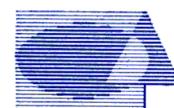




**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES**

**RED DE NIVEL II  
MEMORIA – 2015**

**PARCELA 10 Ppa (HUELVA)**



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

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

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

**20  
15**



## 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 .....	4
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 .....	18
5. Deposición atmosférica .....	20
5.1. pH .....	22
5.2. Conductividad .....	23
5.3. Potasio .....	24
5.4. Calcio .....	25
5.5. Magnesio .....	26
5.6. Sodio .....	27
5.7. Amonio .....	28
5.8. Cloro .....	29
5.9. Nitratos .....	30
5.10. Sulfatos .....	31
5.11. Interpretación de resultados .....	32
6. Calidad del aire. Inmisión .....	33
7. Análisis foliar .....	34
7.1. Macronutrientes .....	34
7.2. Micronutrientes .....	35
7.3. Interpretación de resultados .....	36
8. Desfronde .....	37
9. Fenología .....	38
10. Cintas diamétricas .....	41

## INDICE DE TABLAS

**TABLA 1:** Características de la parcela.

**TABLA 2:** Datos meteorológicos parcela.

**TABLA 3:** Inventario florístico 2007-2009

**TABLA 4:** Características dasométricas

**TABLA 5:** Distribución de agentes dañinos en la parcela

**TABLA 6:** Distribución de síntomas y signos en la parcela

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

**TABLA 8:** Equipos de medición instalados

**TABLA 9:** Parámetros descriptores de la deposición atmosférica

**TABLA 10:** Caracterización pH

**TABLA 11:** Caracterización conductividad

**TABLA 12:** Caracterización potasio

**TABLA 13:** Caracterización calcio

**TABLA 14:** Caracterización magnesio

**TABLA 15:** Caracterización sodio

**TABLA 16:** Caracterización amonio

**TABLA 17:** Caracterización cloro

**TABLA 18:** Caracterización nitratos

**TABLA 19:** Caracterización sulfatos

**TABLA 20:** Inmisión atmosférica

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

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

**TABLA 23:** Resultados medios del análisis de desfronde

**TABLA 24:** Resultados de la evaluación fenológica

**TABLA 25:** Valor medio dendrómetros

## INDICE DE FIGURAS

**FIG 1:** Posición y vistas de la parcela

**FIG 2:** Climodiagrama de la parcela

**FIG 3:** Caracterización dasométrica de la parcela

**FIG 4:** Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media

**FIG 5:** Tipos de defoliación

**FIG 6:** Daños forestales

**FIG 7:** Instrumentación

**FIG 8:** Variación temporal de pH

**FIG 9:** Variación temporal de conductividad

**FIG 10:** Variación temporal de potasio

**FIG 11:** Variación temporal de calcio

**FIG 12:** Variación temporal de magnesio

**FIG 13:** Variación temporal de sodio

**FIG 14:** Variación temporal de amonio

**FIG 15:** Variación temporal de cloro

**FIG 16:** Variación temporal de nitratos

**FIG 17:** Variación temporal de sulfatos

**FIG 18:** Variación temporal de inmisión por dosímetros

**FIG 19:** Evolución de macronutrientes

**FIG 20:** Evolución de micronutrientes

**FIG 21:** Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

**FIG 22:** Fases fenológicas. Inicio de fase

**FIG 23:** Fases fenológicas

**FIG 24:** Crecimiento diametral anual

## 1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus pinea* del Sector Onubense litoral de la Provincia Gaditano-Onubo-Algarviense (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
10 Ppa	<i>Pinus pinea</i>	Huelva	Almonte	18/07/1993	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+37°09'00"	-06°44'00"	168.000	4.118.000	65	0	Plano	Los Bodegones

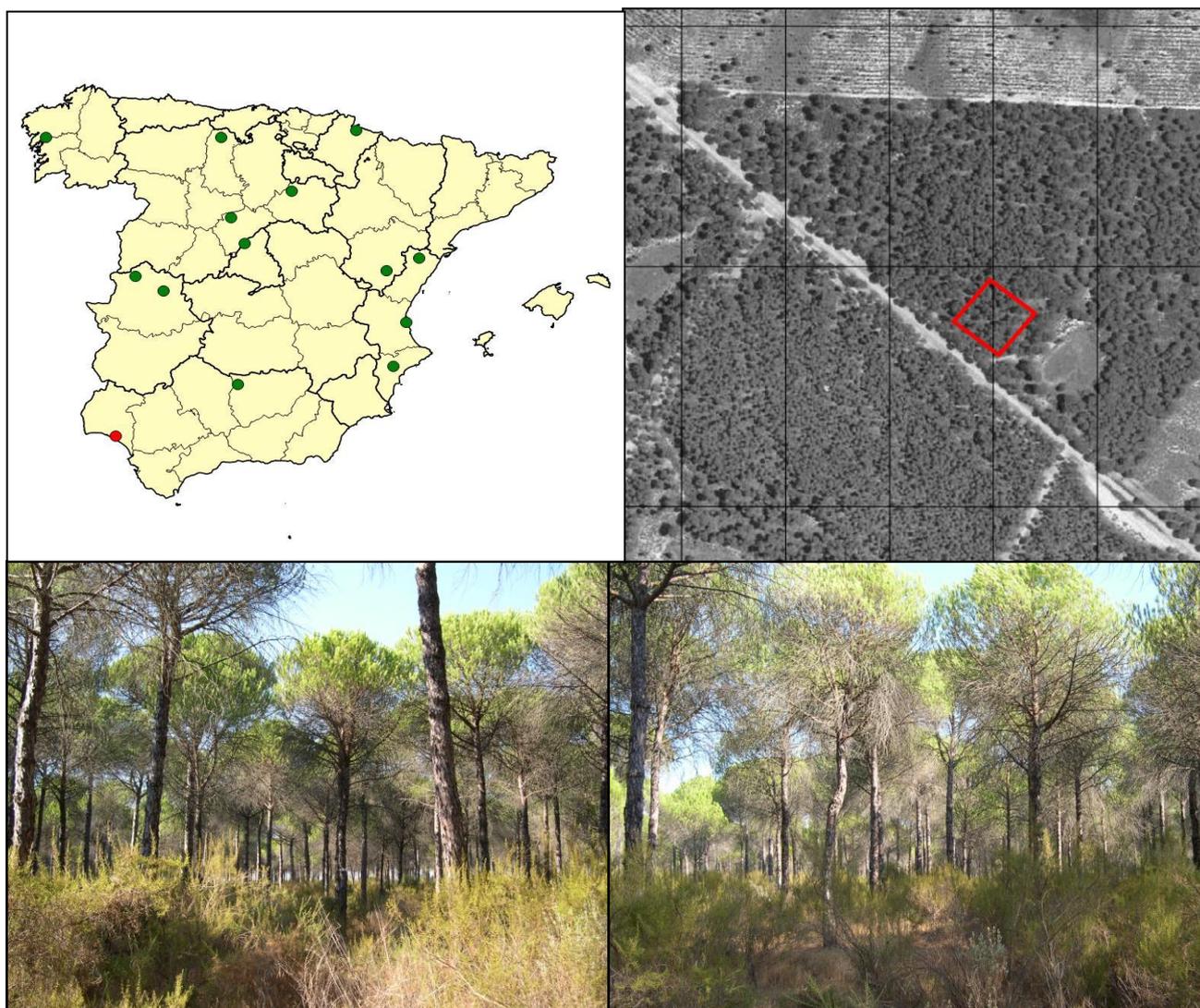


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 10Ppa.

## 2. Caracterización de la parcela.

### 2.1. Climatología.

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

TABLA 2: Datos meteorológicos parcela.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T(°C)	10,5	11,5	13,2	15,9	18,6	21,5	24,8	25,4	22,3	18,3	14	10,8	17,2
P(mm)	93	82	83	55	32	19	1	3	18	68	78	96	627
T. Media Máximas Mes más Cálido								33,3					
5,1	T. Media Mínimas Mes más Frío												

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un IV2 *Mediterráneo Genuino*. De acuerdo a la clasificación en pisos bioclimáticos, la parcela se encuentra en el *Piso Termomediterráneo*.

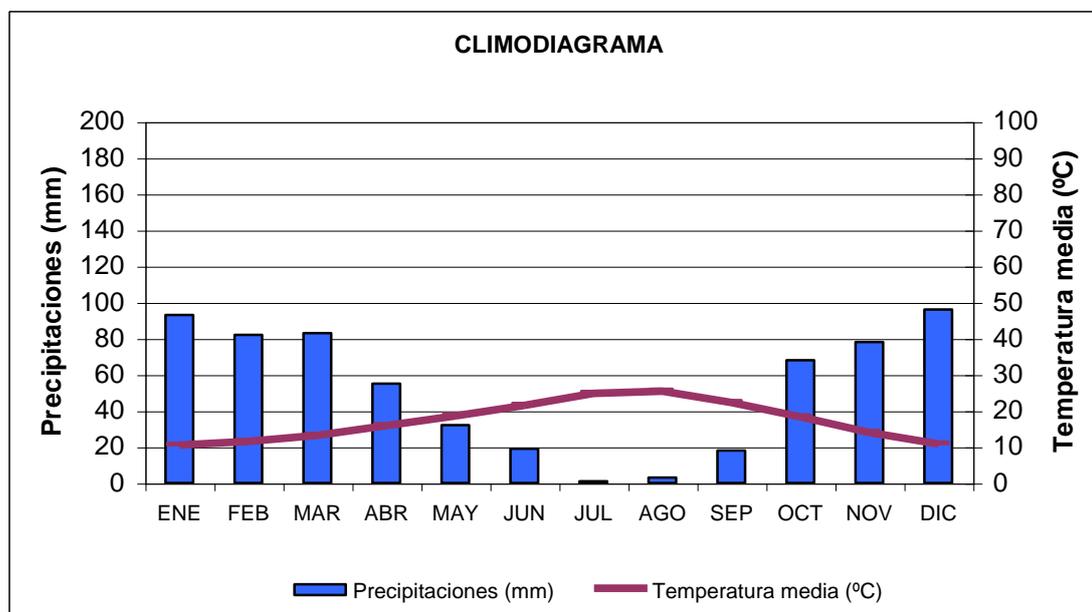


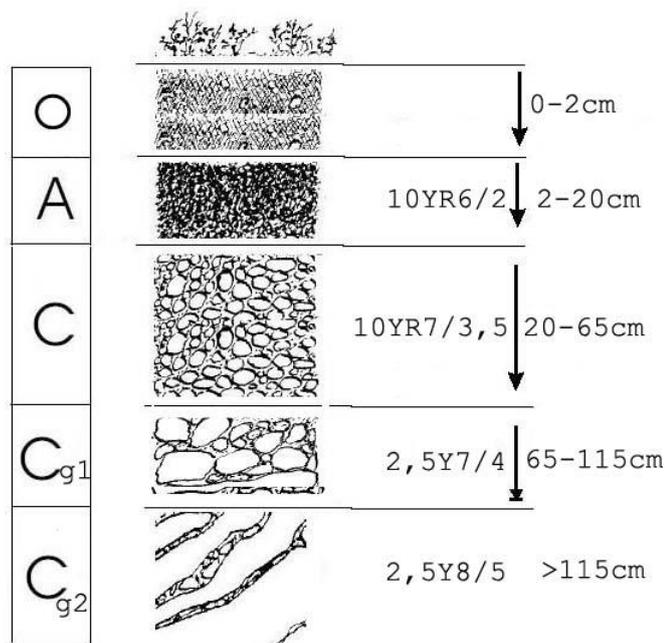
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

