



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

**RED DE NIVEL II  
MEMORIA – 2017**

**PARCELA 25 Ph (ALICANTE)**

**20  
17**



**Tecmena, s.l.**  
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

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

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



## 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 .....	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 .....	25
5.7. Amonio .....	26
5.8. Cloro .....	27
5.9. Nitratos .....	28
5.10. Sulfatos .....	29
5.11. Interpretación de resultados .....	31
6. Calidad del aire. Inmisión .....	32
7. Análisis foliar .....	33
7.1. Macronutrientes .....	34
7.2. Micronutrientes .....	36
7.3. Interpretación de resultados .....	37
8. Desfronde .....	37
9. Fenología .....	39
10. Cintas diamétricas .....	42
11. Meteorología .....	43
12. Índice de Área Foliar .....	45

## INDICE DE TABLAS

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

## 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

## 1. Situación de la parcela.

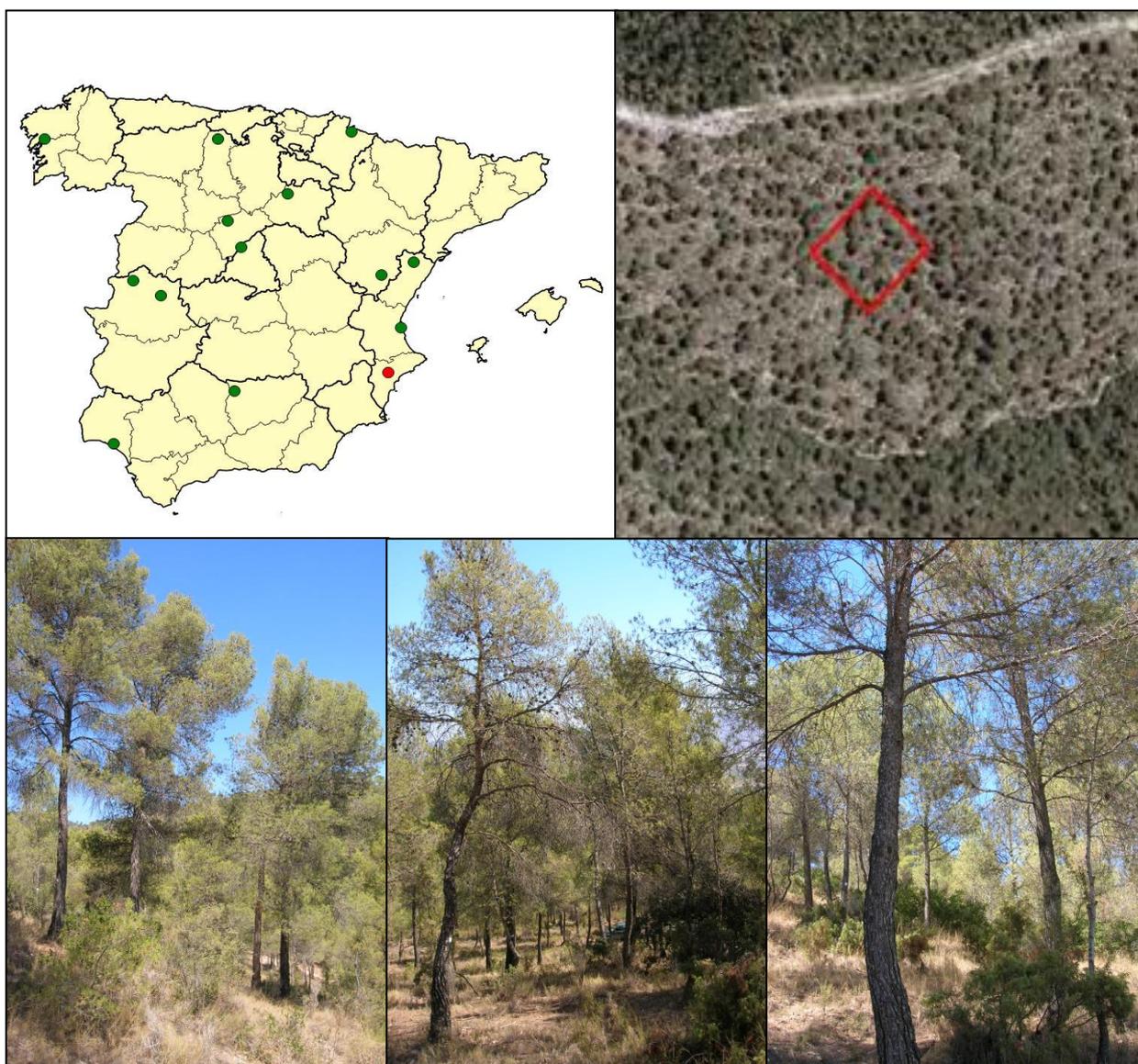
La parcela representa el pinar de *Pinus halepensis* del sector Alicantino de la provincia Murciano-Almeriense (Rivas-Martínez).

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.

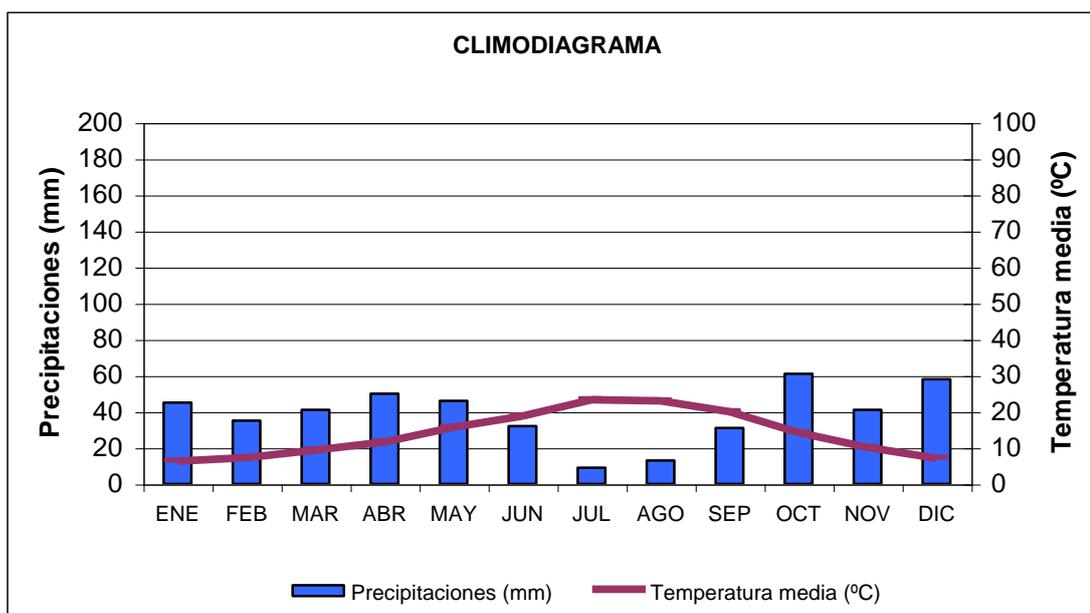
Las principales características de la parcela se dan en la siguiente tabla:

**TABLA 2:** Datos meteorológicos 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
<b>T(°C)</b>	6,3	7,3	9,4	11,6	15,7	18,8	23,3	23	20	14,2	10,1	7,1	<b>13,9</b>
<b>P(mm)</b>	45	35	41	50	46	32	9	13	31	61	41	58	<b>461</b>
<b>T. Media Máximas Mes más Cálido</b>							<b>30,2</b>						
	<b>2,3</b>	<b>T. Media Mínimas Mes más Frío</b>											

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*.



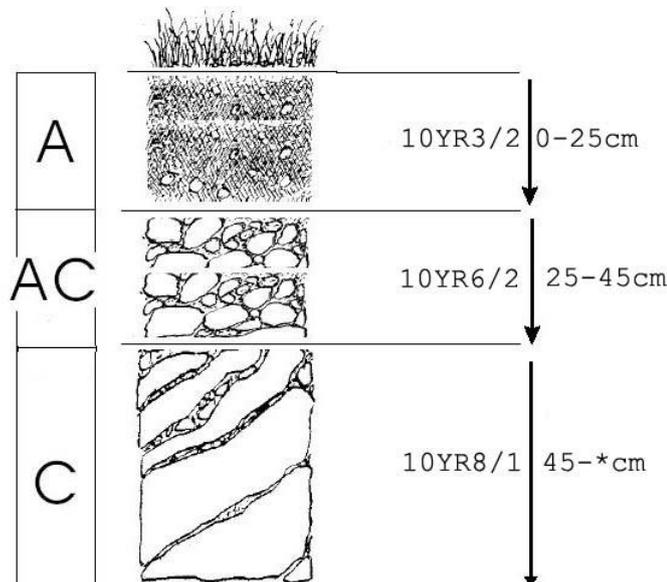
**FIG 2:** Climodiagrama de la parcela.

### 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
<b>ESTRATO ARBÓREO</b>	70	<i>Helichrysum stoechas (L.) Moench</i>	+
<i>Pinus halepensis</i> Miller	70	<i>Helictotrichon filifolium (Lag.) Henrard</i>	0,8
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>	1,5	<i>Koeleria vallesiana (Honckeny) Gaudin</i>	+
<i>Anthyllis cytisoides L.</i>	0,5	<i>Leuzea conifera (L.) DC.</i>	+
<i>Ononis fruticosa L.</i>	+	<i>Linum narbonense L.</i>	+

	Cob		Cob
<i>Pinus halepensis</i> Miller	0,5	<i>Ononis</i> sp.	+
<b>EST SUBARBUSTIVO Y HERBACEO</b>	75	<i>Pistacia lentiscus</i> L.	+
<i>Argyrolobium zanonii</i> (Turra) P.W. Ball	+	<i>Polygala rupestris</i> Pourret	+
<i>Astragalus hispanicus</i> Cosson ex Bunge	+	<i>Rhamnus lycioides</i> L.	+
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) Beauv.	70	<i>Sedum sediforme</i> (Jacq.) Pau, non Hamet	+
<i>Bupleurum frutescens</i> L.	+	<i>Stipa tenacissima</i> L.	+
<i>Carex hallerana</i> Asso	+	<i>Teucrium polium</i> L.	+
<i>Centaurea</i> sp.	+	<i>Teucrium pseudochamaepitys</i> L.	+
<i>Cistus albidus</i> L.	+	<i>Thesium humifusum</i> DC.	+
<i>Eryngium campestre</i> L.	+	<i>Thymus vulgaris</i> L.	+
<i>Festuca</i> sp.	+	<i>Ulex parviflorus</i> Pourret	+
<i>Helianthemum cinereum</i> (Cav.) Pers.	+	<b>ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO</b>	
<i>Helianthemum</i> sp.	+	<i>Cladonia fimbriata</i>	+

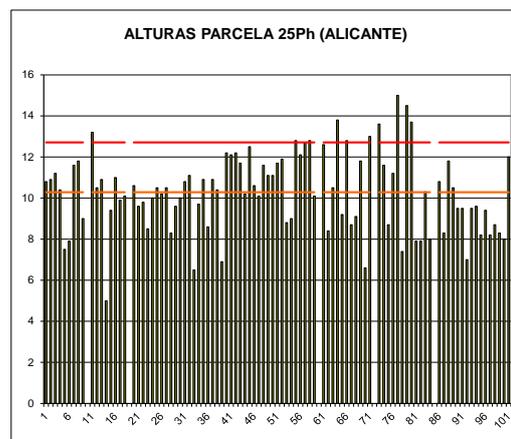
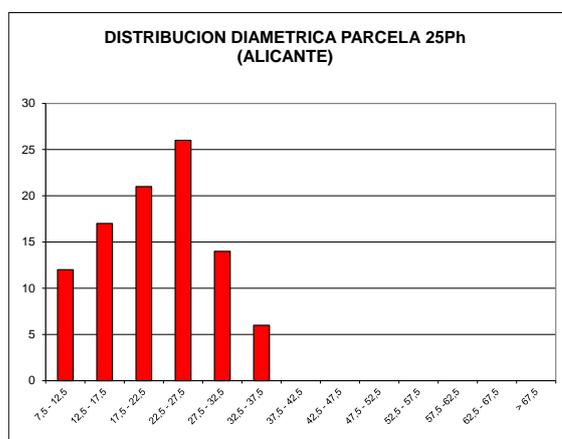
**Vegetación potencial:** La parcela se encuentra en la serie 22 b, Serie mesomediterránea castellano-aragonesa seca basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*). Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum.

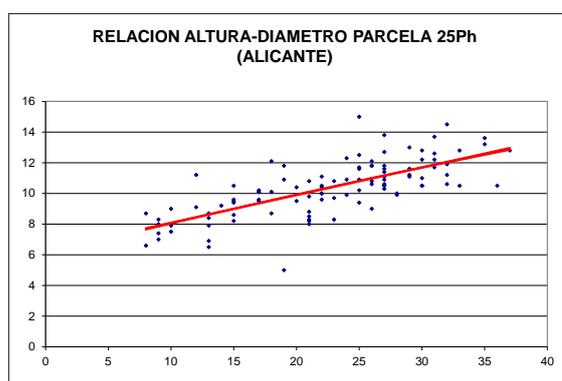
## 2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

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, número de pies muertos, 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 <sup>2</sup> /ha	D m c cm	Alt m m	Alt do m	Exist m <sup>3</sup> cc
25 Ph	0,2500	95	380	95	0	7	41-60	21,87	15,92	22,98	10,30	12,55	14,69





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5	12	48	8,05	80,45	0,24	0,97
12,5 - 17,5	17	68	9,02	60,10	0,99	3,98
17,5 - 22,5	20	80	9,95	49,73	2,47	9,89
22,5 - 27,5	26	104	10,84	43,34	5,24	20,96
27,5 - 32,5	14	56	11,69	38,95	4,18	16,71
32,5 - 37,5	6	24	12,50	35,70	1,56	6,25
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						
<b>TOTAL</b>	<b>95</b>	<b>380</b>			<b>14,69</b>	<b>58,76</b>

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 32,03% claramente dentro de la escala de daños moderados, categoría en la que se han calificado cerca del 60% de los pies, en lo que supone una ligera mejoría con respecto a la pasada revisión, no tanto por lo que se refiere al valor del parámetro, que con una disminución de menos de un punto se sitúa muy lejos del umbral de cinco que supondría una variación estadísticamente significativa, sino con respecto a la distribución por clases de defoliación, al aumentar el conjunto de los pies calificados con daños ligeros.

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 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.

