



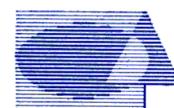
RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2015**

PARCELA 25 Ph (ALICANTE)



**20
15**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

**DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL Y POLÍTICA FORESTAL
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE SILVICULTURA Y MONTES
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	5
3. Estado fitosanitario de la parcela	6
3.1. Defoliación y decoloración	6
3.2. Daños forestales	8
4. Instrumentación	15
5. Deposición atmosférica	17
5.1. pH	19
5.2. Conductividad	20
5.3. Potasio	21
5.4. Calcio	22
5.5. Magnesio	23
5.6. Sodio	24
5.7. Amonio	25
5.8. Cloro	26
5.9. Nitratos	27
5.10. Sulfatos	28
5.11. Interpretación de resultados	29
6. Calidad del aire. Inmisión	30
7. Análisis foliar	31
7.1. Macronutrientes	31
7.2. Micronutrientes	33
7.3. Interpretación de resultados	34
8. Desfronde	35
9. Fenología	37
10. Cintas diamétricas	39

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: Inmisión atmosférica

TABLA 21: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Macronutrientes

TABLA 22: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes

TABLA 23: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 24: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 25: Valor medio dendrómetros

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

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus halepensis* del sector Alicantino de la provincia Murciano-Almeriense (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
25 Ph	<i>Pinus halepensis</i>	Alicante	Tibi	02/09/1994	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+38°31'00"	+00°37'00"	706.000	4.266.000	760	38	Noreste	La Umbría de Petrel

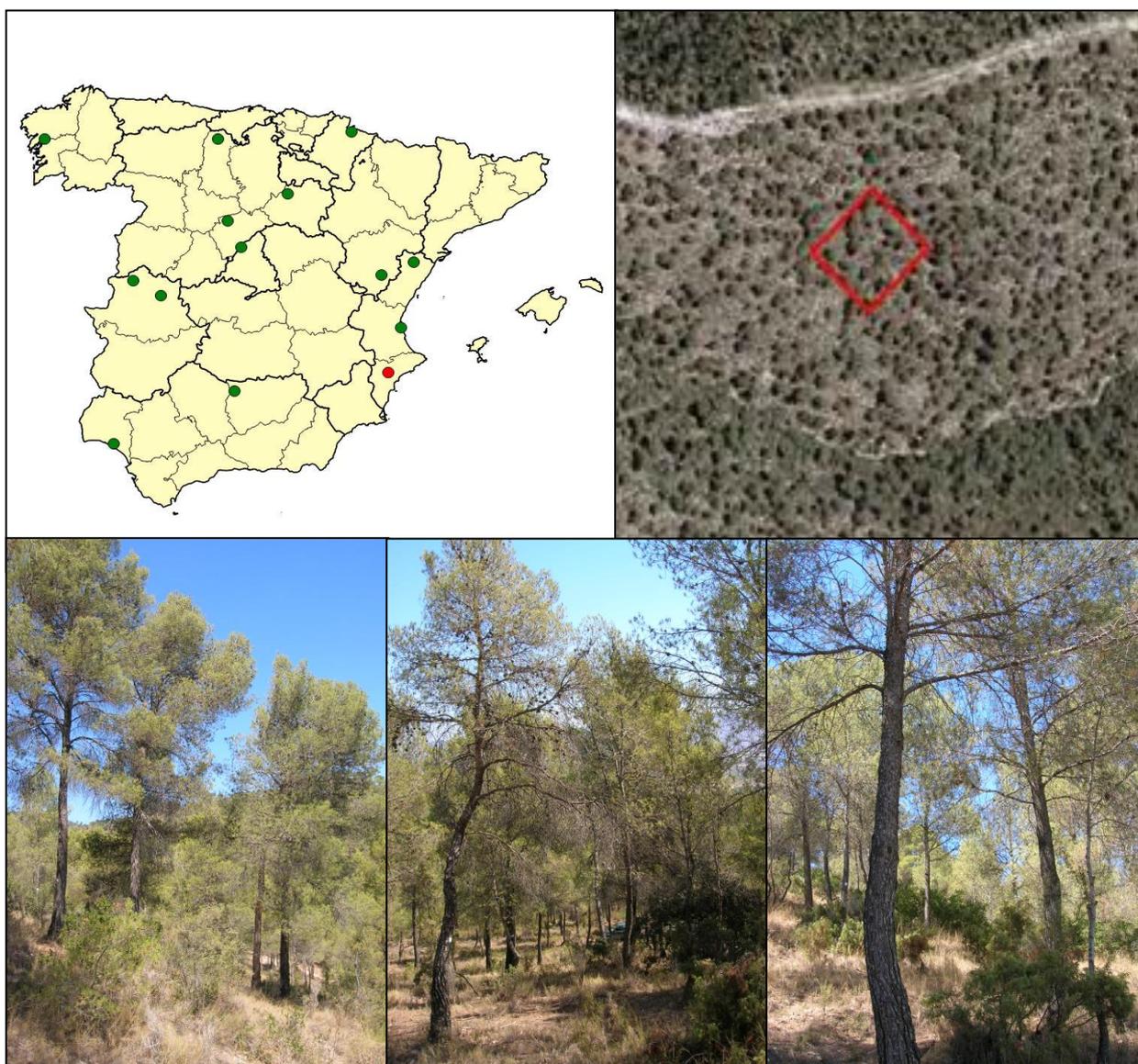


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 25Ph

2. Caracterización de la parcela.

2.1. Climatología.

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

TABLA 2: Datos meteorológicos parcela.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T(°C)	6,3	7,3	9,4	11,6	15,7	18,8	23,3	23	20	14,2	10,1	7,1	13,9
P(mm)	45	35	41	50	46	32	9	13	31	61	41	58	461
T. Media Máximas Mes más Cálido							30,2						
2,3		T. Media Mínimas Mes más Frío											

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un IV3 *Mediterráneo genuino*.

De acuerdo a la clasificación en pisos bioclimáticos, la parcela se encuentra en el *Piso Mesomediterráneo*.

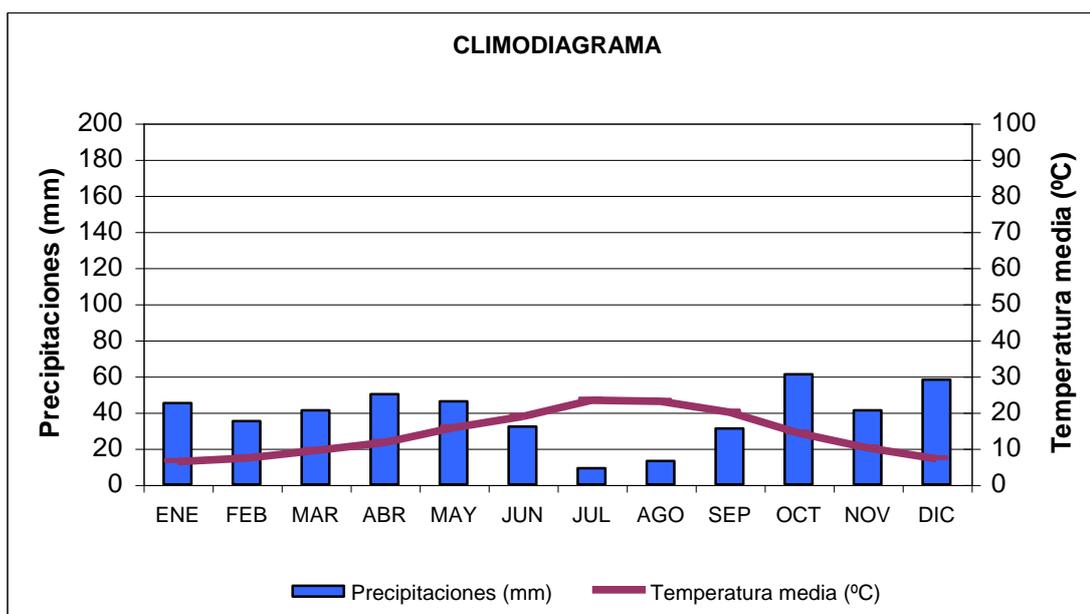


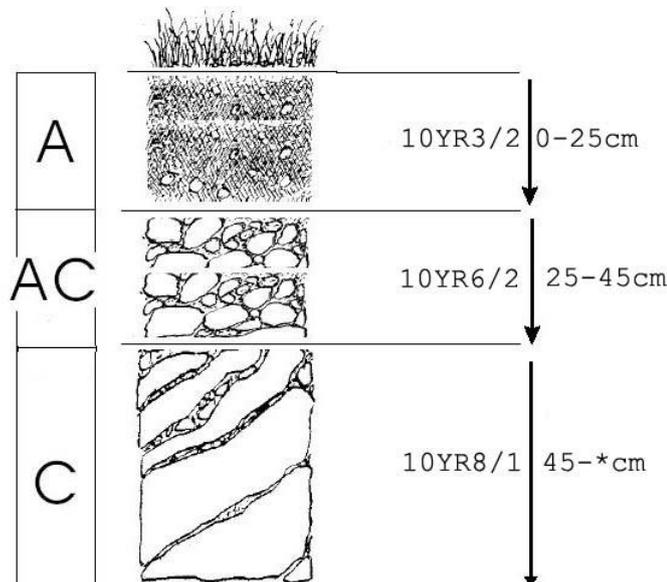
FIG 2: Climodiagrama de la parcela.

2.2. Geología y Suelos.

Litología: caliza común, margosa, blanca y fétida.

Edafología: Leptosol rendzínico.

Zona árida sobre calizas, con abundante pedregosidad presenta un suelo poco profundo y muy poco evolucionado por la presencia de carbonato cálcico. Llama la atención la abundancia de musgo en la superficie del suelo, quizá es debido al buzamiento de las calizas, por lo que el agua, antes de infiltrarse, puede correr subsuperficialmente por la ladera.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-25	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en seco y bastante humífero; grumoso, migajoso; franco; raíces muy abundantes finas y medias; límite neto.
AC	25-45	Gris pardusco claro (10 YR 6/2) en seco; grumoso; limoso; mas del 70 % de pedregosidad, refugiándose la tierra de A en los intersticios; raíces frecuentes medias y gruesas; límite difuso.
C	45- *	Blanco (10 YR 8/1) en seco; particular; limoso; mas del 90 % de pedregosidad; sin raíces.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: El estrato arbóreo corresponde a un pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) procedente de repoblación, ya maduro y en el que se han efectuado entresacas. El subvuelo corresponde a un matorral salpicado sobre un herbazal alto y denso de *gramíneas*.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	25,0	<i>Juncus bufonius L.</i>	+
<i>Quercus ilex L.</i>	25,0	<i>Lavandula stoechas L.</i>	0,5
ESTRATO ARBUSTIVO	0,8	<i>Legousia castellana (Lange) Samp.</i>	+
<i>Rosmarinus officinalis L.</i>	0,8	<i>Leontodon taraxacoides (Vill.) Mérat</i>	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	45,0	<i>Logfia gallica (L.) Cosson & Germ.</i>	+

	Cob		Cob
<i>Agrostis castellana</i> Boiss. & Reuter	0,4	<i>Lotus parviflorus</i> Desf.	+
<i>Agrostis pourretii</i> Willd.	+	<i>Melica ciliata</i> L.	+
<i>Anagallis arvensis</i> L.	+	<i>Moehringia pentandra</i> Gay	+
<i>Andryala integrifolia</i> L.	+	<i>Olea europaea</i> L.	+
<i>Arrhenatherum album</i> (Vahl) W.D. Clay	+	<i>Ornithopus compressus</i> L.	+
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+	<i>Orobancha</i> sp.	+
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	0,2	<i>Petrorhagia nanteuillii</i> (Burnat) P.W. Ball	+
<i>Asterolinon linum-stellatum</i> (L.) Duby	+	<i>Pinus pinea</i> L.	+
<i>Astragalus</i> sp.	+	<i>Plantago bellardii</i> All.	+
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	+	<i>Plantago lanceolata</i> L.	+
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	+	<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L.	+
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	+	<i>Pyrus bourgaeana</i> Decne	+
<i>Brassica barrelieri</i> (L.) Janka	+	<i>Quercus ilex</i> L.	1,0
<i>Briza maxima</i> L.	+	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	0,5
<i>Briza minor</i> L.	+	<i>Rumex acetosella</i> L.	0,2
<i>Bromus diandrus</i> Roth	+	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	+
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	+	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	+
<i>Bromus madritensis</i> L.	+	<i>Senecio jacobaea</i> L.	+
<i>Bromus rigidus</i> Roth	+	<i>Sherardia arvensis</i> L.	+
<i>Bromus sterilis</i> L.	+	<i>Silene gallica</i> L.	+
<i>Calendula arvensis</i> L.	+	<i>Silene scabriflora</i> Brot.	+
<i>Campanula lusitanica</i> L.	+	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	+
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	+	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	+
<i>Cardamine hirsuta</i> L.	+	<i>Spergularia purpurea</i> (Pers.) G. Don fil.	+
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis	+	<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevski	+
<i>Carlina corymbosa</i> L.	+	<i>Tamus communis</i> L.	+
<i>Centaurea melitensis</i> L.	+	<i>Thymus mastichina</i> L.	0,5
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	+	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertner	+
<i>Cerastium pumilum</i> Curtis	+	<i>Torilis arvensis</i> (Hudson) Link	+
<i>Conopodium</i> sp.	+	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	+
<i>Corynephorus fasciculatus</i> Boiss. & Reut	+	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	+
<i>Crucianella angustifolia</i> L.	+	<i>Trifolium arvense</i> L.	+
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	+	<i>Trifolium bocconeii</i> Savi	+
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	<i>Trifolium campestre</i> Schreber	+
<i>Echium plantagineum</i> L.	+	<i>Trifolium cherleri</i> L.	+
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	+	<i>Trifolium glomeratum</i> L.	+
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.	+	<i>Trifolium stellatum</i> L.	+
<i>Filago micropodioides</i> Lange	+	<i>Trifolium striatum</i> L.	+
<i>Filago pyramidata</i> L.	+	<i>Trifolium subterraneum</i> L.	+
<i>Galium parisiense</i> L.	+	<i>Trifolium tomentosum</i> L.	+
<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv.	0,8	<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker	+
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	+	<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop. Ex F.W.	+
<i>Hedypnois cretica</i> (L.) Dum.-Courset	+	<i>Vicia angustifolia</i> L.	+
<i>Herniaria lusitanica</i> Chaudhri	+	<i>Viola arvensis</i> Murray	+
<i>Holcus setiglumis</i> Boiss. & Reuter	0,4	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	+
<i>Hordeum murinum</i> L.	+	<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	+
<i>Hypochoeris glabra</i> L.	+	<i>Xolantha plantaginea</i>	+
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	+		

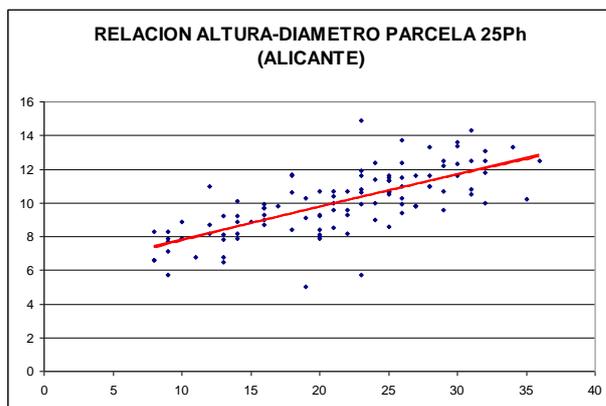
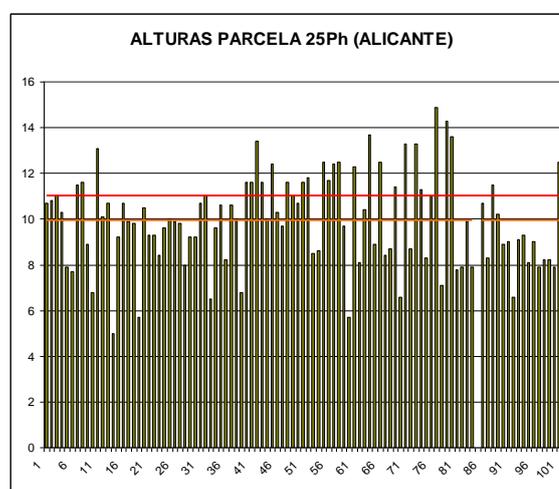
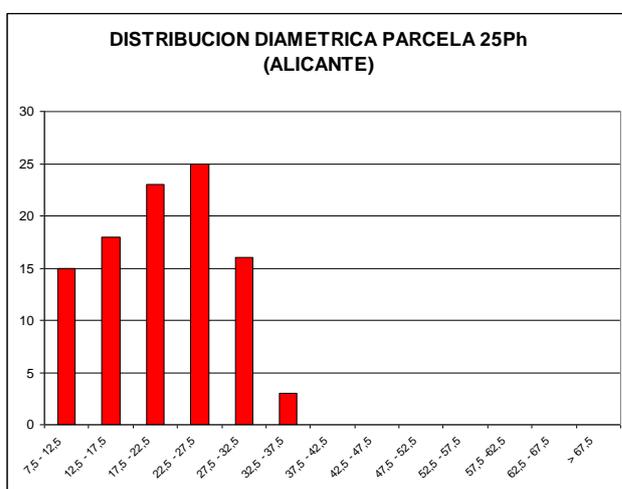
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 22 b, Serie mesomediterránea castellano-aragonesa seca basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*).Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum.