### 2.2. Geología y Suelos.

**Litología:** arenas.

**Edafología:** Gleyc Arenosol.

La topografía particularmente llana, la textura arenosa y drenaje moderado son los rasgos más destacados de los suelos de la parcela. Textura arenosa y drenaje moderado son aspectos aparentemente contrapuestos. Ciertamente, la textura arenosa determina una permeabilidad muy rápida, pero el drenaje interno es deficiente. Ello se debe a la existencia de una capa freática cuyo nivel superior se sitúa dentro del metro superficial. La saturación del suelo con agua, al menos temporal, y el consecuente ambiente reductor es la causa de otros dos aspectos importantes en estos suelos: limitación del desarrollo radicular en profundidad y la existencia de abundantes y grandes concreciones de sesquióxidos.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
0	0-2	Capa orgánica, construida por acículas de pino poco descompuestas.
A	0-20	Gris parduzco claro (10 YR 6/2) en seco, pardo amarillento (10 YR 4.5/4) en húmedo; arenoso; estructura grumosa, fina, debil; consistencia suelta en húmedo; frecuentes raíces gruesas; abundantes poros, muy finos; no se aprecia actividad de la fauna; límite gradual y plano.
C	20-65	Pardo muy claro (10 YR 7/3.5) en húmedo; arenoso; estructura poliédrica subangular, mediana, débil; consistencia suelta en húmedo; escasas raíces, gruesas; abundantes poros muy finos; limite difuso y piano.
C <sub>gi</sub>	65-115	Amarillo pálido (2.5 Y 7/4) en húmedo; arenoso; estructura suelta; muy friable en húmedo; abundantes poros muy finos; limite difuso y piano.
C*	115	Amarillo pálido (2.5 Y 8/5) en húmedo; arenoso; sin estructura; muy friable en húmedo; muy poroso; frecuentes (30%) nódulos irregulares grandes (3-10 cm) y con consistencia firme en húmedo.

## 2.3. Vegetación.

**Vegetación actual:** Parcela llana, en arenal subcostero. Bajo una cubierta más o menos densa de pino piñonero hay un matorral bastante uniforme. El suelo arenoso apenas tiene una cobertura de herbáceas, sin embargo se encuentra cubierto casi en su totalidad por pinocha (98 %). En las cercanías de la parcela se ha encontrado *Chamaerops humilis*, *Erica scoparia*, *Cistus crispus*, *Cistus libanotis* y *Phillyrea angustifolia*, no presentes en la misma.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
<b>ESTRATO ARBÓREO</b>	<b>80,00</b>	<i>Iberis ciliata</i> All.	+
<i>Pinus pinea</i> L.	80,00	<i>Kickxia cirrhosa</i> (L.) Fritsch	+
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>	<b>55,50</b>	<i>Lavandula stoechas</i> L.	+
<i>Cytisus grandiflorus</i> DC.	0,30	<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	+
<i>Erica scoparia</i> L.	0,20	<i>Linaria spartea</i> (L.) Willd.	+
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	53,00	<i>Pinus pinea</i> L.	+
<i>Ulex eriocladius</i> C. Vicioso	2,00	<i>Pteroccephalus diandrus</i> (Lag.) Lag.	+
<b>EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO</b>	<b>29,00</b>	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	28,00
<i>Andryala laxiflora</i> DC.	+	<i>Silene scabriflora</i> Brot.	+
<i>Anthoxanthum aristatum</i> Boiss.	+	<i>Stauracanthus genistoides</i> (Brot.) Samp.	+
<i>Asparagus officinalis</i> L.	+	<i>Thapsia</i> sp.	+
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	+	<i>Thymus mastichina</i> L.	+
<i>Briza maxima</i> L.	+	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertner	+
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	+	<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	+
<i>Cytisus grandiflorus</i> DC.	+	<b>ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO</b>	<b>0,50</b>
<i>Elaeoselinum foetidum</i> (L.) Boiss.	+	<i>Cladonia cervicornis</i>	+
<i>Halimium lasianthum</i> (Lam.) Spach	+	<i>Cladonia rangiformis</i>	+

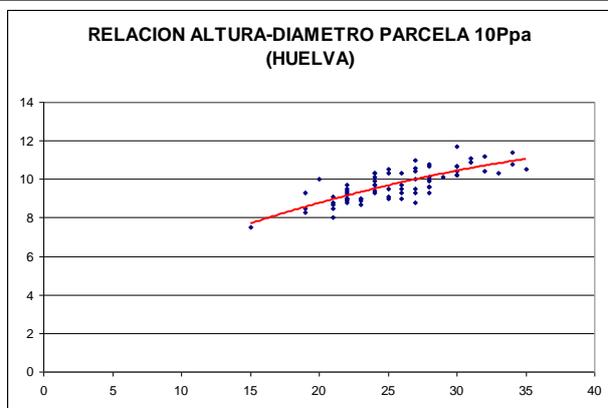
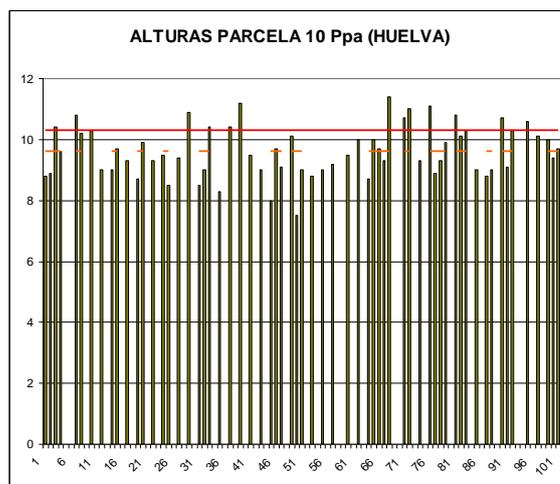
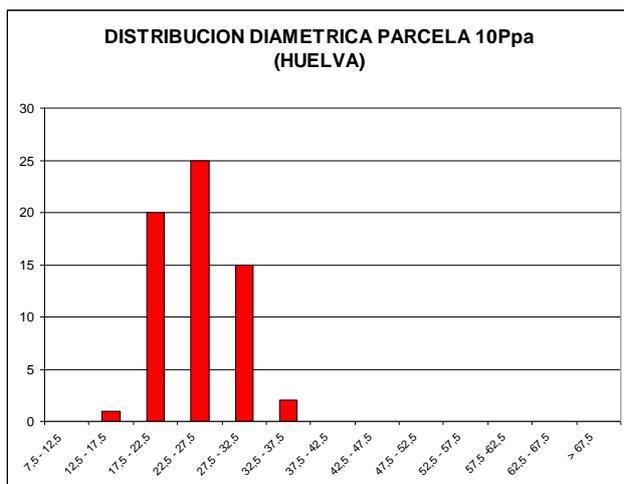
**Vegetación potencial:** La parcela se encuentra en la serie 26b Serie termomediterránea gaditano-onubo-algarviense y marianico-monchiquense subhúmeda silícicola de *Quercus suber* o alcornoque (*Oleo Querceto suberis sigmetum*). Pertenece a la faciación gaditano-onubense sobre arenales con *Halimium halimifolium*.

## 2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de pinar de piñonero en estado de fustal 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	Área 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
10 Ppa	0,2500	63	252	63	0	38	41-60	25,95	13,65	26,26	10,99	11,96	16,58



CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5						
12,5 - 17,5	1	4	8,75	58,33	0,07	0,29
17,5 - 22,5	13	52	9,96	49,82	0,68	2,72
22,5 - 27,5	25	100	10,92	43,68	6,03	24,13
27,5 - 32,5	20	80	11,62	38,72	6,49	25,97
32,5 - 37,5	4	16	12,05	34,43	3,30	13,20
37,5 - 42,5						
42,5 - 47,5						
47,5 - 52,5						
52,5 - 57,5						
57,5 - 62,5						
62,5 - 67,5						
> 67,5						
<b>TOTAL</b>	<b>63</b>	<b>252</b>			<b>16,58</b>	<b>66,31</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 un mal estado fitosanitario, con una defoliación media del 28,81%, dentro por tanto de la escala de daños moderados si bien en sus niveles más bajos, categoría en la que se han calificado más de la mitad de los pies evaluados, en lo que supone un marcado empeoramiento con respecto al año anterior, con un incremento del parámetro algo más de cuatro puntos porcentuales, inferior por tanto al umbral de cinco que supone una variación significativa en términos estadísticos de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales; siendo sin embargo lo más destacado el considerable aumento de la clase de daños moderados, que se triplica con respecto a la revisión anterior, hasta registrar uno de los peores resultados de la serie.

En la evaluación precedente, la mayoría del arbolado se encontraba en el límite entre las clases de daño ligero a moderado, apuntándose a priori como principal factor de debilidad de la masa a la presencia del hongo defoliador *Thyriopsis halepensis* que defolia las metidas más antiguas a lo largo de la primavera. En la presente revisión, las elevadas temperaturas de inicios del verano que se han traducido en defoliaciones prematuras y aborto de ramillos se han superpuesto, rompiendo el equilibrio existente y haciendo bascular los pies calificados con daño ligero el año pasado hacia la escala de daños moderados.

Atendiendo a la serie histórica de datos se advierte un marcado empeoramiento de la masa desde 2013, con un incremento de la defoliación próximo a diez puntos porcentuales, similar a los máximos locales de 1995 y 2001, aunque alejado de los resultados habidos en 2009, cuando se procedió al aclareo de la masa. Cabe destacar en esta parcela las malas condiciones para el desarrollo del arbolado, situado en una zona de escasas precipitaciones y sobre un suelo muy arenoso y con escasa capacidad de retención de agua, matizado por el hecho de encontrarse la capa freática a escasa profundidad.