La situación encontrada posiblemente se deba a los efectos de la sequía estival, que se configura como uno de los principales factores de desestabilización en zonas situadas tan al límite de la estación ecológica como la que nos ocupa, donde variaciones relativamente pequeñas en la precipitación (o en la evapotranspiración, si el condicionante es térmico) se traducen en variaciones importantes en el estado de salud de la masa forestal.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

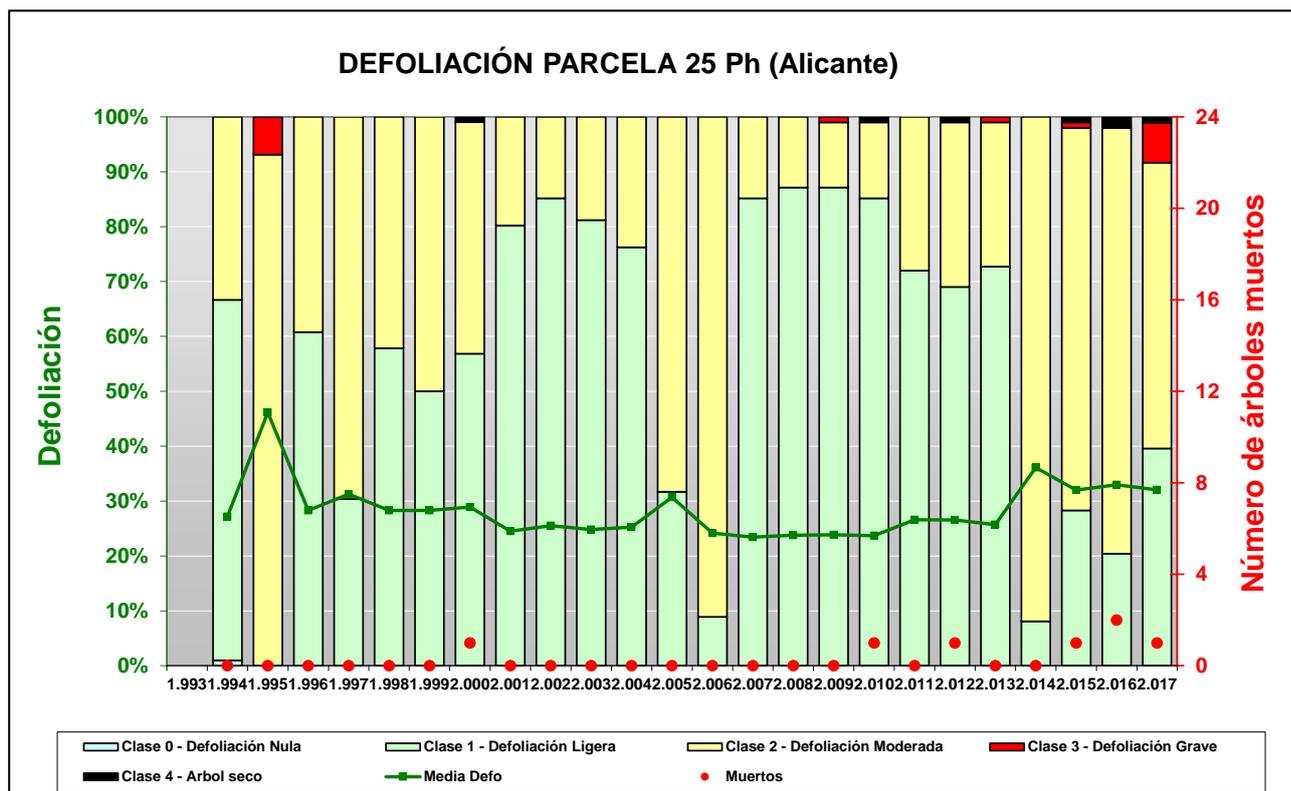


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



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
<b>INSECTOS</b>												
<b>Defoliadores</b>	<b>43</b>	<b>1,00</b>	<b>172</b>	<b>44,79</b>	<b>28,49</b>	<b>0,05</b>	<b>-3,54</b>	<b>-0,07</b>	<b>24,79</b>	<b>10,65</b>	<b>2,92</b>	<b>0,35</b>
Acíc. antiguas	43	1,00	172	44,79	28,49	0,05	-3,54	-0,07	24,79	10,65	2,92	0,35
<b>Perforadores</b>	<b>41</b>	<b>1,00</b>	<b>164</b>	<b>42,71</b>	<b>27,56</b>	<b>0,07</b>	<b>-4,47</b>	<b>-0,04</b>	<b>24,32</b>	<b>11,00</b>	<b>2,44</b>	<b>0,69</b>
<i>Tomicus destruens</i>	41	1,00	164	42,71	27,56	0,07	-4,47	-0,04	24,32	11,00	2,44	0,69
Brotos del año	39	1,00	156	40,63	26,54	0,08	-5,49	-0,04	24,82	11,03	2,95	0,72
<b>Chupadores</b>	<b>11</b>	<b>1,00</b>	<b>44</b>	<b>11,46</b>	<b>25,91</b>	<b>0,09</b>	<b>-6,12</b>	<b>-0,02</b>	<b>26,64</b>	<b>11,10</b>	<b>4,76</b>	<b>0,80</b>
Acíc. antiguas	11	1,00	44	11,46	25,91	0,09	-6,12	-0,02	26,64	11,10	4,76	0,80
<b>AG.ABIÓTICOS</b>												
<b>Fact. físicos</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>1,04</b>	<b>30,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,03</b>	<b>-0,12</b>	<b>29,00</b>	<b>11,20</b>	<b>7,13</b>	<b>0,90</b>
Brotos del año	1	1,00	4	1,04	30,00	0,00	-2,03	-0,12	29,00	11,20	7,13	0,90
<b>Sequía</b>	<b>81</b>	<b>1,53</b>	<b>324</b>	<b>84,38</b>	<b>27,35</b>	<b>0,06</b>	<b>-4,69</b>	<b>-0,05</b>	<b>23,75</b>	<b>10,71</b>	<b>1,88</b>	<b>0,41</b>
Acíc. del año	2	2,50	8	2,08	25,00	0,00	-7,03	-0,12	25,00	11,85	3,13	1,55
Acíc. antiguas	77	1,51	308	80,21	27,34	0,06	-4,69	-0,05	23,65	10,62	1,78	0,32
Acíc. todas edades	2	1,50	8	2,08	30,00	0,00	-2,03	-0,12	26,50	12,95	4,63	2,65
<b>Viento/Tornado</b>	<b>15</b>	<b>1,00</b>	<b>60</b>	<b>15,63</b>	<b>26,00</b>	<b>0,13</b>	<b>-6,03</b>	<b>0,02</b>	<b>24,07</b>	<b>11,03</b>	<b>2,19</b>	<b>0,73</b>
Ramillos <2 cm	10	1,00	40	10,42	26,50	0,10	-5,53	-0,02	24,10	10,72	2,23	0,42
Ramas 2-10 cm	5	1,00	20	5,21	25,00	0,20	-7,03	0,09	24,00	11,64	2,13	1,34
<b>OTROS DAÑOS</b>												
<b>Falta luz</b>	<b>62</b>	<b>2,05</b>	<b>248</b>	<b>64,58</b>	<b>33,31</b>	<b>0,06</b>	<b>1,28</b>	<b>-0,05</b>	<b>20,61</b>	<b>10,12</b>	<b>-1,26</b>	<b>-0,18</b>
Acíc. todas edades	14	3,36	56	14,58	52,50	0,14	20,47	0,03	10,36	7,97	-11,52	-2,33
Ramillos <2 cm	22	1,36	88	22,92	27,95	0,05	-4,08	-0,07	22,32	10,50	0,44	0,20
Ramas 2-10 cm	21	1,71	84	21,88	27,62	0,05	-4,41	-0,07	25,81	11,27	3,94	0,97
Ramas tam. variable	5	2,80	20	5,21	27,00	0,00	-5,03	-0,12	20,00	9,60	-1,87	-0,70
<b>Inter.físicas</b>	<b>6</b>	<b>6,17</b>	<b>24</b>	<b>6,25</b>	<b>34,17</b>	<b>0,00</b>	<b>2,14</b>	<b>-0,12</b>	<b>18,17</b>	<b>9,63</b>	<b>-3,71</b>	<b>-0,67</b>
Ramas 2-10 cm	1	2,00	4	1,04	25,00	0,00	-7,03	-0,12	35,00	13,20	13,13	2,90
Tronco	5	7,00	20	5,21	36,00	0,00	3,97	-0,12	14,80	8,92	-7,07	-1,38
<b>AG.DESCONOCIDO</b>												
<b>Ag.desconocido</b>	<b>27</b>	<b>1,33</b>	<b>108</b>	<b>28,13</b>	<b>34,07</b>	<b>0,04</b>	<b>2,04</b>	<b>-0,08</b>	<b>21,41</b>	<b>10,03</b>	<b>-0,47</b>	<b>-0,28</b>
Acíc. todas edades	1	5,00	4	1,04	65,00	0,00	32,97	-0,12	21,00	8,20	-0,87	-2,10
Brotos del año	6	1,00	24	6,25	27,50	0,00	-4,53	-0,12	24,33	10,63	2,46	0,33
Ramillos <2 cm	4	1,00	16	4,17	28,75	0,00	-3,28	-0,12	21,50	10,33	-0,37	0,02
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,04	20,00	0,00	-12,03	-0,12	26,00	10,80	4,13	0,50
Tronco	14	1,21	56	14,58	37,50	0,07	5,47	-0,04	19,21	9,56	-2,66	-0,74
Tronco completo	1	3,00	4	1,04	30,00	0,00	-2,03	-0,12	30,00	12,80	8,13	2,50

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificables, destaca en primer lugar la presencia de defoliadores de tipo braquiderino, dando daños en forma de diente de sierra sobre los bordes de las acículas

de mayor edad, en un nivel muy similar al observado el año pasado y sin demasiada trascendencia fitosanitaria, mientras que destaca la presencia de insectos perforadores, que casi duplican su nivel de afección respecto al año pasado, destacando sobre todo la presencia de ramillos terminales atabacados debidos a la alimentación de maduración del escolítido *Tomicus destruens* de quien se ven también los típicos penachos caídos por el suelo y perforados en su base, no asociados a daños forestales de consideración pues no se han observado colonizaciones larvarias en pies previamente debilitados-a lo que contribuye la sequía en la zona en los últimos dos años y que podría explicar el incremento poblacional, sobre los que el insecto se reproduce causando la muerte al anillar el sistema conductor del hospedante, cuando adquiere carácter de patógeno primario. Pese a ello se han observado perforaciones en un par de pies próximos que podrían indicar un cierto grado de colonización. Se observan también las habituales punteaduras amarillentas en acículas de mayor edad debidas a la acción de insectos chupadores, causadas por la entrada del aparato succionador del insecto, y que suelen quedar taponadas por un pequeño grumo de resina apreciable al tacto; aunque sin mayor trascendencia fitosanitaria.

De entre los agentes abióticos, tal y como se ha mencionado anteriormente, destaca la **sequía** como agente de daño del arbolado destacando además que se produce por segundo año consecutivo y de forma más acusada que el año pasado, 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 casi todo el arbolado muestra sobre todo el de mayores dimensiones, que no queda protegido por la sombra de los árboles adyacentes. El fenómeno más frecuente es el escaso desarrollo o microfília 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. Atendiendo a los valores meteorológicos de la zona se advierte un progresivo empeoramiento de las condiciones hídricas en los últimos años, 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 contribuirían además las elevadas temperaturas de comienzos del verano, que aumentarían la evapotranspiración del arbolado.

Tanto en la propia parcela como en el arbolado muestra son relativamente frecuentes las escobas de bruja asociadas a la acción de *Candidatus phytoplasma* no asociadas en principio a un daño forestal de consideración pero que pueden debilitar al arbolado al afectar a la distribución de agua y nutrientes por el sistema conductor, favoreciendo a unos sectores de la copa frente a otros.

Se advierten también daños salpicados por alguna tormenta dando roturas en algunas de las ramas daños por **falta de luz** o **competencia** en buena parte de los pies, lógicos en una parcela con una densidad de masa de 400 pies/ha, sobre árboles inferiores 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 árbol. 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, uniéndose a la debilidad ya causada por las extremadas condiciones climáticas.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se advierte algún **puntiseado** de ramillas, junto con unas pocas **resinosis** en los troncos y **descortezamientos o malformaciones** en la corteza en la base de algunos pies; ya observados en anteriores revisiones y sin mayor trascendencia 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
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>												
<b>Acíc. del año</b>	<b>2</b>	<b>2,50</b>	<b>8</b>	<b>2,08</b>	<b>25,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-7,03</b>	<b>-0,12</b>	<b>25,00</b>	<b>11,85</b>	<b>3,13</b>	<b>1,55</b>
Dec. Verde-amarillo	2	2,50	8	2,08	25,00	0,00	-7,03	-0,12	25,00	11,85	3,13	1,55
Completa	2	2,50	8	2,08	25,00	0,00	-7,03	-0,12	25,00	11,85	3,13	1,55
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>131</b>	<b>1,30</b>	<b>524</b>	<b>100,00</b>	<b>27,60</b>	<b>0,06</b>	<b>-4,44</b>	<b>-0,05</b>	<b>24,27</b>	<b>10,67</b>	<b>2,40</b>	<b>0,37</b>
Comidos/perdidos	43	1,00	172	44,79	28,49	0,05	-3,54	-0,07	24,79	10,65	2,92	0,35
Muestras	43	1,00	172	44,79	28,49	0,05	-3,54	-0,07	24,79	10,65	2,92	0,35
Dec. Verde-amarillo	19	1,11	76	19,79	26,32	0,05	-5,72	-0,06	25,53	10,93	3,65	0,63
Completa	8	1,25	32	8,33	26,88	0,00	-5,16	-0,12	24,00	10,69	2,13	0,39
Punteado	11	1,00	44	11,46	25,91	0,09	-6,12	-0,02	26,64	11,10	4,76	0,80
Dec. Rojo-marrón	28	1,29	112	29,17	27,14	0,11	-4,89	-0,01	23,25	10,22	1,38	-0,08
Completa	28	1,29	112	29,17	27,14	0,11	-4,89	-0,01	23,25	10,22	1,38	-0,08
Microfilia	41	1,71	164	42,71	27,56	0,05	-4,47	-0,07	23,85	10,89	1,98	0,58
<b>Acíc. todas edades</b>	<b>17</b>	<b>3,24</b>	<b>68</b>	<b>17,71</b>	<b>50,59</b>	<b>0,12</b>	<b>18,56</b>	<b>0,00</b>	<b>12,88</b>	<b>8,57</b>	<b>-8,99</b>	<b>-1,73</b>
Comidos/perdidos	15	3,47	60	15,63	53,33	0,13	21,30	0,02	11,07	7,99	-10,81	-2,31
Caída prematura	15	3,47	60	15,63	53,33	0,13	21,30	0,02	11,07	7,99	-10,81	-2,31
Dec. Verde-amarillo	2	1,50	8	2,08	30,00	0,00	-2,03	-0,12	26,50	12,95	4,63	2,65
Completa	2	1,50	8	2,08	30,00	0,00	-2,03	-0,12	26,50	12,95	4,63	2,65
<b>RAMAS/BROTOS</b>												
<b>Brotos del año</b>	<b>46</b>	<b>1,00</b>	<b>184</b>	<b>47,92</b>	<b>26,74</b>	<b>0,07</b>	<b>-5,29</b>	<b>-0,05</b>	<b>24,85</b>	<b>10,98</b>	<b>2,97</b>	<b>0,68</b>
Muerto/moribundo	39	1,00	156	40,63	26,54	0,08	-5,49	-0,04	24,82	11,03	2,95	0,72
Aborto	7	1,00	28	7,29	27,86	0,00	-4,17	-0,12	25,00	10,71	3,13	0,41
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>36</b>	<b>1,22</b>	<b>144</b>	<b>37,50</b>	<b>27,64</b>	<b>0,06</b>	<b>-4,39</b>	<b>-0,06</b>	<b>22,72</b>	<b>10,54</b>	<b>0,85</b>	<b>0,24</b>
Deformaciones	2	1,00	8	2,08	25,00	0,00	-7,03	-0,12	23,00	10,75	1,13	0,45
Tumores	1	1,00	4	1,04	20,00	0,00	12,03	-0,12	19,00	10,90	-2,87	0,60
Escobas de bruja	1	1,00	4	1,04	30,00	0,00	-2,03	-0,12	27,00	10,60	5,13	0,30
Rotura	10	1,00	40	10,42	26,50	0,10	-5,53	-0,02	24,10	10,72	2,23	0,42
Muerto/moribundo	24	1,33	96	25,00	28,33	0,04	-3,70	-0,07	22,13	10,45	0,25	0,15
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>28</b>	<b>1,57</b>	<b>112</b>	<b>29,17</b>	<b>26,79</b>	<b>0,07</b>	<b>-5,25</b>	<b>-0,04</b>	<b>25,82</b>	<b>11,39</b>	<b>3,95</b>	<b>1,09</b>
Rotura	5	1,00	20	5,21	25,00	0,20	-7,03	0,09	24,00	11,64	2,13	1,34
Muerto/moribundo	23	1,70	92	23,96	27,17	0,04	-4,86	-0,07	26,22	11,33	4,34	1,03
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>5</b>	<b>2,80</b>	<b>20</b>	<b>5,21</b>	<b>27,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-5,03</b>	<b>-0,12</b>	<b>20,00</b>	<b>9,60</b>	<b>-1,87</b>	<b>-0,70</b>
Muerto/moribundo	5	2,80	20	5,21	27,00	0,00	-5,03	-0,12	20,00	9,60	-1,87	-0,70
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>												
<b>Tronco</b>	<b>21</b>	<b>2,57</b>	<b>84</b>	<b>21,88</b>	<b>38,10</b>	<b>0,05</b>	<b>6,06</b>	<b>-0,07</b>	<b>17,71</b>	<b>9,49</b>	<b>-4,16</b>	<b>-0,82</b>
Deformaciones	2	1,00	8	2,08	25,00	0,00	-7,03	-0,12	21,00	9,90	-0,87	-0,40
Tumores	2	1,00	8	2,08	25,00	0,00	-7,03	-0,12	21,00	9,90	-0,87	-0,40
Signos insectos	2	1,00	8	2,08	47,50	0,00	15,47	-0,12	14,50	10,40	-7,37	0,10
Perforaciones,serrín	2	1,00	8	2,08	47,50	0,00	15,47	-0,12	14,50	10,40	-7,37	0,10
Heridas	1	1,00	4	1,04	75,00	1,00	42,97	0,89	9,00	7,90	-12,87	-2,40
Grietas	1	1,00	4	1,04	75,00	1,00	42,97	0,89	9,00	7,90	-12,87	-2,40
Resinosis	11	1,27	44	11,46	36,36	0,00	4,33	-0,12	19,82	9,65	-2,06	-0,66
Inclinado	5	7,00	20	5,21	36,00	0,00	3,97	-0,12	14,80	8,92	-7,07	-1,38
<b>Tronco completo</b>	<b>1</b>	<b>3,00</b>	<b>4</b>	<b>1,04</b>	<b>30,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-2,03</b>	<b>-0,12</b>	<b>30,00</b>	<b>12,80</b>	<b>8,13</b>	<b>2,50</b>
Resinosis	1	3,00	4	1,04	30,00	0,00	-2,03	-0,12	30,00	12,80	8,13	2,50