2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de pino carrasco de 41-60 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, edad media, diámetro medio, área basimétrica, diámetro medio cuadrático, altura media, altura dominante, existencias.

Parcela	Area 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
25 Ph	0,2500	99	396	99	0	3	41-60	21,50	15,96	22,65	10,20	12,71	14,69



CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5	14	56	7,86	78,63	0,27	1,10
12,5 - 17,5	17	68	8,95	59,67	0,99	3,98
17,5 - 22,5	21	84	9,96	49,80	2,56	10,24
22,5 - 27,5	26	104	10,89	43,55	5,19	20,77
27,5 - 32,5	14	56	11,74	39,12	4,13	16,53
32,5 - 37,5	6	24	12,50	35,72	1,54	6,14
37,5 - 42,5						
42,5 - 47,5						
47,5 - 52,5						
52,5 - 57,5						
57,5 - 62,5						
62,5 - 67,5						
> 62,5						
TOTAL	99	396			14,69	58,76

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 mal estado fitosanitario, con una defoliación media del 32,02% claramente dentro de la escala de daños moderados, categoría en la que se han calificado más del 70% de los pies, en lo que supone sin embargo una mejoría con respecto a la revisión anterior, con una reducción del parámetro de cerca de cuatro puntos porcentuales, todavía por debajo del umbral de cinco que supone una variación significativa en términos estadísticos, de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales.

Atendiendo a la serie histórica de datos, y en contraposición con la situación estable que venía observándose en el periodo 2007-2010, se advierte que continúa el proceso de decaimiento del arbolado que comenzó a partir de 2011, y claramente situado en los niveles habidos en el bienio 2005-2006 y en el año 1995 cuando fueron claramente patentes los daños al arbolado por sequía y que configura a este factor como el principal factor de debilitamiento del arbolado en la zona, a lo que en la presente revisión cabría añadir las elevadas temperaturas registradas durante el verano. Tradicionalmente y tal y como ya se mencionó en anteriores revisiones, la parcela ha tendido a presentar valores de defoliación en torno al 25%, en el límite entre las clases de daño ligeras a moderadas, posiblemente debido a la escasez de precipitaciones en la zona junto a unas malas condiciones de estación, sobre un terreno en fuerte pendiente y con abundante pedregosidad que no favorecen la retención de agua.

Continuando con la idea del mal estado del arbolado, se ha comportado la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio del estado fitosanitario del arbolado, de forma que en la presente revisión se ha advertido en casi el 60% de los pies, con una reducción sin embargo respecto a la pasada revisión, lo que nos reafirmaría en la idea de una mejoría de la población.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

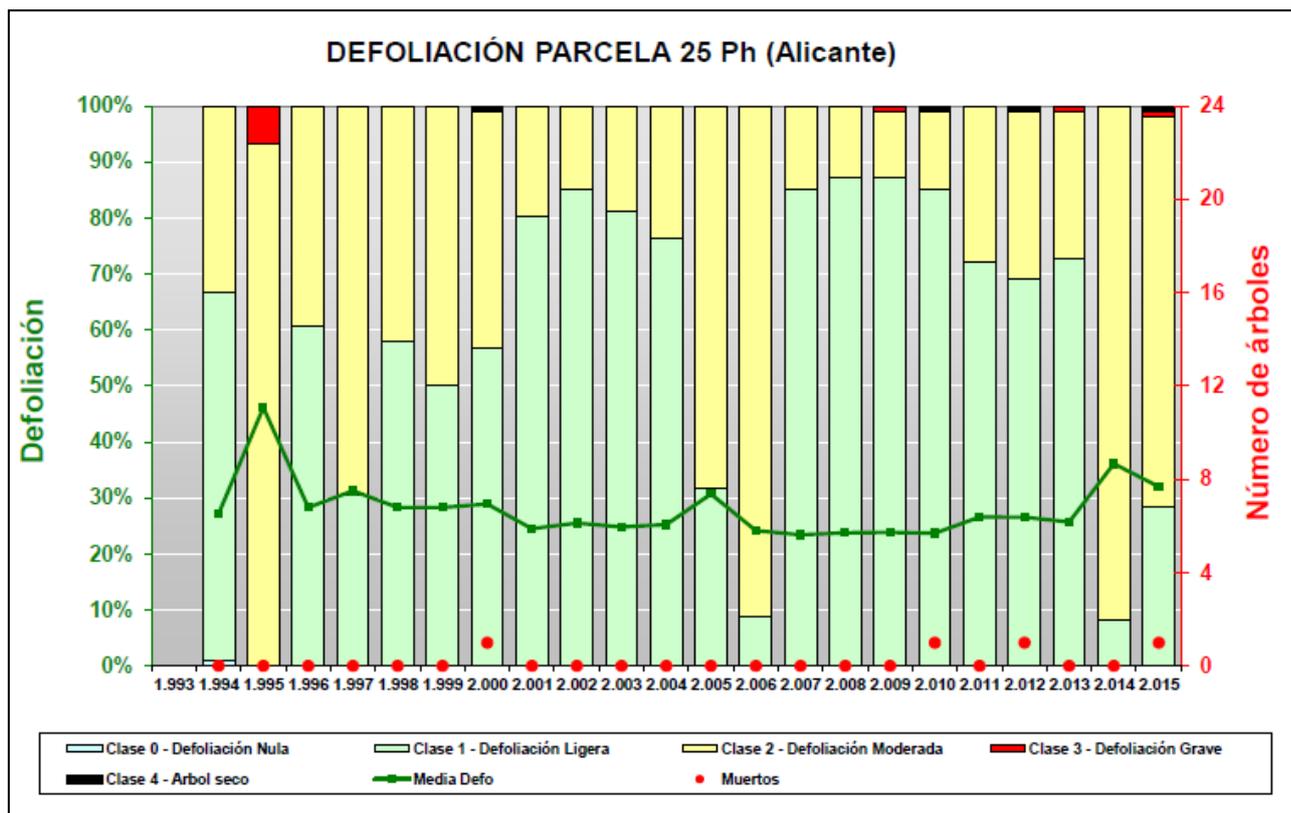


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15% , 25% y 35%

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	1	1,00	4	1,01	35,00	1,00	2,98	0,33	21,00	11,10	-0,50	0,90
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	1	1,00	4	1,01	35,00	1,00	2,98	0,33	21,00	11,10	-0,50	0,90
Acíc. antiguas	1	1,00	4	1,01	35,00	1,00	2,98	0,33	21,00	11,10	-0,50	0,90
Perforadores	9	1,00	36	9,09	28,89	0,78	-3,13	0,11	28,33	11,29	6,83	1,09
<i>Tomicus destruens</i>	9	1,00	36	9,09	28,89	0,78	-3,13	0,11	28,33	11,29	6,83	1,09
Ramillos <2 cm	9	1,00	36	9,09	28,89	0,78	-3,13	0,11	28,33	11,29	6,83	1,09
AG.ABIÓTICOS												
Sequía	86	2,24	344	86,87	30,00	0,67	-2,02	0,00	23,09	10,54	1,59	0,34
Acíc. antiguas	60	2,02	240	60,61	28,58	0,72	-3,44	0,05	23,87	10,70	2,37	0,49
Acíc. todas edades	26	2,77	104	26,26	33,27	0,58	1,25	-0,09	21,31	10,19	-0,19	-0,01
Calor	91	1,68	364	91,92	30,82	0,66	-1,20	-0,01	22,07	10,32	0,57	0,12
Acíc. antiguas	91	1,68	364	91,92	30,82	0,66	-1,20	-0,01	22,07	10,32	0,57	0,12
Viento/Tornado	2	1,50	8	2,02	35,00	1,00	2,98	0,33	22,00	8,75	0,50	-1,45
Tronco	2	1,50	8	2,02	35,00	1,00	2,98	0,33	22,00	8,75	0,50	-1,45
OTROS DAÑOS												
Falta luz	5	3,80	20	5,05	48,00	0,20	15,98	-0,47	9,60	6,60	-11,90	-3,60
Acíc. todas edades	4	3,50	16	4,04	50,00	0,25	17,98	-0,42	9,50	6,55	-12,00	-3,65
Tronco completo	1	5,00	4	1,01	40,00	0,00	7,98	-0,67	10,00	6,80	-11,50	-3,40
Compet/Espesura	14	2,21	56	14,14	37,14	0,29	5,12	-0,38	11,50	8,32	-10,00	-1,88
Acíc. antiguas	5	2,20	20	5,05	37,00	0,20	4,98	-0,47	10,60	8,08	-10,90	-2,12
Acíc. todas edades	9	2,22	36	9,09	37,22	0,33	5,20	-0,34	12,00	8,46	-9,50	-1,75
Otros daños	1	1,00	4	1,01	30,00	1,00	-2,02	0,33	27,00	10,60	5,50	0,40
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,01	30,00	1,00	-2,02	0,33	27,00	10,60	5,50	0,40
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	11	2,64	44	11,11	30,00	1,00	-2,02	0,33	28,73	11,04	7,23	0,83
Ramillos <2 cm	2	1,50	8	2,02	32,50	1,00	0,48	0,33	27,50	10,60	6,00	0,40
Cuello raíz	9	2,89	36	9,09	29,44	1,00	-2,58	0,33	29,00	11,13	7,50	0,93

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificables, destaca en primer lugar la presencia salpicada de procesionaria, *Thaumetopoea pityocampa*, no citada en revisiones anteriores junto a ramillos terminales atabacados debidos a la alimentación de maduración del escolítido *Tomicus destruens* en la parte superior de la copa, no asociados a daños forestales de consideración, al no haberse apreciado perforaciones en los troncos, previas a la formación de galerías larvarias que resultan mucho más peligrosas para el hospedante al afectar al cambium.

De entre los agentes abióticos, tal y como se ha mencionado repetidamente, destaca la **sequía** como agente de daño del arbolado, a la que contribuye no sólo la falta de agua sino la posición de la parcela en

terreno de fuerte pendiente y abundante pedregosidad, condiciones que no favorecen la infiltración de la escasa lluvia que pueda caer en la zona, y que ha llegado a afectar a la totalidad de la población. El fenómeno más frecuente es el escaso desarrollo o microfilia de la metida del año en que se han producido los daños, lo que en un arbolado que presenta 2-3 metidas, esta última muy condicionada por la precipitación del lugar, supone una importante debilidad estructural, pues casi la mitad de su biomasa foliar alcanza un desarrollo inferior al normal, lo que se traduce en una menor capacidad para desarrollar el ciclo fotosintético. El fenómeno, al igual que en anteriores revisiones, se extiende a la práctica totalidad del arbolado muestra. Atendiendo a los valores meteorológicos de la zona se advierte un progresivo empeoramiento de las condiciones hídricas en el trienio 2013-2015, con un clima que ha oscilado de seco a muy seco y que tendría su respuesta en el comportamiento de los pinares situados en la zona. A esta situación de debilidad contribuiría además las elevadas temperaturas del verano, al situarse 2015 como uno de los años de máximo en el registro histórico de temperaturas, y que se traduciría en amarilleamiento de las acículas de mayor edad, previo a su caída debida a un fenómeno de **golpe de calor** a mediados del verano.

Como se ha mencionado anteriormente se registran daños por **falta de luz o competencia** en casi uno de cada cinco pies evaluados, lógicos en una parcela con una densidad de masa de 400 pies/ha, sobre pies de tamaño inferior al vuelo medio y que en determinadas condiciones pueden ocasionar daños de consideración al pie afectado, sobre todo cuando queda afectada la guía principal de la copa, responsable del desarrollo del pie. No debe olvidarse tampoco que esta debilidad puede favorecer la colonización de los pies afectados por escolítidos o perforadores oportunistas que acaben por rematar a los árboles afectados, como ha ocurrido en la propia parcela en anteriores revisiones.

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. antiguas	157	1,82	628	100,00	30,19	0,67	-1,83	0,00	22,38	10,40	0,88	0,20
Comidos/perdidos	6	2,00	24	6,06	36,67	0,33	4,65	-0,34	12,33	8,58	-9,17	-1,62
Muestras	1	1,00	4	1,01	35,00	1,00	2,98	0,33	21,00	11,10	-0,50	0,90
Totalmente comidas/perd.	5	2,20	20	5,05	37,00	0,20	4,98	-0,47	10,60	8,08	-10,90	-2,12
Dec. Verde-amarillo	91	1,68	364	91,92	30,82	0,66	-1,20	-0,01	22,07	10,32	0,57	0,12
Completa	91	1,68	364	91,92	30,82	0,66	-1,20	-0,01	22,07	10,32	0,57	0,12
Microfilia	60	2,02	240	60,61	28,58	0,72	-3,44	0,05	23,87	10,70	2,37	0,49
Acíc. todas edades	39	2,72	156	39,39	35,90	0,49	3,88	-0,18	17,95	9,42	-3,55	-0,79
Comidos/perdidos	13	2,62	52	13,13	41,15	0,31	9,13	-0,36	11,23	7,87	-10,27	-2,33
Totalmente comidas/perd.	13	2,62	52	13,13	41,15	0,31	9,13	-0,36	11,23	7,87	-10,27	-2,33
Microfilia	26	2,77	104	26,26	33,27	0,58	1,25	-0,09	21,31	10,19	-0,19	-0,01
RAMAS/BROTOS												
Ramillos <2 cm	11	1,09	44	11,11	29,55	0,82	-2,47	0,15	28,18	11,16	6,68	0,96
Rotura	2	1,00	8	2,02	27,50	0,50	-4,52	-0,17	30,50	11,30	9,00	1,10
Muerto/moribundo	9	1,11	36	9,09	30,00	0,89	-2,02	0,22	27,67	11,13	6,17	0,93
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,01	30,00	1,00	-2,02	0,33	27,00	10,60	5,50	0,40
Deformaciones	1	1,00	4	1,01	30,00	1,00	-2,02	0,33	27,00	10,60	5,50	0,40
Escobas de bruja	1	1,00	4	1,01	30,00	1,00	-2,02	0,33	27,00	10,60	5,50	0,40
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco	2	1,50	8	2,02	35,00	1,00	2,98	0,33	22,00	8,75	0,50	-1,45

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Resinosis	2	1,50	8	2,02	35,00	1,00	2,98	0,33	22,00	8,75	0,50	-1,45
Cuello raíz	9	2,89	36	9,09	29,44	1,00	-2,58	0,33	29,00	11,13	7,50	0,93
Otros síntomas	9	2,89	36	9,09	29,44	1,00	-2,58	0,33	29,00	11,13	7,50	0,93
Tronco completo	1	5,00	4	1,01	40,00	0,00	7,98	-0,67	10,00	6,80	-11,50	-3,40
Inclinado	1	5,00	4	1,01	40,00	0,00	7,98	-0,67	10,00	6,80	-11,50	-3,40

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.

