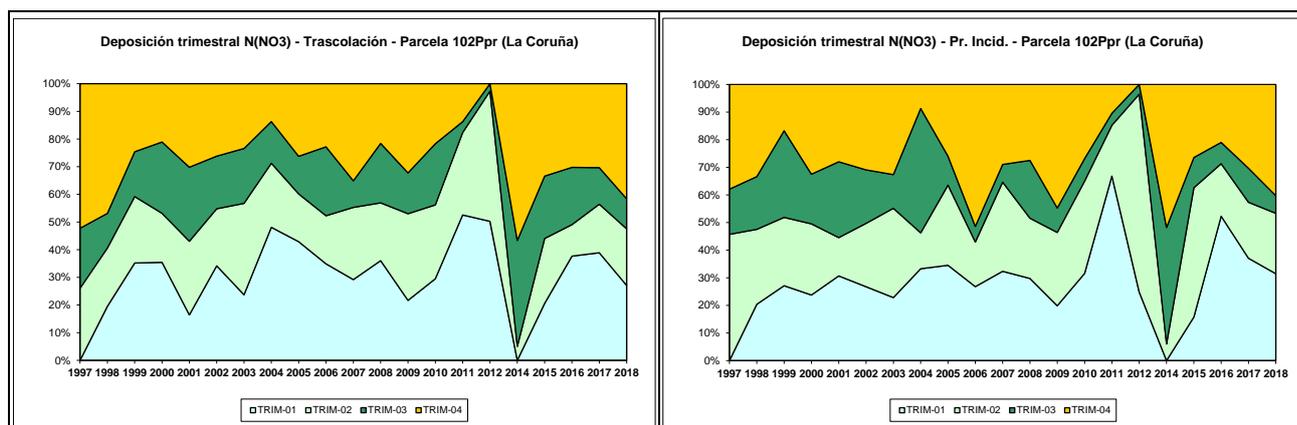


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	Trascalación (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
2016	0,64	12,92	2027	0,33	8,47	2577	4,45	4,08	2,76
2017	1,63	20,36	1248	0,44	7,60	1735	12,76	4,28	2,71
2018	0,65	15,74	2439	0,33	10,11	3091	5,62	4,28	3,39
Media	1,05	18,03	1744	0,51	10,60	2176	7,43	5,22	3,94

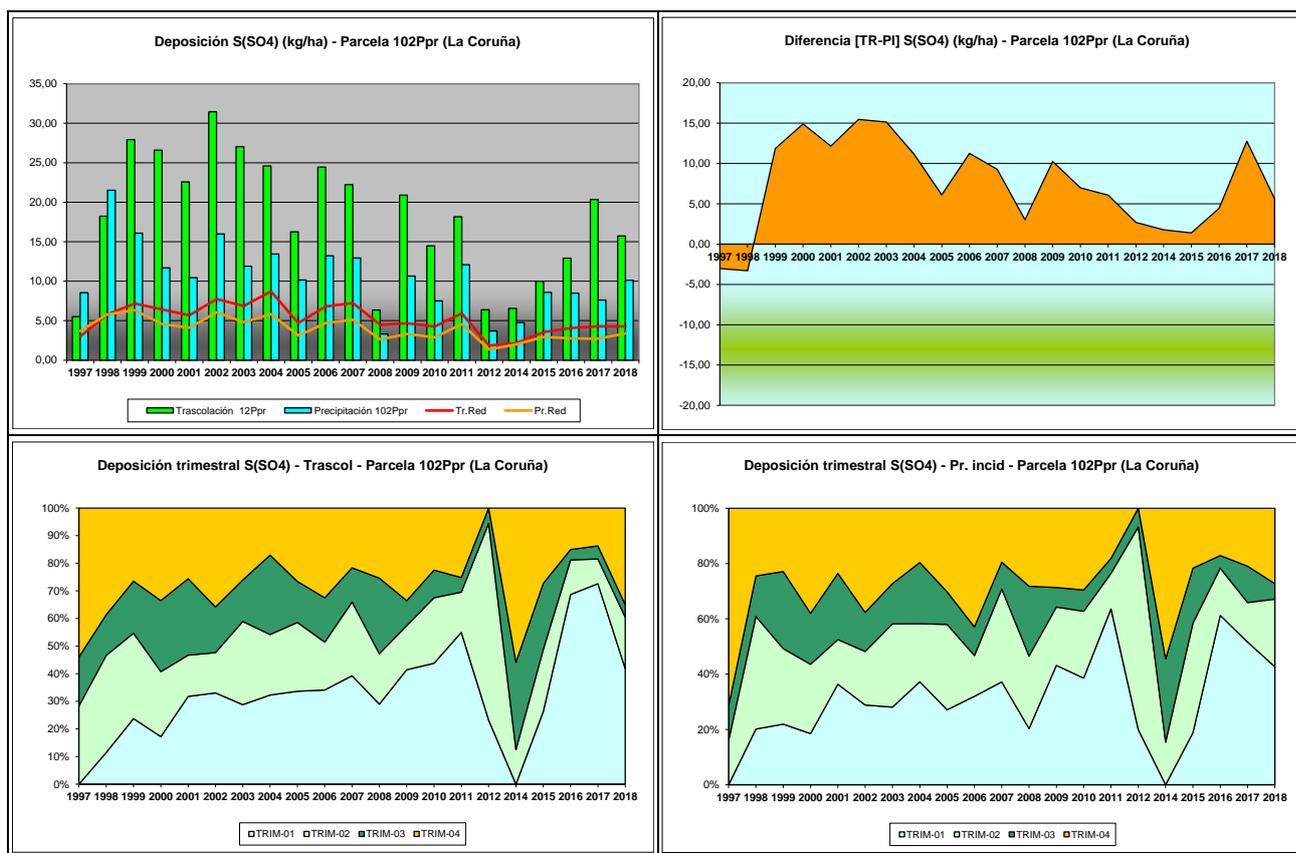


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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 los dos últimos años de muestreo en los que se encuentran en esta situación ambas vías de entrada al ecosistema. Con una precipitación anual próxima a los 3116 mm la parcela registra uno de los años más húmedos de la serie, superando el episodio de bajas precipitaciones del año anterior. El valor de la intercepción debida a la cubierta arbórea se sitúa en el entorno del 20%.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se observan en general valores superiores a los de la media de la red tendencia que ha venido a modularse a lo largo de la última parte de la serie, 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, posiblemente debido a efectos de la deposición seca. Durante la presente revisión apenas se observan variaciones, fuera de un leve repunte de las tasas a campo abierto mientras descienden ligeramente los valores correspondientes a la trascolación.

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 incremento en la deposición de este soluto, no demasiado marcado por otro lado.

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 van disminuyendo hasta quedar por debajo de los 10 kg/ha en 2012-2014. Tras el notable incremento del año anterior, en el que la deposición a cielo abierto alcanzó los 30 kg/ha, en la presente revisión se moderan considerablemente los resultados, si bien la trascolación aumenta ligeramente. Por regla general se observa un mayor depósito bajo cubierta, aunque el comportamiento es más errático.

Por lo que respecta al **magnesio**, y como parece ir configurándose como una tendencia, se aprecian también depósitos considerablemente superiores a la media de la red, con una reducción generalizada a partir de 2011 y un incremento a lo largo del último trienio en el que se alcanzan los 15 kg/ha, 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 bienio 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 y es relativamente frecuente que se superen los 100 kg/ha. En la presente revisión la deposición se incrementa de nuevo de forma significativa.

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 2014-2016, superando las tasas de trascolación a las de precipitación incidente y sobrepasando el umbral de 15 kg/ha, para reducirse después a lo largo del último bienio a cerca de la tercera parte, como ha ocurrido en otras parcelas, aunque superando siempre los valores medios de la red. Las diferencias entre ambas vías de entrada al ecosistema resultan ser mucho más atenuadas que en otros compuestos.

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, y con un marcado aumento a lo largo del último año, en el que los valores de trascolación casi alcanzan los 250 kg/ha.

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 2015-2017 tras el mencionado periodo valle de 2012-2014 y una ligera reducción de la trascolación durante el último año, situándose en el entorno de 3-5 kg/ha. 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 reducción de las tasas de trascolación mientras se incrementan ligeramente las correspondientes a campo abierto durante el último año, situándose en el entorno de 10-15 kg/ha.

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

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. O₃ 1 ppb ~ 1,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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								
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
2016	1,64	7,29	1,11	21,70	1,12	3,37	1,28	28,68
2017	1,93	8,67	1,39	24,79	1,00	3,57	1,47	30,55

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)
2018	2,34	7,04	1,93	26,12	1,32	3,02	1,85	27,00
2019	1,48	6,00	1,74	19,68	1,11	2,98	1,85	24,94
Media	2,76	5,70	1,31	25,71	1,41	2,48	1,54	30,75

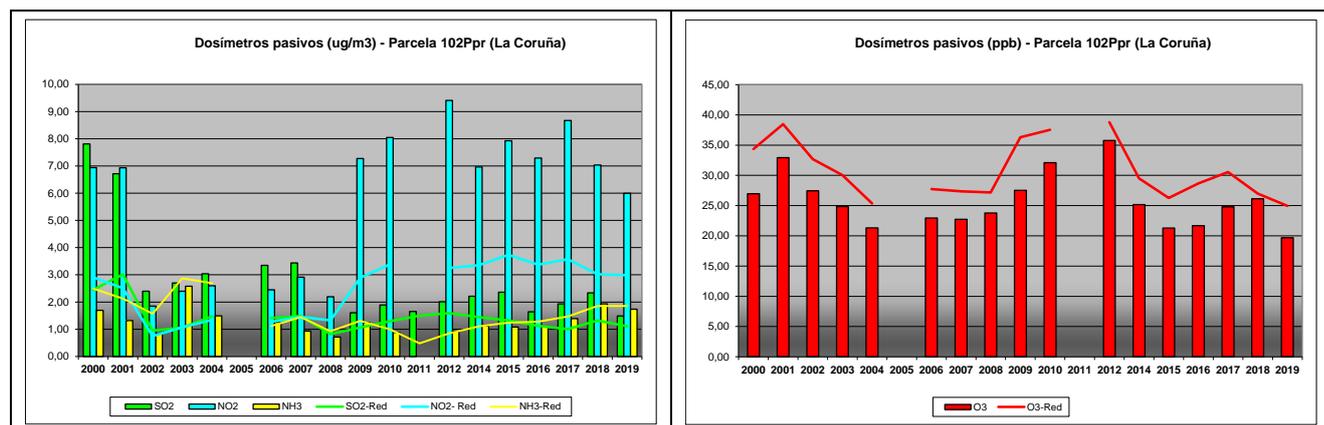


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, se observa un notable repunte de los óxidos de nitrógeno en los últimos años, 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, incrementándose los tres compuestos a lo largo del final de la serie. En los dos primeros compuestos se han superado considerablemente las medias de la red, sin que se hayan superado los umbrales de referencia antedichos, cuestión aparte cabe hacer del umbral de afección a los líquenes por el amoníaco. Los niveles de ozono tras incrementarse en el trienio precedente, se reducen durante el último año.