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

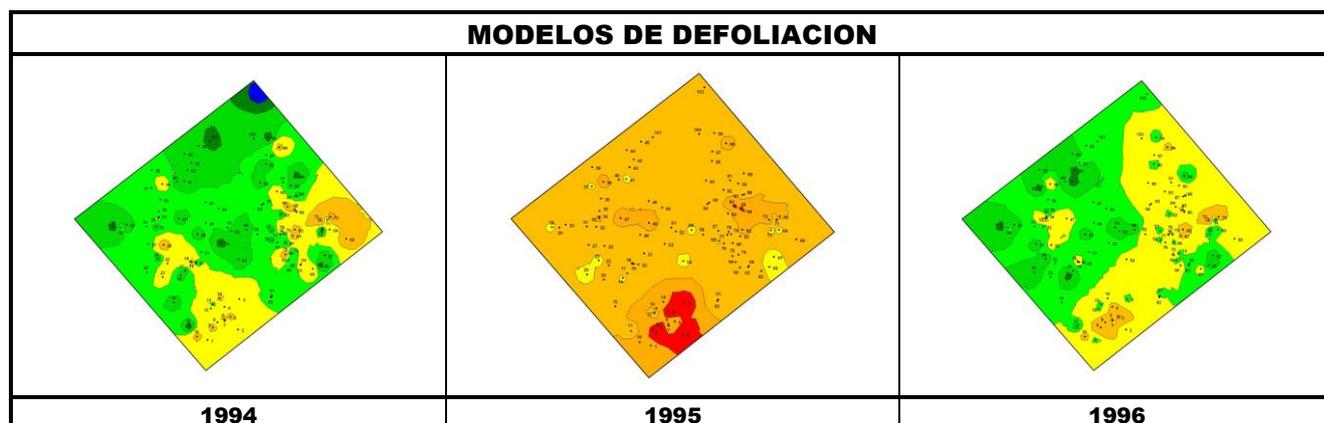
TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados.

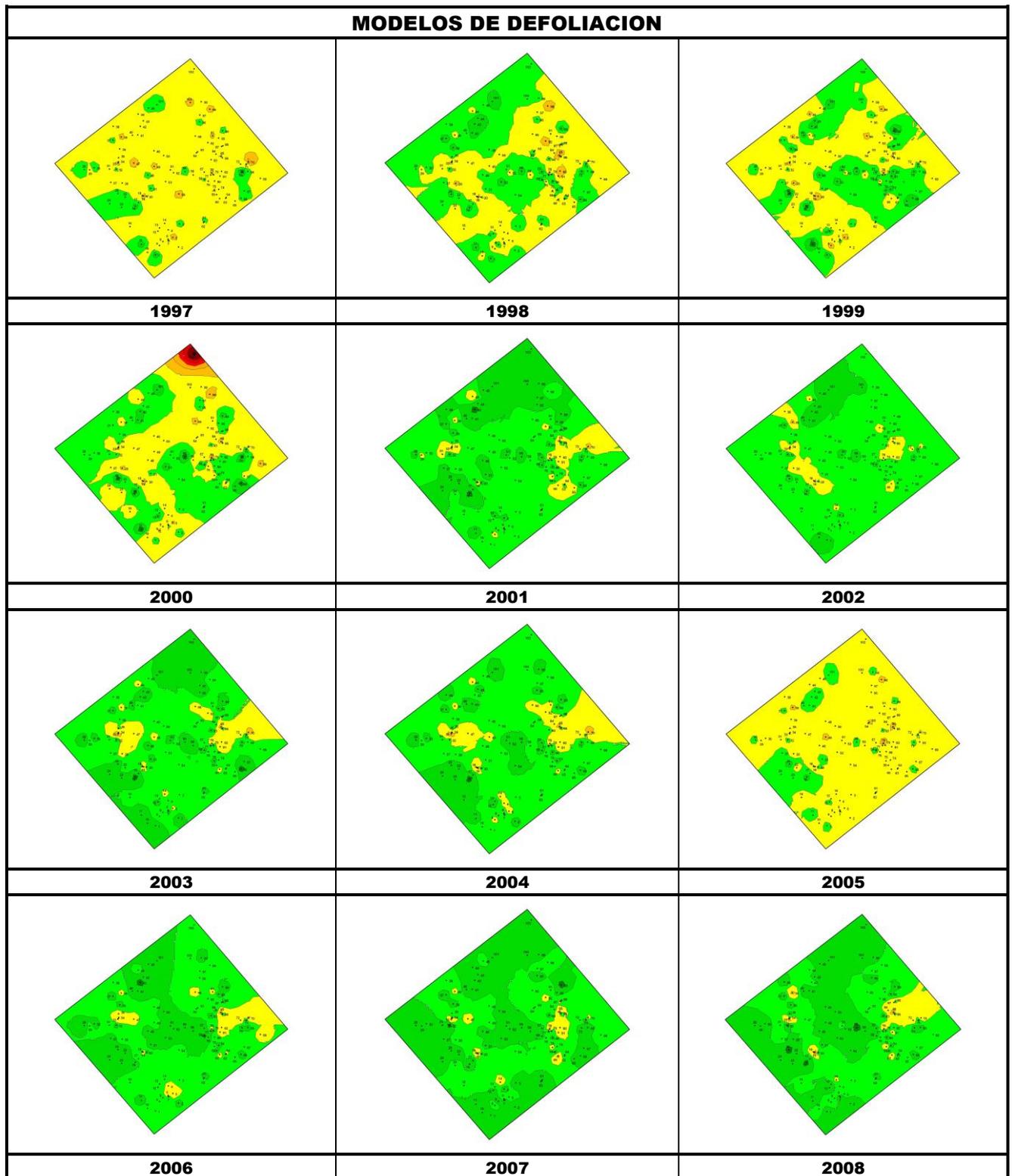
	N par	Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Fact. físicos		Sequía	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>											
<b>Acíc. del año</b>	<b>2</b>									<b>2</b>	<b>2,47</b>
Dec. Verde-amarillo	2									2	2,47
Completa	2									2	2,47
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>131</b>	<b>43</b>	<b>100,00</b>			<b>11</b>	<b>100,00</b>			<b>77</b>	<b>95,06</b>
Comidos/perdidos	43	43	100,00								
Muestras	43	43	100,00								
Dec. Verde-amarillo	19					11	100,00			8	9,88
Completa	8									8	9,88
Punteado	11					11	100,00				
Dec. Rojo-marrón	28									28	34,57
Completa	28									28	34,57
Microfilia	41									41	50,62
<b>Acíc. todas edades</b>	<b>17</b>									<b>2</b>	<b>2,47</b>
Comidos/perdidos	15										
Caída prematura	15										
Dec. Verde-amarillo	2									2	2,47
Completa	2									2	2,47
<b>RAMAS/BROTOS</b>											
<b>Brotos del año</b>	<b>46</b>			<b>39</b>	<b>95,12</b>			<b>1</b>	<b>100,00</b>		
Muerto/moribundo	39			39	95,12						
Aborto	7							1	100,00		
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>36</b>										
Deformaciones	2										
Tumores	1										
Escobas de bruja	1										
Rotura	10										
Muerto/moribundo	24										
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>28</b>										
Rotura	5										
Muerto/moribundo	23										
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>5</b>										
Muerto/moribundo	5										
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>											
<b>Tronco</b>	<b>21</b>			<b>2</b>	<b>4,88</b>						
Deformaciones	2										
Tumores	2										
Signos insectos	2			2	4,88						
Perforaciones,serrín	2			2	4,88						
Heridas	1										
Grietas	1										
Resinosis	11										
Inclinado	5										
<b>Tronco completo</b>	<b>1</b>										
Resinosis	1										

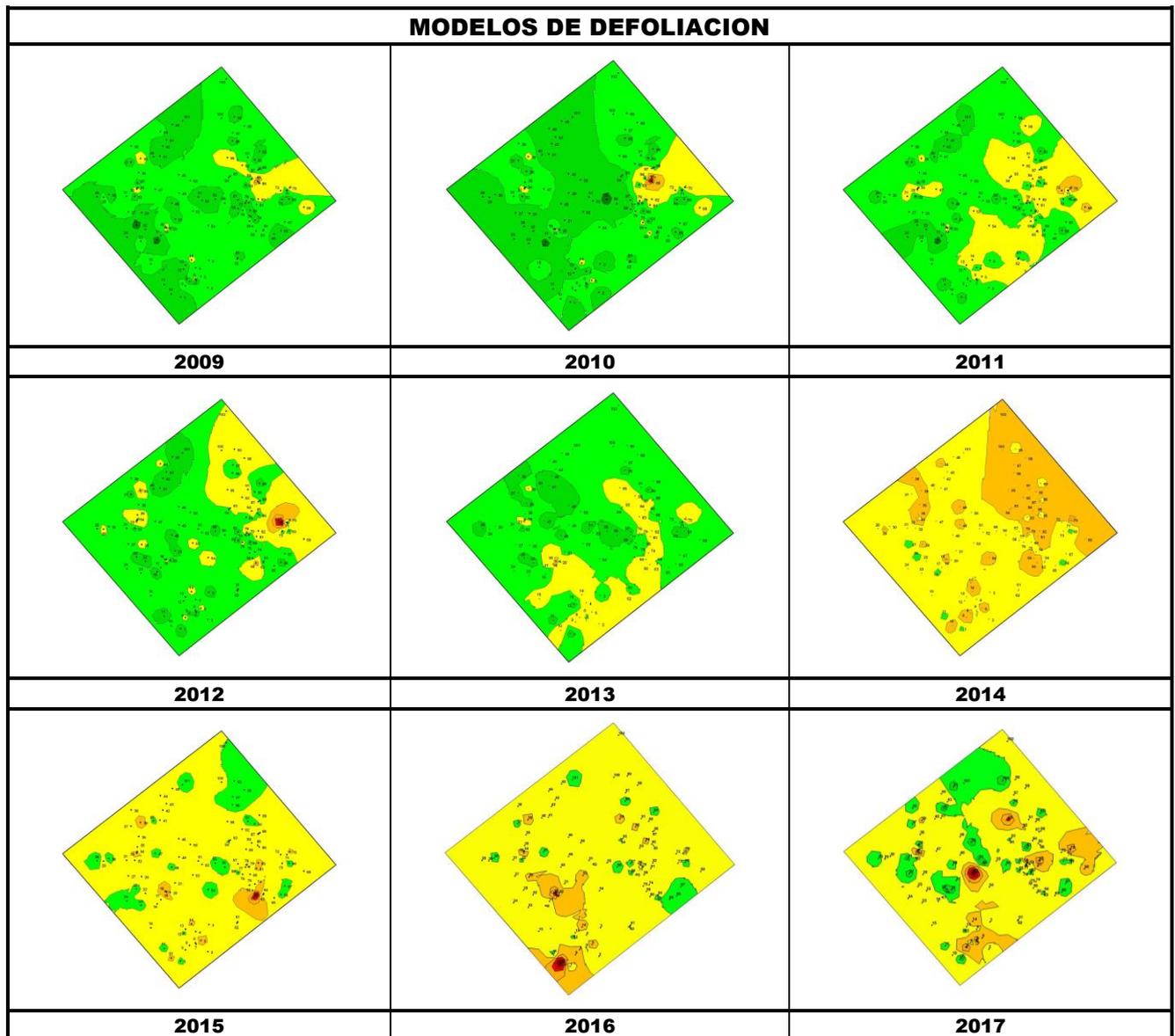
	N par	Viento/Tornado		Falta luz		Inter.físicas		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>									
<b>Acíc. del año</b>	<b>2</b>								
Dec. Verde-amarillo	2								
Completa	2								
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>131</b>								
Comidos/perdidos	43								
Muestras	43								
Dec. Verde-amarillo	19								
Completa	8								
Punteado	11								
Dec. Rojo-marrón	28								
Completa	28								
Microfilia	41								
<b>Acíc. todas edades</b>	<b>17</b>			<b>14</b>	<b>22,58</b>			<b>1</b>	<b>3,70</b>
Comidos/perdidos	15			14	22,58			1	3,70
Caída prematura	15			14	22,58			1	3,70
Dec. Verde-amarillo	2								
Completa	2								
<b>RAMAS/BROTOS</b>									
<b>Brotos del año</b>	<b>46</b>							<b>6</b>	<b>22,22</b>
Muerto/moribundo	39								
Aborto	7							6	22,22
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>36</b>	<b>10</b>	<b>66,67</b>	<b>22</b>	<b>35,48</b>			<b>4</b>	<b>14,81</b>
Deformaciones	2							2	7,41
Tumores	1							1	3,70
Escobas de bruja	1							1	3,70
Rotura	10	10	66,67						
Muerto/moribundo	24			22	35,48			2	7,41
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>28</b>	<b>5</b>	<b>33,33</b>	<b>21</b>	<b>33,87</b>	<b>1</b>	<b>16,67</b>	<b>1</b>	<b>3,70</b>
Rotura	5	5	33,33						
Muerto/moribundo	23			21	33,87	1	16,67	1	3,70
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>5</b>			<b>5</b>	<b>8,06</b>				
Muerto/moribundo	5			5	8,06				
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>									
<b>Tronco</b>	<b>21</b>					<b>5</b>	<b>83,33</b>	<b>14</b>	<b>51,85</b>
Deformaciones	2							2	7,41
Tumores	2							2	7,41
Signos insectos	2								
Perforaciones,serrín	2								
Heridas	1							1	3,70
Grietas	1							1	3,70
Resinosis	11							11	40,74
Inclinado	5					5	83,33		
<b>Tronco completo</b>	<b>1</b>							<b>1</b>	<b>3,70</b>
Resinosis	1							1	3,70



**FIG 6:** Microfilia y caída de acículas viejas por sequía. Perforación por *Tomicus destruens*. Daños mecánicos. Escoba de bruja por *Candidatus phytoplasma*.