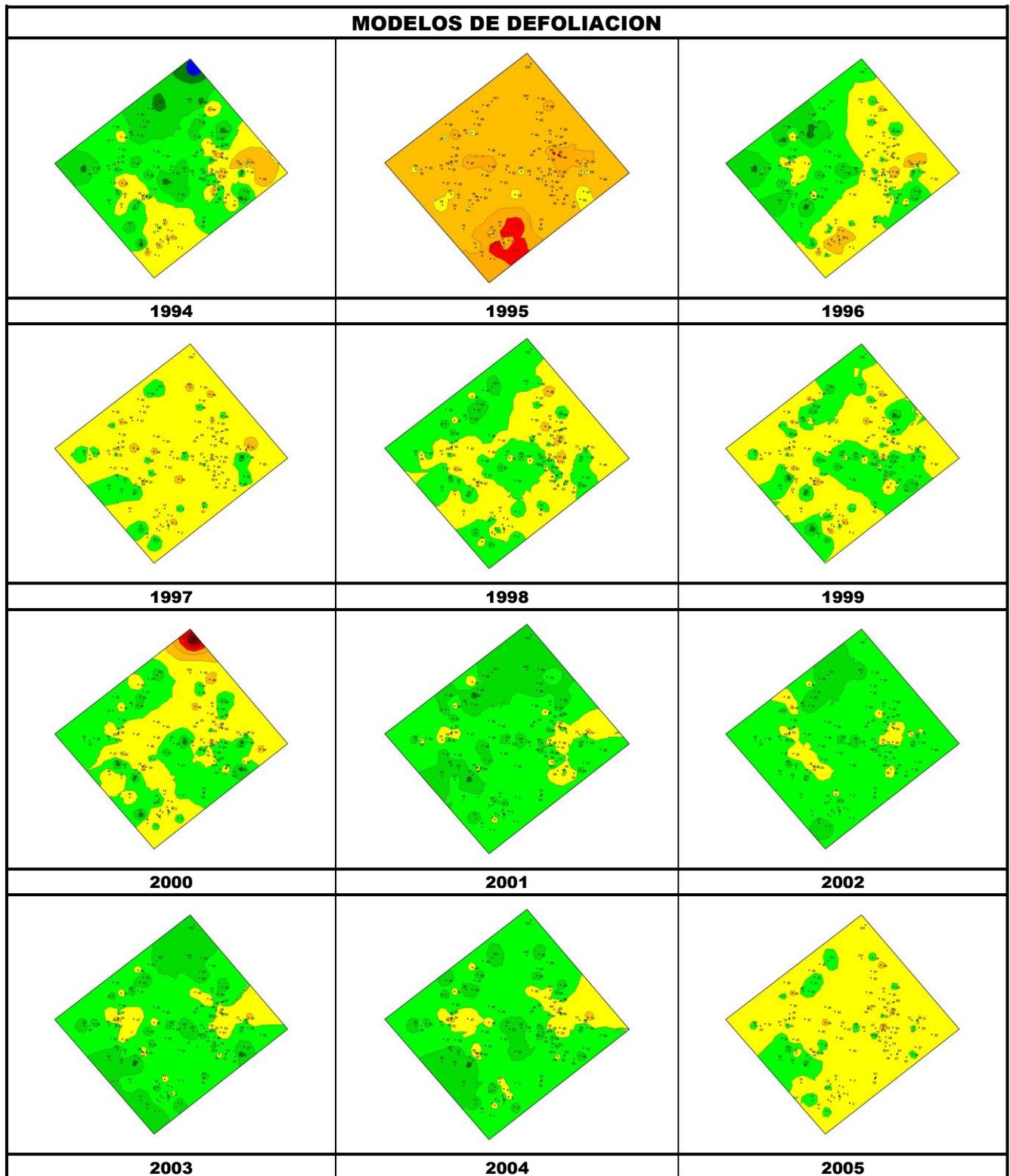
	N par	Defoliadores		Perforadores		Sequía		Calor		Viento/Tornado	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. antiguas	157	1	100,00			60	69,77	91	100,00		
Comidos/perdidos	6	1	100,00								
Muestras	1	1	100,00								
Totalmente comidas/perd.	5										
Dec. Verde-amarillo	91							91	100,00		
Completa	91							91	100,00		
Microfilia	60					60	69,77				
Acíc. todas edades	39					26	30,23				
Comidos/perdidos	13										
Totalmente comidas/perd.	13										
Microfilia	26					26	30,23				
RAMAS/BROTOS											
Ramillos <2 cm	11			9	100,00						
Rotura	2			2	22,22						
Muerto/moribundo	9			7	77,78						
Ramas 2-10 cm	1										
Deformaciones	1										
Escobas de bruja	1										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco	2									2	100,00
Resinosis	2									2	100,00
Cuello raíz	9										
Otros síntomas	9										
Tronco completo	1										
Inclinado	1										

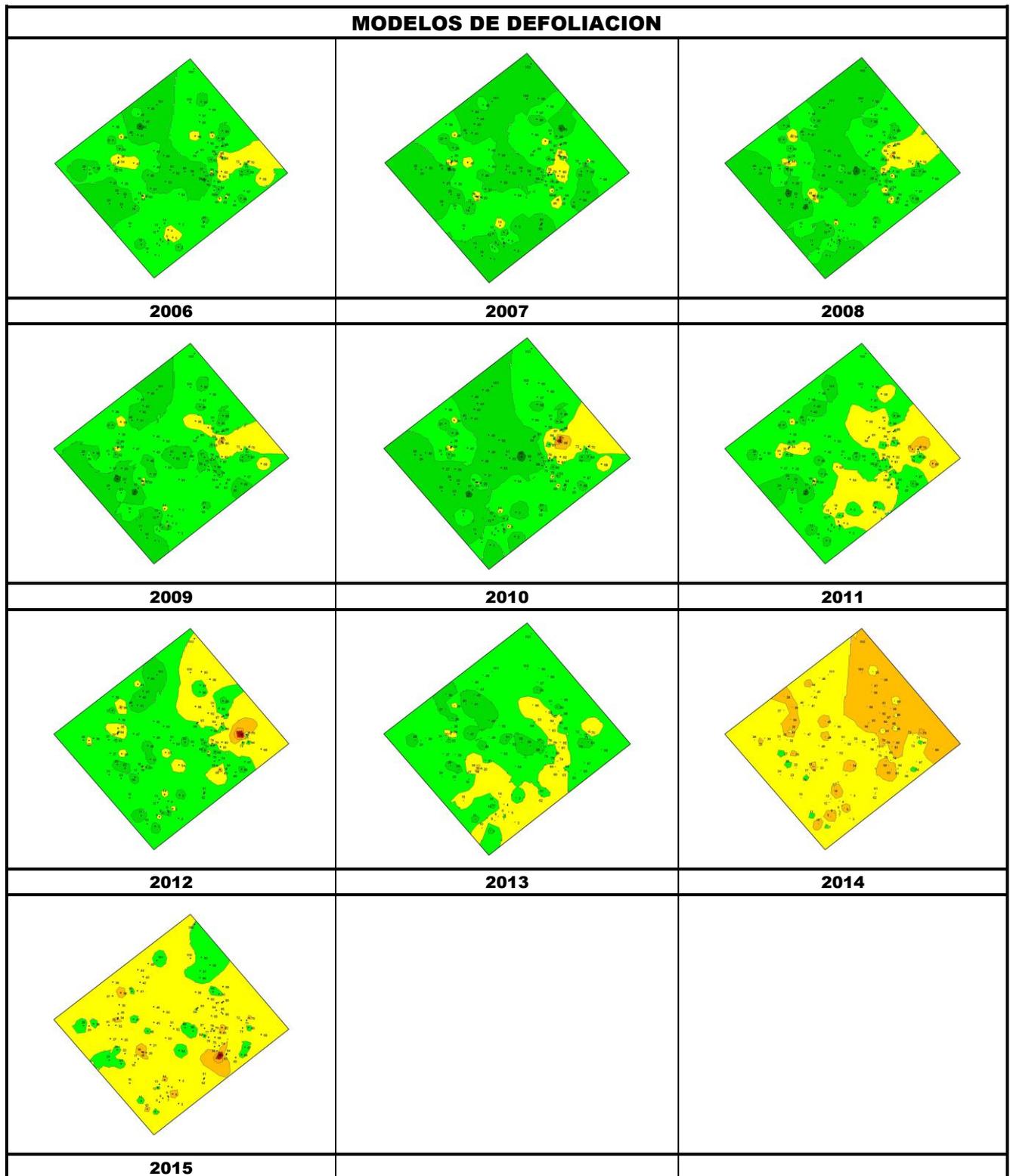
	N par	Falta luz		Compet/Espesura		Otros daños		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. antiguas	157			5	35,71				
Comidos/perdidos	6			5	35,71				
Muestras	1								

	N par	Falta luz		Compet/Espesura		Otros daños		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Totalmente comidas/perd.	5			5	35,71				
Dec. Verde-amarillo	91								
Completa	91								
Microfilia	60								
Acíc. todas edades	39	4	80,00	9	64,29				
Comidos/perdidos	13	4	80,00	9	64,29				
Totalmente comidas/perd.	13	4	80,00	9	64,29				
Microfilia	26								
RAMAS/BROTOS									
Ramillos <2 cm	11							2	18,18
Rotura	2								
Muerto/moribundo	9							2	18,18
Ramas 2-10 cm	1					1	100,00		
Deformaciones	1					1	100,00		
Escobas de bruja	1					1	100,00		
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco	2								
Resinosis	2								
Cuello raíz	9							9	81,82
Otros síntomas	9							9	81,82
Tronco completo	1	1	20,00						
Inclinado	1	1	20,00						



FIG 6: Ramillos terminales muertos por *Tomicus destruens*. Amarilleamiento acículas antiguas por golpe de calor. Microfilia y escaso desarrollo de las metidas por sequía.





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
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2000	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		1999	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		1998	Quincenal/Mensual



FIG 7: Parcela exterior, torre meteorológica y captadores. Parcela interior, acumuladores de deposición y captador de desfronde. Dosímetros pasivos

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 25Ph, 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	6,40	9,09	305	6,60	0,00	352	5,95	6,27
1998	6,41	10,00	204	6,55	0,00	242	5,84	6,21
1999	6,84	0,00	241	6,97	0,00	300	6,19	6,48
2000	6,61	0,00	216	6,60	0,00	278	6,07	6,27
2001	6,19	16,67	347	6,20	16,67	424	5,86	6,00
2002	6,91	0,00	279	7,07	0,00	346	6,41	6,54
2003	6,65	0,00	369	6,76	0,00	396	6,17	6,21
2004	6,81	0,00	312	6,80	0,00	392	6,19	6,13
2005	6,71	0,00	128	6,68	0,00	148	6,01	5,98
2006	6,56	7,69	339	6,58	7,14	406	6,13	6,07
2007	6,52	0,00	468	6,26	6,67	529	6,01	5,79
2008	6,59	0,00	350	6,61	0,00	389	6,14	5,99
2009	6,65	0,00	407	6,41	0,00	531	6,14	6,13
2010	6,56	0,00	381	6,68	0,00	493	6,22	6,19
2011	6,53	0,00	304	6,48	0,00	402	6,10	6,04
2012	6,46	0,00	107	6,29	0,00	150	5,96	5,98
2014	6,54	0,00	205	6,64	16,67	226	6,17	6,16
Media	6,58	2,56	291,90	6,60	2,77	353,18	6,09	6,14

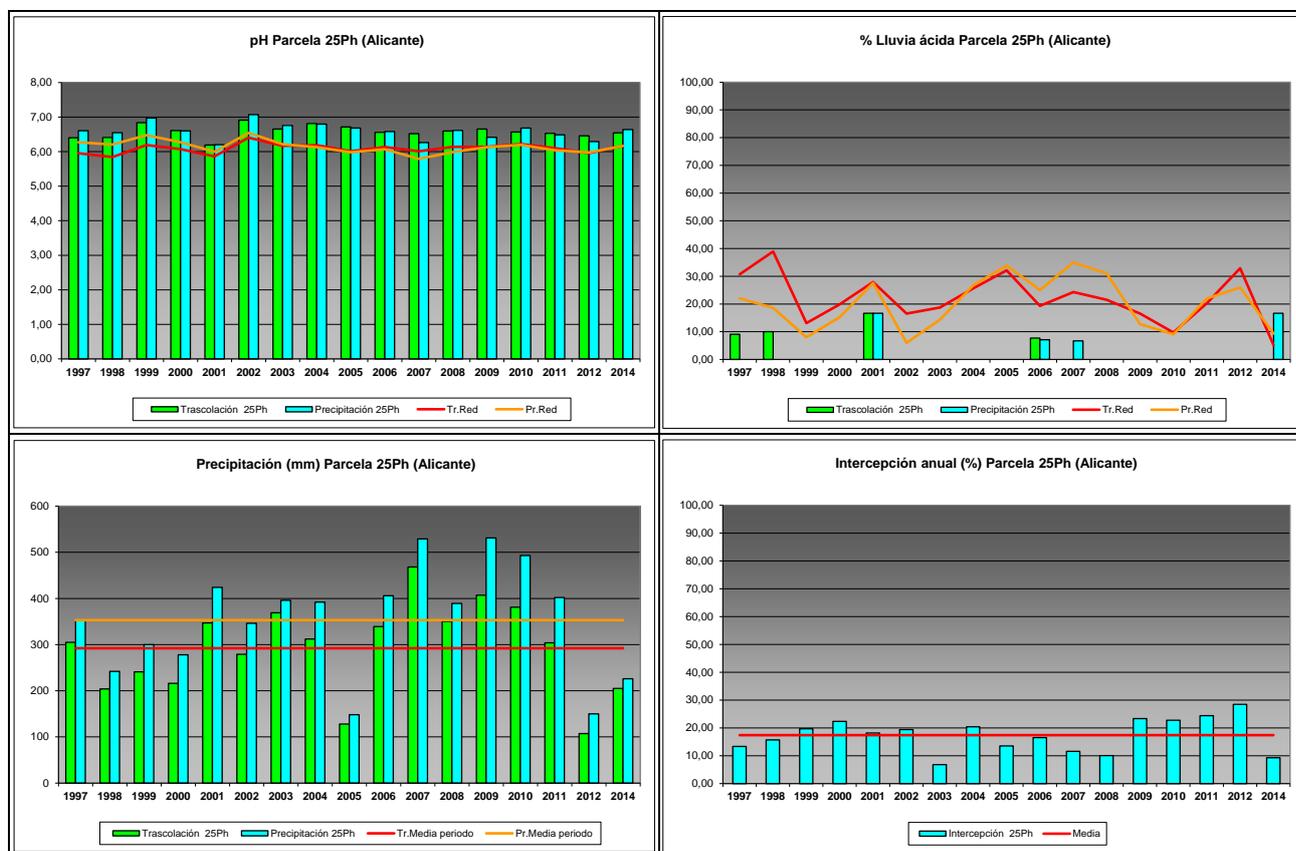


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	40,08		305	22,78		352	25,59	22,11
1998	50,09		204	20,74		242	29,47	22,63
1999	68,14		241	27,69		300	33,24	19,93
2000	76,68		216	33,85		278	35,37	22,07
2001	41,02		347	18,78		424	28,43	16,06
2002	102,90		279	48,09		346	49,05	30,17
2003	71,28		369	38,47		396	46,47	25,27
2004	86,01		312	48,75		392	63,98	37,20
2005	114,15		128	46,38		148	65,86	30,61
2006	81,16		339	43,19		406	61,93	28,83
2007	62,62		468	34,43		529	50,03	28,98
2008	82,14		350	47,53		389	46,84	22,94
2009	59,24		407	22,00		531	49,56	20,18
2010	53,03		381	19,84		493	44,44	15,09
2011	67,64		304	23,58		402	51,52	19,09
2012	62,80		107	20,74		150	53,38	20,50
2014	79,67		205	19,92		226	28,66	15,29
Media	70,51		291,90	31,57		353,18	44,93	23,35