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	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1997-1998	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	
	37 Ppr	Segovia								
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	
	<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	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
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
2017-2018	37 Ppr	Segovia	97,44	7,77	0,47	0,72	3,32	1,65	2,13	51,83
	102 Ppr	La Coruña	141,95	12,22	0,78	0,67	1,83	0,98	4,24	51,34
	<i>P. pinaster</i>	Red	119,69	9,99	0,62	0,69	2,58	1,32	3,18	51,58

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.

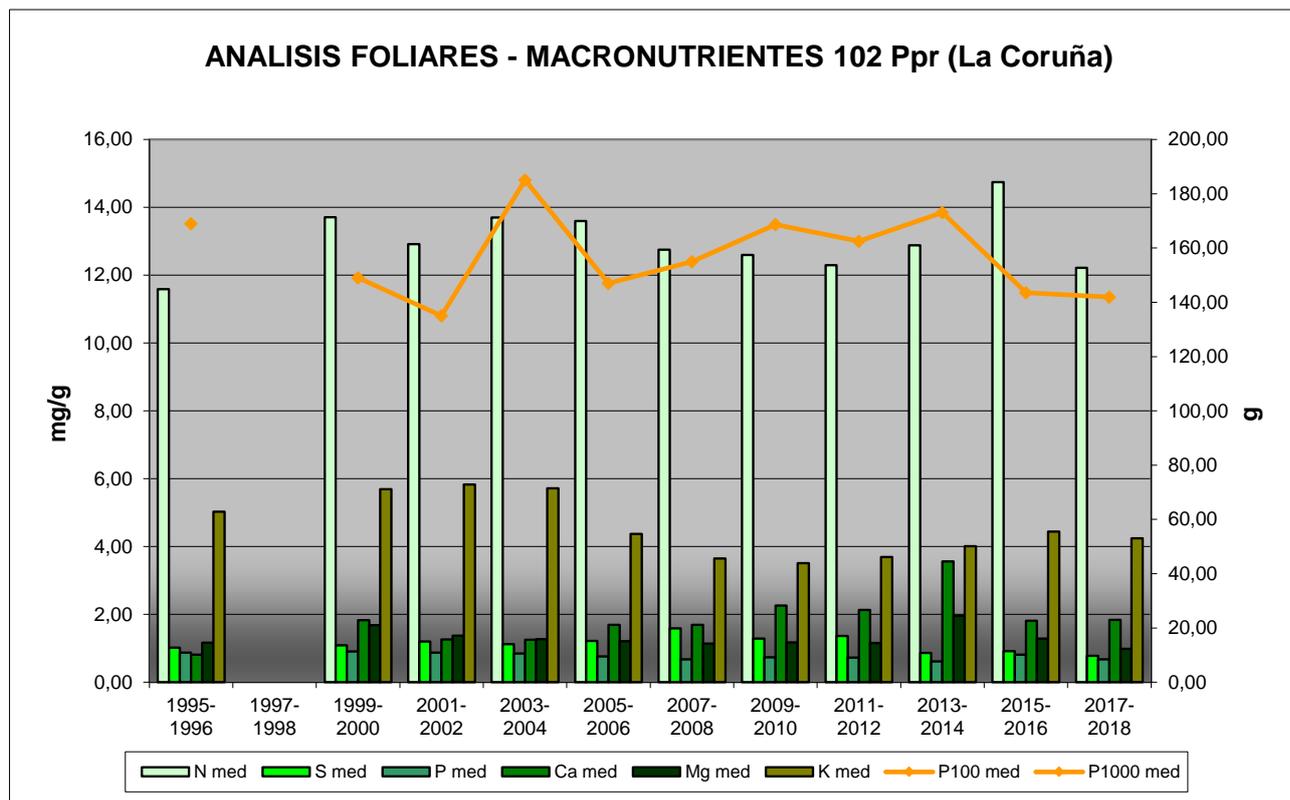


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

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
2017-2018	37 Ppr	Segovia		9,94	59,52	51,24	1,27
	102 Ppr	La Coruña		17,94	162,66	42,89	2,70
	<i>P.pinaster</i>	España		13,94	111,09	47,06	1,99

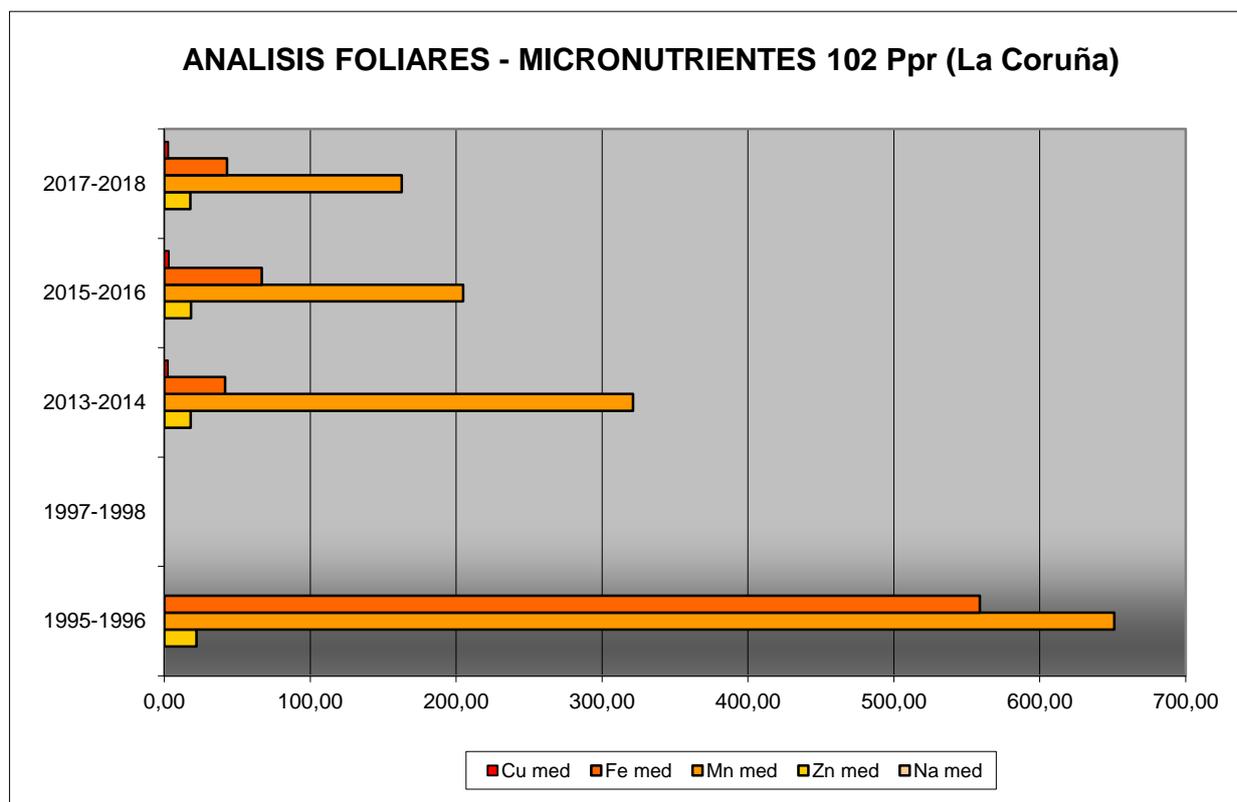


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

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 se mantiene en niveles similares a los de la campaña anterior y en uno de los rangos más bajos de la serie histórica, en torno a 142 g/1000 acículas, debido quizá a un empeoramiento de las condiciones hídricas. 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**; y a grandes rasgos se observa una disminución en todos los elementos analizados a excepción del **calcio**, que se mantiene en niveles muy similares a los de la campaña anterior. Por lo que se refiere al **nitrógeno**, el elemento más abundante en el follaje, presenta valores similares a los de la campaña anterior, en el entorno de los 12 mg/g; el **fósforo**, el elemento más limitante al ser el menos representado, se sitúa muy próximo al mínimo absoluto de la serie, tal y como le ocurre al **azufre** que por primera vez desde el inicio de los trabajos no alcanza el valor patrón o de referencia para la

especie. **Magnesio** y **potasio** se sitúan también en valores próximos a los mínimos. Por lo que se refiere al contenido en carbono del follaje, parámetro evaluado a partir de 2013-2014, se reduce ligeramente hasta situarse próximo al 51%.