En línea con el empeoramiento mencionado se ha comportado la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio del estado de vitalidad del arbolado, de forma que en la presente revisión se ha advertido –si bien en grado ligero- sobre más de la mitad de la población muestra, duplicando las tasas habidas en la revisión anterior, muy posiblemente a las altas temperaturas y decoloraciones causadas por *Thyriopsis*.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

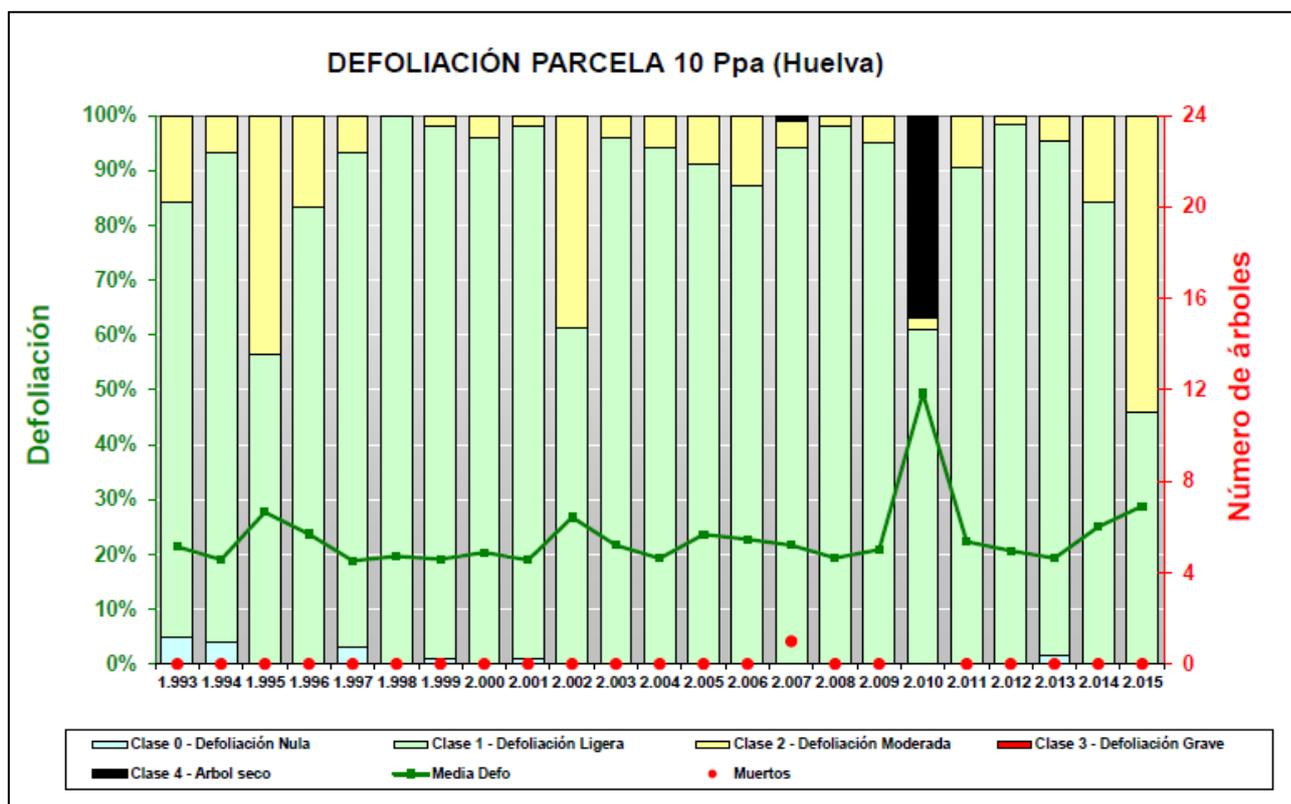


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 10% , 35% y 80%

### 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>ANIMALES</b>												
<b>Aves</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>1,59</b>	<b>25,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-3,81</b>	<b>-0,62</b>	<b>29,00</b>	<b>11,80</b>	<b>3,05</b>	<b>0,81</b>
Tronco	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	29,00	11,80	3,05	0,81
<b>INSECTOS</b>												
<b>Defoliadores</b>	<b>11</b>	<b>1,00</b>	<b>44</b>	<b>17,46</b>	<b>30,00</b>	<b>0,64</b>	<b>1,19</b>	<b>0,02</b>	<b>26,00</b>	<b>10,91</b>	<b>0,05</b>	<b>-0,08</b>
Acíc. del año	3	1,00	12	4,76	31,67	1,00	2,86	0,38	29,67	11,60	3,71	0,61
Acíc. antiguas	7	1,00	28	11,11	29,29	0,43	0,48	-0,19	25,14	10,73	-0,81	-0,26
Acíc. todas edades	1	1,00	4	1,59	30,00	1,00	1,19	0,38	21,00	10,10	-4,95	-0,89
<b>Perforadores</b>	<b>2</b>	<b>1,00</b>	<b>8</b>	<b>3,17</b>	<b>27,50</b>	<b>1,00</b>	<b>-1,31</b>	<b>0,38</b>	<b>28,00</b>	<b>11,55</b>	<b>2,05</b>	<b>0,56</b>
Brotos del año	2	1,00	8	3,17	27,50	1,00	-1,31	0,38	28,00	11,55	2,05	0,56
<b>Chupadores</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>1,59</b>	<b>25,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-3,81</b>	<b>-0,62</b>	<b>29,00</b>	<b>11,00</b>	<b>3,05</b>	<b>0,01</b>
Acíc. todas edades	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	29,00	11,00	3,05	0,01
<b>ENFERMEDADES</b>												
<b>Hongos/Royas acíc</b>	<b>63</b>	<b>2,06</b>	<b>252</b>	<b>100,00</b>	<b>28,81</b>	<b>0,62</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>25,95</b>	<b>10,99</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<i>Thyriopsis halepensis</i>	63	2,06	252	100,00	28,81	0,62	0,00	0,00	25,95	10,99	0,00	0,00
Acíc. antiguas	63	2,06	252	100,00	28,81	0,62	0,00	0,00	25,95	10,99	0,00	0,00
<b>Hongos pudrición</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>1,59</b>	<b>25,00</b>	<b>0,00</b>	<b>-3,81</b>	<b>-0,62</b>	<b>29,00</b>	<b>11,80</b>	<b>3,05</b>	<b>0,81</b>
<i>Fomes pini</i>	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	29,00	11,80	3,05	0,81
Tronco	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	29,00	11,80	3,05	0,81
<b>AG.ABIÓTICOS</b>												

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
<b>Calor</b>	<b>62</b>	<b>1,18</b>	<b>248</b>	<b>98,41</b>	<b>29,92</b>	<b>0,69</b>	<b>1,11</b>	<b>0,07</b>	<b>25,61</b>	<b>10,91</b>	<b>-0,34</b>	<b>-0,07</b>
Acíc. del año	32	1,31	128	50,79	29,38	0,63	0,57	0,01	25,19	10,81	-0,76	-0,17
Brotos del año	29	1,03	116	46,03	30,52	0,76	1,71	0,14	25,90	11,01	-0,06	0,02
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	1,59	30,00	1,00	1,19	0,38	31,00	11,50	5,05	0,51
<b>Viento/Tornado</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>1,59</b>	<b>35,00</b>	<b>1,00</b>	<b>6,19</b>	<b>0,38</b>	<b>28,00</b>	<b>12,40</b>	<b>2,05</b>	<b>1,41</b>
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,59	35,00	1,00	6,19	0,38	28,00	12,40	2,05	1,41
<b>ANTRÓPICOS</b>												
<b>Podas</b>	<b>62</b>	<b>1,02</b>	<b>248</b>	<b>98,41</b>	<b>29,03</b>	<b>0,63</b>	<b>0,22</b>	<b>0,01</b>	<b>25,89</b>	<b>10,97</b>	<b>-0,07</b>	<b>-0,02</b>
Tronco	62	1,02	248	98,41	29,03	0,63	0,22	0,01	25,89	10,97	-0,07	-0,02
<b>OTROS DAÑOS</b>												
<b>Bacterias</b>	<b>3</b>	<b>1,00</b>	<b>12</b>	<b>4,76</b>	<b>28,33</b>	<b>0,67</b>	<b>-0,48</b>	<b>0,05</b>	<b>27,67</b>	<b>11,60</b>	<b>1,71</b>	<b>0,61</b>
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	3,17	30,00	1,00	1,19	0,38	30,00	12,20	4,05	1,21
Tronco	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	23,00	10,40	-2,95	-0,59
<b>Falta luz</b>	<b>37</b>	<b>1,00</b>	<b>148</b>	<b>58,73</b>	<b>28,11</b>	<b>0,62</b>	<b>-0,70</b>	<b>0,00</b>	<b>26,51</b>	<b>11,13</b>	<b>0,56</b>	<b>0,14</b>
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	3,17	22,50	0,00	-6,31	-0,62	27,00	10,65	1,05	-0,34
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,59	30,00	1,00	1,19	0,38	27,00	10,90	1,05	-0,09
Ramas tam. variable	34	1,00	136	53,97	28,38	0,65	-0,43	0,03	26,47	11,16	0,52	0,18
<b>Inter.físicas</b>	<b>1</b>	<b>1,00</b>	<b>4</b>	<b>1,59</b>	<b>40,00</b>	<b>1,00</b>	<b>11,19</b>	<b>0,38</b>	<b>22,00</b>	<b>10,00</b>	<b>-3,95</b>	<b>-0,99</b>
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	1,59	40,00	1,00	11,19	0,38	22,00	10,00	-3,95	-0,99
<b>AG.DESCONOCIDO</b>												
<b>Ag.desconocido</b>	<b>51</b>	<b>1,08</b>	<b>204</b>	<b>80,95</b>	<b>29,31</b>	<b>0,65</b>	<b>0,50</b>	<b>0,03</b>	<b>25,75</b>	<b>10,94</b>	<b>-0,21</b>	<b>-0,05</b>
Acíc. del año	15	1,00	60	23,81	28,67	0,73	-0,14	0,11	27,00	11,31	1,05	0,32
Acíc. todas edades	1	1,00	4	1,59	25,00	1,00	-3,81	0,38	28,00	11,50	2,05	0,51
Ramillos <2 cm	6	1,00	24	9,52	30,83	0,83	2,02	0,21	24,00	10,42	-1,95	-0,57
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	3,17	27,50	0,50	-1,31	-0,12	29,50	11,50	3,55	0,51
Ramas tam. variable	12	1,08	48	19,05	29,17	0,42	0,36	-0,20	23,08	10,43	-2,87	-0,56
Yemas	6	1,00	24	9,52	28,33	0,50	-0,48	-0,12	28,00	11,30	2,05	0,31
Tronco en copa	3	1,00	12	4,76	30,00	0,67	1,19	0,05	21,33	10,00	-4,62	-0,99
Tronco	5	1,20	20	7,94	31,00	0,80	2,19	0,18	28,40	11,34	2,45	0,35
Cuello raíz	1	3,00	4	1,59	35,00	1,00	6,19	0,38	26,00	11,60	0,05	0,61

En cuanto al conjunto de agentes de daño identificados, destaca en primer lugar una ligera reducción en la actividad de los insectos defoliadores, particularmente **braquiderinos** de quienes se advierten las típicas mordeduras o festoneados en el margen de las acículas más viejas y sin mayor trascendencia fitosanitaria que su relativa expansión, al afectar a algo menos de la quinta parte del arbolado muestra. La actividad de la procesionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa*, de quien se observaban en revisiones anteriores tanto daños como bolsones de refugio de las colonias, aunque siempre sin sobrepasar el grado de ataque 1 (o de asedio), parece continuar en estado latente, aunque la presencia de pupas enterradas en el suelo no permiten descartar posibles afecciones futuras. Se ha registrado también, sin demasiada incidencia, algún brote afectado por insecto **perforador** y la acción aislada de algún **chupador** sin mayor importancia.