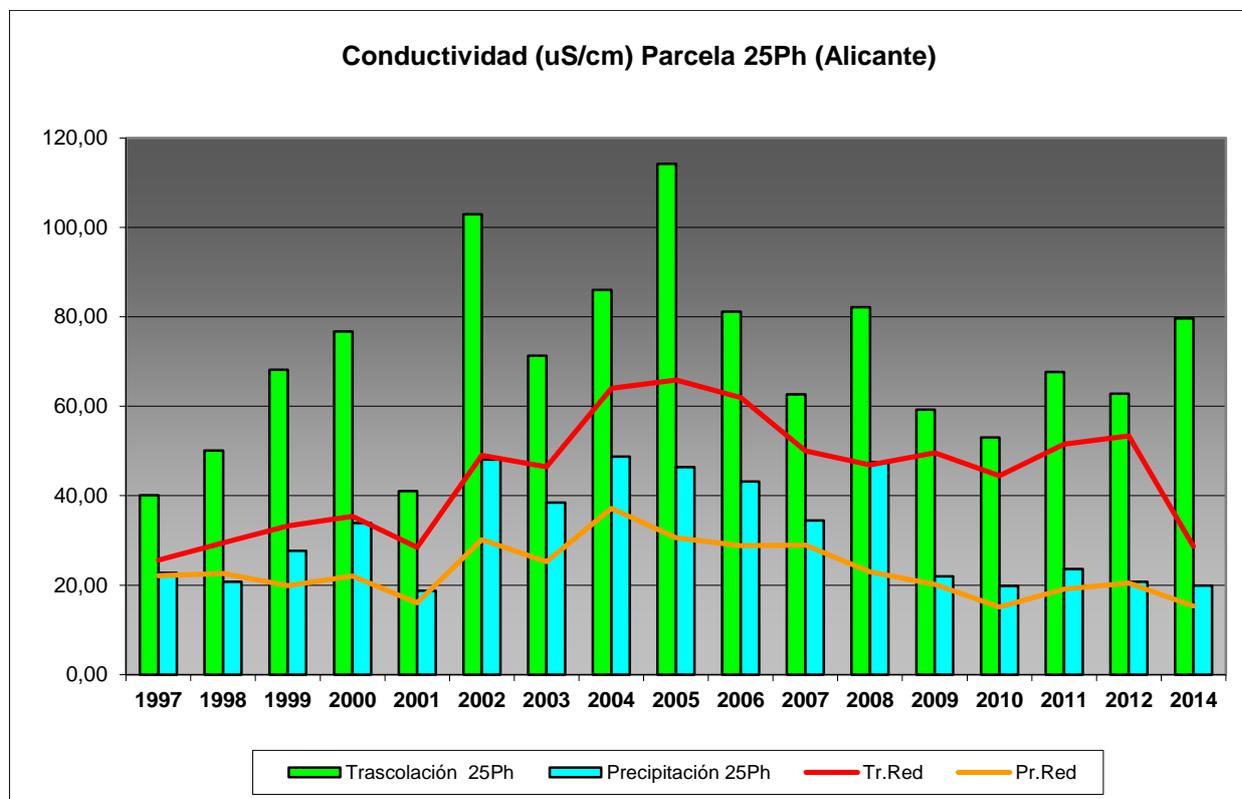


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,91	2,78	305	0,36	1,28	352	1,50	7,33	5,18
1998	4,55	9,28	204	3,12	7,56	242	1,73	19,45	13,28
1999	3,34	8,05	241	2,45	7,35	300	0,70	17,99	11,86
2000	3,26	7,04	216	1,84	5,13	278	1,92	22,33	15,28
2001	1,44	4,95	347	0,81	3,34	424	1,61	16,00	9,92
2002	4,58	12,70	279	0,98	3,36	346	9,34	19,36	7,73
2003	2,29	7,22	369	0,53	1,44	396	5,78	12,93	3,83
2004	1,45	3,84	312	1,48	5,06	392	-1,22	16,14	4,88
2005	4,11	5,22	128	2,57	3,78	148	1,44	12,47	5,15
2006	2,43	8,24	339	2,16	8,71	406	-0,47	19,14	9,86
2007	2,07	9,62	468	1,46	7,71	529	1,92	20,44	7,92
2008	3,04	10,60	350	1,29	5,00	389	5,60	22,97	6,57
2009	1,89	7,54	407	0,46	2,37	531	5,17	18,05	4,28
2010	2,05	7,83	381	0,30	1,50	493	6,33	21,96	3,59
2011	2,29	6,94	304	0,48	1,92	402	5,02	18,92	5,75
2012	0,30	0,32	107	0,21	0,32	150	0,00	2,99	0,92
2014	2,31	4,73	205	0,46	1,03	226	3,70	12,25	1,58
Media	2,49	6,88	291,90	1,23	3,93	353,18	2,94	16,51	6,92

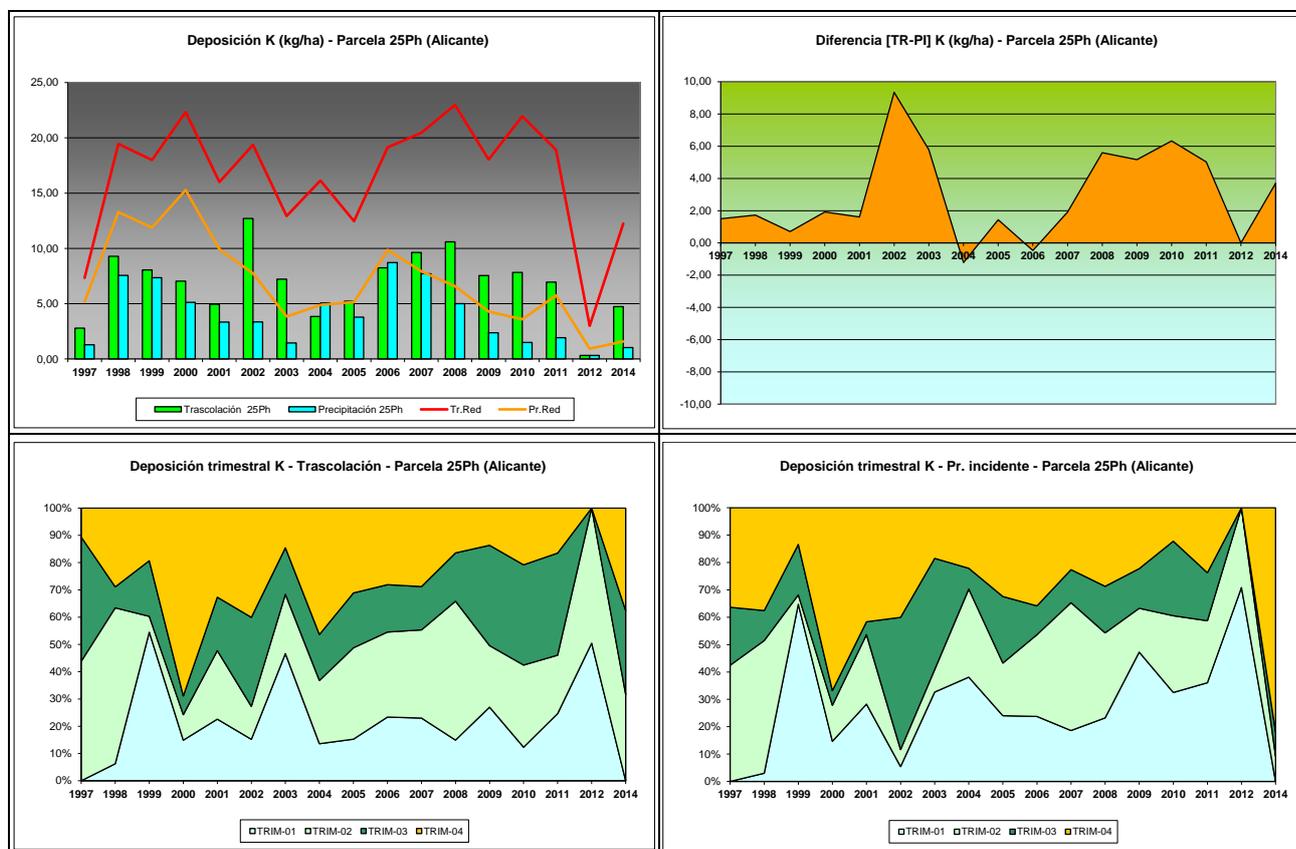


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	4,50	13,72	305	1,89	6,67	352	7,05	7,29	5,16
1998	3,59	7,32	204	1,03	2,50	242	4,83	6,91	4,05
1999	10,24	24,69	241	3,22	9,65	300	15,04	10,77	6,68
2000	8,38	18,09	216	3,13	8,70	278	9,39	10,94	7,70
2001	4,29	14,74	347	1,51	6,24	424	8,51	8,58	6,22
2002	8,36	23,23	279	3,25	11,18	346	12,04	12,23	9,40
2003	7,12	26,27	369	6,36	25,17	396	1,10	23,45	26,64
2004	10,76	28,52	312	5,36	18,38	392	10,13	18,95	20,04
2005	13,32	16,91	128	4,54	6,68	148	10,24	11,17	9,81
2006	9,30	31,54	339	4,42	17,85	406	13,70	17,51	16,49
2007	7,21	33,54	468	3,41	18,00	529	15,55	18,16	14,99
2008	10,65	37,06	350	6,38	24,70	389	12,36	14,94	12,47
2009	5,25	20,90	407	1,39	7,25	531	13,66	10,43	6,81
2010	5,91	22,52	381	2,09	10,28	493	12,24	11,50	7,59
2011	6,63	20,08	304	2,37	9,45	402	10,63	11,32	6,29
2012	2,10	2,26	107	1,00	1,50	150	0,76	3,22	2,60
2014	9,78	20,06	205	2,56	5,78	226	14,28	8,87	6,09
Media	7,49	21,26	291,90	3,17	11,17	353,18	10,09	12,13	9,94

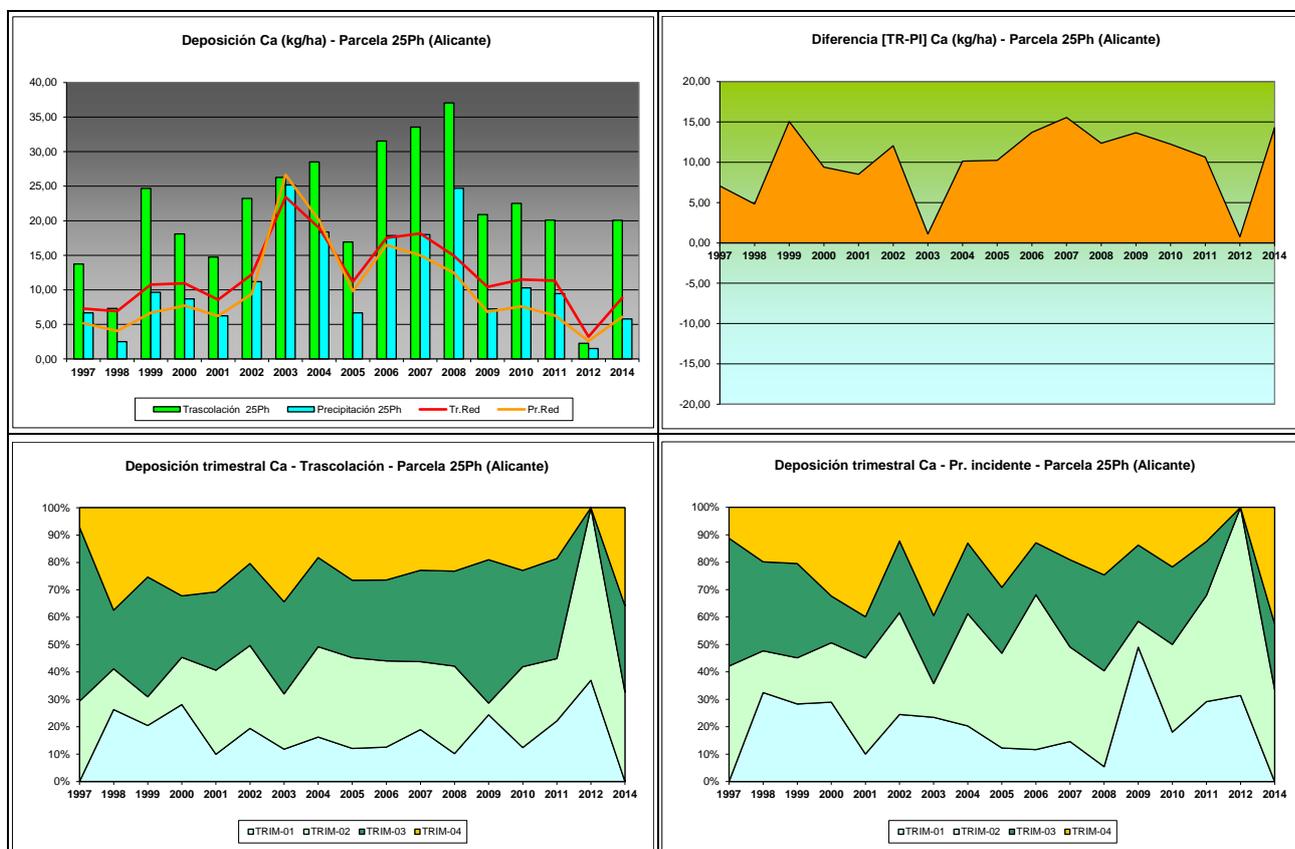


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,56	1,72	305	0,20	0,72	352	1,00	3,66	3,20
1998	2,61	5,33	204	1,74	4,21	242	1,12	4,07	2,78
1999	0,96	2,31	241	0,31	0,94	300	1,38	4,18	2,58
2000	1,00	2,16	216	0,45	1,25	278	0,91	3,46	1,84
2001	0,44	1,50	347	0,13	0,56	424	0,94	2,99	1,45
2002	0,84	2,33	279	0,17	0,60	346	1,73	3,93	1,83
2003	0,74	2,63	369	0,24	0,95	396	1,68	3,97	1,65
2004	0,72	1,90	312	0,34	1,16	392	0,74	4,03	2,51
2005	1,17	1,49	128	0,25	0,37	148	1,12	2,73	1,01
2006	0,82	2,78	339	0,24	0,97	406	1,82	4,06	1,94
2007	0,68	3,14	468	0,22	1,14	529	2,00	4,56	2,17
2008	0,91	3,17	350	0,30	1,16	389	2,01	3,99	1,87
2009	0,67	2,65	407	0,14	0,73	531	1,93	3,95	1,67
2010	0,77	2,95	381	0,18	0,88	493	2,06	4,42	1,89
2011	0,91	2,77	304	0,17	0,67	402	2,10	3,98	1,27
2012	0,99	1,06	107	0,28	0,42	150	0,64	2,35	1,52
2014	1,11	2,28	205	0,20	0,46	226	1,82	1,96	0,77
Media	0,93	2,48	291,90	0,33	1,01	353,18	1,47	3,66	1,88