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, pudiéndose concluir únicamente una reducción generalizada de los cuatro elementos analizados: zinc, hierro, cobre y 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
2016	Ramillas	450							
	Otras	2.259	50,68	11,02	0,50	0,43	1,76	0,75	1,23
	Hojas	4.037	52,78	8,02	0,93	0,31	4,91	1,26	2,15
2017	Ramillas	397							
	Otras	2.174	53,02	8,85	1,11	0,62	2,60	1,02	1,14
	Hojas	3.409	52,39	7,96	0,64	0,40	2,43	1,20	2,26
2018	Ramillas	1.002							
	Otras	2.889							
	Hojas	2.644	52,87	7,21	0,86	0,37	2,54	1,12	1,76
Media	Ramillas	609							
	Otras	1.759							
	Hojas	3.420	53,78	8,21	0,89	0,36	2,97	1,21	1,71
	Ramillas	769	56,32	8,15	1,05	0,32	2,14	0,74	0,67
	Otras	2.536	54,12	10,19	1,15	0,60	1,62	0,84	1,26

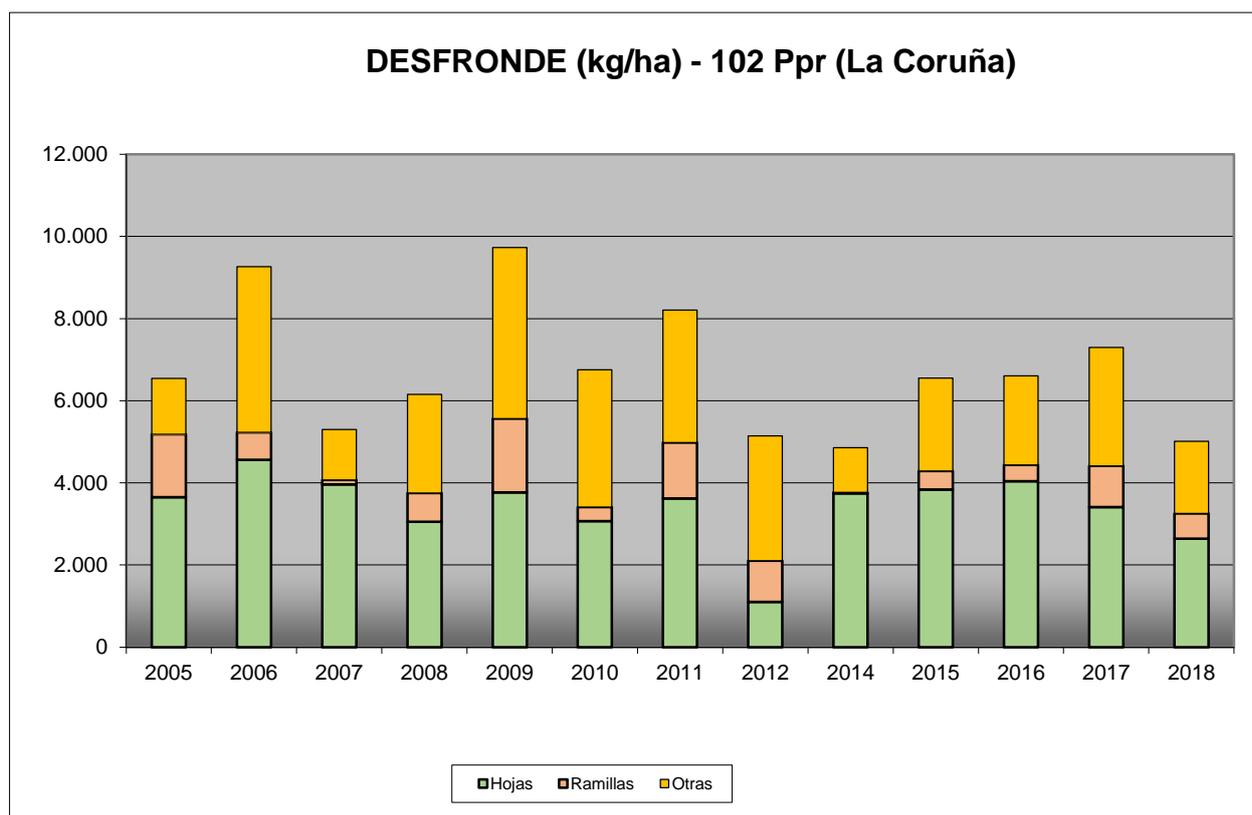


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

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 se incrementan a lo largo del último año, mientras se reduce ligeramente la fracción foliar. 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

Año	Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población					Floración ≥ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
2016	28/04/16	07/07/16	70	118	1275	31/03/16	28/04/16	28	90	945
2017	26/04/17	22/06/17	57	115	1333	29/03/17	26/04/17	28	87	913
2018	04/06/18	19/07/18	45	154	1744	25/04/18	04/06/18	40	114	1144
2019	25/04/19	25/07/19	91	114	1220	28/03/19	25/04/19	28	86	880
Media			62	113	1145			32	91	865

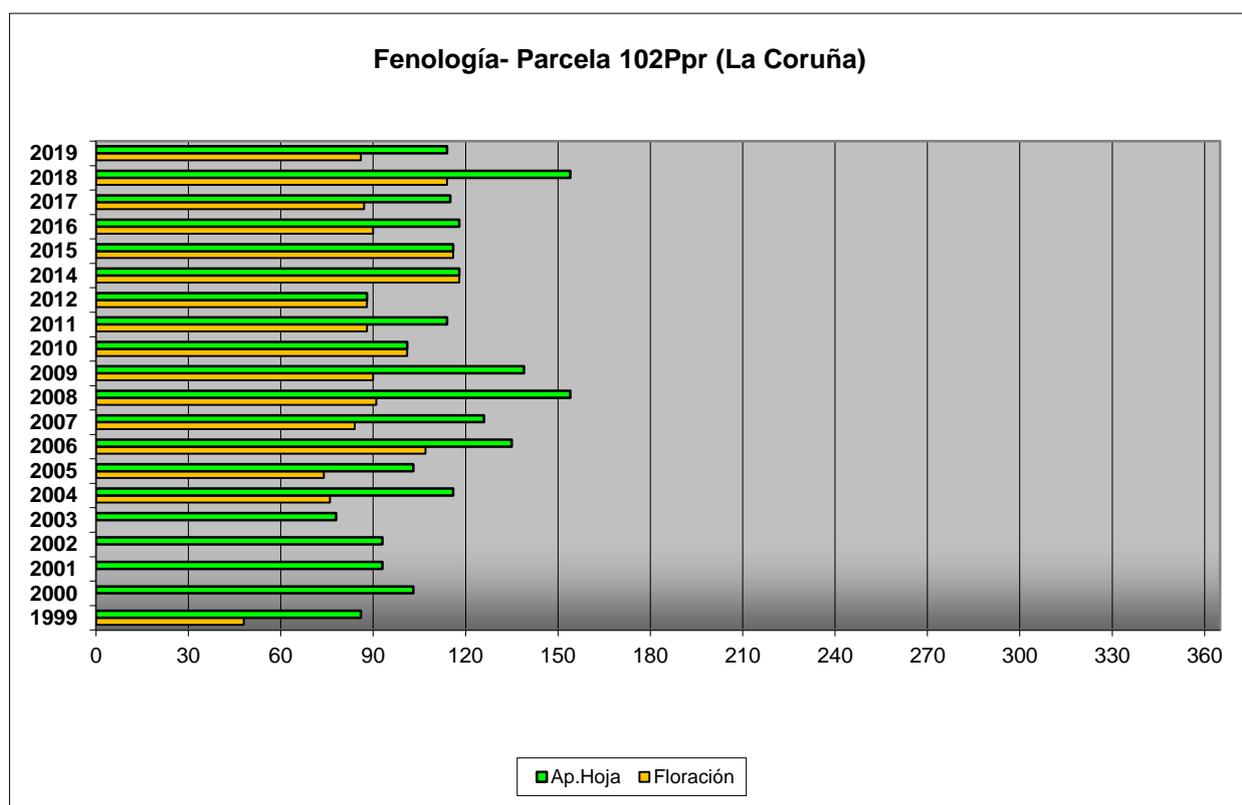


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

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 un retraso en las fases durante 2017.



FIG. 23: Elongación medida 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 los que 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

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
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
2016	0,21	0,50	0,21	0,41
2017	0,26	0,60	0,26	0,56
2018	0,31	0,71	0,31	0,67
2019	0,41	0,94	0,41	0,64
Media	0,33	0,87	0,33	0,65