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(*)
<b>pH</b>	Medida de la acidez o basicidad. Se considera lluvia ácida con valores $\leq 5,65$ .	6,5 – 9,5
<b>Conductividad</b>	Índice de la presencia general de solutos en el agua.	$\leq 2.500 \mu\text{S/cm}$
<b>Calcio</b>	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
<b>Magnesio</b>		n.d
<b>Potasio</b>		n.d
<b>Sodio</b>	Elementos de origen marino, dependiendo su presencia de la distancia a la línea de costa. Papel tóxico en la vegetación	200 mg/l
<b>Cloro</b>		250 mg/l
<b>Amonio</b>	Procede de emisiones contaminantes a la atmósfera fundamentalmente de actividades agrícolas o ganaderas. Papel en la acidificación de los suelos.	0,50 mg/l
<b>Nitratos</b>	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
<b>Sulfatos</b>		250 mg/l

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

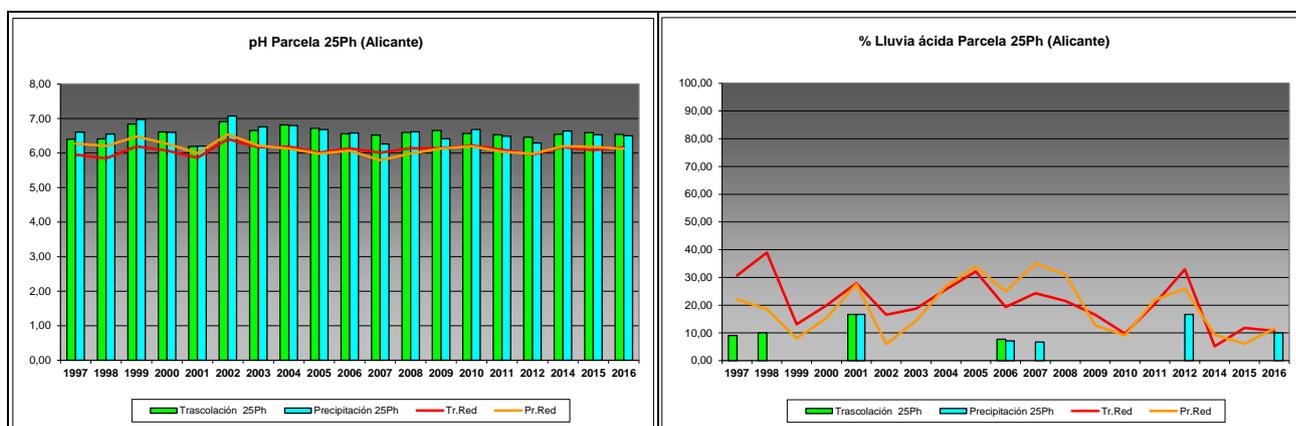
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 25Ph, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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	16,67	150	5,96	5,98
2014	6,54	0,00	205	6,64	0,00	226	6,17	6,20
2015	6,59	0,00	287	6,53	0,00	328	6,08	6,18
2016	6,54	0,00	280	6,50	10,00	362	6,16	6,12
Media	6,58	2,29	291	6,59	3,01	352	6,09	6,15



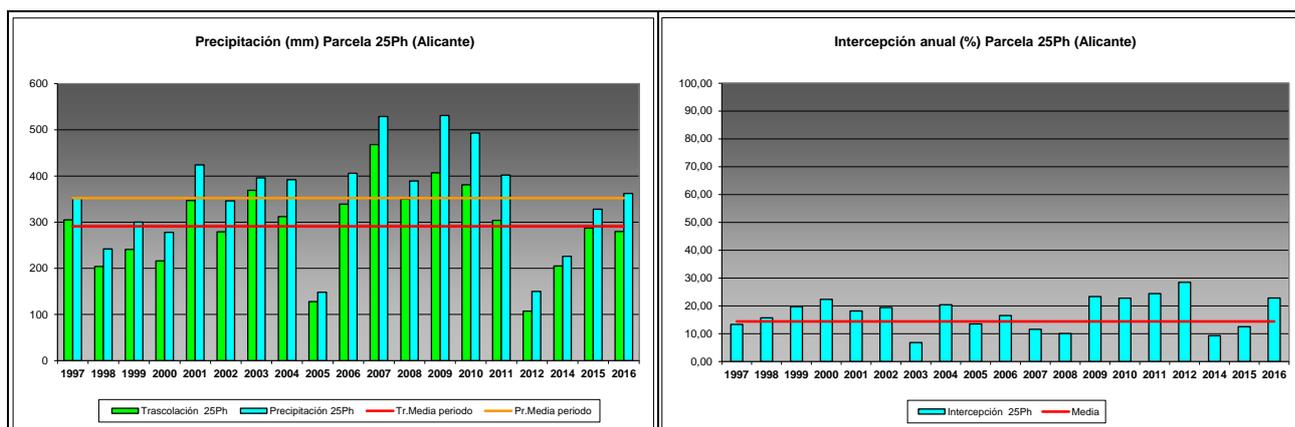


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	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	27,94	15,23
2015	56,63		287	36,48		328	45,28	18,25
2016	48,60		280	17,71		362	47,39	15,22
Media	68,63		291	31,10		352	45,04	22,65

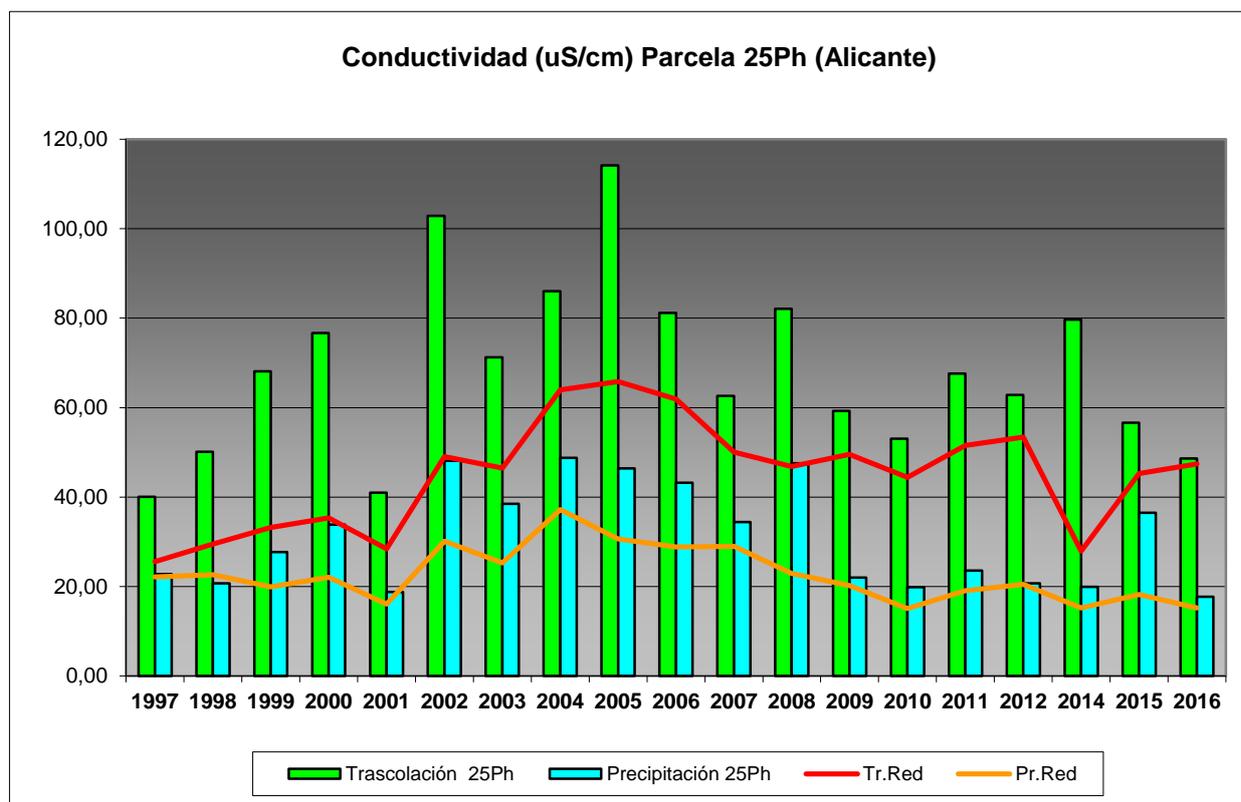


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

## 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	<b>3,12</b>	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	<b>15,28</b>
2001	1,44	4,95	347	0,81	3,34	424	1,61	16,00	9,92
2002	<b>4,58</b>	<b>12,70</b>	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	<b>8,71</b>	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	<b>22,97</b>	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	<b>0,30</b>	<b>0,32</b>	107	<b>0,21</b>	<b>0,32</b>	150	0,00	<b>2,99</b>	<b>0,92</b>
2014	2,31	4,73	205	0,46	1,03	226	3,70	11,97	1,60
2015	1,63	4,67	287	0,31	1,02	328	3,65	18,33	4,20
2016	1,33	3,72	280	0,35	1,26	362	2,46	19,15	2,17

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)
Media	2,38	6,59	291	1,14	3,64	352	2,96	16,73	6,53

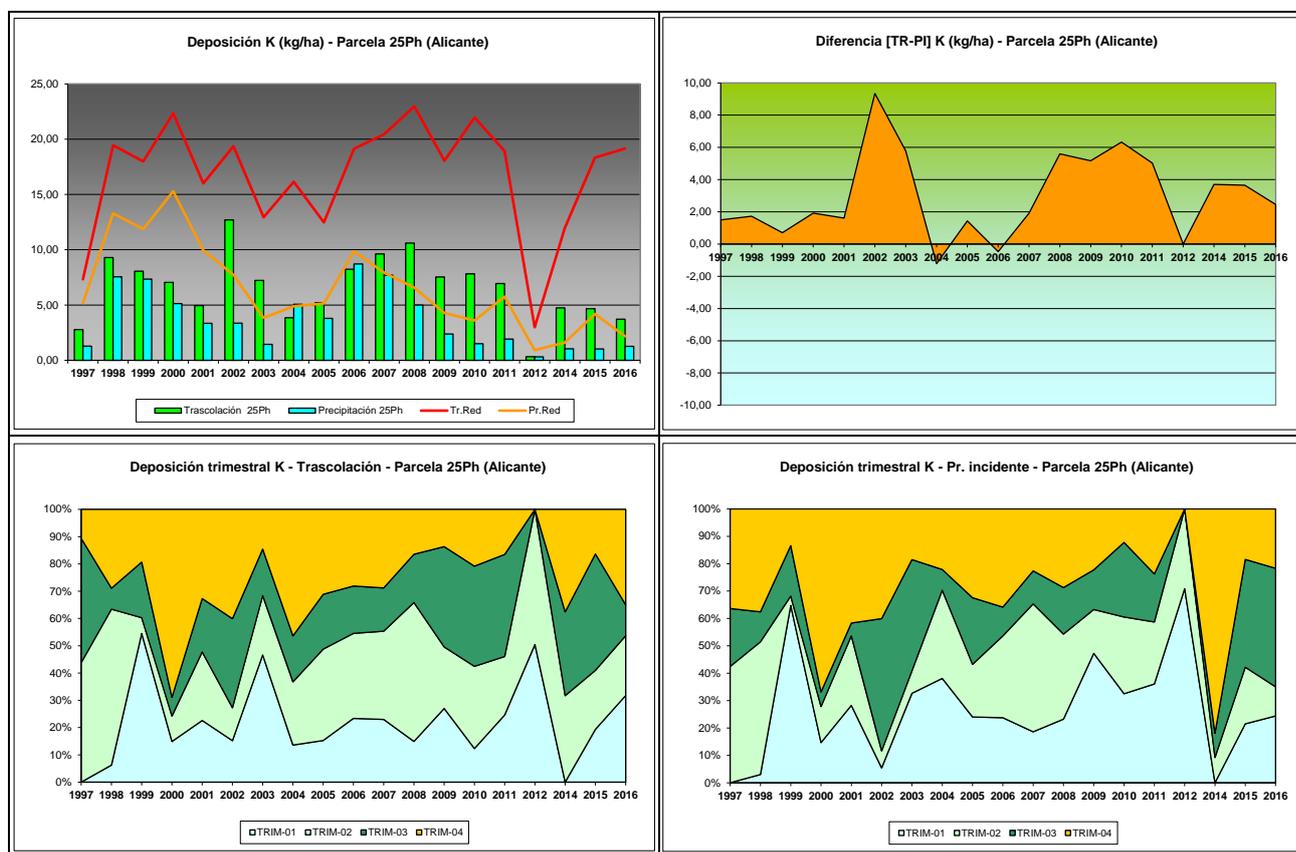


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	<b>25,17</b>	396	1,10	<b>23,45</b>	<b>26,64</b>
2004	10,76	28,52	312	5,36	18,38	392	10,13	18,95	20,04
2005	<b>13,32</b>	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

# 25 Ph (ALICANTE)

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)
2008	10,65	<b>37,06</b>	350	<b>6,38</b>	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	<b>2,10</b>	<b>2,26</b>	107	<b>1,00</b>	<b>1,50</b>	150	0,76	<b>3,22</b>	<b>2,60</b>
2014	9,78	20,06	205	2,56	5,78	226	14,28	8,57	5,86
2015	8,55	24,49	287	4,02	13,15	328	11,33	15,19	12,39
2016	4,80	13,43	280	3,23	11,70	362	1,72	14,34	8,83
<b>Media</b>	<b>7,41</b>	<b>21,02</b>	<b>291</b>	<b>3,22</b>	<b>11,31</b>	<b>352</b>	<b>9,71</b>	<b>12,39</b>	<b>10,00</b>

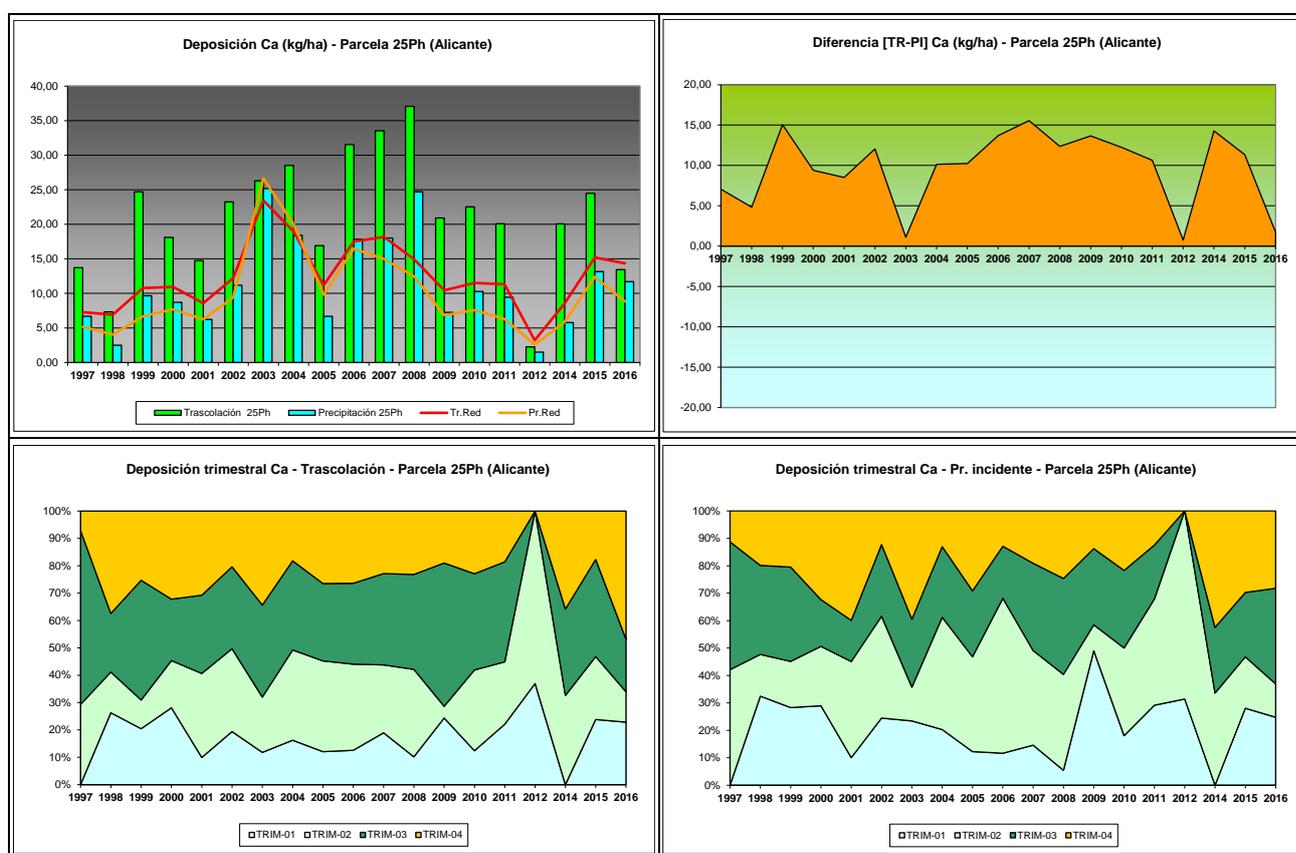


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	<b>3,20</b>
1998	<b>2,61</b>	<b>5,33</b>	204	<b>1,74</b>	<b>4,21</b>	242	1,12	4,07	2,78
1999	0,96	2,31	241	0,31	0,94	300	1,38	4,18	2,58

# 25 Ph (ALICANTE)

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)
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	1,90	0,75
2015	0,86	2,47	287	0,26	0,84	328	1,63	3,32	1,84
2016	0,59	1,64	280	0,29	1,06	362	0,58	4,44	1,71
Media	0,91	2,44	291	0,32	1,00	352	1,43	3,68	1,87