En cuanto a la presencia de hongos, se advierten cuerpos de fructificación en unos pocos ramillos, sin mayor trascendencia fitosanitaria, junto con la presencia del hongo defoliador *Thyriopsis halepensis* concentrado en las ramillas más bajas, zona más propicia para la infección desde el suelo, donde la pinocha caída e infectada de años anteriores actúa como reservorio del hongo, infectando al pinar a lo largo de la primavera siguiente, dependiendo el grado de infección básicamente de las condiciones climáticas de aquella. De esta enfermedad se advierten las habituales punteaduras necróticas amarillentas orladas por una

corona de cuerpos de fructificación negruzcos, que acaban por secar las acículas infectadas y hacerlas caer, manifestándose el daño concentrado sobre todo en las ramas más bajas y a finales de la primavera. El agente acaba por defoliar prematuramente la metida de tres años del hospedante y se superpone a los efectos normales de la autopoda por falta de luz y a la pérdida de acículas asociada a la sequía, responsable todo en último extremo de una ramificación baja escasamente poblada, cuando no muerta, muy frecuente en todos los pinares de la zona, que se asientan además sobre suelos muy arenosos, con escasa capacidad de retención de agua. La afección se ha encontrado este año, al igual que el precedente, en la totalidad de la población muestra y constituye el principal factor de desequilibrio de la masa a lo largo del año en curso, si bien el incremento generalizado de la defoliación en el año en curso respondería a factores abióticos superpuestos. Se ve también algún cuerpo de fructificación de *Fomes pini* en uno de los troncos, sin mayor trascendencia fitosanitaria.

Tal como se ha mencionado anteriormente, en la presente revisión son muy patentes los efectos de los agentes abióticos, particularmente un **golpe de calor** producido por las altas temperaturas de mediados del verano, que ha sido uno de los más calurosos del registro histórico, y que se ha manifestado en forma de abortos de brotes del año y microfilia de las acículas que no pueden desarrollarse lo suficiente, y que se suma a los efectos defoliadores, ya mencionados, de *T. halepensis*; agravado el conjunto en una estación caracterizada por un suelo muy arenoso en el que es difícil la retención de agua que pudiera servir para amortiguar los efectos. Cabe destacar que en esta zona y en algún año apenas se han superado los 200 mm de precipitación.

Se advierten también heridas antiguas y ya cicatrizadas debida a las operaciones de saca y arrastre de los pies entresacados en el aclareo de la parcela, sin mayor significación fitosanitaria en el pie afectado, junto con los efectos de una poda antigua que afectó a la práctica totalidad de la masa remanente tras la saca de hace varios años.

Como se ha comentado anteriormente, están muy extendidos los daños por falta de luz en la ramificación inferior de los pies, a la que se superpone la presencia del hongo defoliador *Thyriopsis halepensis*, pese a lo cual el arbolado ha quedado con una densidad correcta, en torno a 240 pies/ha, como pone de manifiesto el mejor estado de la corona superior de las copas. En este sentido cabe apuntar la homogénea distribución del dosel arbóreo, sin que se observen pies dominados situados claramente bajo el nivel medio de la masa. En términos generales se observa mayor vigor del arbolado tras las operaciones de clara de la masa.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se observan algunos **enrollamientos** y **decoloraciones amarillentas** en las acículas del año, **puntisecados** de ramillos y ligeras **resinosis** salpicadas por algunos troncos, aunque en la mayoría de los casos se limita a la presencia de un pequeño grumo, no asociado con chancros o heridas corticales serias, así como algunas **tumoraciones** aisladas que si bien en algún caso resultan muy patentes, no se encuentran asociadas a daños forestales de consideración.

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>50</b>	<b>1,20</b>	<b>200</b>	<b>79,37</b>	<b>29,30</b>	<b>0,68</b>	<b>0,49</b>	<b>0,06</b>	<b>26,00</b>	<b>11,01</b>	<b>0,05</b>	<b>0,02</b>
Comidos/perdidos	3	1,00	12	4,76	31,67	1,00	2,86	0,38	29,67	11,60	3,71	0,61
Agujeros/Parc. comidas	3	1,00	12	4,76	31,67	1,00	2,86	0,38	29,67	11,60	3,71	0,61
Dec. Verde-amarillo	8	1,00	32	12,70	30,00	0,88	1,19	0,26	27,25	11,45	1,30	0,46
Parcial	8	1,00	32	12,70	30,00	0,88	1,19	0,26	27,25	11,45	1,30	0,46
Microfilia	32	1,31	128	50,79	29,38	0,63	0,57	0,01	25,19	10,81	-0,76	-0,17
Deformaciones	7	1,00	28	11,11	27,14	0,57	-1,67	-0,05	26,71	11,14	0,76	0,16
Enrolladas	7	1,00	28	11,11	27,14	0,57	-1,67	-0,05	26,71	11,14	0,76	0,16
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>70</b>	<b>1,96</b>	<b>280</b>	<b>100,00</b>	<b>28,86</b>	<b>0,60</b>	<b>0,05</b>	<b>-0,02</b>	<b>25,87</b>	<b>10,96</b>	<b>-0,08</b>	<b>-0,03</b>
Comidos/perdidos	70	1,96	280	100,00	28,86	0,60	0,05	-0,02	25,87	10,96	-0,08	-0,03
Agujeros/Parc. comidas	7	1,00	28	11,11	29,29	0,43	0,48	-0,19	25,14	10,73	-0,81	-0,26
Caída prematura	63	2,06	252	100,00	28,81	0,62	0,00	0,00	25,95	10,99	0,00	0,00
<b>Acíc. todas edades</b>	<b>3</b>	<b>1,00</b>	<b>12</b>	<b>4,76</b>	<b>26,67</b>	<b>0,67</b>	<b>-2,14</b>	<b>0,05</b>	<b>26,00</b>	<b>10,87</b>	<b>0,05</b>	<b>-0,12</b>
Comidos/perdidos	1	1,00	4	1,59	30,00	1,00	1,19	0,38	21,00	10,10	-4,95	-0,89
Agujeros/Parc. comidas	1	1,00	4	1,59	30,00	1,00	1,19	0,38	21,00	10,10	-4,95	-0,89
Dec. Verde-amarillo	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	29,00	11,00	3,05	0,01
Punteado	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	29,00	11,00	3,05	0,01
Dec. Rojo-marrón	1	1,00	4	1,59	25,00	1,00	-3,81	0,38	28,00	11,50	2,05	0,51
Completa	1	1,00	4	1,59	25,00	1,00	-3,81	0,38	28,00	11,50	2,05	0,51
<b>RAMAS/BROTOS</b>												
<b>Brotos del año</b>	<b>31</b>	<b>1,03</b>	<b>124</b>	<b>49,21</b>	<b>30,32</b>	<b>0,77</b>	<b>1,51</b>	<b>0,15</b>	<b>26,03</b>	<b>11,04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,05</b>
Muerto/moribundo	3	1,00	12	4,76	28,33	1,00	-0,48	0,38	26,33	11,33	0,38	0,35
Aborto	28	1,04	112	44,44	30,54	0,75	1,73	0,13	26,00	11,01	0,05	0,02
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>12</b>	<b>1,00</b>	<b>48</b>	<b>19,05</b>	<b>30,00</b>	<b>0,75</b>	<b>1,19</b>	<b>0,13</b>	<b>25,92</b>	<b>10,81</b>	<b>-0,04</b>	<b>-0,18</b>
Deformaciones	2	1,00	8	3,17	30,00	1,00	1,19	0,38	30,00	12,20	4,05	1,21
Tumores	2	1,00	8	3,17	30,00	1,00	1,19	0,38	30,00	12,20	4,05	1,21
Rotura	1	1,00	4	1,59	40,00	1,00	11,19	0,38	22,00	10,00	-3,95	-0,99
Muerto/moribundo	9	1,00	36	14,29	28,89	0,67	0,08	0,05	25,44	10,59	-0,51	-0,40
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>4</b>	<b>1,00</b>	<b>16</b>	<b>6,35</b>	<b>30,00</b>	<b>0,75</b>	<b>1,19</b>	<b>0,13</b>	<b>28,50</b>	<b>11,58</b>	<b>2,55</b>	<b>0,59</b>
Rotura	1	1,00	4	1,59	35,00	1,00	6,19	0,38	28,00	12,40	2,05	1,41
Muerto/moribundo	3	1,00	12	4,76	28,33	0,67	-0,48	0,05	28,67	11,30	2,71	0,31
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>46</b>	<b>1,02</b>	<b>184</b>	<b>73,02</b>	<b>28,59</b>	<b>0,59</b>	<b>-0,22</b>	<b>-0,03</b>	<b>25,59</b>	<b>10,97</b>	<b>-0,37</b>	<b>-0,02</b>
Muerto/moribundo	46	1,02	184	73,02	28,59	0,59	-0,22	-0,03	25,59	10,97	-0,37	-0,02
<b>Yemas</b>	<b>6</b>	<b>1,00</b>	<b>24</b>	<b>9,52</b>	<b>28,33</b>	<b>0,50</b>	<b>-0,48</b>	<b>-0,12</b>	<b>28,00</b>	<b>11,30</b>	<b>2,05</b>	<b>0,31</b>
Resinosis	6	1,00	24	9,52	28,33	0,50	-0,48	-0,12	28,00	11,30	2,05	0,31
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>												
<b>Tronco en copa</b>	<b>3</b>	<b>1,00</b>	<b>12</b>	<b>4,76</b>	<b>30,00</b>	<b>0,67</b>	<b>1,19</b>	<b>0,05</b>	<b>21,33</b>	<b>10,00</b>	<b>-4,62</b>	<b>-0,99</b>
Resinosis	3	1,00	12	4,76	30,00	0,67	1,19	0,05	21,33	10,00	-4,62	-0,99
<b>Tronco</b>	<b>70</b>	<b>1,03</b>	<b>280</b>	<b>100,00</b>	<b>29,00</b>	<b>0,61</b>	<b>0,19</b>	<b>-0,01</b>	<b>26,11</b>	<b>11,01</b>	<b>0,16</b>	<b>0,03</b>
Deformaciones	36	1,06	144	57,14	29,31	0,58	0,50	-0,04	25,44	10,85	-0,51	-0,14
Otras deformaciones	35	1,06	140	55,56	29,43	0,60	0,62	-0,02	25,51	10,86	-0,44	-0,12