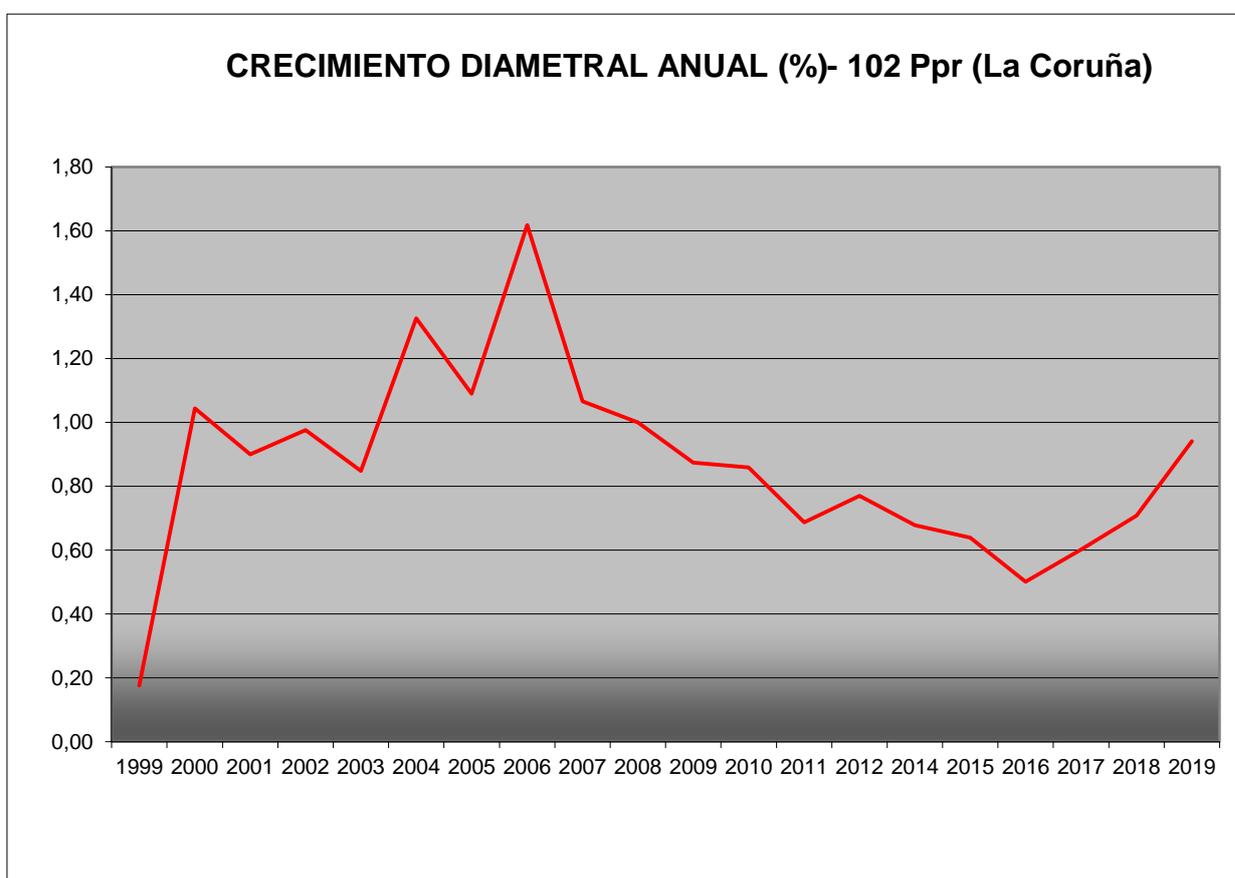


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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 0,21% de 2016 y el 1,62% de 2006, situándose por regla general en valores próximos al 1% anual, advirtiéndose también una reducción sostenida desde hace varios años, con un ligero repunte a lo largo de los últimos años.

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
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
2016	2577	14,5	39,2	-1,3	20,6	9,8	151,9	79,8	1,3	22,7
2017	1735	14,8	37,1	-2,4	21,2	9,7	153,2	79,2	1,3	25,0
2018	3091	14,6	39,0	-1,4	20,2	10,1	140,6	81,4	0,8	24,2
2019	2392	14,3	34,3	-2,1	19,6	9,6	133,3	79,0	1,1	22,0
Media	2186	13,2	34,5	-2,9	18,1	9,0	130,2	83,3	1,6	35,2

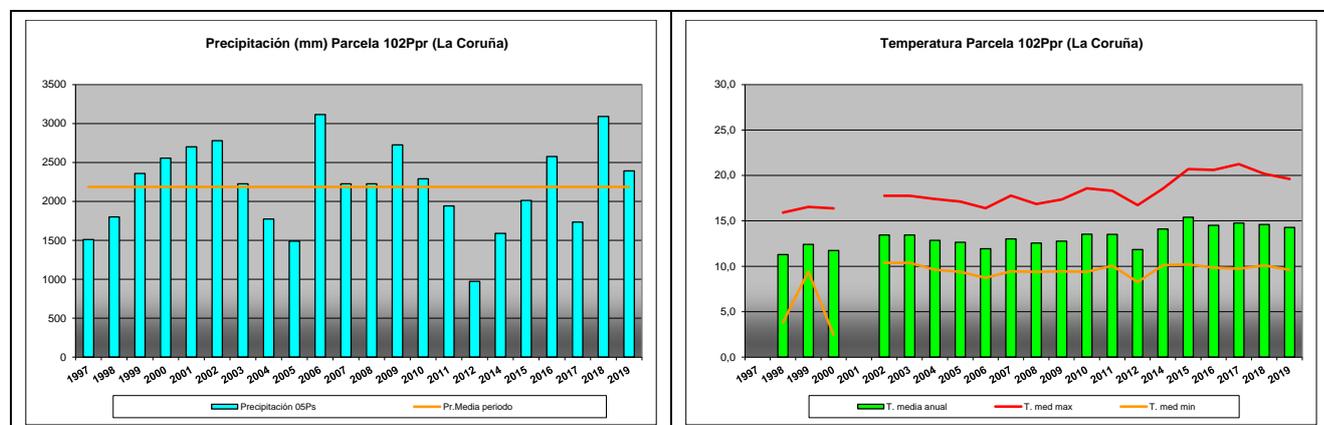


FIG 25: Principales variables meteorológicas.

Siguiendo la metodología publicada por ICP-Forests, se adjuntan a continuación varios parámetros definitorios de estrés climático, relativos a temperatura y precipitación, si bien cabe hacer constar que no todas las series meteorológicas están disponibles o completas.

TABLA 28: Parámetros de estrés meteorológico. DT: número de días con una temperatura máxima del aire superior a 30°C. DH: número de días con una temperatura máxima del aire inferior a 0°C. PMAX5: precipitación máxima acumulada a lo largo de 5 días durante el invierno (1 de enero a 28 de febrero y 1 de octubre a 31 de diciembre). PPES: días con una precipitación de más de 20 mm durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto). NOPREC: número de días seguidos sin precipitación durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto).

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2000	2	0	211,2	01/11 a 06/11	5	17	27/07 a 12/08
2001							
2002	1	0	151,6	10/11 a 15/11	3	18	23/07 a 09/08
2003							
2004	7	0	191,1	09/01 a 13/01	6	28	10/05 a 06/06
2005	10	0	214,1	11/01 a 15/01	4	14	11/08 a 24/08
2006	5	0	241,2	03/12 a 07/12	2	9	17/06 a 25/06
2007	5	0	156,2	11/02 a 15/02	8	20	21/05 a 10/06
2008	3	0	211,6	03/12 a 07/12	14	10	21/06 a 30/06
2009	7	0	379,6	19/01 a 23/01	3	40	23/07 a 31/08
2010	13	0	348,6	21/02 a 25/02	2	36	17/07 a 21/08
2011	9	0	303,3	03/01 a 07/01	8	19	10/05 a 28/05
2012							
2013							
2014	12	0	113,8	10/11 a 14/11	6	12	07/05 a 18/05
2015							
2016	34	0	140,6	09/02 a 13/02	0	12	24/06 a 05/07
2017	28	0	178,6	07/12 a 11/12	1	20	06/08 a 25/08
2018	37	0	146,8	05/11 a 09/11	1	37	01/05 a 06/06
2019	14	0	211,2	13/10 a 17/10	3	23	11/05 a 02/06

12. Índice de Área Foliar.

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

Su medición se efectúa anualmente en época de máxima foliación (generalmente a lo largo del verano) en todas las parcelas, y adicionalmente en invierno en aquellas pobladas por frondosas, mediante fotografía hemisférica situada en 16 ubicaciones fijas en cada parcela siguiendo una cuadrícula preestablecida, tratada posteriormente mediante software específico. Las evaluaciones han quedado normalizadas a partir de 2014, incluyéndose en el presente informe los datos disponibles a partir de dicha fecha, con la salvedad de haber corregido por un algoritmo más exacto a partir de 2016, de acuerdo con las actualizaciones del manual, a lo que pueden atribuirse parte de las variaciones interanuales.

TABLA 29: Índice de Área Foliar (LAI) por punto de observación y año.

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media
S-01	1,26	0,93	1,37	1,34	1,57	1,53	1,33
S-02	1,27	0,99	1,55	1,48	1,66	1,69	1,44
S-03	1,39	1,12	1,63	1,86	2,08	2,13	1,70
S-04	1,74	1,70	2,58	2,23	2,75	2,42	2,24
S-05	1,21	0,94	1,36	1,21	1,49	1,40	1,27
S-06	1,73	1,15	2,07	1,52	2,18	1,79	1,74
S-07	1,88	1,29	1,97	1,46	2,09	1,78	1,74
S-08	2,07	1,84	1,93	1,72	2,27	1,87	1,95
S-09	2,10	1,87	2,05	1,75	2,26	2,01	2,01
S-10	1,84	1,46	1,67	1,40	2,01	1,95	1,72
S-11	2,18	2,18	2,76	2,08	2,60	1,96	2,29
S-12	1,90	1,65	3,27	1,90	2,07	1,97	2,13
S-13	1,73	1,52	1,87	1,40	1,75	1,40	1,61
S-14	1,93	1,63	1,77	1,45	2,02	1,73	1,75
S-15	2,17	1,65	1,88	1,71	2,92	2,73	2,18
S-16	1,88	1,42	1,92	1,82	2,07	2,06	1,86
Media	1,77	1,46	1,98	1,65	2,11	1,90	1,81