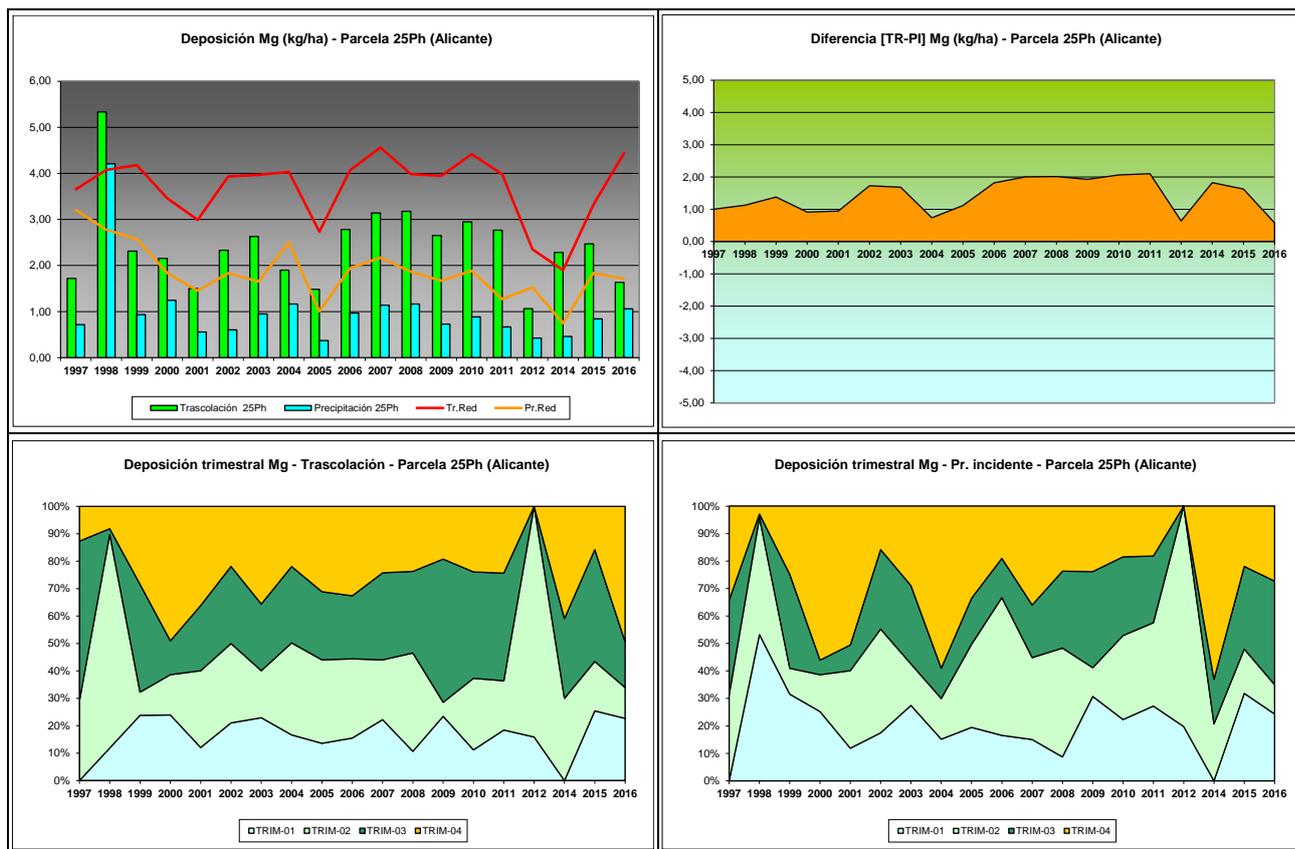
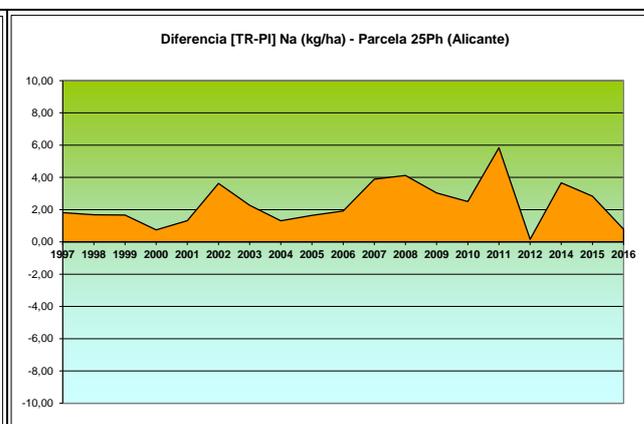
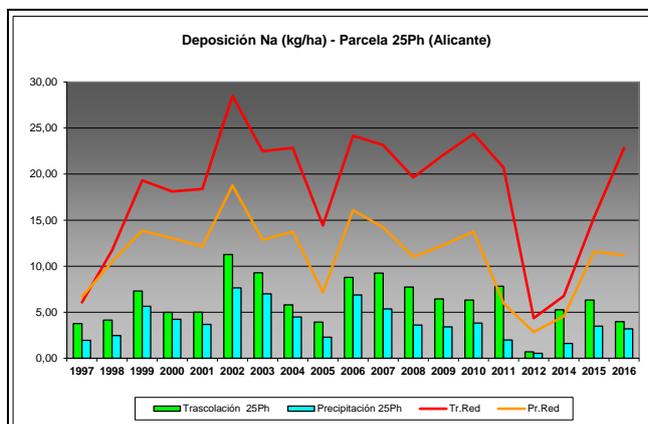


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

#### 5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	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	<b>4,06</b>	<b>11,26</b>	279	<b>2,22</b>	<b>7,63</b>	346	3,63	<b>28,50</b>	<b>18,75</b>
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	<b>0,65</b>	<b>0,70</b>	107	<b>0,36</b>	<b>0,53</b>	150	0,16	<b>4,35</b>	<b>2,86</b>
2014	2,57	5,27	205	0,71	1,61	226	3,66	6,77	4,55
2015	2,21	6,33	287	1,07	3,49	328	2,84	15,27	11,59
2016	1,43	3,98	280	0,88	3,20	362	0,79	22,84	11,19
Media	<b>2,19</b>	<b>6,21</b>	<b>291</b>	<b>1,12</b>	<b>3,86</b>	<b>352</b>	<b>2,36</b>	<b>18,17</b>	<b>11,17</b>



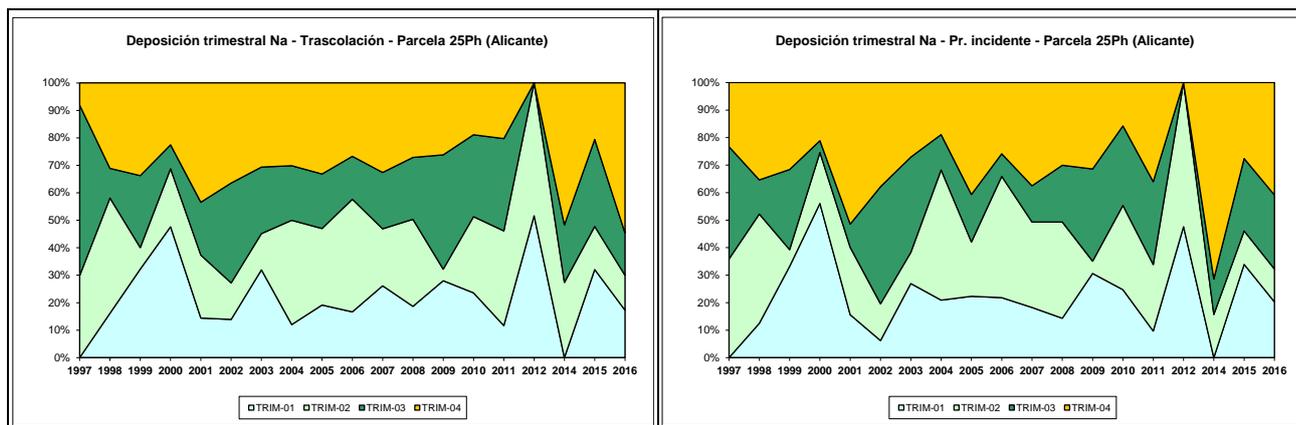


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	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	0,89	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	4,16	3,35
2015	1,98	5,68	287	0,70	2,30	328	3,38	5,30	6,04
2016	1,76	4,91	280	0,51	1,86	362	3,05	5,94	4,26
Media	1,25	3,26	291	0,45	1,43	352	1,83	3,21	3,65

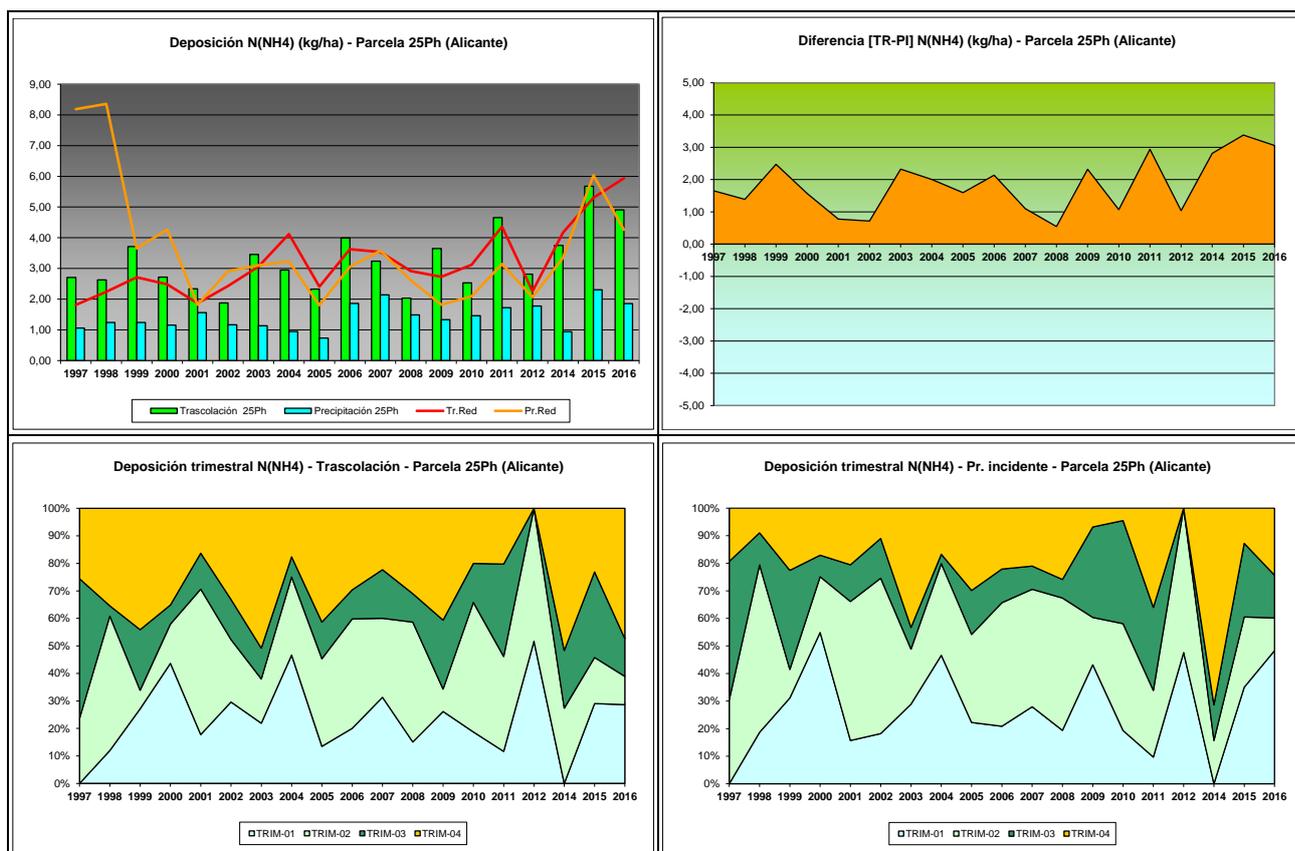


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	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	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	5,78	2,90

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	4,31	12,35	287	1,46	4,78	328	7,58	24,25	15,25
2016	3,34	9,33	280	1,26	4,58	362	4,76	37,19	18,03
<b>Media</b>	<b>4,94</b>	<b>14,36</b>	<b>291</b>	<b>2,82</b>	<b>10,27</b>	<b>352</b>	<b>4,09</b>	<b>32,63</b>	<b>21,79</b>

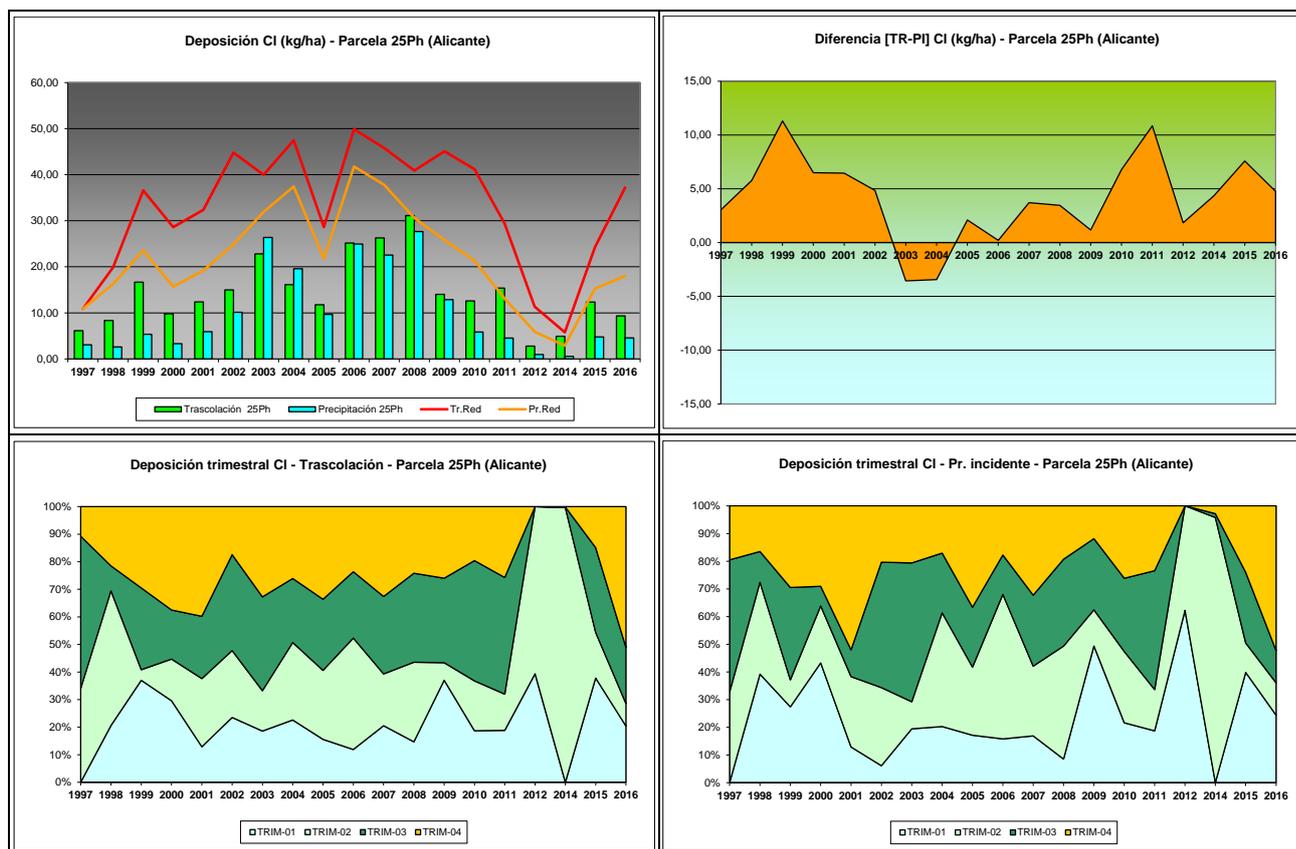


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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

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)
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	2,54	1,43
2015	2,02	5,79	287	0,55	1,80	328	3,98	3,25	2,17
2016	1,45	4,06	280	0,47	1,69	362	2,37	3,58	1,83
Media	2,39	6,39	291	0,54	1,86	352	4,53	4,12	2,47