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Tumores	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	23,00	10,40	-2,95	-0,59
Signos hongos	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	29,00	11,80	3,05	0,81
C.fructificación	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,81	-0,62	29,00	11,80	3,05	0,81
Heridas	29	1,00	116	46,03	28,79	0,66	-0,02	0,04	26,31	11,10	0,36	0,11
Otras heridas	29	1,00	116	46,03	28,79	0,66	-0,02	0,04	26,31	11,10	0,36	0,11
Resinosis	4	1,00	16	6,35	28,75	0,75	-0,06	0,13	30,00	11,68	4,05	0,69
<b>Cuello raíz</b>	<b>1</b>	<b>3,00</b>	<b>4</b>	<b>1,59</b>	<b>35,00</b>	<b>1,00</b>	<b>6,19</b>	<b>0,38</b>	<b>26,00</b>	<b>11,60</b>	<b>0,05</b>	<b>0,61</b>
Deformaciones	1	3,00	4	1,59	35,00	1,00	6,19	0,38	26,00	11,60	0,05	0,61
Otras deformaciones	1	3,00	4	1,59	35,00	1,00	6,19	0,38	26,00	11,60	0,05	0,61

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	Aves		Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Hongos/Royas acíc	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>											
<b>Acíc. del año</b>	<b>50</b>			<b>3</b>	<b>27,27</b>						
Comidos/perdidos	3			3	27,27						
Agujeros/Parc. comidas	3			3	27,27						
Dec. Verde-amarillo	8										
Parcial	8										
Microfilia	32										
Deformaciones	7										
Enrolladas	7										
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>70</b>			<b>7</b>	<b>63,64</b>					<b>63</b>	<b>100,00</b>
Comidos/perdidos	70			7	63,64					63	100,00
Agujeros/Parc. comidas	7			7	63,64						
Caída prematura	63									63	100,00
<b>Acíc. todas edades</b>	<b>3</b>			<b>1</b>	<b>9,09</b>			<b>1</b>	<b>100,00</b>		
Comidos/perdidos	1			1	9,09						
Agujeros/Parc. comidas	1			1	9,09						
Dec. Verde-amarillo	1							1	100,00		
Punteado	1							1	100,00		
Dec. Rojo-marrón	1										
Completa	1										
<b>RAMAS/BROTOS</b>											
<b>Brotos del año</b>	<b>31</b>					<b>2</b>	<b>100,00</b>				
Muerto/moribundo	3					2	100,00				
Aborto	28										
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>12</b>										
Deformaciones	2										
Tumores	2										
Rotura	1										

	N par	Aves		Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Hongos/Royas acíc	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Muerto/moribundo	9										
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>4</b>										
Rotura	1										
Muerto/moribundo	3										
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>46</b>										
Muerto/moribundo	46										
<b>Yemas</b>	<b>6</b>										
Resinosis	6										
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>											
<b>Tronco en copa</b>	<b>3</b>										
Resinosis	3										
<b>Tronco</b>	<b>70</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>								
Deformaciones	36										
Otras deformaciones	35										
Tumores	1										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Heridas	29	1	100,00								
Otras heridas	29	1	100,00								
Resinosis	4										
<b>Cuello raíz</b>	<b>1</b>										
Deformaciones	1										
Otras deformaciones	1										

	N par	Hongos pudrición		Calor		Viento/Tornado		Podas		Bacterias	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>											
<b>Acíc. del año</b>	<b>50</b>			<b>32</b>	<b>51,61</b>						
Comidos/perdidos	3										
Agujeros/Parc. comidas	3										
Dec. Verde-amarillo	8										
Parcial	8										
Microfilia	32			32	51,61						
Deformaciones	7										
Enrolladas	7										
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>70</b>										
Comidos/perdidos	70										
Agujeros/Parc. comidas	7										
Caída prematura	63										
<b>Acíc. todas edades</b>	<b>3</b>										
Comidos/perdidos	1										
Agujeros/Parc. comidas	1										
Dec. Verde-amarillo	1										
Punteado	1										

	N par	Hongos pudrición		Calor		Viento/Tornado		Podas		Bacterias	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Dec. Rojo-marrón	1										
Completa	1										
<b>RAMAS/BROTOS</b>											
<b>Brotos del año</b>	<b>31</b>			<b>29</b>	<b>46,77</b>						
Muerto/moribundo	3			1	1,61						
Aborto	28			28	45,16						
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>12</b>			<b>1</b>	<b>1,61</b>					<b>2</b>	<b>66,67</b>
Deformaciones	2									2	66,67
Tumores	2									2	66,67
Rotura	1										
Muerto/moribundo	9			1	1,61						
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>4</b>					<b>1</b>	<b>100,00</b>				
Rotura	1					1	100,00				
Muerto/moribundo	3										
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>46</b>										
Muerto/moribundo	46										
<b>Yemas</b>	<b>6</b>										
Resinosis	6										
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>											
<b>Tronco en copa</b>	<b>3</b>										
Resinosis	3										
<b>Tronco</b>	<b>70</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>					<b>62</b>	<b>100,00</b>	<b>1</b>	<b>33,33</b>
Deformaciones	36							34	54,84	1	33,33
Otras deformaciones	35							34	54,84		
Tumores	1									1	33,33
Signos hongos	1	1	100,00								
C.fructificación	1	1	100,00								
Heridas	29							28	45,16		
Otras heridas	29							28	45,16		
Resinosis	4										
<b>Cuello raíz</b>	<b>1</b>										
Deformaciones	1										
Otras deformaciones	1										

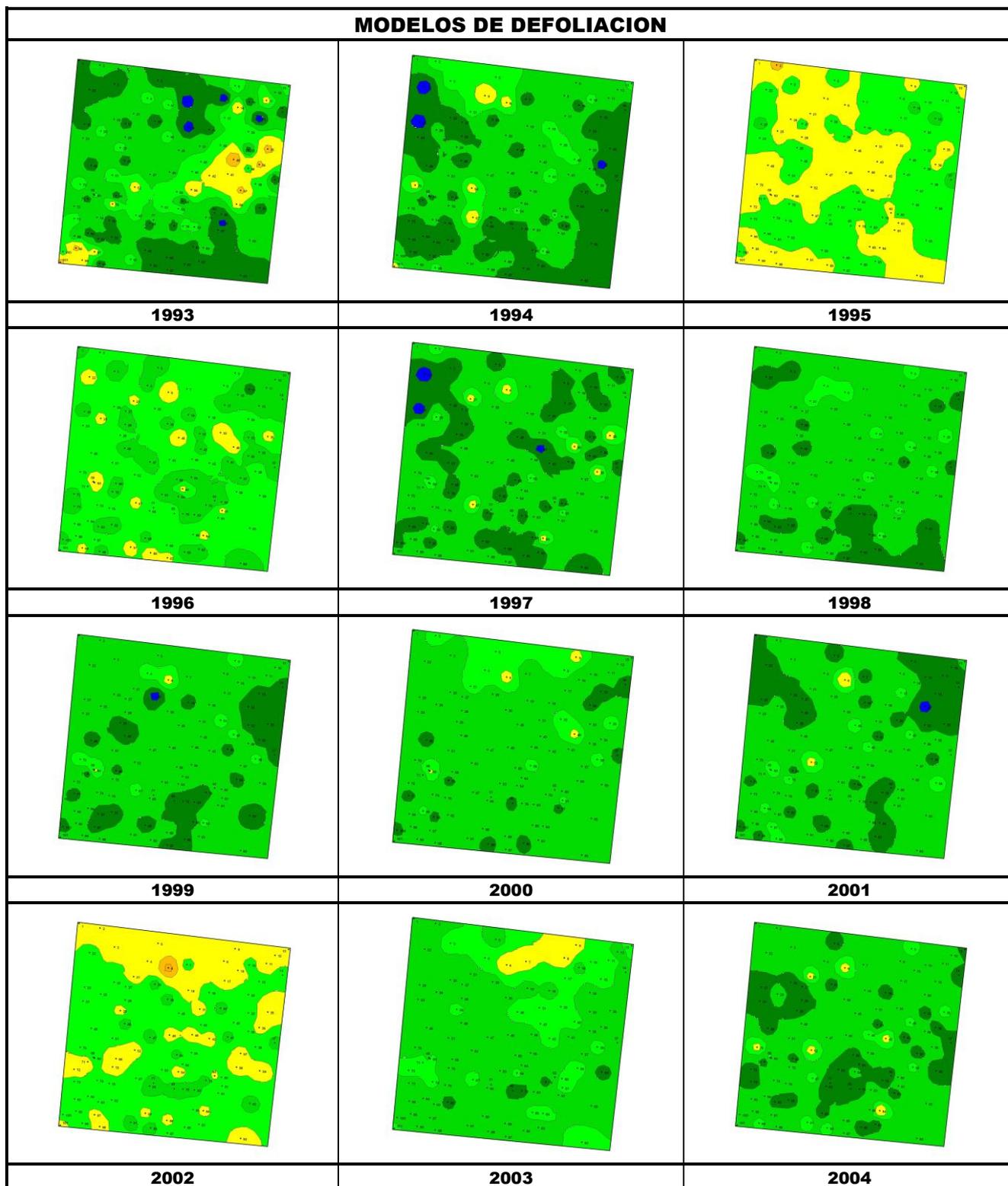
	N par	Falta luz		Inter.físicas		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%
<b>HOJAS/ACÍCULAS</b>							
<b>Acíc. del año</b>	<b>50</b>					<b>15</b>	<b>29,41</b>
Comidos/perdidos	3						
Agujeros/Parc. comidas	3						
Dec. Verde-amarillo	8					8	15,69
Parcial	8					8	15,69
Microfilia	32						
Deformaciones	7					7	13,73
Enrolladas	7					7	13,73