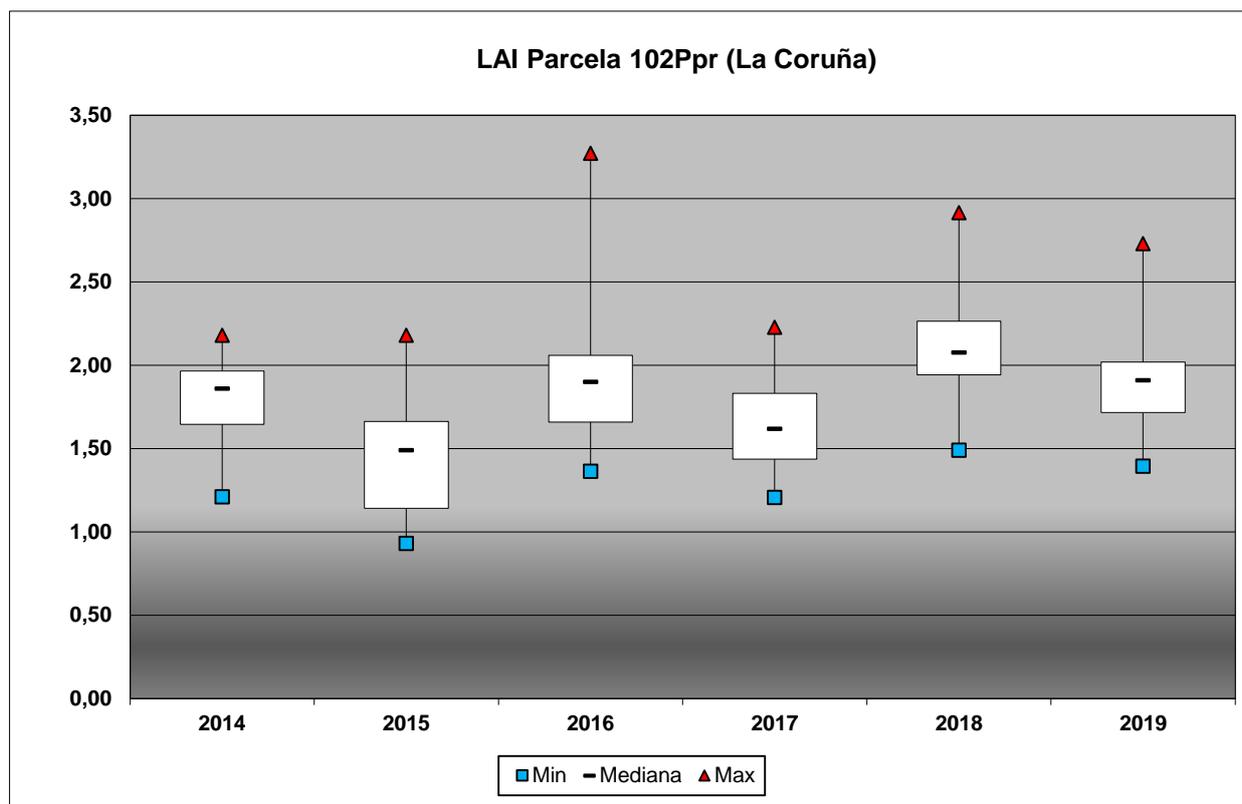


FIG 26: Diagrama de cajas LAI anual.

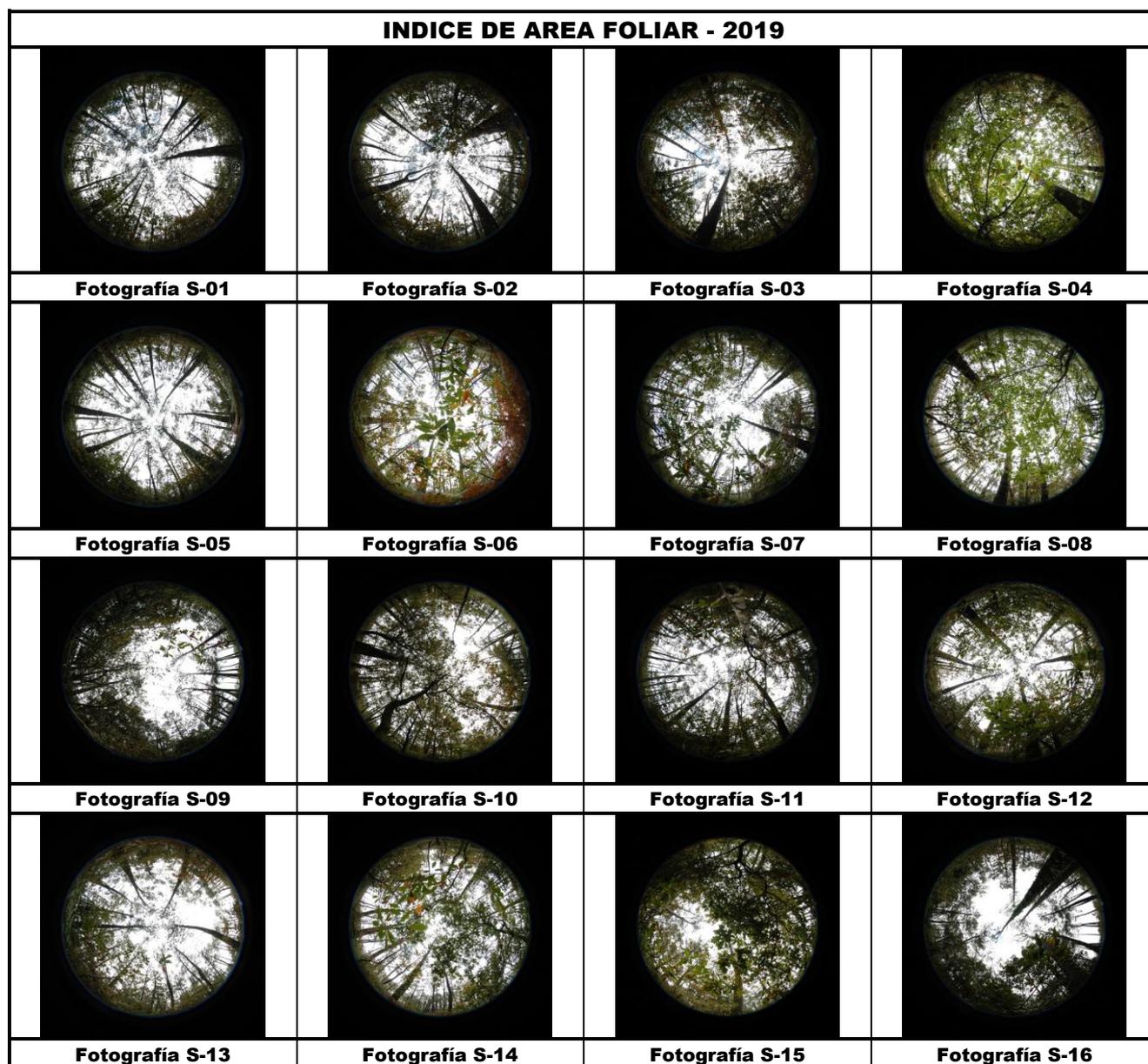


FIG 27: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.

13. Solución del suelo.

La solución del suelo es la componente acuosa del mismo a saturación o capacidad de campo y expresa el contenido en nutrientes o posibles contaminantes que puede absorber el ecosistema por vía radical. La obtención de muestra en climas mediterráneos se ve dificultada por la irregularidad de las precipitaciones, lo que disminuye los periodos en que el suelo se encuentra saturado, siendo frecuente que no pueda obtenerse muestra durante periodos considerables. De acuerdo con la normativa, se toma muestra de agua a dos profundidades, 20 y 60 cm.

Se caracteriza a continuación la solución del suelo 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 del año 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

TABLA 30: Resultados de análisis de la solución del suelo por año. Datos medios referidos a las dos profundidades de toma de muestra, 20 y 60 cm de profundidad.

Año	pH	Cond (µS/cm)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	N(NH4) (mg/l)	Cl (mg/l)	N(NO3) (mg/l)	S(SO4) (mg/l)
2011	6,30	89,72		3,97	1,17		1,46	19,33	2,46	4,16
2012	5,56	40,10	1,82	0,89	0,49	4,43	1,31	6,17	0,55	1,02
2014										
2015	6,70	192,00	4,20	4,34	1,05	8,18	1,35	11,80	0,42	1,41
2016										
2017	5,26	124,10	2,24	6,43	3,00	10,83	2,39	21,14	1,34	
2018	7,72	214,16	2,33	35,03	2,06	5,85	1,04	15,17	0,71	2,03