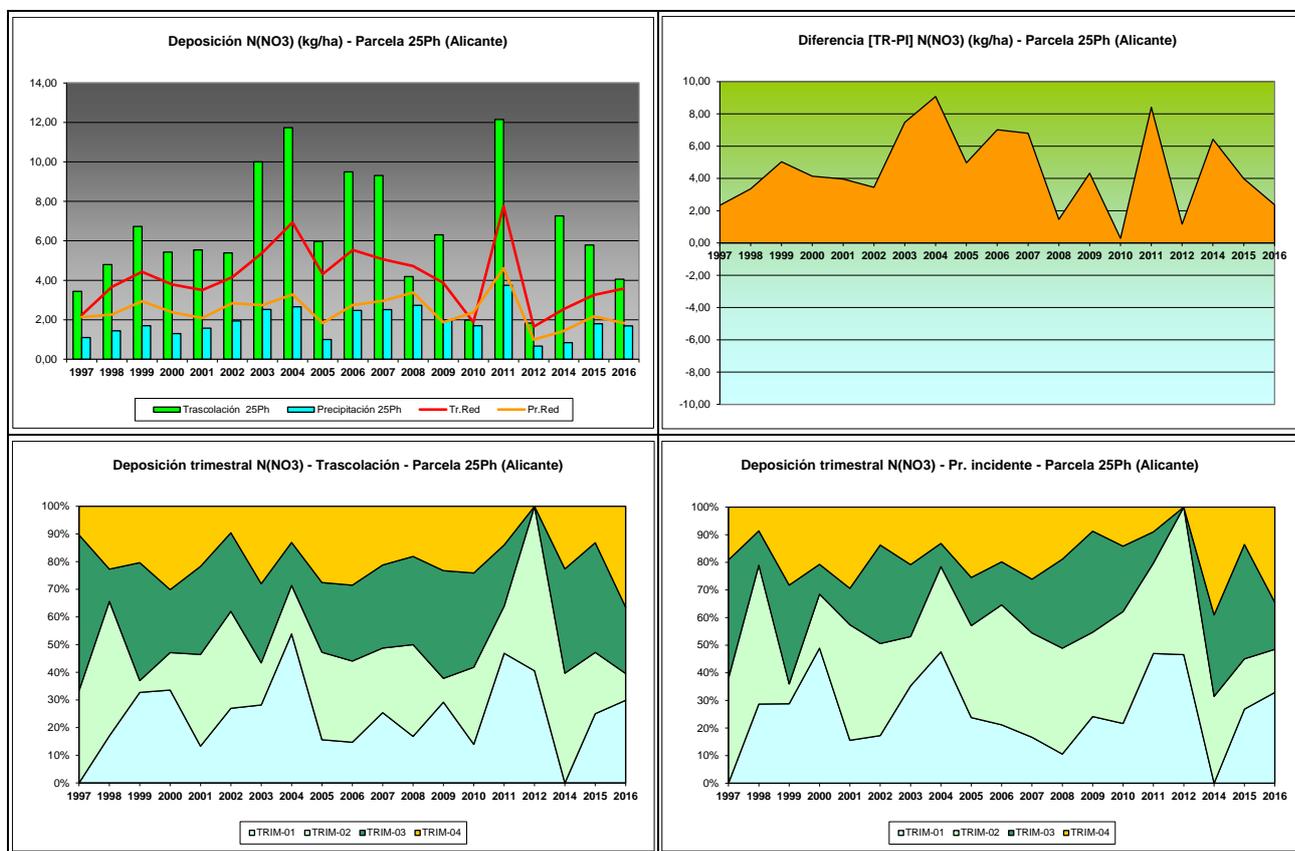


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

### 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

# 25 Ph (ALICANTE)

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)
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	2,14	2,00
2015	1,06	3,04	287	0,56	1,83	328	1,21	3,56	2,95
2016	0,55	1,55	280	0,42	1,51	362	0,04	4,08	2,76
Media	1,42	4,04	291	0,71	2,52	352	1,53	5,32	4,03

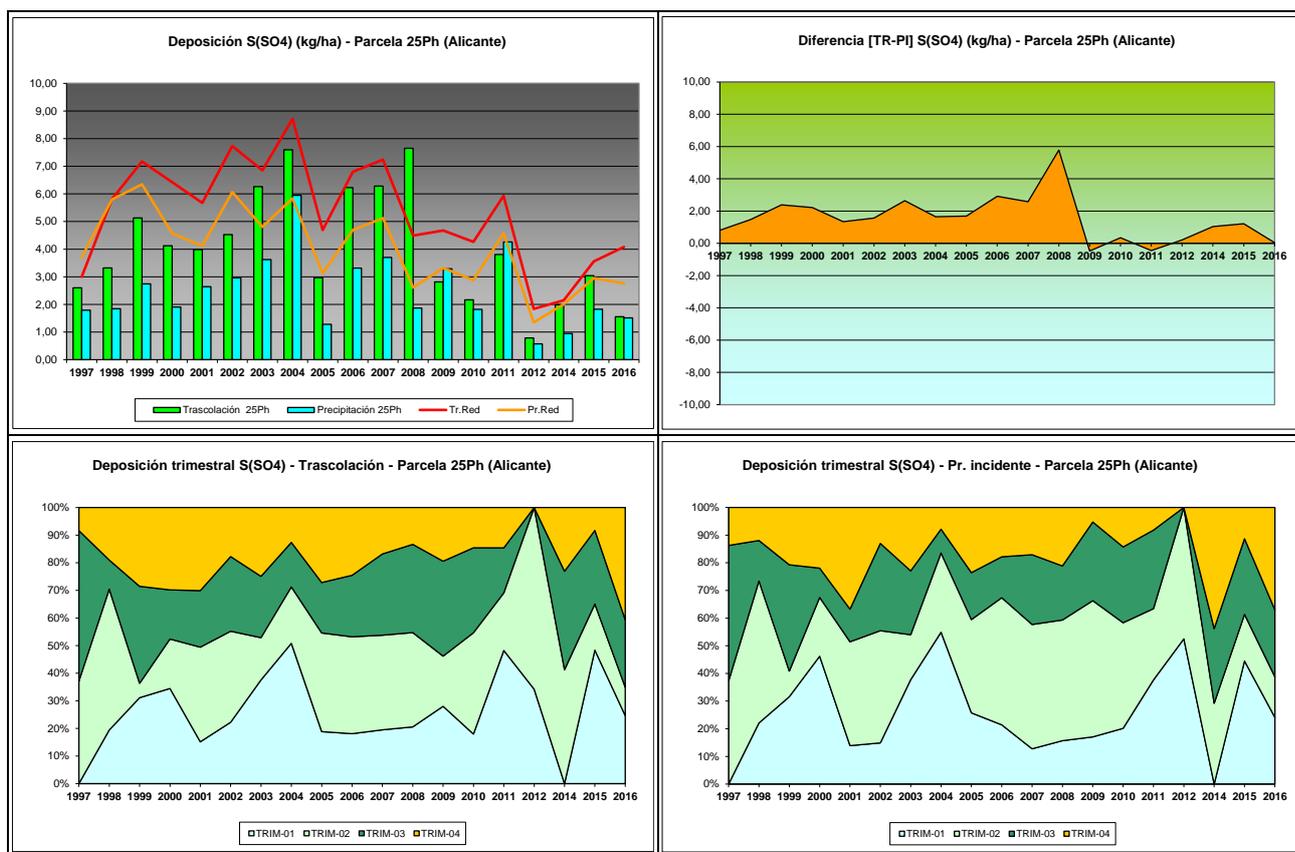


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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, fuera de alguna precipitación aislada. En cuanto a la precipitación, durante el último año apenas se han superado los 300 mm, continuando con el proceso de sequía de años anteriores, por debajo de la precipitación media en la zona, lo que puede incidir en el comportamiento de la deposición. El valor de la intercepción se ha situado en torno al 17%.

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; de forma que frecuentemente se superan los 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

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 comportamiento bastante estabilizado a lo largo de los últimos tres años, por debajo del nivel de 5 kg/ha. Las tasas obtenidas en trascolación son también superiores en todos los casos a los resultados habidos a cielo abierto, posiblemente debido a los efectos de la deposición seca, en la que un largo periodo sin precipitaciones genera una acumulación de solutos en ramas y follaje que precipita tras una lluvia, aumentando bruscamente su depósito.

El **calcio** presenta sin embargo tasas notablemente superiores a la media de la red posiblemente debido a la naturaleza caliza de la zona, destacando el aporte habido en el periodo 2006-2008, momento a partir del cual la deposición de este soluto se estabiliza en torno a valores de 15-20 kg/ha. Cabe destacar la disminución de este soluto a lo largo del último año evaluado, en que se alcanzan unos de los valores más bajos de la serie histórica. 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**, elemento también de carácter terrígeno, 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., con una ligera disminución a lo largo del último año, aunque cabe recordar que el depósito de 2014 corresponde a un año incompleto.

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 y como en solutos anteriores, con una ligera disminución en el último año. Al igual que en el caso anterior, los aportes bajo cubierta han sido superiores a los habidos a cielo abierto.

El **amonio**, ligado a la actividad agrícola y ganadera, y que se mueve también en el entorno de los 3-5 kg/ha experimenta sin embargo un notable incremento en el nivel de depósito durante los dos últimos años, con cierta reducción en el último periodo, alcanzándose el máximo de la serie histórica durante el periodo 2015-2016. Como viene siendo habitual, se han obtenido mayores niveles bajo cubierta arbórea que a campo abierto.

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 y superiores a los de sodio, el segundo gran componente de la sal, 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

trascolución han superado a las habidas a cielo abierto, advirtiéndose de nuevo una ligera reducción con respecto al año anterior.

Las tasas de deposición de **nitratos** son sin embargo notablemente superiores a las habidas en el conjunto de la red, sobre todo por lo que se refiere a la trascolución, destacando los resultados habidos en 2003-2004 y 2011, si bien se reducen ligeramente en el último año; lo que ocurre también, de forma más atenuada, con los **sulfatos** aunque en este caso el nivel general es inferior al de la media de la red de parcelas.

Los mayores aportes han tendido a obtenerse en primavera-verano, posiblemente ligado al patrón de distribución 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.

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 <sub>2</sub>	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 (afección a líquenes)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO <sub>2</sub>	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NH <sub>3</sub>	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. O<sub>3</sub> 1 ppb ~ 1,96  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Año	Parcela				Media Red			
	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NH <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> (ppb)	SO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NH <sub>3</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> (ppb)
2000	2,05	2,23	2,72	44,88	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	<b>2,79</b>	2,11	1,83	49,14	<b>3,01</b>	2,51	2,13	38,48
2002	0,93	<b>0,61</b>	1,84	42,19	0,95	<b>0,75</b>	1,57	32,70
2003	1,06	0,81	<b>4,01</b>	39,49	1,05	1,07	<b>2,87</b>	30,03

Año	Parcela				Media Red			
	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NH <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (ppb)	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	NH <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	O <sub>3</sub> (ppb)
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
2015	1,12	2,74	1,10	30,31	1,32	3,73	1,24	26,27
2016	1,02	2,63	1,22	39,52	1,12	3,37	1,28	28,68
Media	1,33	1,82	1,56	40,21	1,47	2,33	1,50	31,45

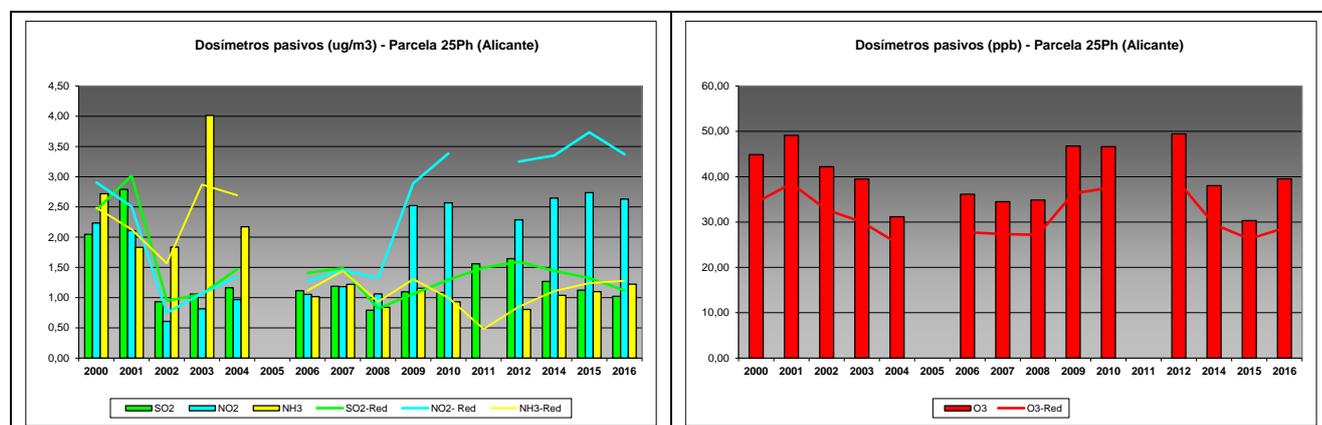


FIG 18: Variación temporal de inmisi3n por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, y como se ha observado ya en otras parcelas, se observa en general una reducci3n del nivel de inmisi3n de amoníaco que se ve reemplazado por el óxido de nitr3geno como el contaminante más abundante en los últimos años, en un ligero pero sostenido crecimiento, así como un cierto descenso de los niveles de dióxido de azufre en el último trienio, en niveles por regla general inferiores a la inmisi3n media de la red, y que salvo por el nivel de protección de líquenes frente a amoníaco, no superan los umbrales de referencia antedichos. Se ha registrado, como en otras parcelas, que a la reducci3n de ozono de los dos años precedentes, la ha seguido un repunte a lo largo del último año de evaluaci3n. Como suele ser habitual en esta parcela, se registran niveles de ozono superiores a la media de la red, influenciada quizá por su posici3n en el levante español, general zona de concentraci3n de este contaminante.

## 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 detecci3n de tendencias temporales y sus patrones geográficos de distribuci3n y con ello contribuir al conocimiento y cuantificaci3n del estado de los bosques en Europa.

Normativamente, la toma de muestra foliar se hace cada dos años, por lo que los datos correspondientes a la campaña 2017-2018 no están aún disponibles.

## 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	19 Ph	Tarragona	14,00	11,67	1,34	0,87	5,58	2,02	5,14	
	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>	<b>10,00</b>	<b>9,28</b>	<b>1,10</b>	<b>0,96</b>	<b>3,44</b>	<b>1,91</b>	<b>5,85</b>	
	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>	Red	9,50	11,29	1,24	1,19	4,68	2,16	6,14	
1997-1998	19 Ph	Tarragona								
	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>								
	41 Ph	Baleares								
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén								
	<i>P.halepensis</i>	Red								
1999-2000	19 Ph	Tarragona	15,00	10,76	1,06	0,81	4,75	2,01	4,90	
	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>	<b>14,00</b>	<b>11,39</b>	<b>1,54</b>	<b>0,82</b>	<b>8,11</b>	<b>2,42</b>	<b>3,14</b>	
	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>	Red	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	
	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>	<b>18,00</b>	<b>10,94</b>	<b>1,43</b>	<b>0,98</b>	<b>4,77</b>	<b>1,94</b>	<b>4,17</b>	
	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>	Red	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	
	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>	<b>16,00</b>	<b>11,19</b>	<b>1,61</b>	<b>0,91</b>	<b>7,74</b>	<b>2,41</b>	<b>3,42</b>	
	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>	Red	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	
	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>	<b>13,00</b>	<b>11,01</b>	<b>1,39</b>	<b>0,97</b>	<b>4,84</b>	<b>1,80</b>	<b>4,31</b>	
	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>	Red	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	
	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>	<b>15,00</b>	<b>11,20</b>	<b>1,48</b>	<b>0,69</b>	<b>5,63</b>	<b>1,57</b>	<b>3,54</b>	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	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>	Red	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>	Red	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>	Red	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>	Red	12,95	9,57	1,24	0,69	7,13	2,03	2,99	53,73
2015-2016	25 Ph	Alicante	15,73	13,25	1,75	0,97	6,97	2,62	3,92	53,04
	54 Ph	Valencia	12,67	14,38	1,44	0,93	5,63	2,10	3,64	54,95
	<i>P.halepensis</i>	Red	14,20	13,81	1,60	0,95	6,30	2,36	3,78	53,99

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 1,126 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.