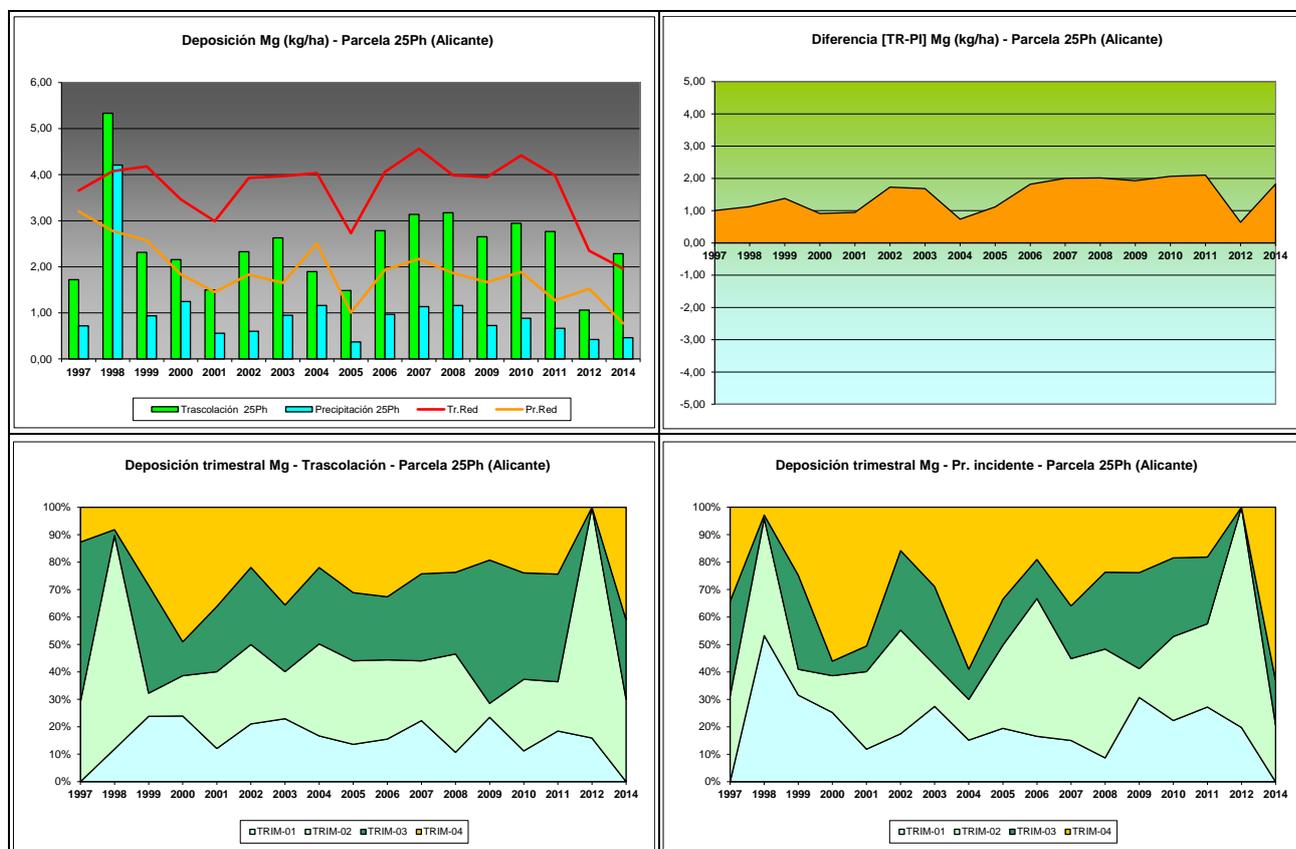


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,23	3,76	305	0,55	1,95	352	1,82	6,07	6,65
1998	2,03	4,15	204	1,02	2,47	242	1,68	11,74	10,50
1999	3,03	7,31	241	1,88	5,64	300	1,67	19,31	13,85
2000	2,31	4,98	216	1,52	4,23	278	0,75	18,12	13,02
2001	1,45	5,00	347	0,89	3,68	424	1,32	18,38	12,14
2002	4,06	11,26	279	2,22	7,63	346	3,63	28,50	18,75
2003	2,65	9,28	369	1,81	7,00	396	2,27	22,49	12,86
2004	2,19	5,80	312	1,31	4,48	392	1,31	22,85	13,75
2005	3,09	3,93	128	1,55	2,28	148	1,65	14,42	7,16
2006	2,59	8,79	339	1,70	6,87	406	1,92	24,17	16,07
2007	1,99	9,25	468	1,02	5,36	529	3,89	23,14	14,21
2008	2,22	7,73	350	0,93	3,61	389	4,12	19,63	11,01
2009	1,62	6,44	407	0,66	3,41	531	3,04	22,09	12,27
2010	1,66	6,32	381	0,77	3,82	493	2,50	24,37	13,76
2011	2,58	7,81	304	0,49	1,98	402	5,84	20,72	5,97
2012	0,65	0,70	107	0,36	0,53	150	0,16	4,35	2,86
2014	2,57	5,27	205	0,71	1,61	226	3,66	7,06	4,77
Media	2,23	6,34	291,90	1,14	3,92	353,18	2,42	18,08	11,15

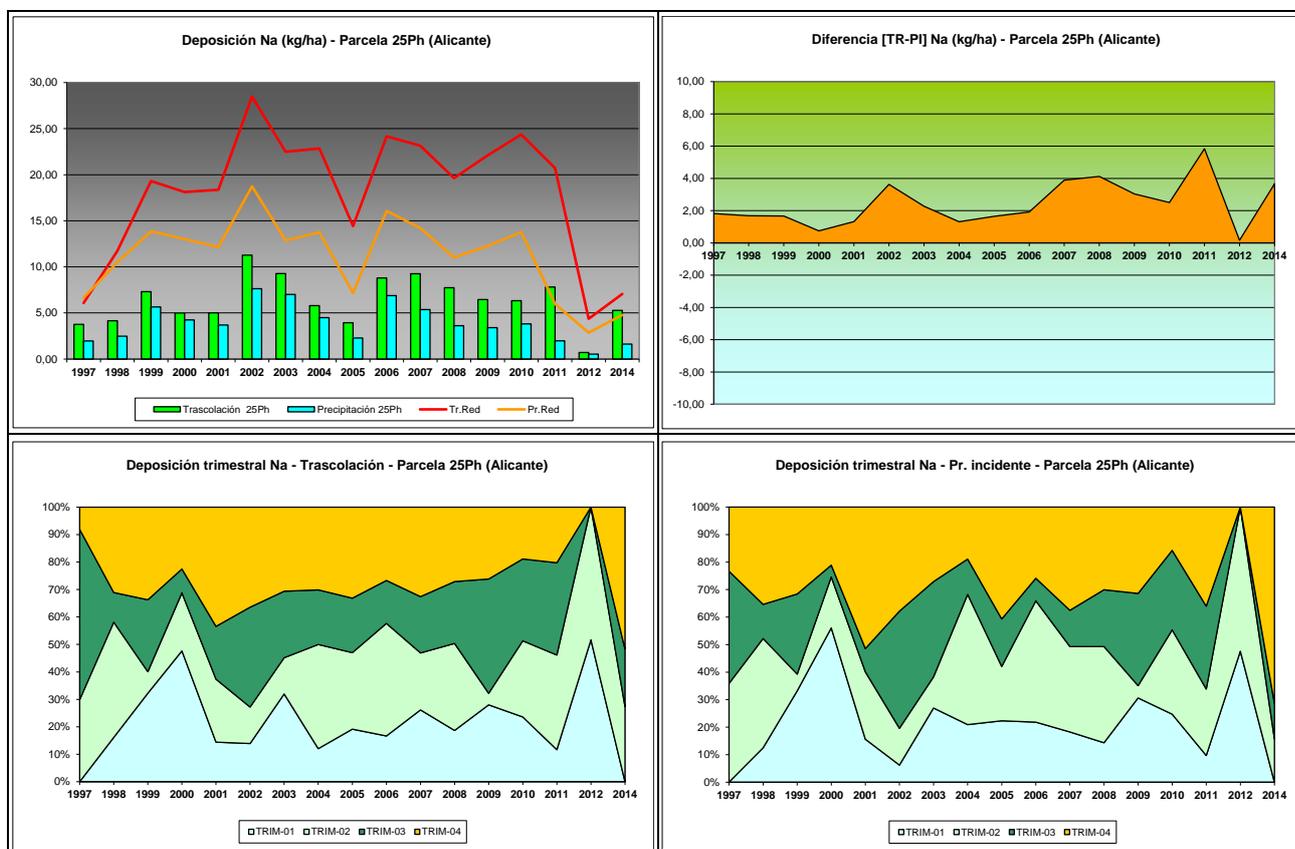


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,89	2,71	305	0,30	1,06	352	1,65	1,81	8,19
1998	1,29	2,62	204	0,51	1,24	242	1,39	2,24	8,36
1999	1,54	3,71	241	0,41	1,24	300	2,47	2,71	3,66
2000	1,26	2,72	216	0,41	1,15	278	1,57	2,48	4,26
2001	0,68	2,34	347	0,38	1,56	424	0,78	1,86	1,82
2002	0,68	1,88	279	0,34	1,16	346	0,71	2,43	2,91
2003	0,97	3,45	369	0,29	1,13	396	2,32	3,06	3,10
2004	0,95	2,95	312	0,29	0,94	392	2,00	4,12	3,23
2005	1,82	2,33	128	0,50	0,73	148	1,59	2,41	1,80
2006	1,18	3,99	339	0,46	1,86	406	2,13	3,62	3,05
2007	0,70	3,24	468	0,41	2,14	529	1,10	3,53	3,58
2008	0,58	2,03	350	0,38	1,49	389	0,54	2,91	2,62
2009	0,92	3,65	407	0,26	1,33	531	2,32	2,73	1,82
2010	0,66	2,53	381	0,30	1,46	493	1,07	3,12	2,09
2011	1,54	4,66	304	0,45	1,72	402	2,94	4,36	3,15
2012	2,62	2,81	107	1,18	1,78	150	1,04	2,26	2,06
2014	1,83	3,75	205	0,42	0,94	226	2,81	4,22	3,26
Media	1,18	3,02	291,90	0,43	1,35	353,18	1,67	2,93	3,47

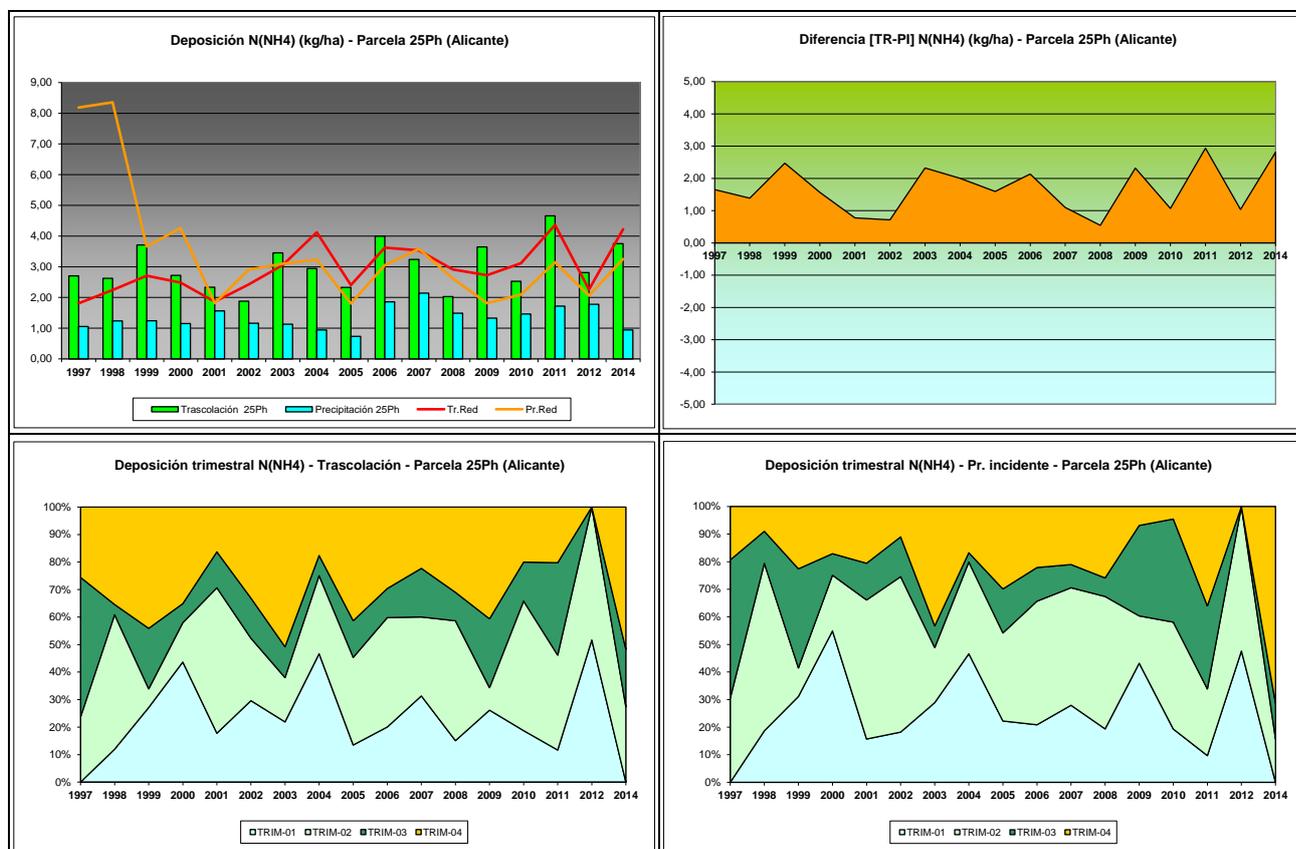


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	2,00	6,11	305	0,87	3,07	352	3,04	10,88	10,93
1998	4,09	8,35	204	1,07	2,58	242	5,77	19,88	16,27
1999	6,90	16,64	241	1,78	5,34	300	11,30	36,56	23,56
2000	4,53	9,79	216	1,19	3,30	278	6,49	28,62	15,70
2001	3,59	12,36	347	1,42	5,91	424	6,45	32,37	19,20
2002	5,37	14,99	279	2,93	10,14	346	4,85	44,79	24,88
2003	6,40	22,79	369	6,81	26,35	396	-3,56	39,97	31,89
2004	5,22	16,13	312	5,06	19,57	392	-3,44	47,45	37,43
2005	9,19	11,76	128	6,53	9,66	148	2,10	28,61	21,76
2006	7,42	25,15	339	6,17	24,94	406	0,20	49,90	41,76
2007	5,62	26,25	468	4,26	22,55	529	3,71	45,78	37,79
2008	8,94	31,12	350	7,15	27,66	389	3,46	40,90	30,60
2009	3,46	14,03	407	2,43	12,87	531	1,17	45,08	25,80
2010	3,31	12,61	381	1,18	5,83	493	6,78	41,17	21,32
2011	5,11	15,36	304	1,14	4,52	402	10,84	29,44	13,12
2012	2,60	2,79	107	0,64	0,96	150	1,84	11,34	5,87
2014	2,40	4,91	205	0,25	0,56	226	4,35	6,22	3,12
Media	5,07	14,77	291,90	2,99	10,93	353,18	3,84	32,88	22,41