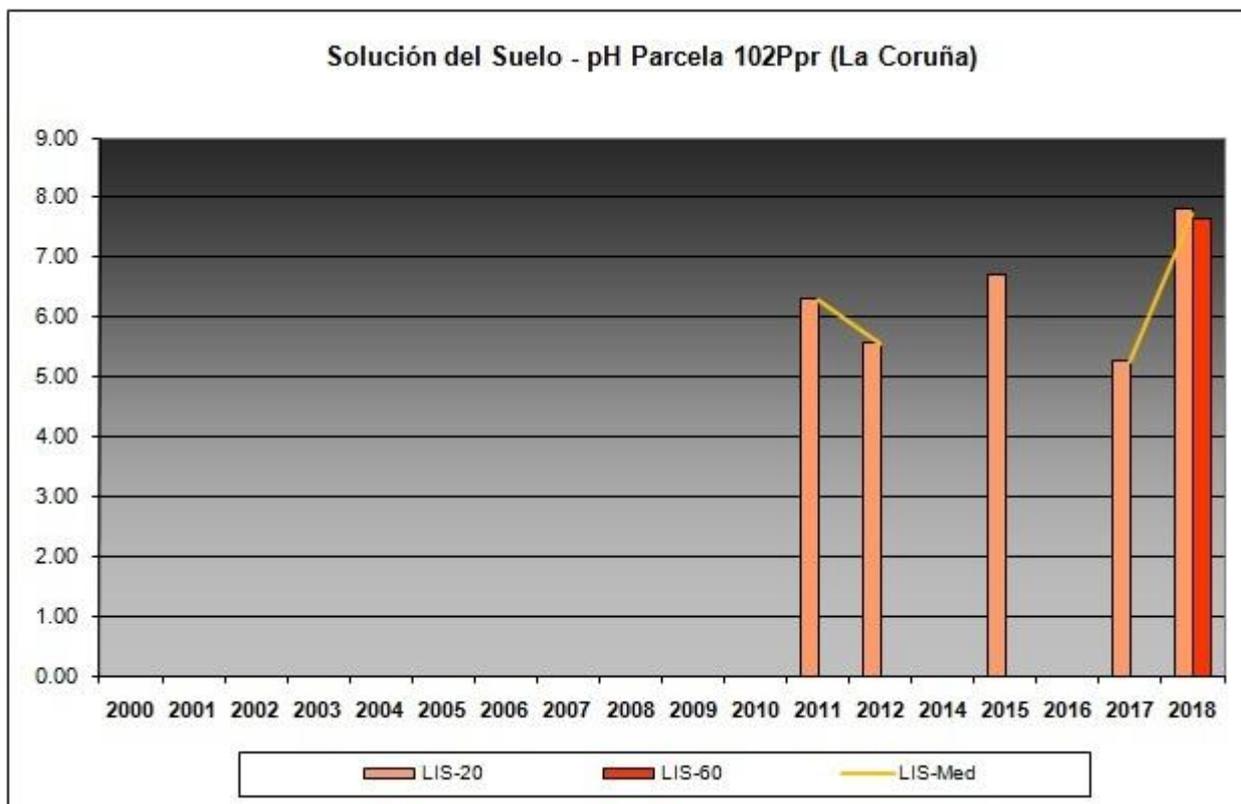


FIG 28: pH solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

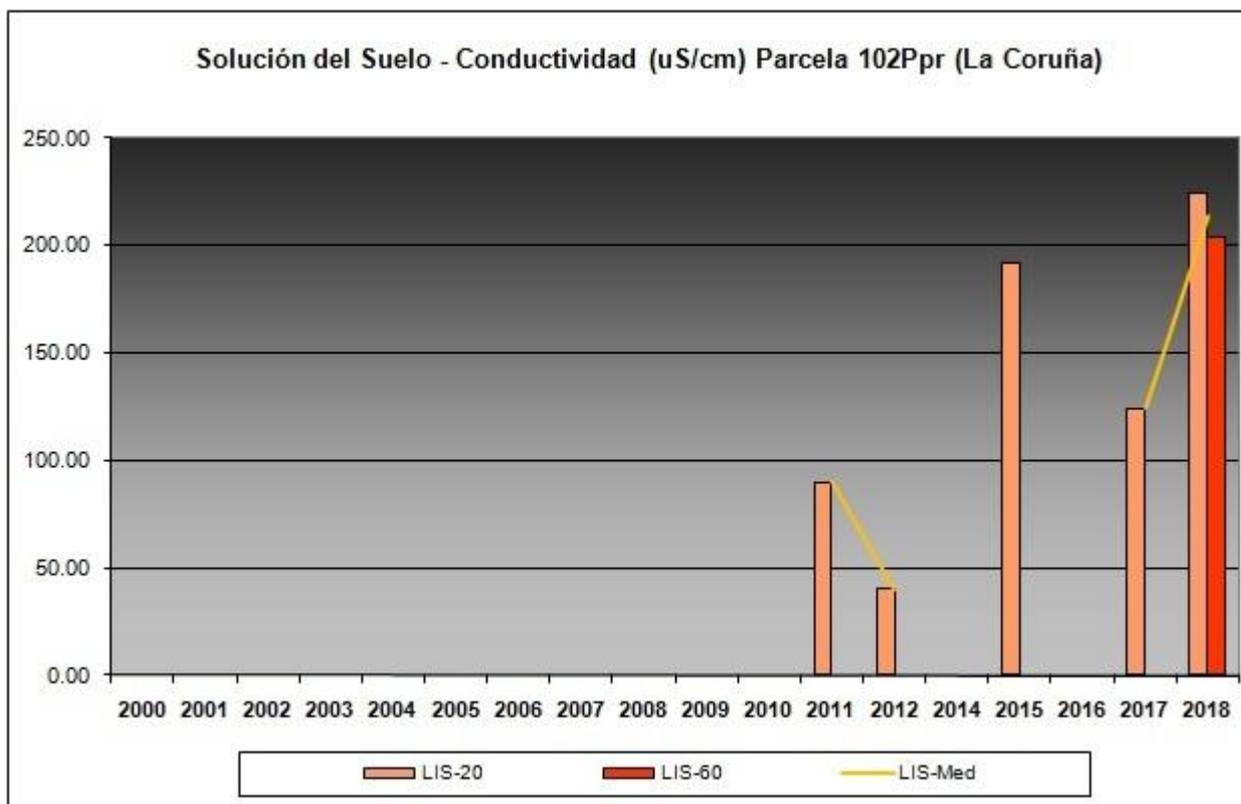


FIG 29: Conductividad solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

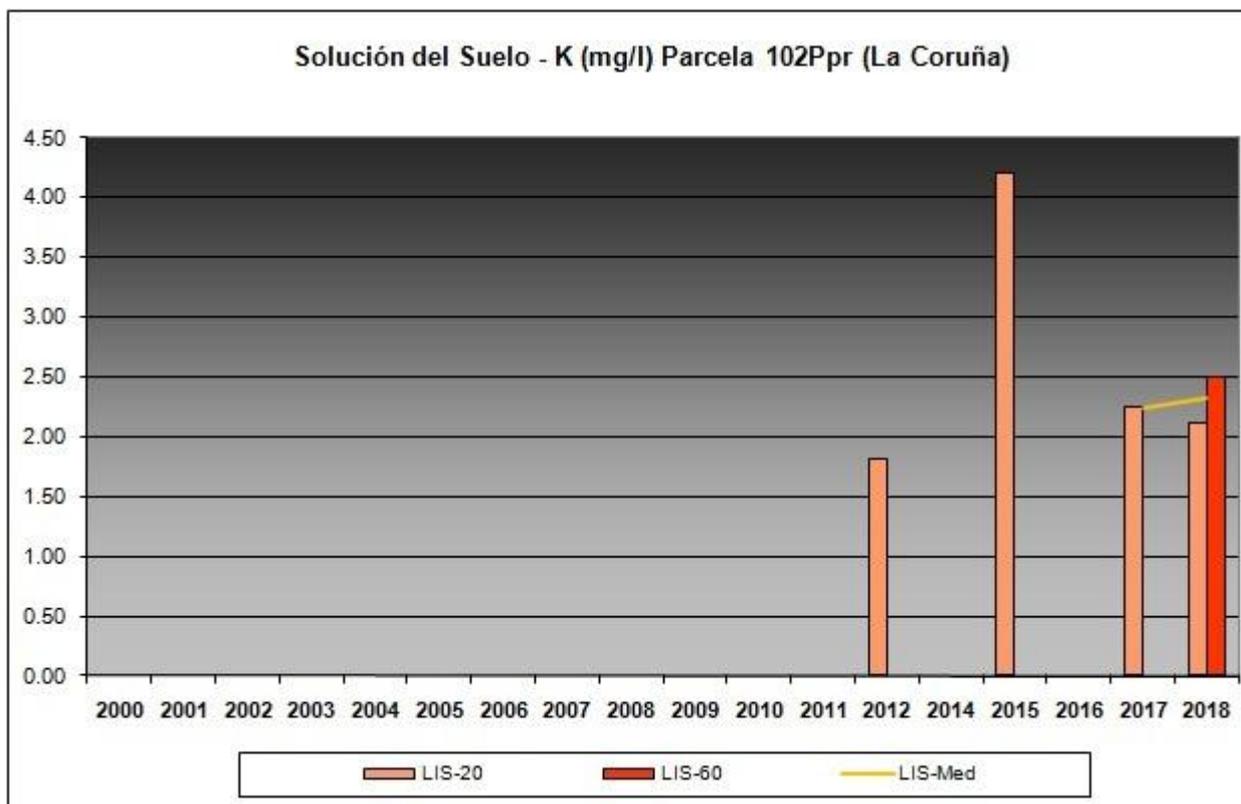


FIG 30: Contenido en K solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

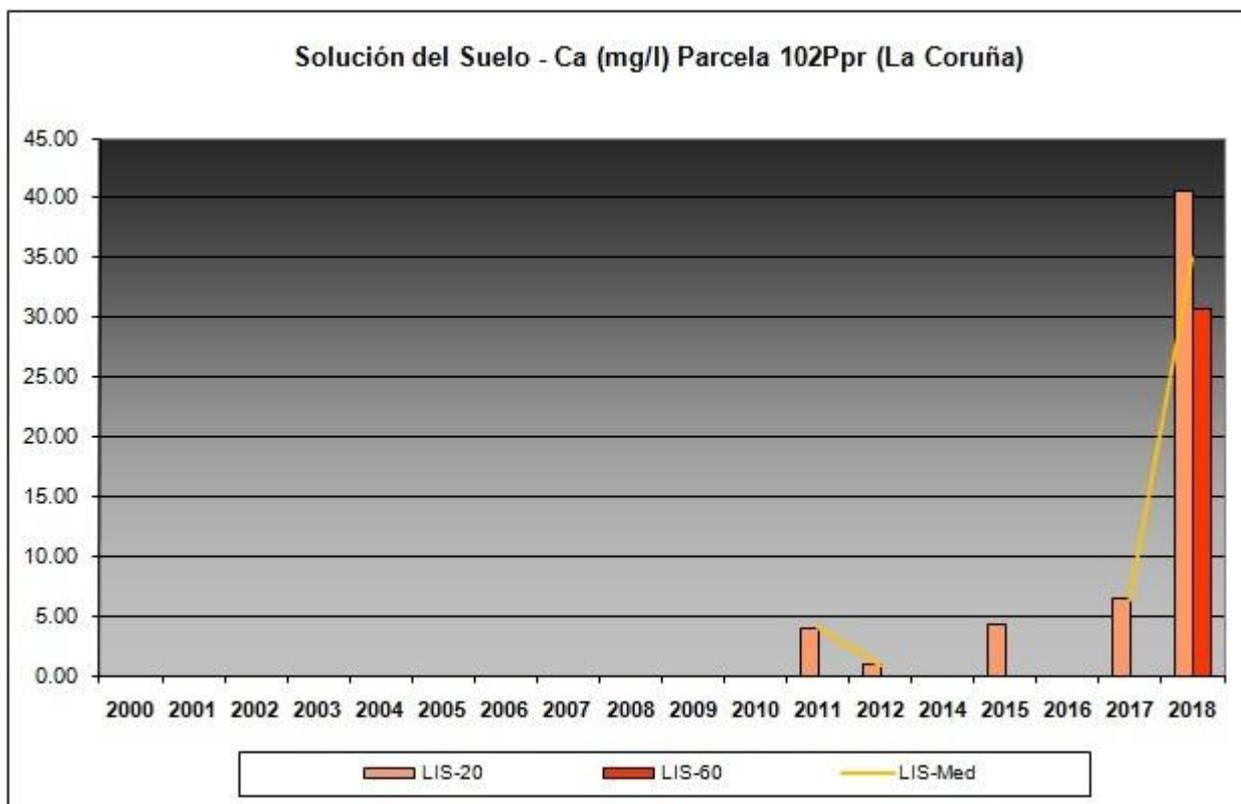


FIG 31: Contenido en Ca solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

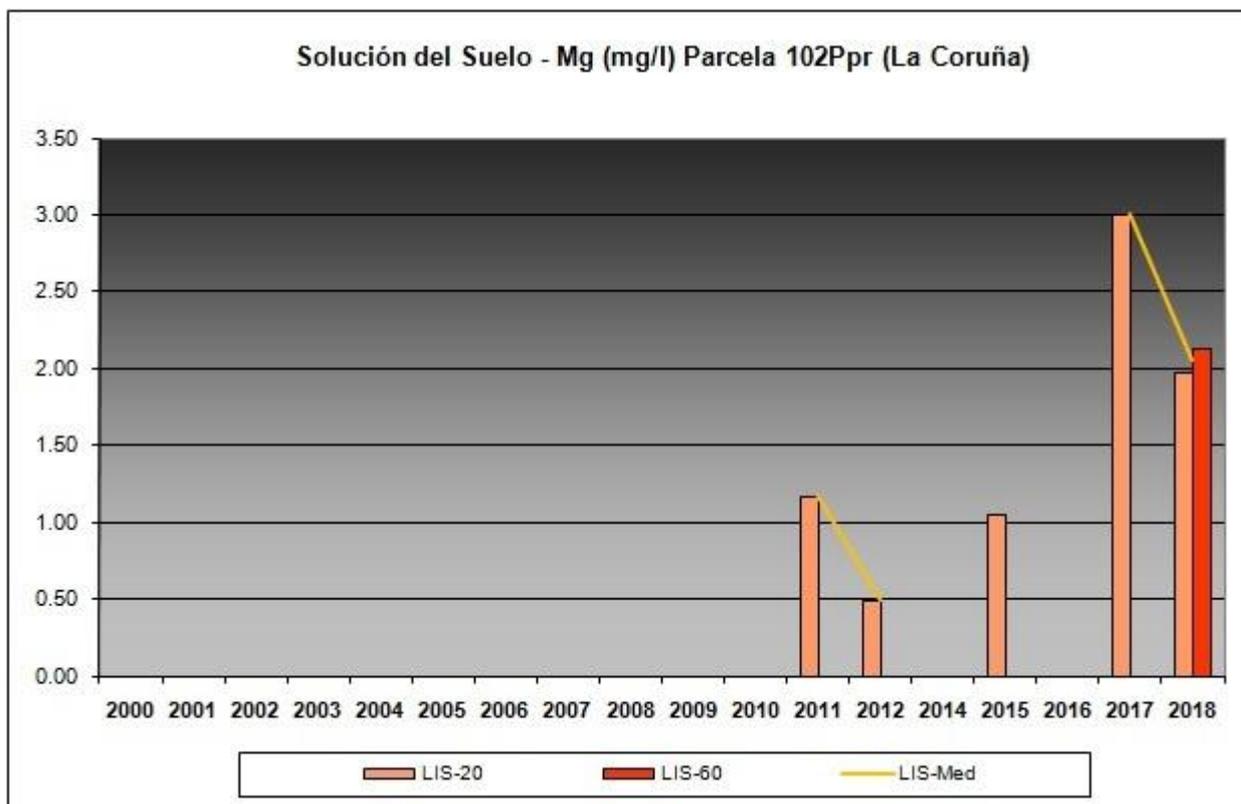


FIG 32: Contenido en Mg solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