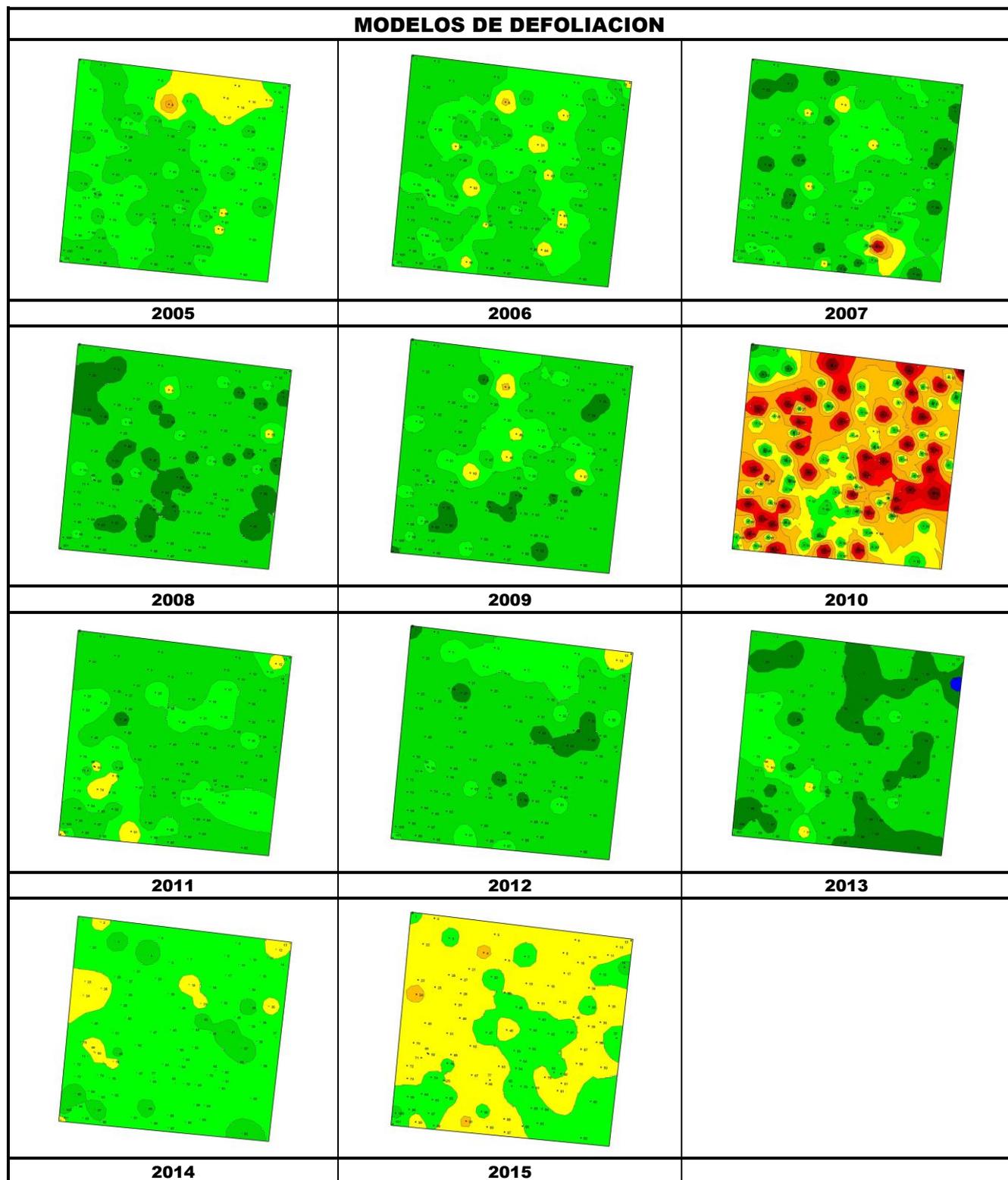
	N par	Falta luz		Inter.físicas		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%
<b>Acíc. antiguas</b>	<b>70</b>						
Comidos/perdidos	70						
Agujeros/Parc. comidas	7						
Caída prematura	63						
<b>Acíc. todas edades</b>	<b>3</b>					<b>1</b>	<b>1,96</b>
Comidos/perdidos	1						
Agujeros/Parc. comidas	1						
Dec. Verde-amarillo	1						
Punteado	1						
Dec. Rojo-marrón	1					1	1,96
Completa	1					1	1,96
<b>RAMAS/BROTOS</b>							
<b>Brotos del año</b>	<b>31</b>						
Muerto/moribundo	3						
Aborto	28						
<b>Ramillos &lt;2 cm</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>5,41</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>6</b>	<b>11,76</b>
Deformaciones	2						
Tumores	2						
Rotura	1			1	100,00		
Muerto/moribundo	9	2	5,41			6	11,76
<b>Ramas 2-10 cm</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2,70</b>			<b>2</b>	<b>3,92</b>
Rotura	1						
Muerto/moribundo	3	1	2,70			2	3,92
<b>Ramas tam. variable</b>	<b>46</b>	<b>34</b>	<b>91,89</b>			<b>12</b>	<b>23,53</b>
Muerto/moribundo	46	34	91,89			12	23,53
<b>Yemas</b>	<b>6</b>					<b>6</b>	<b>11,76</b>
Resinosis	6					6	11,76
<b>TRONCO/C.RAÍZ</b>							
<b>Tronco en copa</b>	<b>3</b>					<b>3</b>	<b>5,88</b>
Resinosis	3					3	5,88
<b>Tronco</b>	<b>70</b>					<b>5</b>	<b>9,80</b>
Deformaciones	36					1	1,96
Otras deformaciones	35					1	1,96
Tumores	1						
Signos hongos	1						
C.fructificación	1						
Heridas	29						
Otras heridas	29						
Resinosis	4					4	7,84
<b>Cuello raíz</b>	<b>1</b>					<b>1</b>	<b>1,96</b>
Deformaciones	1					1	1,96
Otras deformaciones	1					1	1,96



FIG 6: Aborto de brotes. Punteaduras necróticas en acículas viejas por *thyriopsis halepensis*. Tumoración en tronco. Pérdida de acículas antiguas.

## MODELOS DE DEFOLIACION





Los dos principales parámetros para evaluar el estado de salud en masas forestales son la **defoliación** y **decoloración**

**DEFOLIACION:** se entiende por defoliación la pérdida de hojas/acículas que sufre un árbol en la parte de su copa evaluable, es decir, eliminando del proceso de estima la copa muerta (ramas y ramillos claramente muertos) y la parte de la copa con ramas secas por poda natural o competencia.

De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

- ✓ **Arboles sin daño:** defoliación 0-10%
- ✓ **Ligeramente dañados:** defoliación 15-25%
- ✓ **Moderadamente dañados:** defoliación 30-60%
- ✓ **Gravemente dañados:** defoliación 65-95%
- ✓ **Arboles muertos:** defoliación 100%

**DECOLORACION:** se entiende por decoloración, la aparición de coloraciones anormales en la totalidad del follaje o en una parte apreciable del mismo, utilizándose en su evaluación un criterio subjetivo que implica el conocimiento del medio forestal correspondiente por parte del evaluador.

De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de decoloración:

- ✓ **Clase 0:** decoloración nula
- ✓ **Clase 1:** decoloración ligera
- ✓ **Clase 2:** decoloración moderada
- ✓ **Clase 3:** decoloración grave

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

## 4. Instrumentación.

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

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

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Meteorología	Torre meteorológica		1	1997	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		-		
Trascolación	Acumuladores	6		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	-			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2000	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		1999	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		1997	Quincenal/Mensual



FIG 7 : Torre meteorológica. Parcela interior. Acumuladores de deposición. Dialdendro. Data-logger. 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.

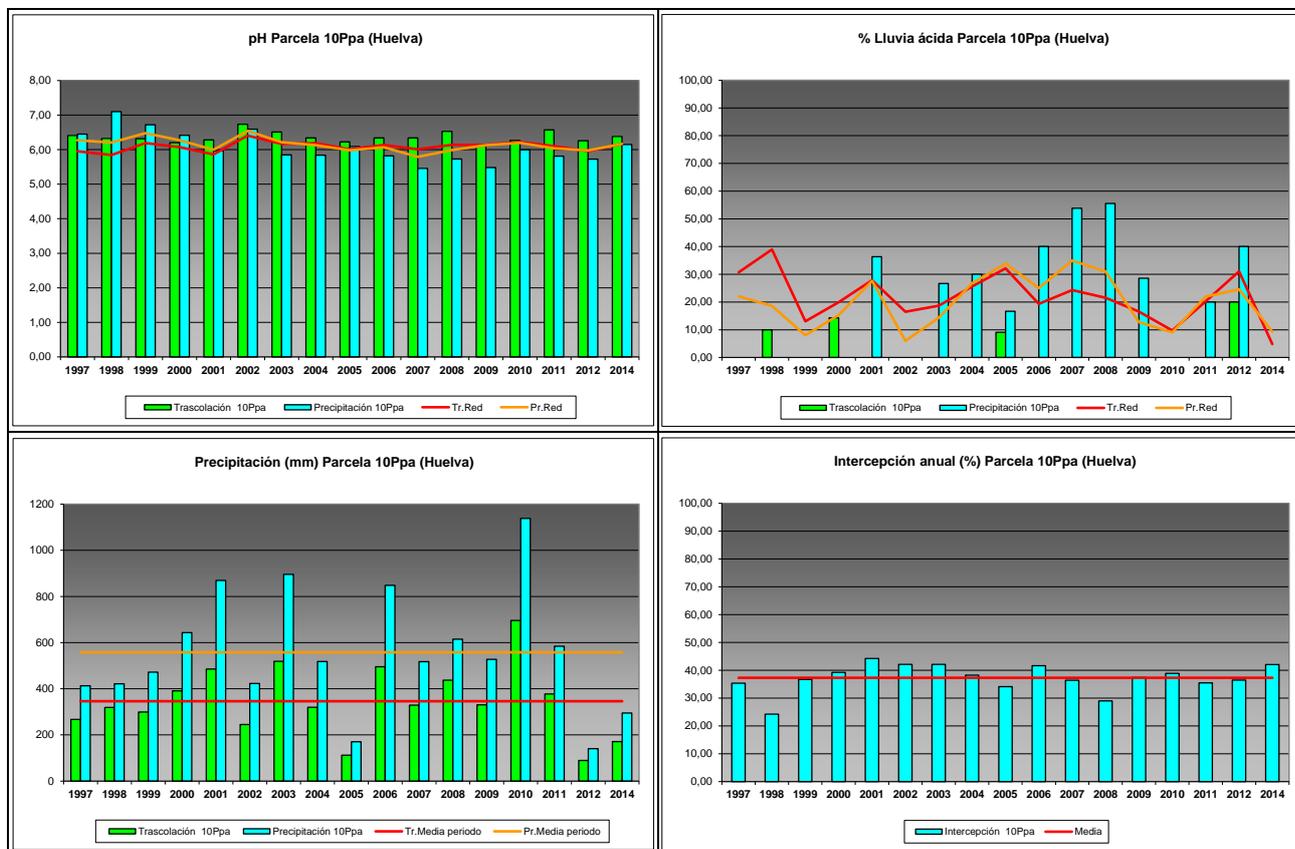
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 10Ppa, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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	6,41	0,00	267	6,45	0,00	413	5,95	6,27
1998	6,33	10,00	319	7,10	0,00	421	5,84	6,21
1999	6,31	0,00	299	6,72	0,00	472	6,19	6,48
2000	6,20	14,29	391	6,42	0,00	643	6,07	6,27
2001	6,28	0,00	485	5,97	36,36	869	5,86	6,00
2002	6,73	0,00	245	6,59	0,00	423	6,41	6,54
2003	6,51	0,00	519	5,85	26,67	896	6,17	6,21
2004	6,34	0,00	320	5,84	30,00	518	6,19	6,13
2005	6,22	9,09	112	6,09	16,67	170	6,01	5,98
2006	6,34	0,00	495	5,82	40,00	848	6,13	6,07
2007	6,34	0,00	329	5,46	53,85	517	6,01	5,79
2008	6,53	0,00	437	5,73	55,56	615	6,14	5,99
2009	6,15	0,00	330	5,48	28,57	527	6,14	6,13
2010	6,26	0,00	696	6,00	0,00	1138	6,22	6,19
2011	6,57	0,00	377	5,81	20,00	584	6,10	6,04
2012	6,26	20,00	90	5,72	40,00	141	5,96	5,98
2014	6,38	0,00	171	6,15	0,00	295	6,17	6,16
Media	6,36	3,14	345,97	6,07	20,45	558,22	6,09	6,14