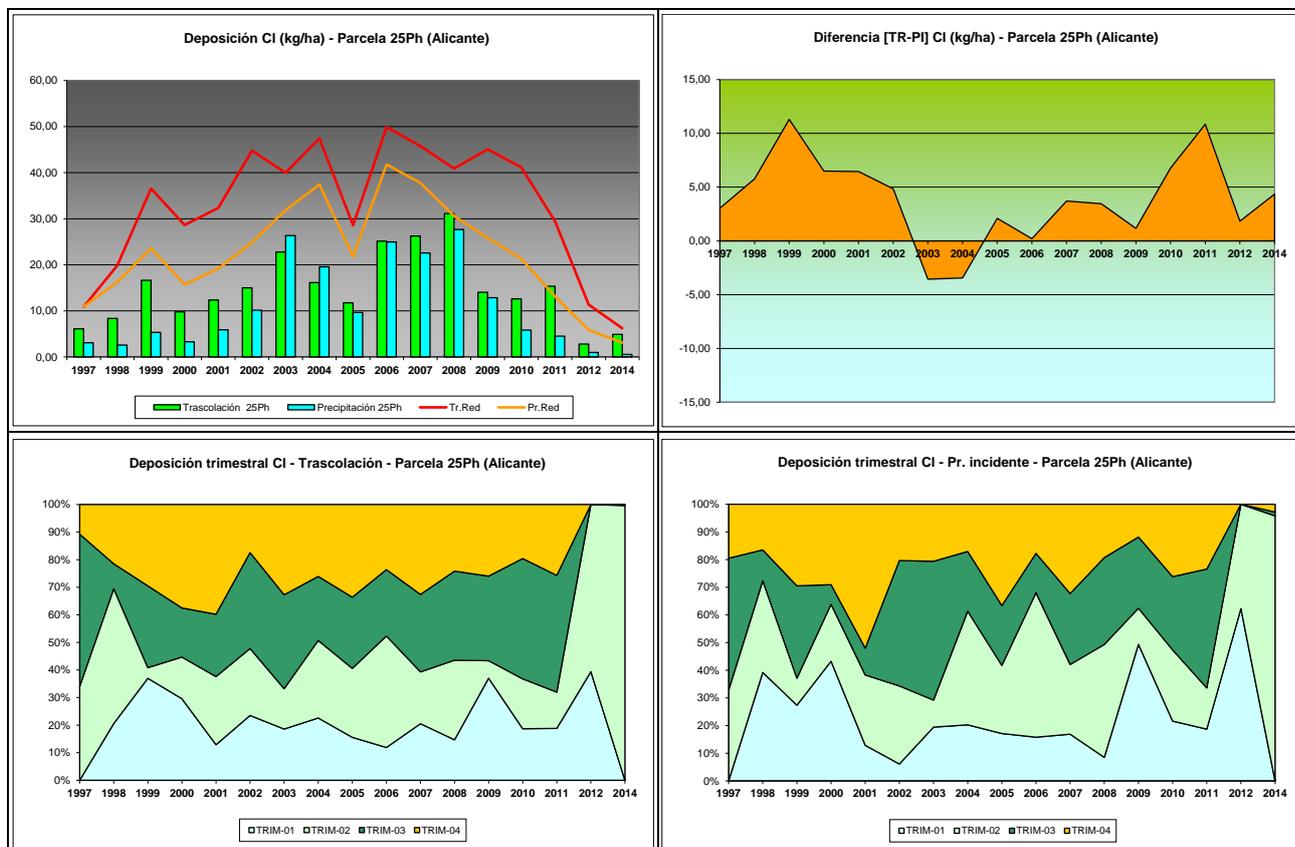


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	1,13	3,44	305	0,31	1,10	352	2,33	2,24	2,13
1998	2,35	4,80	204	0,60	1,44	242	3,36	3,67	2,27
1999	2,79	6,73	241	0,57	1,70	300	5,03	4,43	2,94
2000	2,52	5,43	216	0,47	1,30	278	4,14	3,79	2,38
2001	1,61	5,54	347	0,39	1,58	424	3,96	3,51	2,09
2002	1,93	5,39	279	0,56	1,94	346	3,45	4,15	2,84
2003	2,81	10,00	369	0,65	2,53	396	7,47	5,39	2,74
2004	3,80	11,73	312	0,69	2,66	392	9,08	6,93	3,28
2005	4,66	5,96	128	0,67	1,00	148	4,97	4,31	1,83
2006	2,80	9,49	339	0,61	2,48	406	7,02	5,54	2,75
2007	1,99	9,31	468	0,47	2,51	529	6,80	5,06	2,96
2008	1,20	4,19	350	0,71	2,73	389	1,46	4,72	3,38
2009	1,56	6,31	407	0,38	1,98	531	4,32	3,87	1,87
2010	1,45	1,98	381	0,34	1,70	493	0,29	1,87	2,37
2011	4,04	12,15	304	0,95	3,75	402	8,40	7,76	4,61
2012	1,71	1,83	107	0,44	0,66	150	1,17	1,65	0,99
2014	3,54	7,26	205	0,37	0,84	226	6,42	2,70	1,48
Media	2,46	6,56	291,90	0,54	1,88	353,18	4,69	4,21	2,52

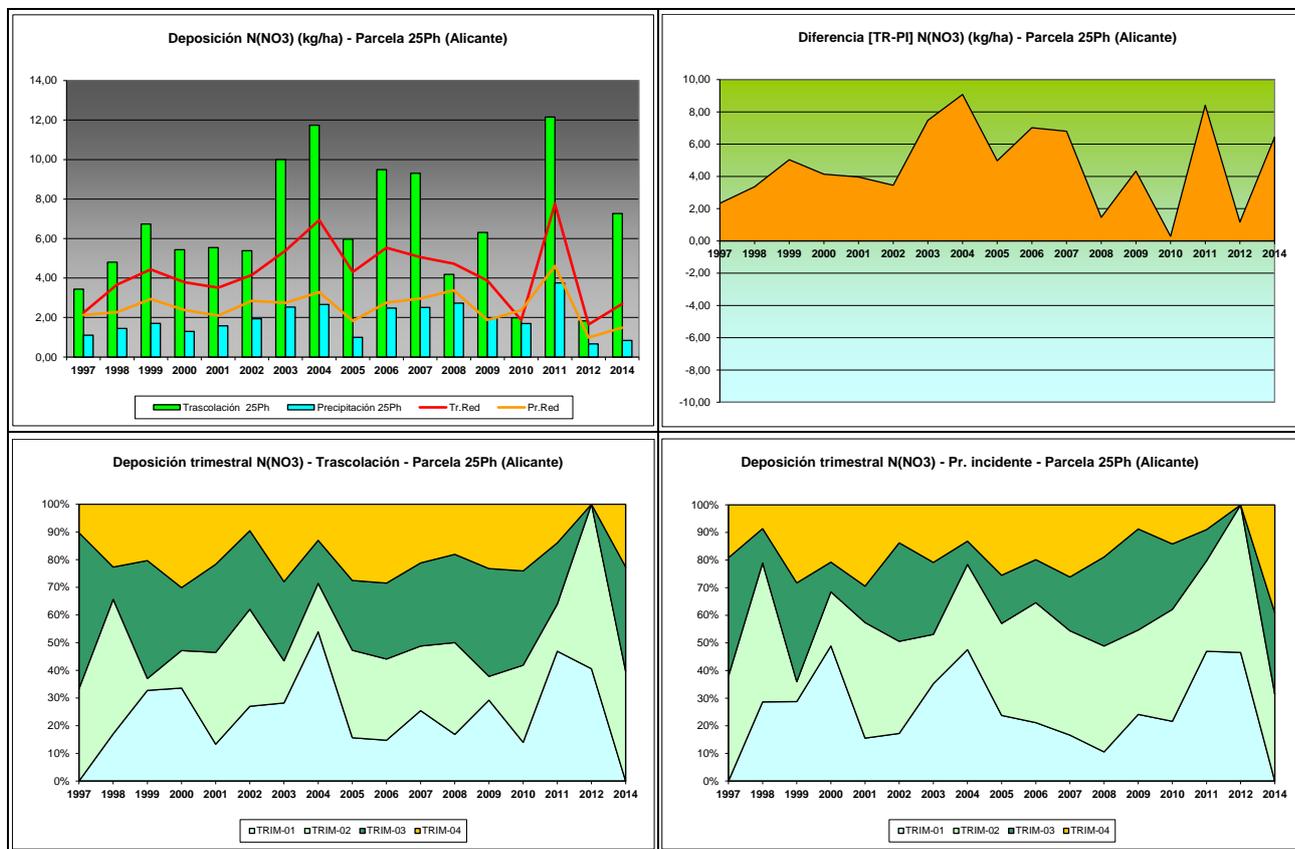


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,85	2,60	305	0,51	1,79	352	0,81	3,00	3,70
1998	1,63	3,32	204	0,76	1,84	242	1,48	5,81	5,79
1999	2,13	5,13	241	0,91	2,74	300	2,38	7,17	6,35
2000	1,91	4,12	216	0,69	1,91	278	2,22	6,42	4,57
2001	1,16	3,98	347	0,64	2,64	424	1,34	5,68	4,11
2002	1,62	4,53	279	0,86	2,96	346	1,57	7,73	6,07
2003	1,76	6,26	369	0,94	3,62	396	2,64	6,85	4,80
2004	2,46	7,59	312	1,54	5,95	392	1,65	8,72	5,84
2005	2,32	2,97	128	0,86	1,28	148	1,69	4,69	3,12
2006	1,84	6,23	339	0,82	3,32	406	2,92	6,80	4,69
2007	1,34	6,28	468	0,70	3,70	529	2,58	7,24	5,12
2008	2,20	7,65	350	0,48	1,87	389	5,78	4,49	2,61
2009	0,69	2,81	407	0,62	3,29	531	-0,48	4,67	3,32
2010	0,57	2,17	381	0,37	1,82	493	0,35	4,27	2,88
2011	1,26	3,81	304	1,07	4,26	402	-0,45	5,93	4,57
2012	0,73	0,79	107	0,38	0,57	150	0,21	1,84	1,35
2014	0,97	1,99	205	0,42	0,95	226	1,04	2,25	2,07
Media	1,50	4,25	291,90	0,74	2,62	353,18	1,63	5,50	4,17

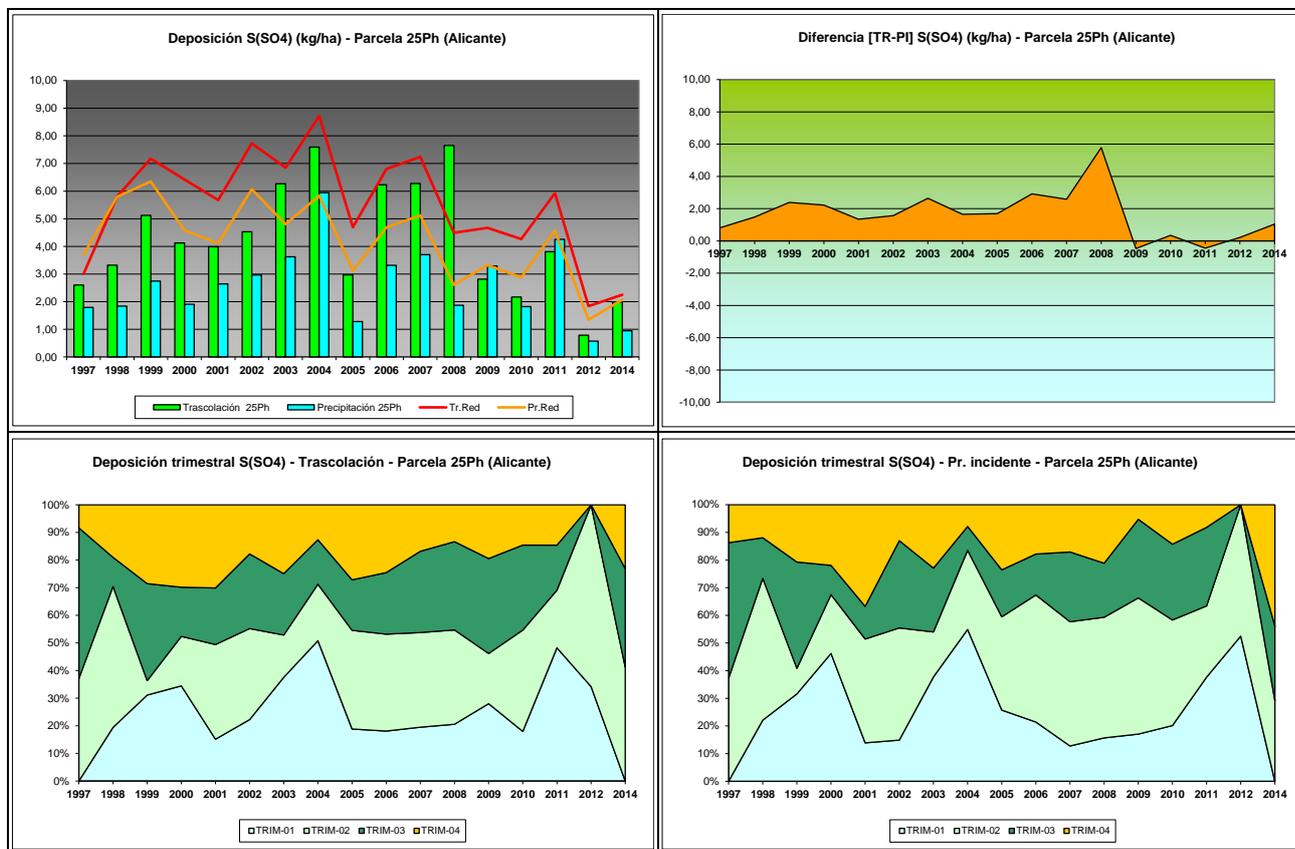


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 25Ph, cabe destacar:

Se observa un comportamiento muy estable del valor del **pH** a lo largo de las series de medición en torno a valores de 6,00-6,50, superiores siempre a la media de la red y sin que se hayan registrado valores significativos por debajo del umbral de lo que correspondería a la lluvia ácida.

Por lo que se refiere a la conductividad, se advierten valores netamente superiores a la media de la red, sobre todo en lo que se refiere a la deposición bajo cubierta, relacionada posiblemente con efectos de la deposición seca.

En cuanto al **potasio**, presenta en general tasas inferiores a la media de la red, sin que se hayan superado los 10 kg/ha salvo en 2002 y 2008, advirtiéndose un cierto repunte en el último año de evaluación. Las tasas obtenidas en trascolación son también superiores en todos los casos a los resultados habidos a cielo abierto.

El **calcio** presenta sin embargo tasas notablemente superiores a la media de la red, destacando el aporte habido en el periodo 2006-2008, momento a partir del cual la deposición de este soluto se estabiliza. Al igual que en el caso anterior, las deposiciones bajo cubierta son superiores a las obtenidas en campo abierto.

Por lo que respecta al **magnesio**, los depósitos obtenidos son, excepto en 1998, inferiores a los habidos en el conjunto de la red, comportándose de forma muy estable en torno a valores de 2-3 kg/ha y con tasas en trascolación superiores a las habidas en la precipitación incidente.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, se sitúa también por debajo de los niveles medios, y se mueve en torno a la banda de 5-10 kg/ha, destacando de forma muy ligera los valores correspondientes a 2002. Al igual que en el caso anterior, los aportes bajo cubierta han sido superiores a los habidos a cielo abierto.

El **amonio** presenta también tasas comparativamente bajas y sin grandes variaciones interanuales, aunque en algún caso concreto y siempre en trascolación, se han obtenido niveles ligeramente superiores a la media nacional. Como en casos anteriores se han obtenido tasas superiores bajo cubierta que a cielo abierto, posiblemente debido a la influencia de la deposición seca.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, se registran también depósitos inferiores a la media de la red, destacando el periodo 2006-2008 en el que se han alcanzado los mayores valores para después reducirse hasta la evaluación del año en curso. Salvo en algún caso concreto, las tasas correspondientes a la trascolación han superado a las habidas a cielo abierto.

Las tasas de deposición de **nitratos** son sin embargo notablemente superiores a las habidas en el conjunto de la red, destacando los resultados habidos en 2003-2004 y 2011, experimentándose un nuevo repunte el año anterior, siendo particularmente elevados los niveles correspondientes a la precipitación bajo cubierta.