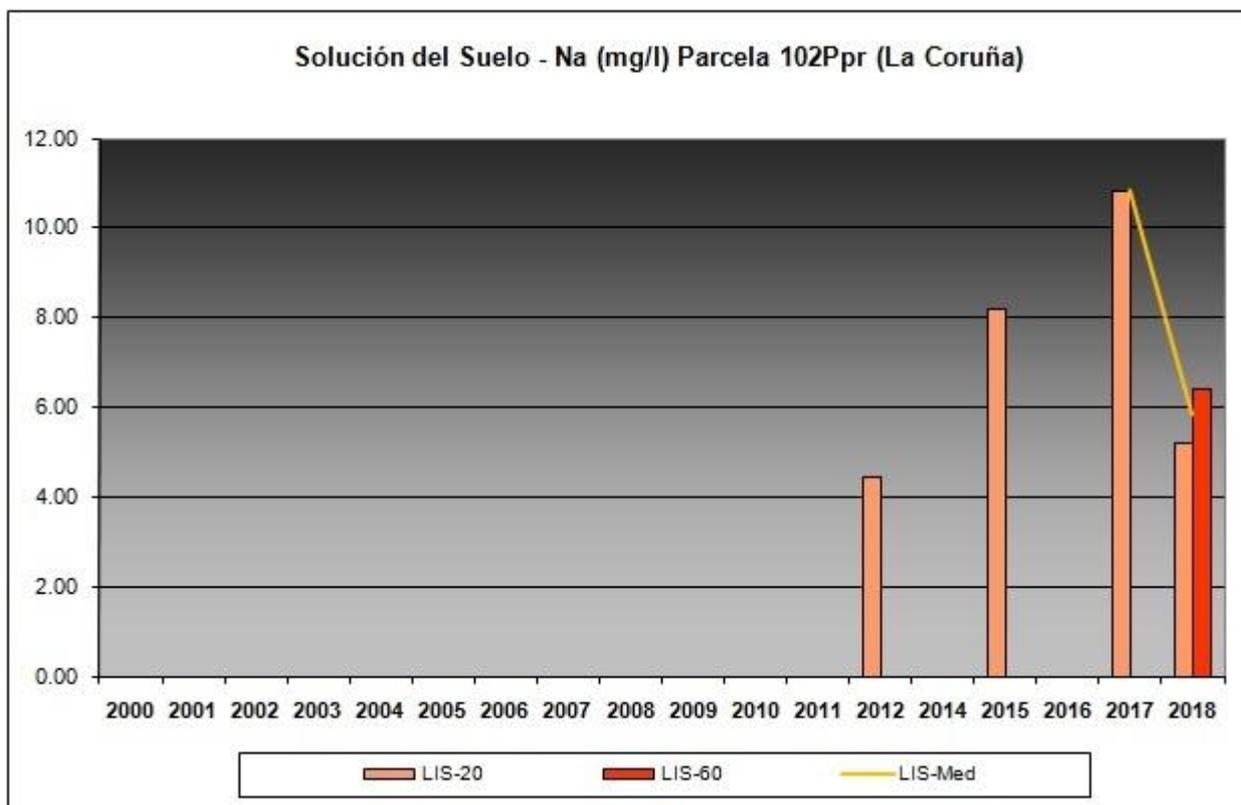


FIG 33: Contenido en Na solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

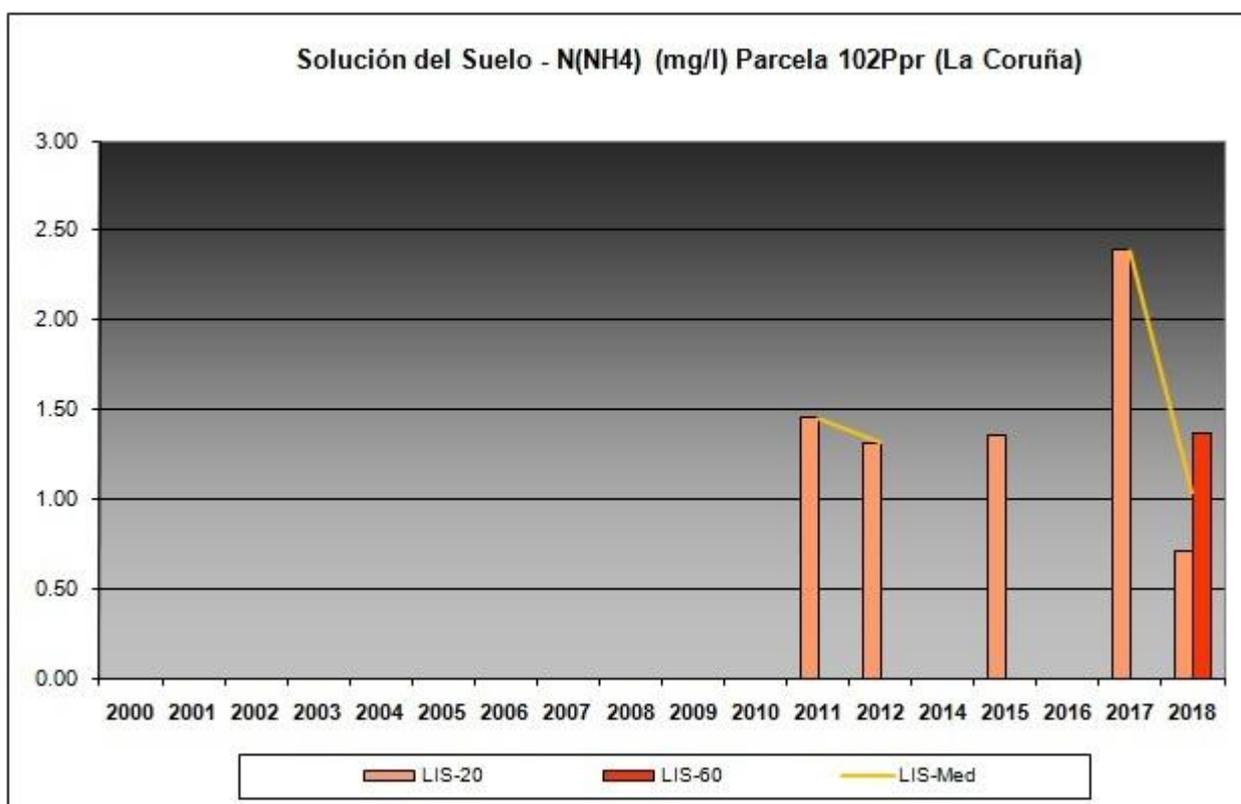


FIG 34: Contenido en N(NH4) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

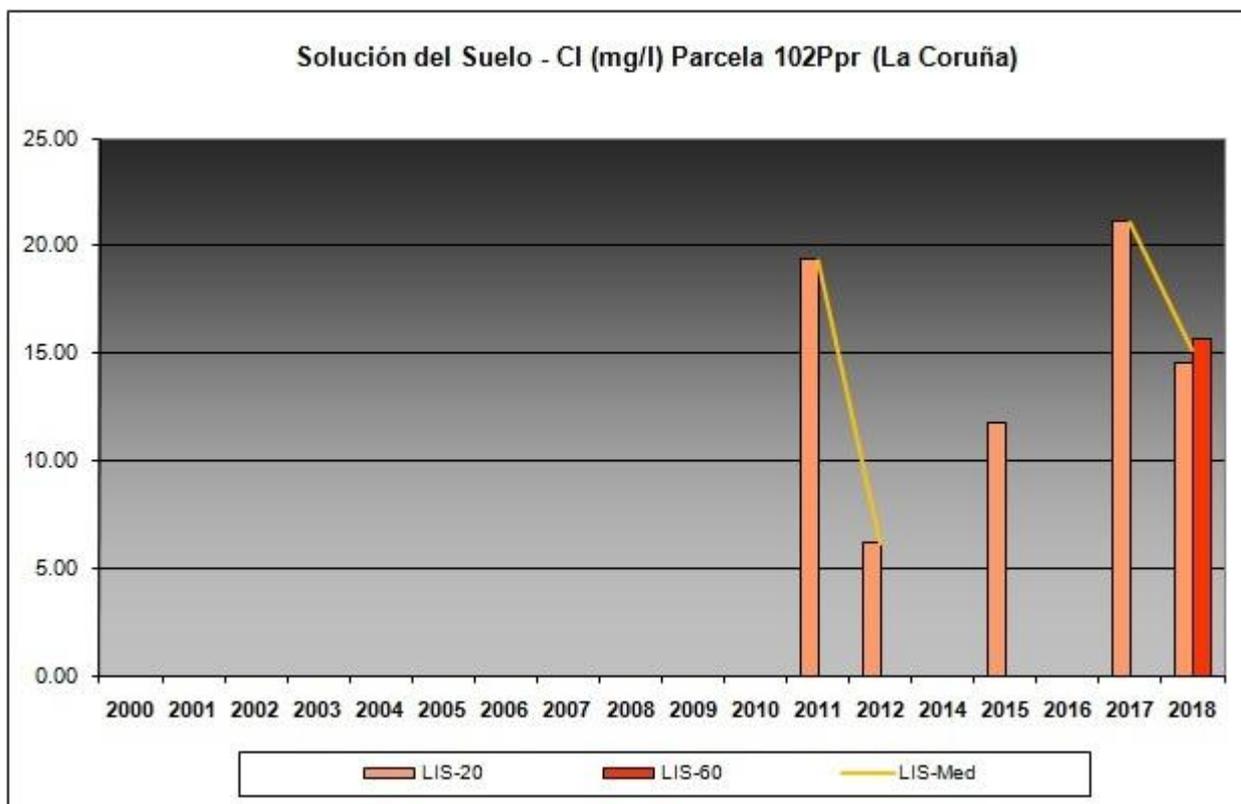


FIG 35: Contenido en Cl solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

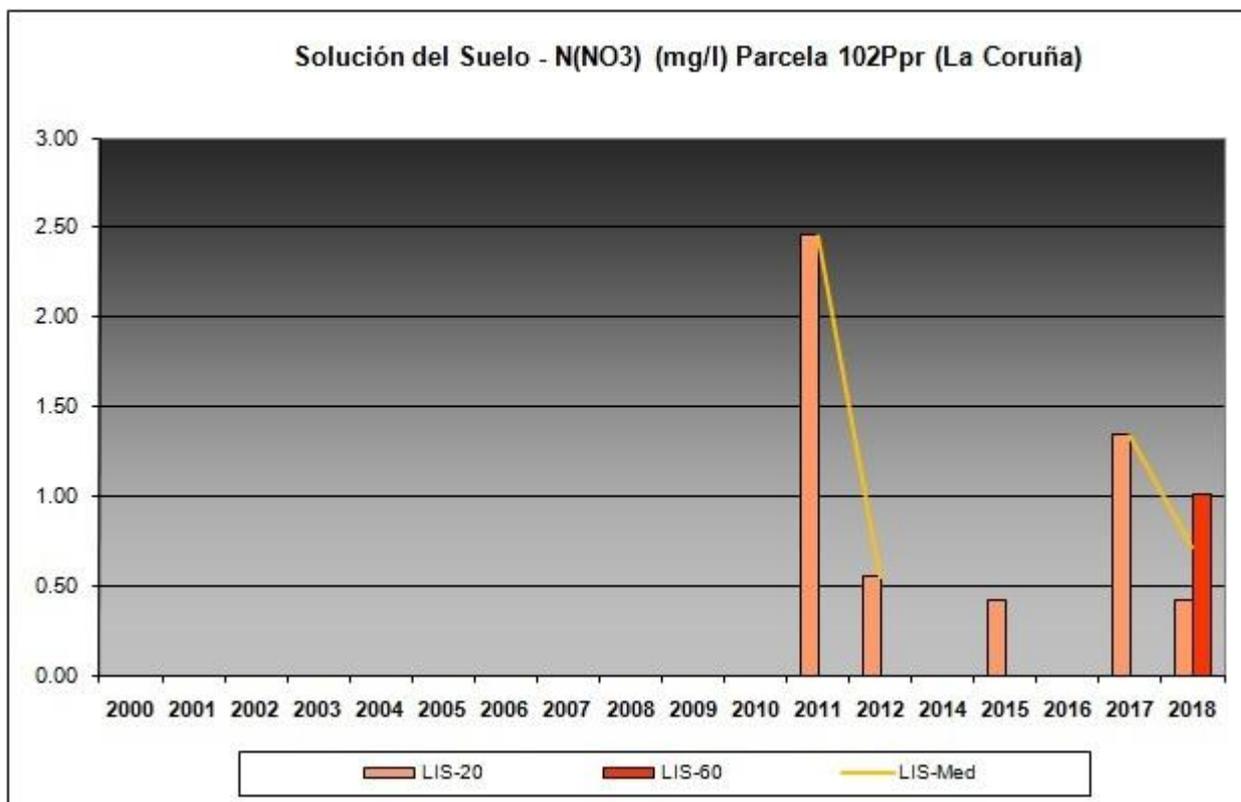


FIG 36: Contenido en N(NO3) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

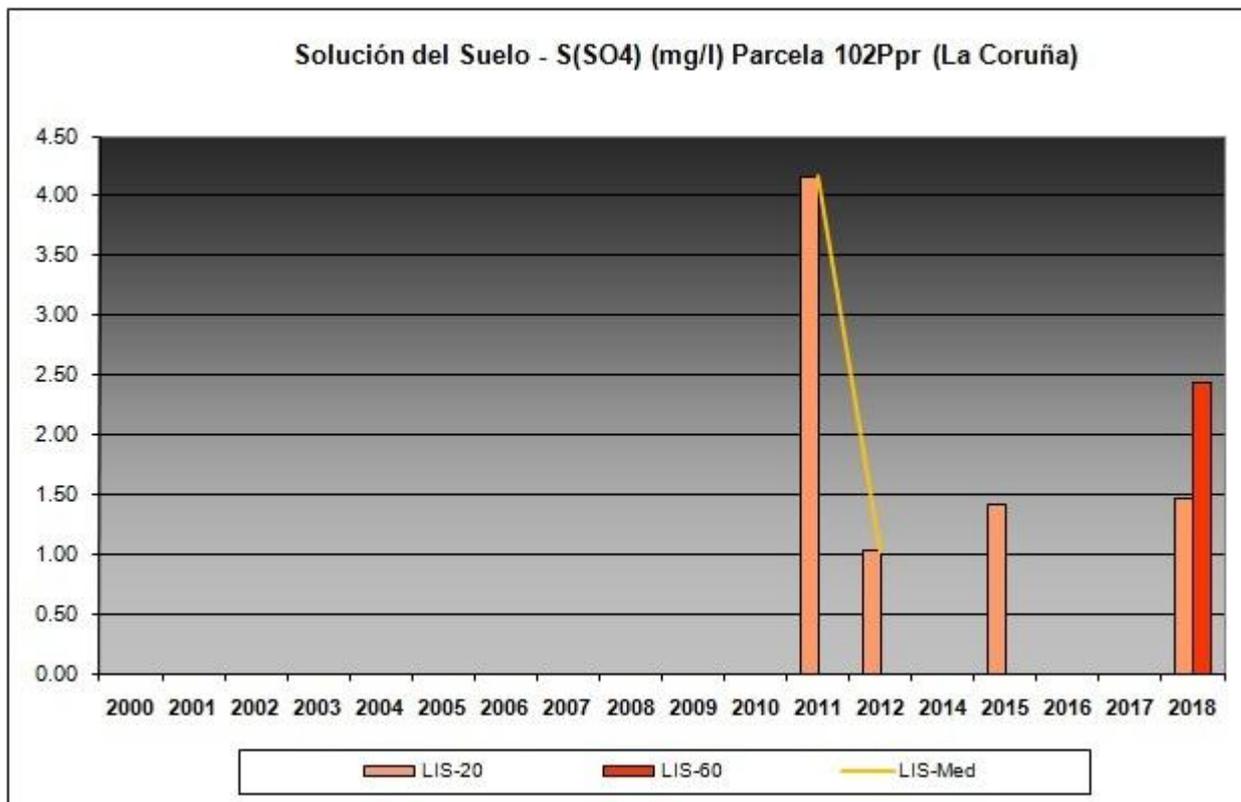


FIG 37: Contenido en S(SO4) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

En cuanto a la solución del suelo en esta parcela cabe destacar las dificultades para su obtención, derivadas no tanto de ausencia de precipitaciones, pues en medio atlántico no resulta ser este el factor limitante, sino a las características locales del suelo que presenta poca capacidad de retención de agua; de forma que sólo se han empezado a obtener muestras a 60 cm de profundidad mediante un sistema de bomba de vacío en continuo instalada durante el año anterior, resultando las concentraciones de casi todos los elementos medidos superiores a esta profundidad.