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

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	31,01		267	23,14		413	25,59	22,11
1998	45,31		319	39,80		421	29,47	22,63
1999	63,18		299	36,57		472	33,24	19,93
2000	67,32		391	42,30		643	35,37	22,07
2001	46,33		485	23,86		869	28,43	16,06
2002	84,50		245	48,39		423	49,05	30,17
2003	48,77		519	25,69		896	46,47	25,27
2004	62,30		320	41,28		518	63,98	37,20
2005	116,34		112	55,64		170	65,86	30,61
2006	55,82		495	33,24		848	61,93	28,83
2007	65,48		329	37,76		517	50,03	28,98
2008	64,24		437	39,63		615	46,84	22,94
2009	61,76		330	35,76		527	49,56	20,18
2010	55,10		696	24,94		1138	44,44	15,09
2011	65,39		377	26,16		584	51,52	19,09
2012	73,76		90	48,29		141	53,38	20,50
2014	37,50		171	33,41		295	28,66	15,29
Media	61,42		345,97	36,23		558,22	44,93	23,35

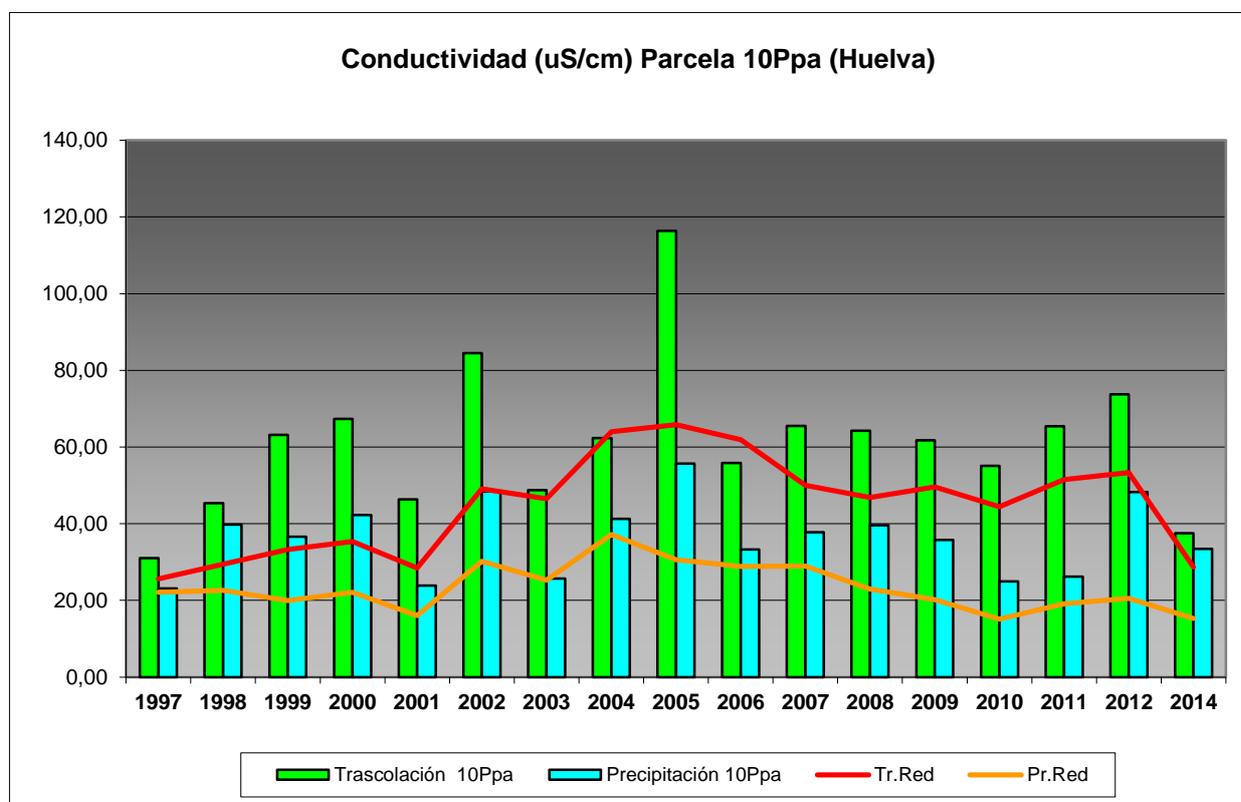


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

## 5.3. Potasio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	2,05	5,44	267	0,72	2,96	413	2,49	7,33	5,18
1998	4,92	15,69	319	2,53	10,65	421	5,04	19,45	13,28
1999	4,55	13,61	299	2,18	10,28	472	3,33	17,99	11,86
2000	5,28	20,63	391	2,26	14,48	643	6,14	22,33	15,28
2001	4,23	20,34	485	1,68	14,34	869	6,01	16,00	9,92
2002	5,01	12,18	245	1,10	4,34	423	7,84	19,36	7,73
2003	3,62	18,79	519	0,24	2,16	896	16,64	12,93	3,83
2004	6,03	11,58	320	0,92	2,96	518	8,63	16,14	4,88
2005	7,95	8,91	112	1,99	3,39	170	5,52	12,47	5,15
2006	4,28	21,14	495	1,25	10,57	848	10,58	19,14	9,86
2007	6,02	19,68	329	1,21	6,20	517	13,48	20,44	7,92
2008	6,34	27,70	437	1,16	7,12	615	20,58	22,97	6,57
2009	4,90	16,12	330	0,76	3,99	527	12,14	18,05	4,28
2010	3,83	26,65	696	0,30	3,40	1138	23,26	21,96	3,59
2011	4,63	17,45	377	1,67	9,74	584	7,71	18,92	5,75
2012	2,58	2,31	90	1,54	2,17	141	0,13	2,99	0,92
2014	4,97	8,51	171	0,48	1,41	295	7,10	12,25	1,58
Media	4,78	15,69	345,97	1,29	6,48	558,22	9,21	16,51	6,92