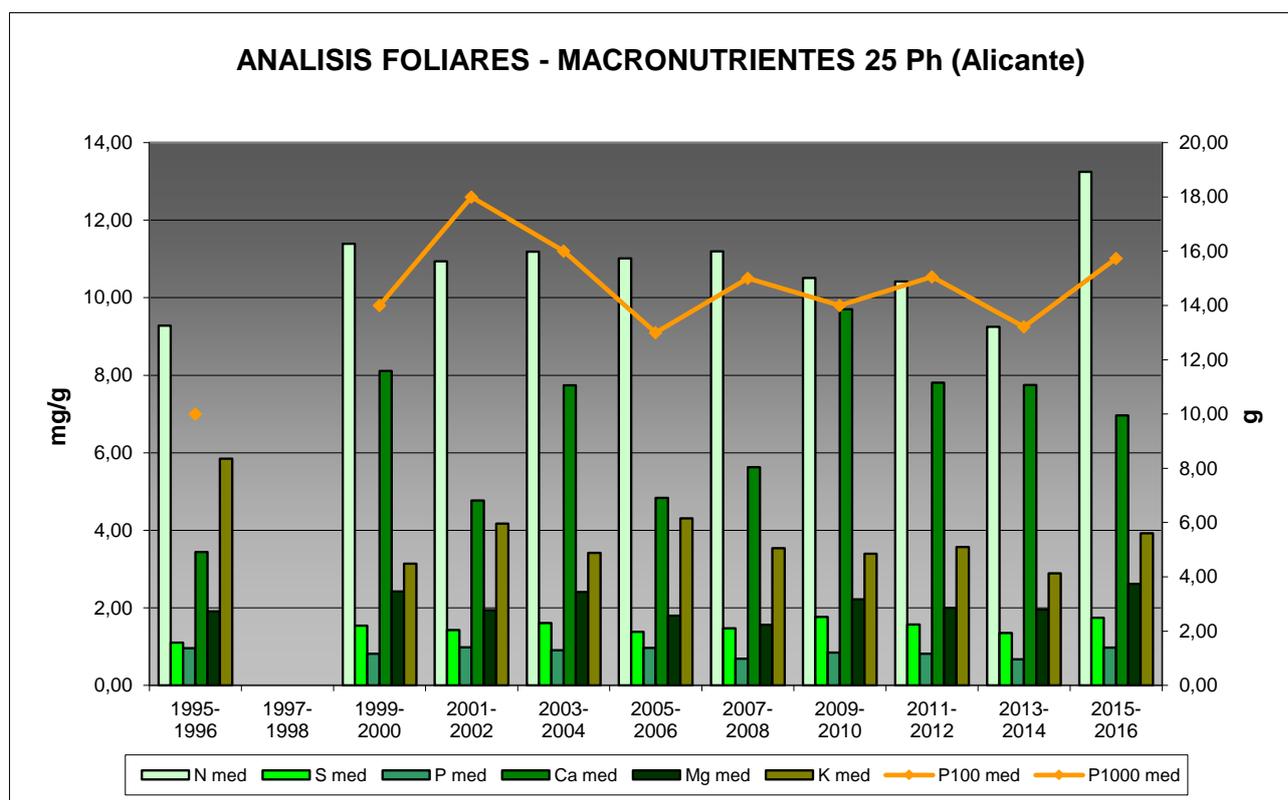
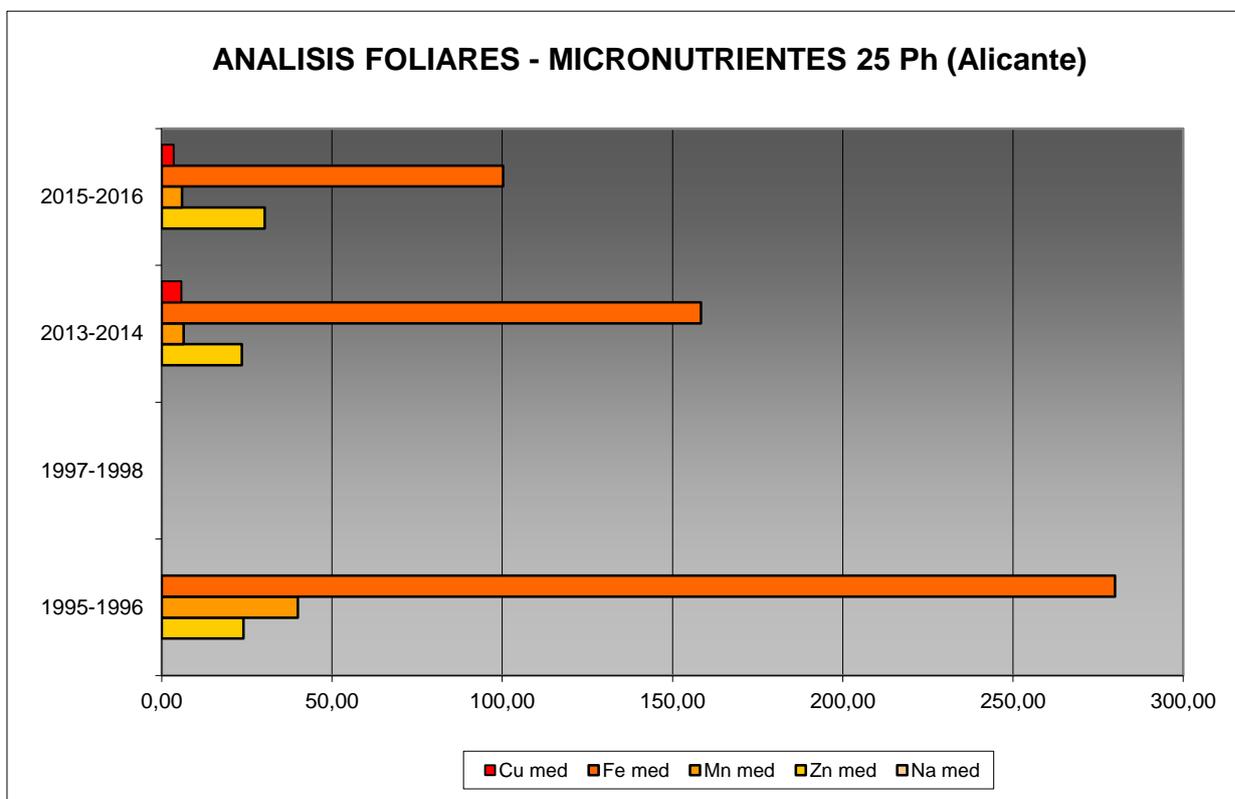


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

## 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	19 Ph	Tarragona		36,00	89,00	236,00	
	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>		<b>24,00</b>	<b>40,00</b>	<b>280,00</b>	
	54 Ph	Valencia		23,00	85,00	497,00	
	208 Ph	Jaén		31,00	32,00	230,00	
	<i>P.halepensis</i>	Red		28,50	61,50	310,75	
1997-1998	19 Ph	Tarragona					
	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>					
	54 Ph	Valencia					
	208 Ph	Jaén					
	<i>P.halepensis</i>	Red					
2013-2014	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>		<b>23,52</b>	<b>6,46</b>	<b>158,37</b>	<b>5,73</b>
	54 Ph	Valencia		14,91	11,26	151,68	2,45
	<i>P.halepensis</i>	Red		20,08	8,38	155,69	4,41
2015-2016	<b>25 Ph</b>	<b>Alicante</b>		<b>30,27</b>	<b>5,94</b>	<b>100,24</b>	<b>3,52</b>
	54 Ph	Valencia		18,60	9,08	116,54	3,32
	<i>P.halepensis</i>	Red		24,43	7,51	108,39	3,42



**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 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) para ascender hasta valores estables hasta 2014 y experimentando un ligero incremento durante la última campaña.

Respecto a los **macronutrientes**; se han obtenido valores bastante homogéneos para el **nitrógeno** en las acículas de la parcela alcanzándose el máximo de la serie durante el último año. El contenido de **azufre** presenta uno de los valores más elevados desde el inicio de estos análisis, en torno a 1,75 mg/g superando notablemente el valor de referencia de la especie, situado en 1,126, y lo que indicaría efectos de acumulación por lluvia ácida en el follaje. **Fósforo, magnesio y potasio** experimentan también incrementos, en algún caso próximos a los máximos de la serie, mientras que el calcio experimenta un ligero descenso. El contenido en **carbono** del follaje se sitúa alrededor del 53%, aunque cabe hacer constar que este parámetro empezó a medirse sólo en la campaña anterior.

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 si podemos confirmar es un descenso en el contenido de cobre, manganeso y hierro, mientras que el contenido en zinc aumenta ligeramente.

### 8. Desfronde.

Con periodicidad mensual se ha recogido el desfronde en la parcela mediante captadores normalizados que recogen la caída correspondiente a 1 m<sup>2</sup> 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 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	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

# 25 Ph (ALICANTE)

RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO  
DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES – RED DE NIVEL II

AÑO 2017

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
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
	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							
2015	Hojas	900	53,82	6,34	1,10	0,28	9,02	1,62	1,36
	Ramillas	151							
	Otras	519	48,41	7,47	1,23	0,73	22,22	1,24	1,36
2016	Hojas	1.013	53,84	6,34	1,26	0,32	9,97	1,88	1,21
	Ramillas	161							
	Otras	490	49,32	5,72	1,16	0,69	10,36	1,14	4,22
Media	Hojas	<b>1.039</b>	<b>53,27</b>	<b>6,34</b>	<b>1,09</b>	<b>0,31</b>	<b>10,04</b>	<b>2,09</b>	<b>1,32</b>
	Ramillas	<b>107</b>	<b>51,56</b>	<b>4,67</b>	<b>0,64</b>	<b>0,28</b>	<b>13,88</b>	<b>2,18</b>	<b>1,27</b>
	Otras	<b>447</b>	<b>49,58</b>	<b>7,21</b>	<b>0,90</b>	<b>0,48</b>	<b>16,42</b>	<b>2,08</b>	<b>1,93</b>

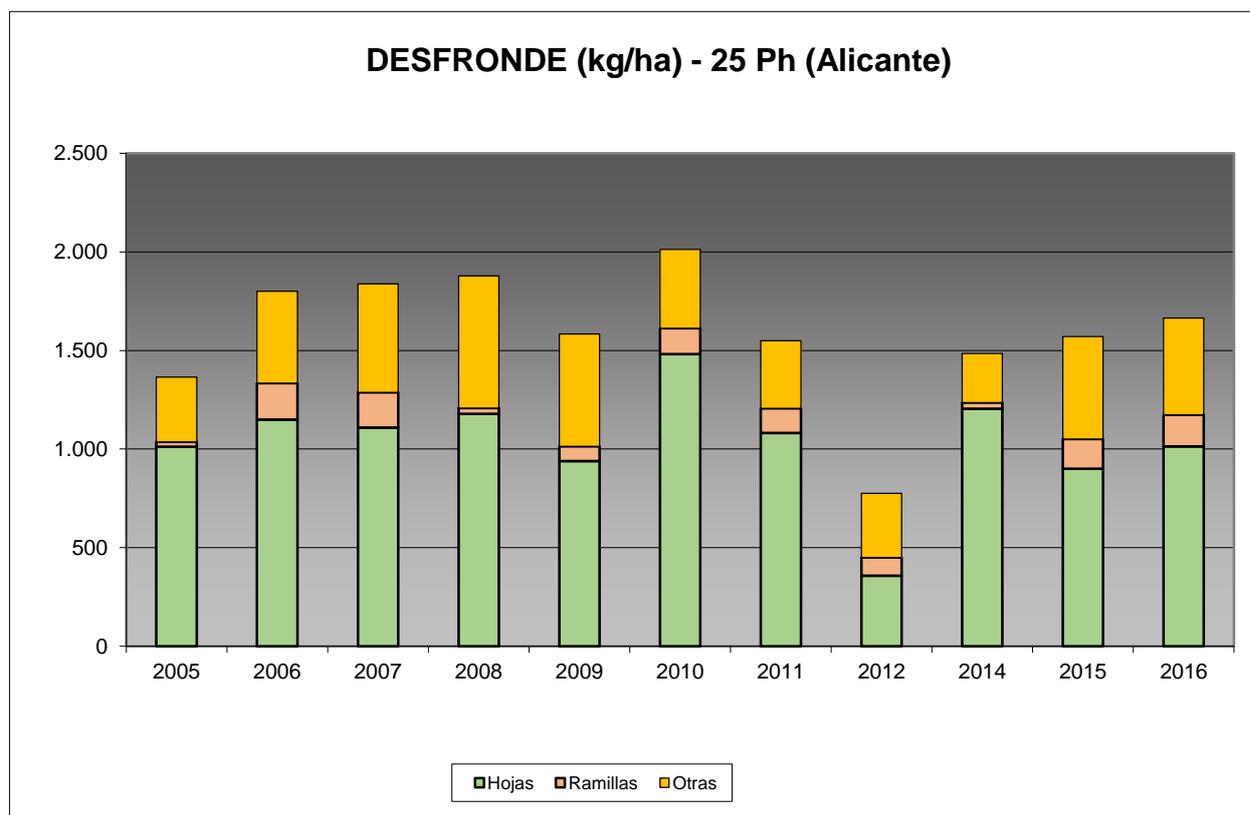


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 1.500 kg/ha con valores comparativamente bajos debido probablemente a la menor productividad forestal de la parcela, muy condicionada por las bajas precipitaciones; la aportación de las ramillas es considerablemente menor si bien se incrementa en el último bienio, 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 CO<sub>2</sub> 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 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. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
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
2015	27/05/15	24/06/15	28	146	1704	29/04/15	27/05/15	28	118	1183
2016	27/04/16	06/07/16	70	117	1195	08/06/16	06/07/16	28	159	1859
<b>Media</b>			<b>65</b>	<b>128</b>	<b>1350</b>			<b>31</b>	<b>110</b>	<b>1007</b>

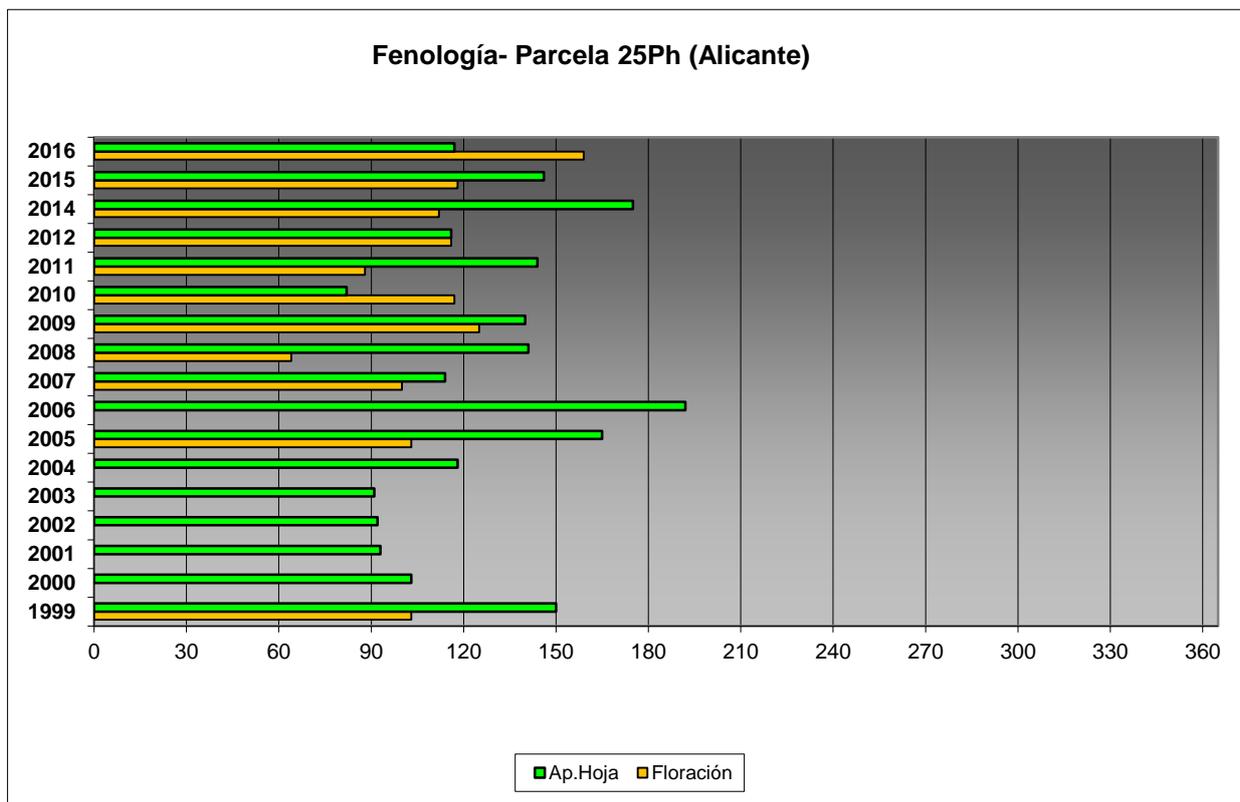


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

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, mientras que en el último año, la floración se ha retrasado hasta finales de mayo, en una de las fechas más tardías desde el inicio de las observaciones.