Los mayores aportes han tendido a obtenerse en primavera-verano, quizá debido a efectos del patrón de lluvias en la zona.

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.

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

TABLA 20: Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red.

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)
2000	2,05	2,23	2,72	44,88	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	2,79	2,11	1,83	49,14	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	0,93	0,61	1,84	42,19	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	1,06	0,81	4,01	39,49	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	1,16	0,97	2,17	31,17	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	1,12	1,05	1,02	36,12	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	1,19	1,18	1,22	34,50	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	0,79	1,06	0,84	34,83	0,82	1,32	0,93	27,18
2009	1,10	2,52	1,15	46,76	1,06	2,89	1,30	36,30
2010	1,09	2,57	0,93	46,61	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	1,56				1,50		0,48	
2012	1,64	2,29	0,80	49,46	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	1,27	2,65	1,04	38,01	1,44	3,35	1,11	29,51
Media	1,36	1,67	1,63	41,10	1,50	2,13	1,54	32,11

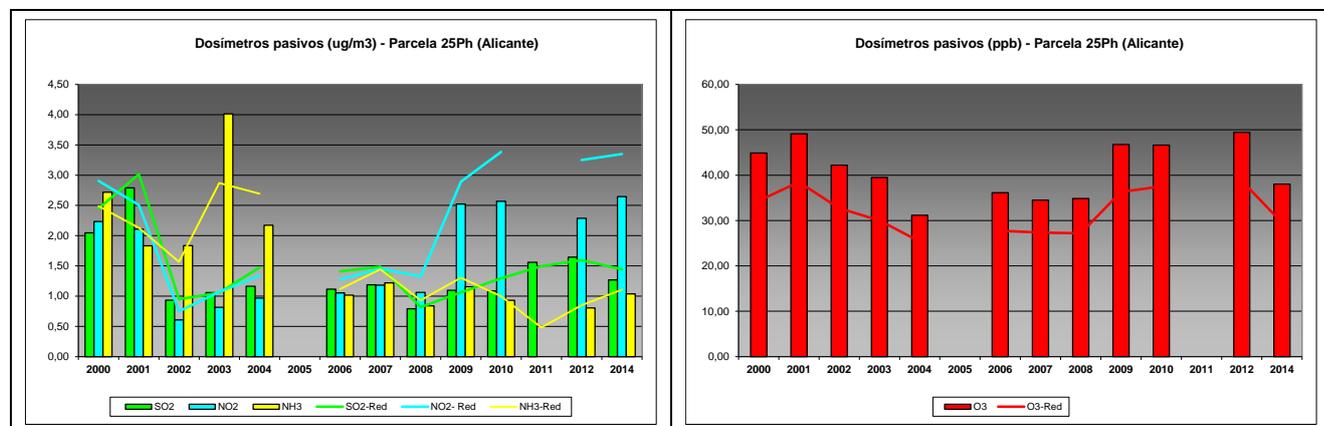


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, y como se ha observado ya en otras parcelas, se observa en general una reducción del nivel de inmisión de amoníaco que se ve reemplazado por el óxido de nitrógeno como el contaminante más abundante en los últimos años, así como un cierto incremento de los niveles de dióxido de azufre desde los mínimos de 2008. Se ha registrado también una disminución de las tasas de concentración de ozono en 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 21: 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	19 Ph	Tarragona	14,00	11,67	1,34	0,87	5,58	2,02	5,14	
	25 Ph	Alicante	10,00	9,28	1,10	0,96	3,44	1,91	5,85	
	41 Ph	Baleares	7,00	14,28	1,54	1,79	6,35	2,59	5,44	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	7,00	9,94	0,98	1,14	3,36	2,12	8,13	
	<i>P.halepensis</i>	España	9,50	11,29	1,24	1,19	4,68	2,16	6,14	
1997-1998	19 Ph	Tarragona								
	25 Ph	Alicante								
	41 Ph	Baleares								
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén								
	<i>P.halepensis</i>	España								
1999-2000	19 Ph	Tarragona	15,00	10,76	1,06	0,81	4,75	2,01	4,90	
	25 Ph	Alicante	14,00	11,39	1,54	0,82	8,11	2,42	3,14	
	41 Ph	Baleares	6,00	11,96	1,56	1,37	6,07	1,98	4,44	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	11,00	10,94	1,17	0,96	6,12	2,59	4,70	
	<i>P.halepensis</i>	España	11,50	11,26	1,33	0,99	6,26	2,25	4,30	
2001-2002	19 Ph	Tarragona	21,00	11,52	1,25	0,89	5,12	2,05	4,63	
	25 Ph	Alicante	18,00	10,94	1,43	0,98	4,77	1,94	4,17	
	41 Ph	Baleares	10,00	12,21	1,73	1,52	6,20	2,96	4,83	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	16,00	9,21	0,99	0,87	5,92	2,57	4,26	
	<i>P.halepensis</i>	España	16,25	10,97	1,35	1,07	5,50	2,38	4,47	
2003-2004	19 Ph	Tarragona	17,00	13,78	1,43	1,00	5,15	2,47	5,47	
	25 Ph	Alicante	16,00	11,19	1,61	0,91	7,74	2,41	3,42	

25 Ph (ALICANTE)

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	41 Ph	Baleares	10,00	12,94	1,41	1,36	4,87	2,66	4,67	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	13,00	10,14	1,07	1,03	6,43	2,83	4,10	
	<i>P.halepensis</i>	España	14,00	12,01	1,38	1,08	6,05	2,59	4,42	
2005-2006	19 Ph	Tarragona	16,50	12,84	1,47	0,89	6,10	2,29	4,39	
	25 Ph	Alicante	13,00	11,01	1,39	0,97	4,84	1,80	4,31	
	41 Ph	Baleares	12,50	11,06	1,61	1,29	3,53	2,10	4,69	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén								
	<i>P.halepensis</i>	España	14,00	11,64	1,49	1,05	4,82	2,06	4,46	
2007-2008	19 Ph	Tarragona	16,50	14,77	1,70	0,80	8,80	1,66	3,99	
	25 Ph	Alicante	15,00	11,20	1,48	0,69	5,63	1,57	3,54	
	41 Ph	Baleares	14,50	9,90	1,48	1,33	5,65	1,89	4,99	
	54 Ph	Valencia	17,50	13,70	2,17	0,88	5,11	1,73	3,79	
	208 Ph	Jaén	16,00	8,84	1,23	0,88	5,31	2,60	3,50	
	<i>P.halepensis</i>	España	15,90	11,68	1,61	0,91	6,10	1,89	3,96	
2009-2010	25 Ph	Alicante	14,00	10,51	1,77	0,84	9,70	2,22	3,39	
	54 Ph	Valencia	13,50	12,83	1,41	0,97	6,65	2,11	3,67	
	<i>P.halepensis</i>	España	13,80	11,44	1,63	0,89	8,48	2,17	3,50	
2011-2012	25 Ph	Alicante	15,05	10,42	1,57	0,82	7,81	2,00	3,57	
	54 Ph	Valencia	15,50	13,27	1,79	0,92	5,88	1,92	3,73	
	<i>P.halepensis</i>	España	15,23	11,56	1,66	0,86	7,04	1,97	3,63	
2013-2014	25 Ph	Alicante	13,22	9,25	1,35	0,67	7,75	1,95	2,89	52,98
	54 Ph	Valencia	12,55	10,05	1,08	0,71	6,20	2,15	3,13	54,86
	<i>P.halepensis</i>	España	12,95	9,57	1,24	0,69	7,13	2,03	2,99	53,73

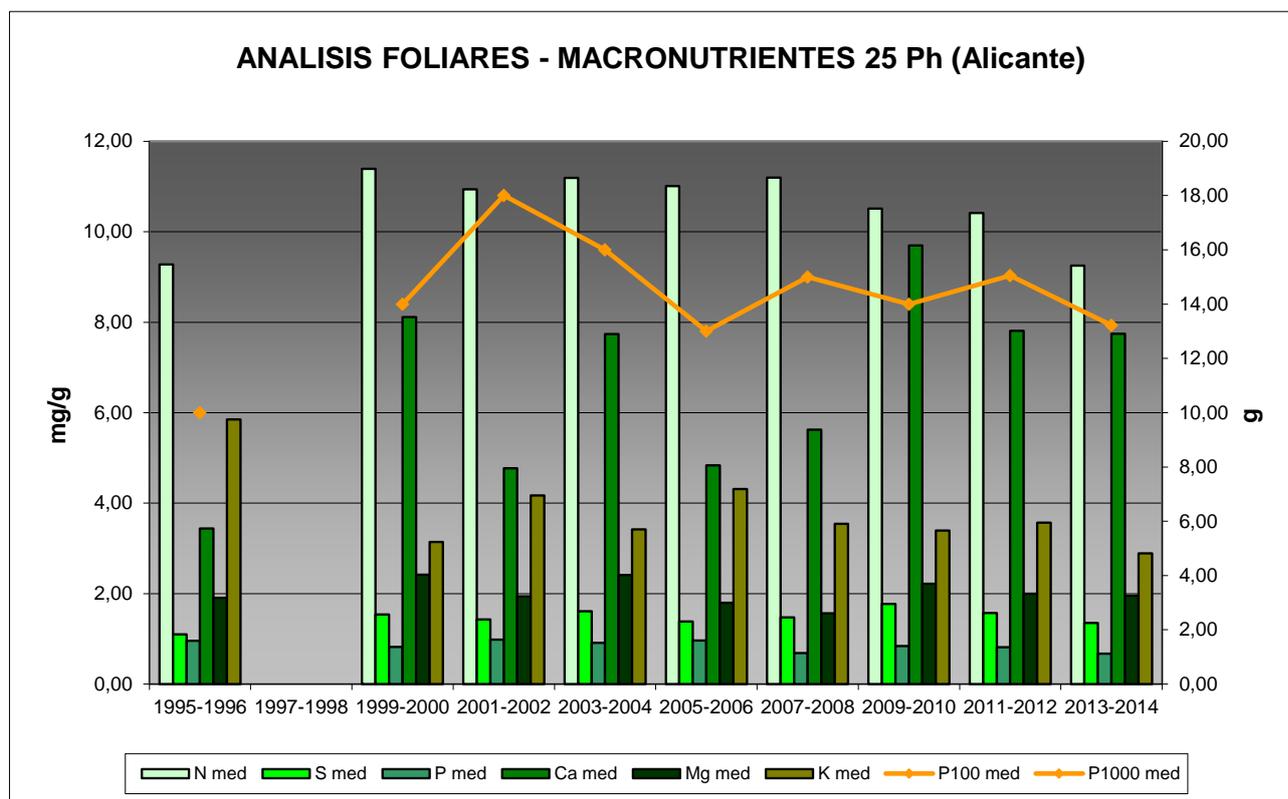


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 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	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
1995-1996	19 Ph	Tarragona		36,00	89,00	236,00	
	25 Ph	Alicante		24,00	40,00	280,00	
	54 Ph	Valencia		23,00	85,00	497,00	
	208 Ph	Jaén		31,00	32,00	230,00	
	<i>P.halepensis</i>	España		28,50	61,50	310,75	
1997-1998	19 Ph	Tarragona					
	25 Ph	Alicante					
	54 Ph	Valencia					
	208 Ph	Jaén					
	<i>P.halepensis</i>	España					
2013-2014	25 Ph	Alicante		23,52	6,46	158,37	5,73
	54 Ph	Valencia		14,91	11,26	151,68	2,45
	<i>P.halepensis</i>	España		20,08	8,38	155,69	4,41

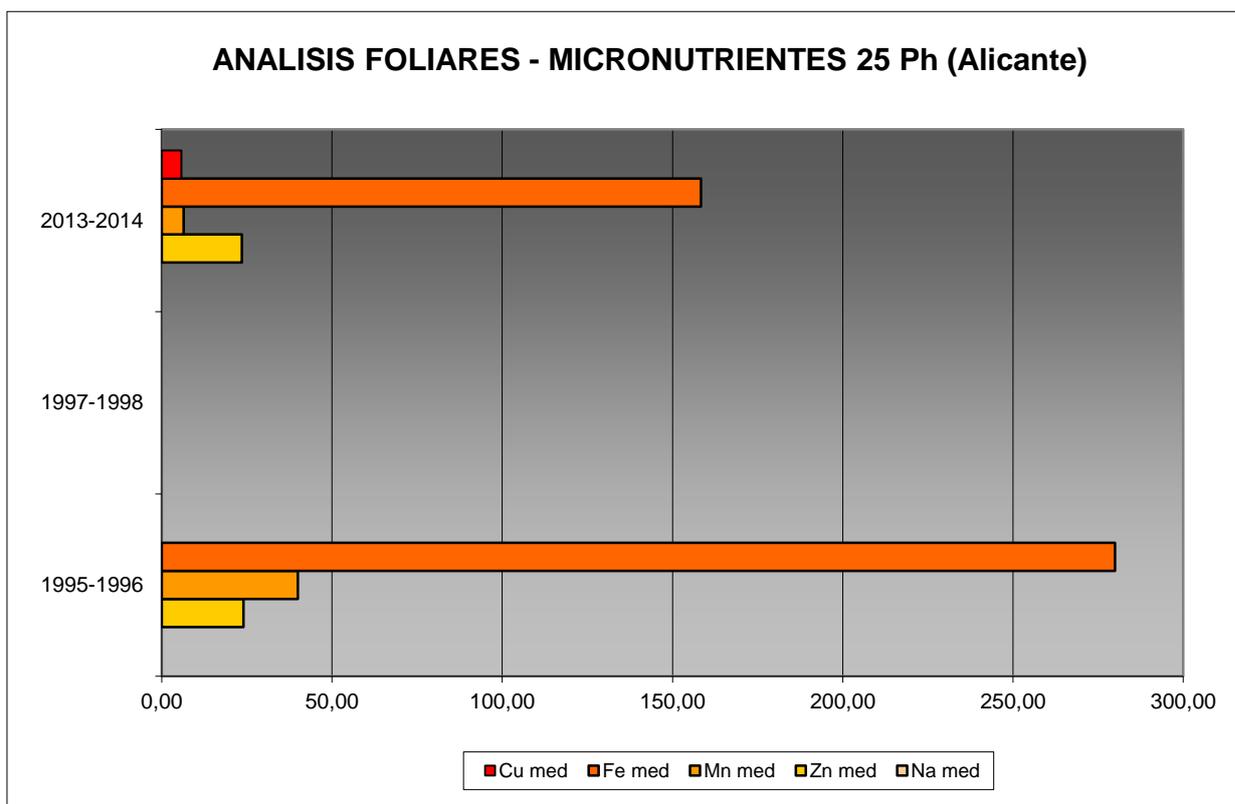


FIG 20: Evolución de micronutrientes ($\mu\text{g/g}$) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

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 25Ph 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 25Ph podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino carrasco como especie dominante:

El **peso** medido en la parcela y el obtenido como media para la especie registró el mínimo histórico en 1995 (10 g/1000 acículas en la parcela) a continuación ha ascendido y hasta 2014 se ha mantenido en valores más o menos estables.

Respecto a los macronutrientes; se han obtenido valores bastante homogéneos para el **nitrógeno** en las acículas de la parcela y siempre por debajo de la media para la especie no detectándose valores extremos. El contenido de **azufre** presenta un mínimo en 1995-1996 (1,10 mg/g MS), posteriormente asciende y finalmente vuelve a bajar en el análisis realizado en 2013-2014. Al **fósforo** le ocurre lo contrario, en la parcela siempre se encuentra por debajo de la media para la especie mostrando una tendencia descendente especialmente en 2013-2014. Para el **calcio** no se ha detectado ninguna progresión temporal aunque sí que se han registrado valores especialmente altos en 1999-2000 (8,11 mg/g MS), 2003-2004 (7,74 mg/g MS) y 2009-2010 (9,70 mg/g MS). De nuevo, con el **magnesio**, se presenta la misma situación de valores para la

parcela por debajo de la media excepto para el año 1999-2000 que hay un máximo con el valor de 2,42 mg/g MS. El **potasio** sin embargo presenta valores muy altos en el análisis realizado en 1996-1996 en todas las parcelas, hay que destacar que en la 25Ph este valor máximo (5,85 mg/g MS) desciende hasta casi la mitad en 1999-2000 (3,18 mg/g MS). Por último, el análisis foliar de 2013-2014 ha sido el primero en el que se ha incluido la medición del contenido de **carbono** contando con una concentración de 52,98%, ligeramente por debajo de la media para la especie (53,73%).

Los micronutrientes sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996 y 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. Lo que sí podemos confirmar es un descenso en el contenido de zinc, manganeso y hierro, especialmente patente para el manganeso aunque también fue importante para el hierro.

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 2010; 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 23: 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	1.012	53,34	9,69	1,15	0,24	11,40	1,64	1,23
	Ramillas	23			0,86	0,38	16,84	0,86	1,82
	Otras	330	50,73	10,56	0,76	0,41	16,67	1,16	1,76
2006	Hojas	1.149	53,83	5,65	1,15	0,28	12,39	1,64	1,25
	Ramillas	185	52,02	5,41	0,18	0,23	17,18	0,85	0,97
	Otras	466	50,12	6,60	0,82	0,38	20,64	1,05	1,24
2007	Hojas	1.109	53,35	6,34	1,06	0,28	8,22	4,23	1,33
	Ramillas	178	50,95	4,58	0,68	0,28	10,94	5,32	1,36
	Otras	550	50,28	7,86	0,83	0,43	11,96	6,22	1,91
2008	Hojas	1.178	47,92	5,88	0,92	0,39	9,45	1,42	1,36
	Ramillas	30	45,57	3,99	0,69	0,31	11,23	0,96	1,73
	Otras	670	44,42	6,05	0,86	0,46	18,27	1,11	2,85
2009	Hojas	939	53,92	4,89	0,95	0,28	9,72	1,30	1,19
	Ramillas	75	52,72	4,36	0,72	0,22	14,76	0,90	1,03
	Otras	570	50,60	6,72	0,80	0,38	18,15	0,98	1,37
2010	Hojas	1.482	55,70	6,80	1,08	0,32	12,01	1,19	1,38
	Ramillas	131	54,74	4,84	0,71	0,28	15,18	1,00	0,97
	Otras	400	51,83	6,97	0,91	0,52	16,52	0,89	1,40
2011	Hojas	1.082	52,98	5,80	1,03	0,32	8,08	4,15	1,39
	Ramillas	124	51,85	4,83	0,60	0,29	11,38	5,05	1,25
	Otras	343	49,48	7,43	0,83	0,43	13,99	5,04	1,69
2012	Hojas	358	54,03	6,27	1,06	0,33	9,41	2,19	1,49

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
	Ramillas	92	53,05	4,65	0,66	0,26	13,56	2,48	1,08
	Otras	325	50,62	6,76	0,82	0,39	15,45	2,00	1,49
2014	Hojas	1.204	53,19	5,72	1,22	0,38	10,75	1,68	1,32
	Ramillas	31							
	Otras	249							
Media	Hojas	1.057	53,14	6,34	1,07	0,31	10,16	2,16	1,33
	Ramillas	97	51,56	4,67	0,64	0,28	13,88	2,18	1,27
	Otras	434	49,76	7,37	0,83	0,42	16,46	2,31	1,71

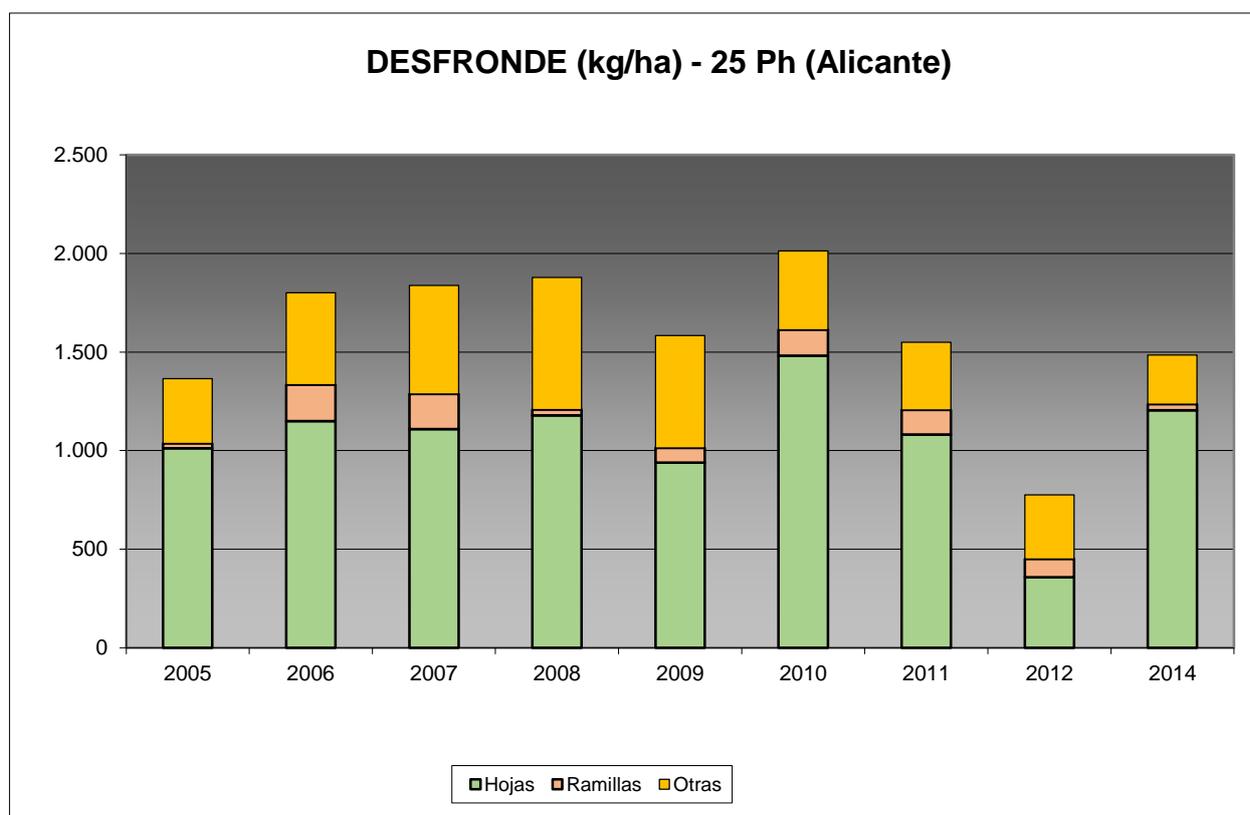


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 1.500 kg/ha; la aportación de las ramillas es considerablemente menor, siempre teniendo en cuenta que hace referencia a las ramillas con diámetro inferior a 2 cm; y que los contenidos en carbono de estos aportes superan el 50% del desfronde total, lo que puede suponer una importante contribución a la fijación de 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 25Ph, 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 24: 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 ≥ 50% Población					Floración ≥ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
1999	31/05/99	17/08/99	78	150	1518	14/04/99	14/07/99	91	103	886
2000	13/04/00	01/06/00	49	103	1047					
2001	04/04/01	16/05/01	42	93	1146					
2002	03/04/02	12/06/02	70	92	915					
2003	02/04/03	04/06/03	63	91	606					
2004	28/04/04	20/10/04	175	118	1123					
2005	15/06/05	31/08/05	77	165	1855	14/04/05	27/04/05	13	103	784
2006	12/07/06	26/07/06	14	192	2540					
2007	25/04/07	08/08/07	105	114	1140	11/04/07	25/04/07	14	100	958
2008	21/05/08	06/08/08	77	141	1582	05/03/08	16/04/08	42	64	600
2009	21/05/09	05/08/09	76	140	1409	06/05/09	21/05/09	15	125	1137
2010	24/03/10	16/06/10	84	82	567	28/04/10	12/05/10	14	117	976
2011	25/05/11	29/06/11	35	144	1600	30/03/11	27/04/11	28	88	756
2012	26/04/12	30/05/12	34	116	810	26/04/12	30/05/12	34	116	810
2014	25/06/14	30/07/14	35	175	2195	23/04/14	28/05/14	35	112	1129
Media			68	128	1337			32	103	893

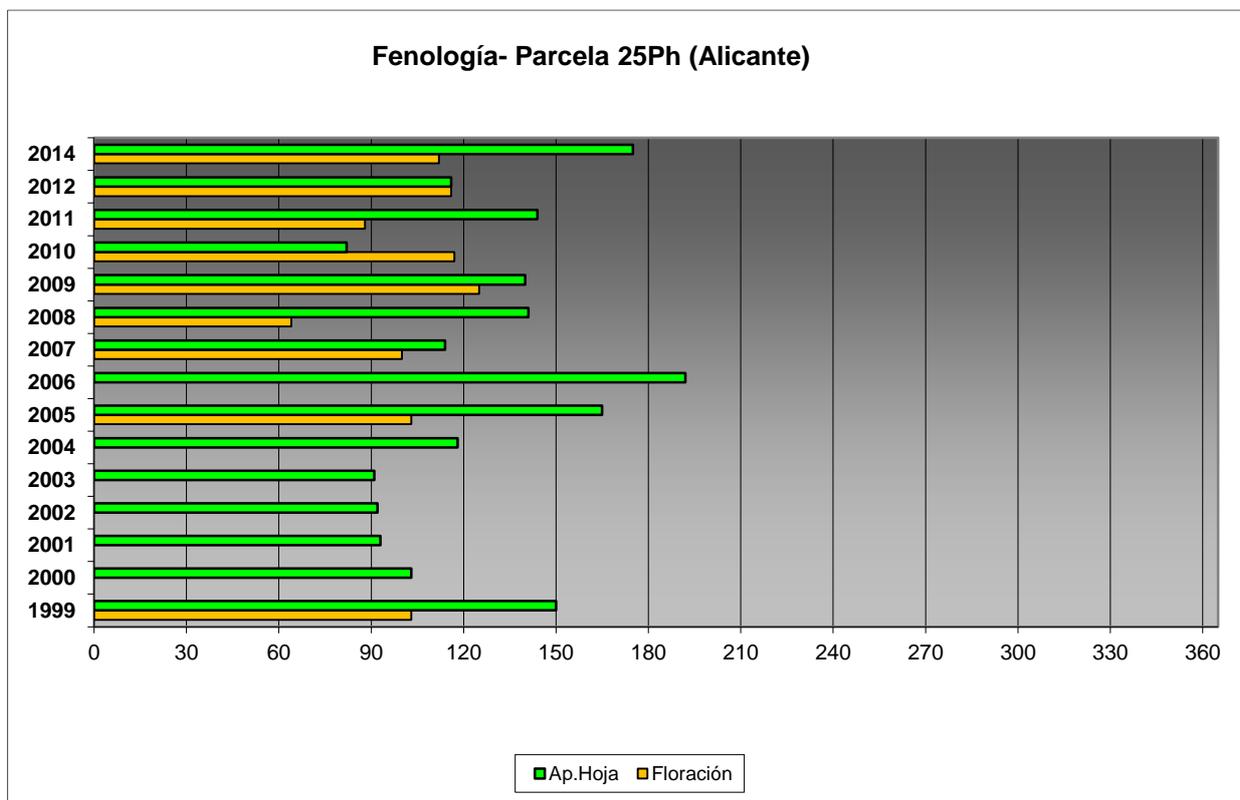


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

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 la mayor actividad vegetativa en torno a marzo-abril, retrasándose la aparición de la acícula hasta junio en el año anterior.



FIG 23: Floración masculina. Elongación metida y aparición acícula (abril)

10. Cintas diamétricas.

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

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

TABLA 25: 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 (%)
2006	0,06	0,24	0,06	0,11
2007	0,36	1,40	0,36	0,79
2008	0,23	0,93	0,23	0,85
2009	0,14	0,57	0,14	0,35
2010	0,27	1,09	0,27	0,91
2011	0,32	1,36	0,32	0,91
2012	0,12	0,49	0,12	0,47
2014	0,08	0,33	0,08	0,30
Media	0,20	0,80	0,20	0,59

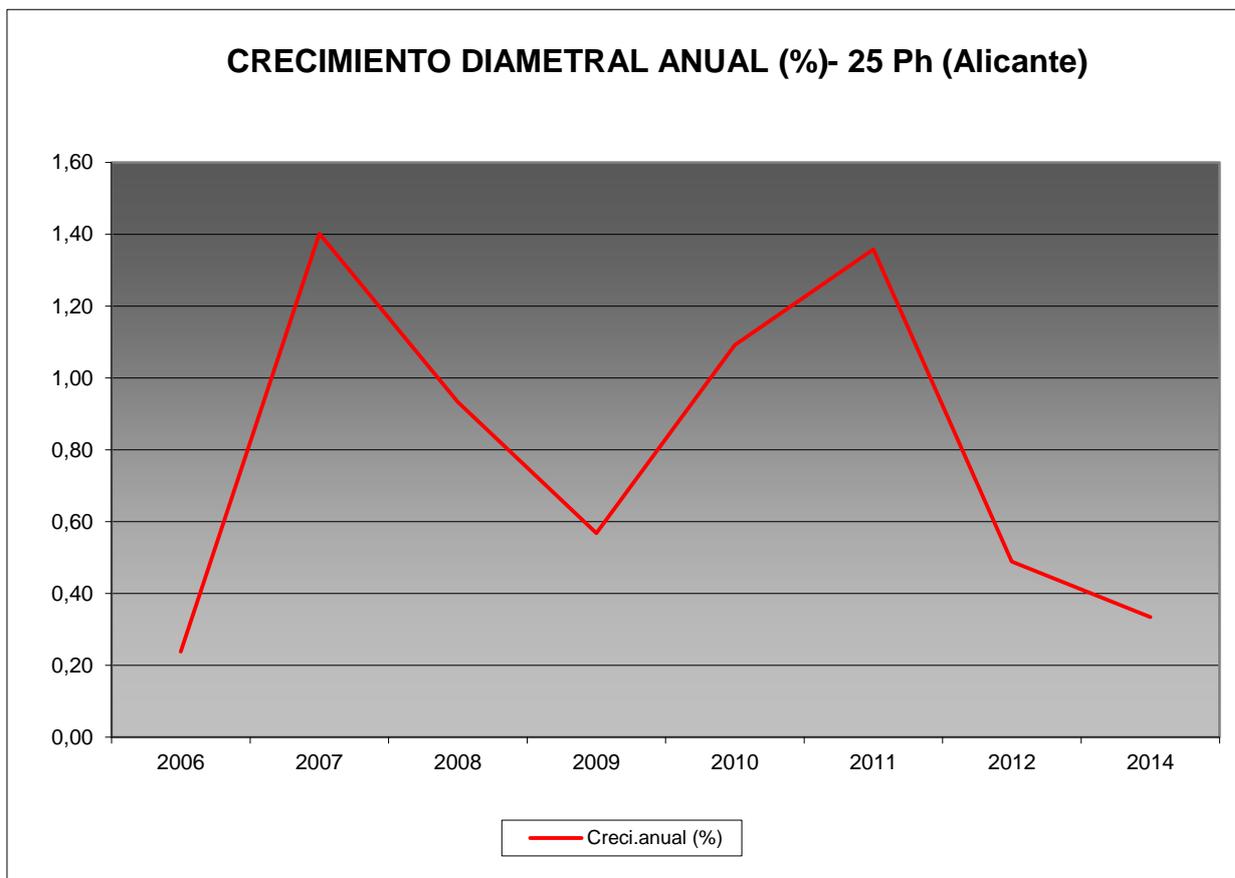


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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 0,57% de 2009 y el 1,40% de 2007, situándose por regla general en inferiores al 1% anual.