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 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 (%)
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
2015	0,13	0,53	0,13	0,27
2016	0,13	0,50	0,13	0,42
<b>Media</b>	<b>0,18</b>	<b>0,74</b>	<b>0,18</b>	<b>0,54</b>

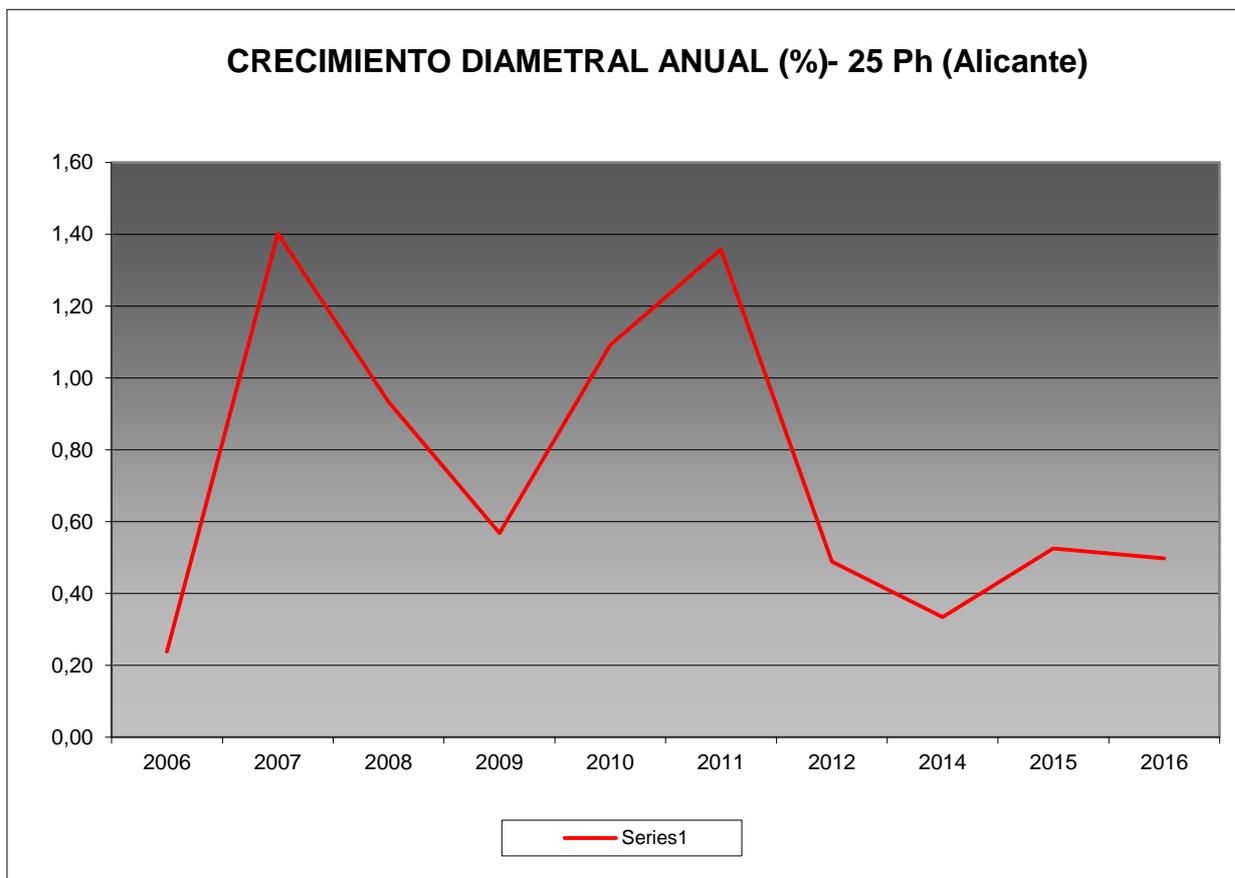


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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, y con un cierto incremento a lo largo del último bienio.

## 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 <sup>2</sup> )	(%)	(m/s)	
1997	352									
1998	242									

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 <sup>2</sup> )	(%)	(m/s)	
1999	300	13,8	32,9	2,6	18,5	10,1	264,6	50,6	2,5	20,5
2000	278	17,1	38,3	-6,9	20,5	4,8	211,2	51,7	2,7	24,2
2001	424	16,4	36,2	-6,8	19,8	6,0	204,9	56,6	2,7	25,0
2002	346	15,8	33,0	0,0	20,1	12,5	196,3	59,3	2,3	22,0
2003	396	15,8	33,0	0,0	20,1	12,5	196,3	59,3	2,3	22,0
2004	392	14,5	36,1	-2,5	18,7	11,1		59,0	2,2	22,0
2005	148	14,2	36,1	-6,5	18,7	10,7		59,6	2,0	23,8
2006	406	14,8	35,1	-3,4	19,0	11,6	188,6	65,2	2,1	26,8
2007	529	14,5	35,8	-0,9	18,6	11,2		67,9	2,1	
2008	389	14,3	34,6	-2,5	18,5	11,0	190,4	70,5	2,1	25,3
2009	531	15,8	36,0	-2,3	20,2	12,3	208,3	68,1	2,3	29,1
2010	493	14,3	39,5	-3,8	18,5	11,0		64,4	2,3	25,0
2011	402	15,1	34,1	-1,6	19,4	11,8	154,2	66,3		
2012	150	14,5	38,5	-5,8	19,0	10,6	185,1	67,3	2,3	14,5
2014	226	15,1	34,6	-4,9	20,5	10,1	136,1	68,1	1,7	22,7
2015	328	15,6	37,3	-1,9	20,0	12,2	155,3	79,5	1,8	25,7
2016	362	14,9	36,4	0,0	19,5	11,2	170,0	83,2	2,1	24,2
Media	352	15,1	35,7	-2,8	19,4	10,6	189,3	64,5	2,2	23,5

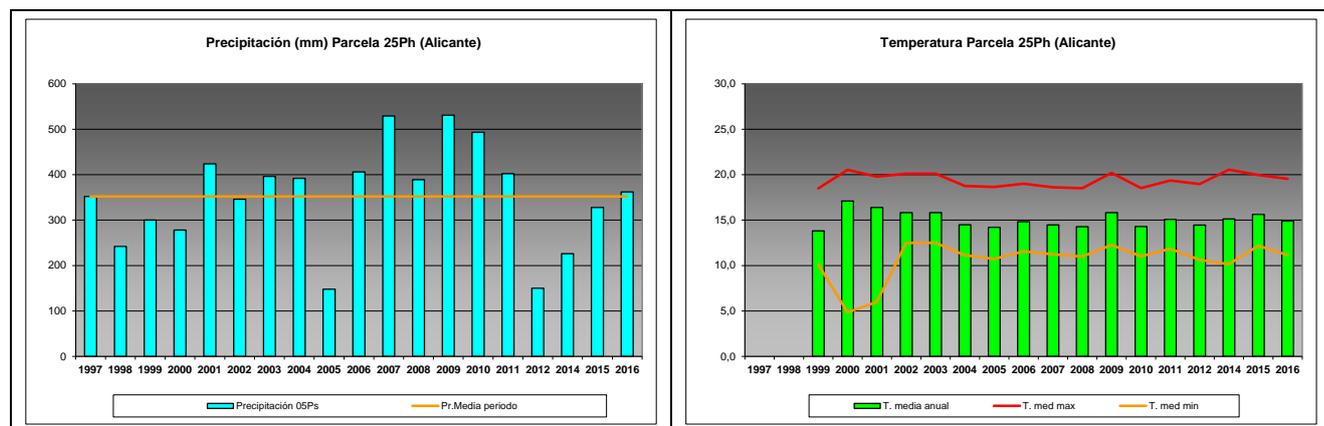


FIG 25: Principales variables meteorológicas.

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. PMA5: 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	PMA5		PPES	NOPREC	
	días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2000	30	0	231,0	12/10 a 16/10	5	49	13/07 a 30/08
2001	27	0	36,7	05/11 a 09/11	1	34	12/06 a 15/07

Año	DT	DH	PMA5		PPES	NOPREC	
	días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2002	15	0	20,0	14/11 a 18/11	3	21	09/06 a 29/06
2003							
2004	25	0	20,2	24/02 a 28/02	0	78	15/06 a 31/08
2005	24	0	21,4	07/11 a 11/01	0	115	01/05 a 23/08
2006	16	0	20,2	18/02 a 22/02	0	82	11/06 a 31/08
2007	15	0					
2008	17	0	69,4	21/10 a 25/10	0		
2009	29	0	41,4	31/01 a 04/02	0	23	12/07 a 03/08
2010	17	0	36,5	27/11 a 01/12	2	31	23/06 a 23/07
2011	25	0	43,8	19/11 a 23/11	0	21	01/07 a 21/07
2012	18	0					
2013							
2014	26	0	56,2	27/11 a 01/12	0	54	24/06 a 16/08
2015	33	0	54,3	01/11 a 05/11	0	18	01/05 a 18/05
2016	26	0	59,3	15/12 a 19/12	0	24	15/07 a 09/08

## 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	Media
S-01	1,35	1,24	2,19	1,59
S-02	1,49	1,16	2,25	1,63
S-03	1,46	1,24	2,14	1,61
S-04	1,30	1,25	1,97	1,51
S-05	1,34	1,37	2,18	1,63
S-06	1,30	1,39	2,12	1,60
S-07	1,58	1,52	2,30	1,80
S-08	1,36	1,62	2,15	1,71
S-09	1,47	1,67	2,47	1,87
S-10	1,46	1,75	2,21	1,81
S-11	1,23	1,75	2,17	1,72
S-12	1,47	2,33	2,43	2,08
S-13	1,52	2,21	2,63	2,12
S-14	1,53	2,44	2,64	2,20

# 25 Ph (ALICANTE)

SITIO	2014	2015	2016	Media
S-15	1,45	2,82	2,81	2,36
S-16	1,39	3,42	2,94	2,58
Media	1,42	1,82	2,35	1,86

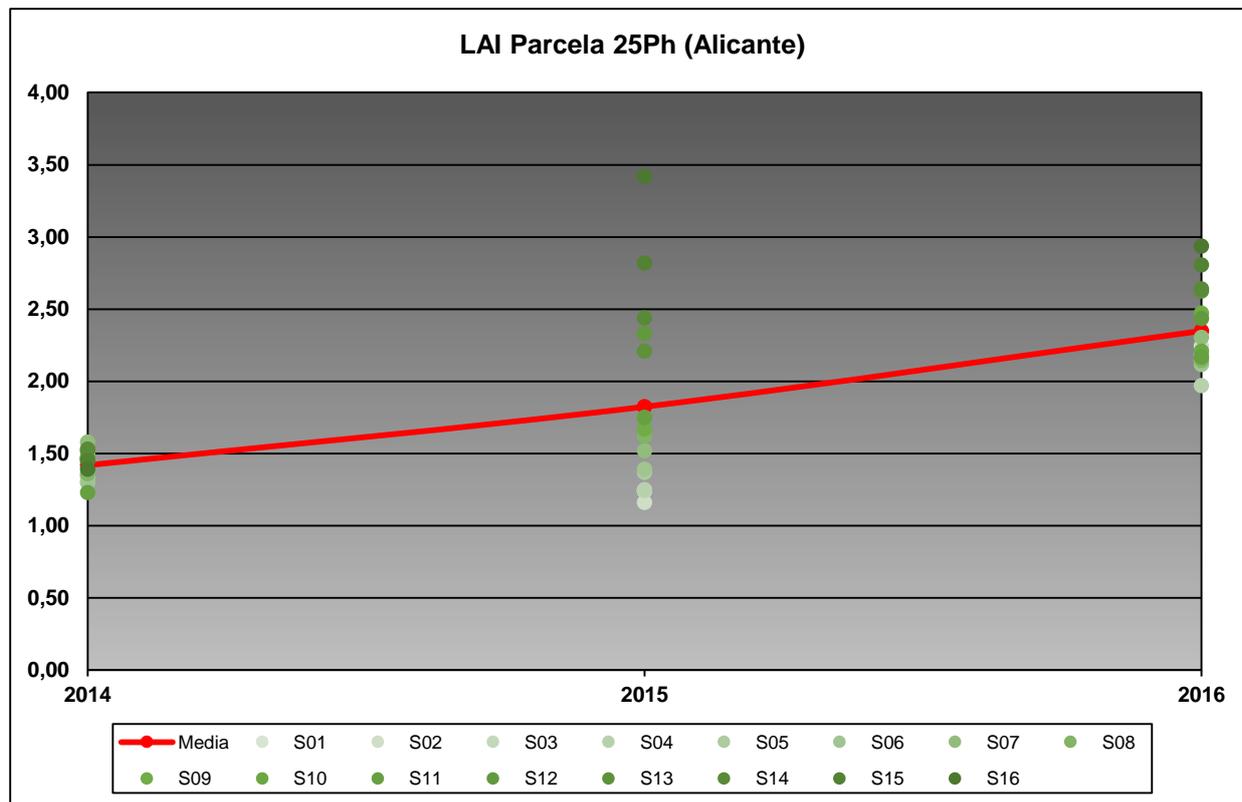


FIG 26: LAI puntos de observación y media de la parcela.

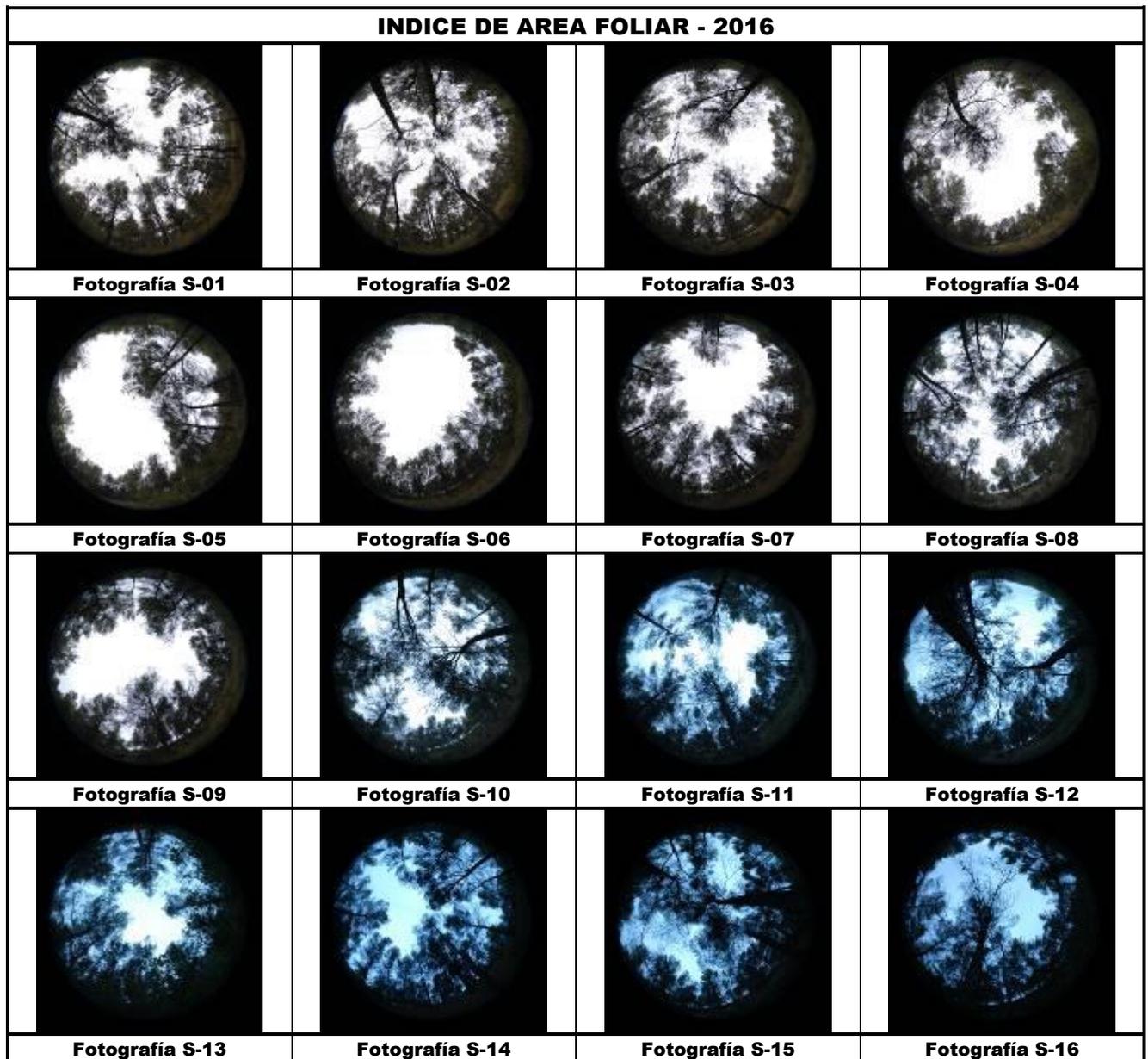


FIG 27: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.