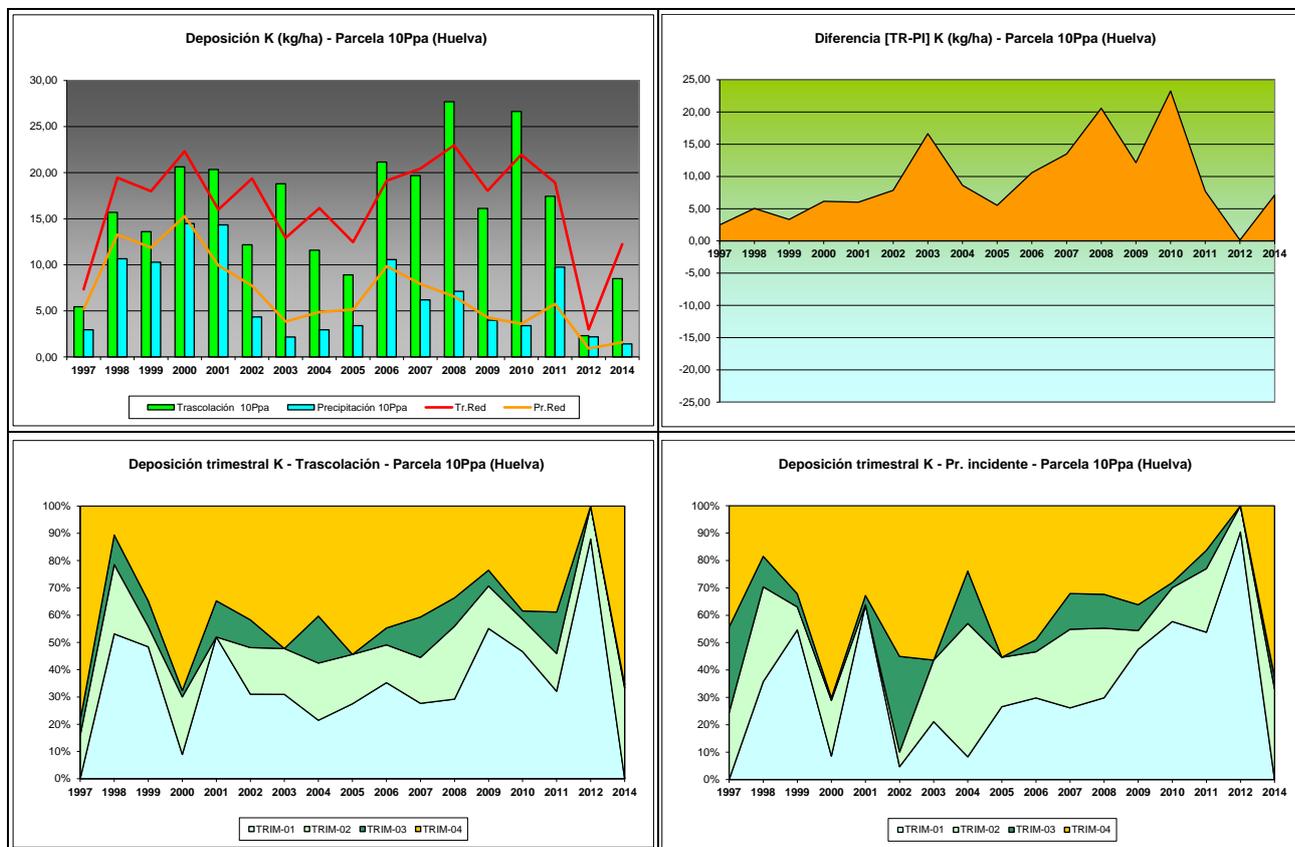


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 5.4. Calcio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,22	3,24	267	0,78	3,22	413	0,02	7,29	5,16
1998	1,32	4,20	319	0,82	3,45	421	0,75	6,91	4,05
1999	2,45	7,32	299	0,88	4,14	472	3,18	10,77	6,68
2000	1,88	7,36	391	0,73	4,68	643	2,68	10,94	7,70
2001	1,29	6,19	485	0,55	4,66	869	1,53	8,58	6,22
2002	2,14	5,24	245	1,06	4,45	423	0,79	12,23	9,40
2003	1,32	2,60	519	1,43	5,29	896	-2,70	23,45	26,64
2004	4,54	8,71	320	4,38	14,03	518	-5,32	18,95	20,04
2005	6,71	7,51	112	4,38	7,44	170	0,08	11,17	9,81
2006	2,44	12,06	495	1,75	14,88	848	-2,81	17,51	16,49
2007	3,20	10,46	329	1,99	10,21	517	0,25	18,16	14,99
2008	3,29	14,38	437	2,91	17,90	615	-3,53	14,94	12,47
2009	2,09	6,87	330	1,19	6,23	527	0,65	10,43	6,81
2010	1,34	9,32	696	0,70	7,98	1138	1,34	11,50	7,59
2011	2,20	8,31	377	1,16	6,75	584	1,56	11,31	6,29
2012	2,01	1,80	90	0,89	1,25	141	0,54	3,22	2,60
2014	1,99	3,40	171	2,05	6,04	295	-2,65	8,87	6,09
Media	2,44	7,00	345,97	1,63	7,21	558,22	-0,21	12,13	9,94

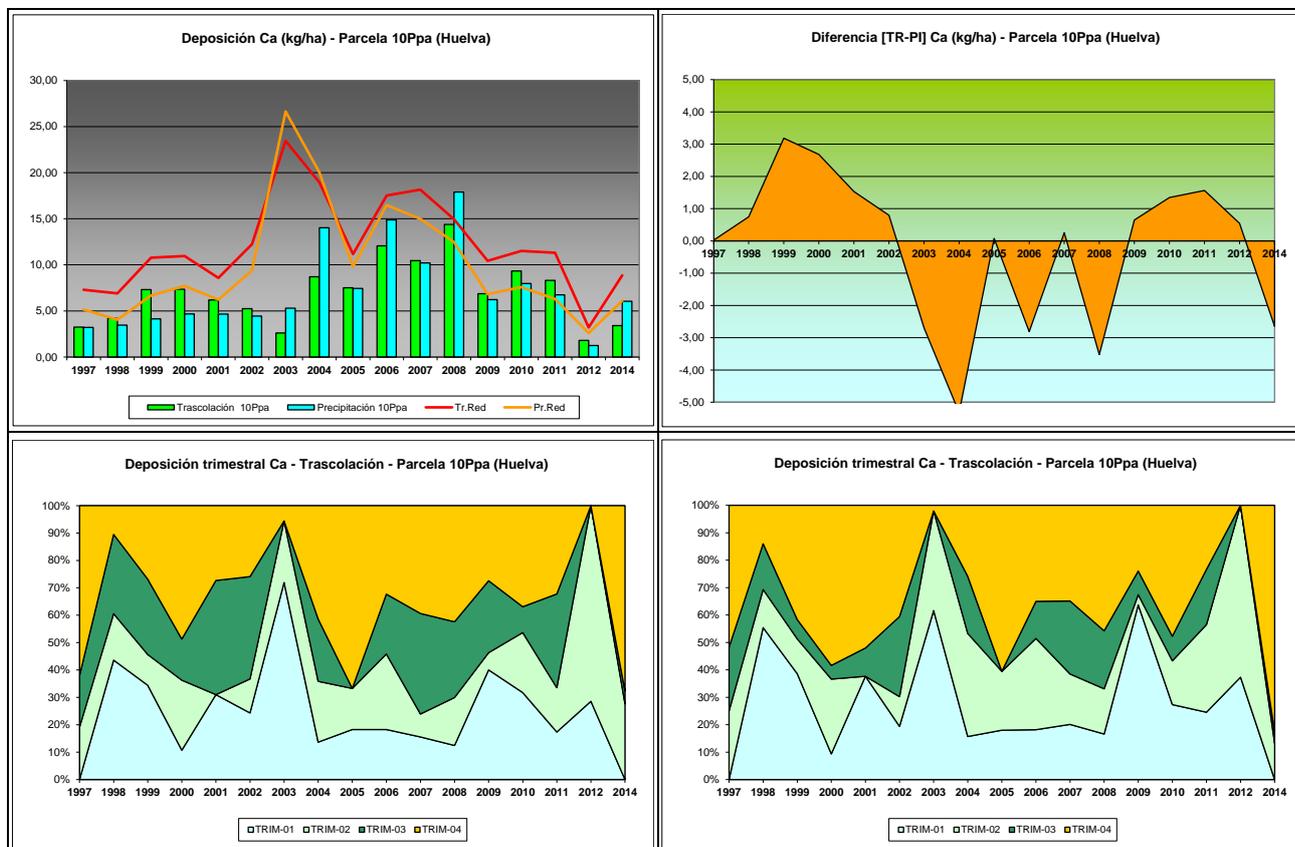
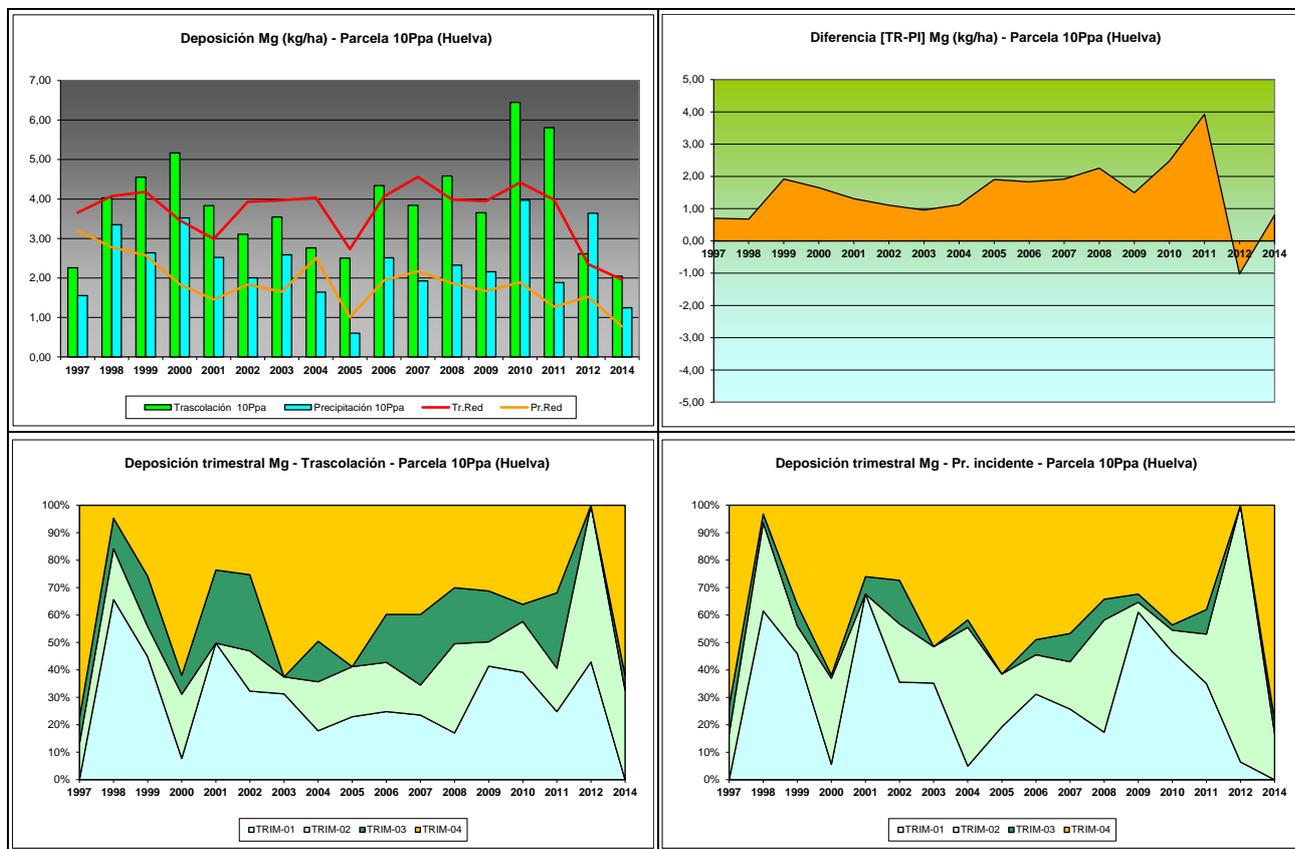


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 5.5. Magnesio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,85	2,26	267	0,38	1,56	413	0,70	3,66	<b>3,20</b>
1998	1,26	4,03	319	0,80	3,35	421	0,68	4,07	2,78
1999	1,52	4,55	299	0,56	2,64	472	1,92	4,18	2,58
2000	1,32	5,17	391	0,55	3,52	643	1,65	3,46	1,84
2001	0,80	3,83	485	0,29	2,52	869	1,31	2,99	1,45
2002	1,27	3,11	245	0,48	2,00	423	1,11	3,93	1,83
2003	<b>0,75</b>	3,54	519	<b>0,29</b>	2,59	896	0,96	3,97	1,65
2004	1,44	2,76	320	0,51	1,64	518	1,12	4,03	2,51
2005	2,23	2,50	112	0,35	<b>0,60</b>	170	1,90	2,73	1,01
2006	0,88	4,34	495	0,30	2,51	848	1,83	4,06	1,94
2007	1,17	3,84	329	0,38	1,93	517	1,91	<b>4,56</b>	2,17
2008	1,05	4,58	437	0,38	2,33	615	2,26	3,99	1,87
2009	1,11	3,65	330	0,41	2,16	527	1,49	3,95	1,67
2010	0,93	<b>6,45</b>	696	0,35	<b>3,97</b>	1138	2,48	4,42	1,89
2011	1,54	5,80	377	0,32	1,88	584	3,92	3,98	1,27
2012	<b>2,92</b>	2,61	90	<b>2,58</b>	3,64	141	-1,03	2,35	1,52
2014	1,20	<b>2,05</b>	171	0,42	1,25	295	0,80	<b>1,96</b>	<b>0,77</b>
Media	<b>1,31</b>	<b>3,83</b>	<b>345,97</b>	<b>0,55</b>	<b>2,36</b>	<b>558,22</b>	<b>1,47</b>	<b>3,66</b>	<b>1,88</b>



**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	3,59	9,55	267	2,28	9,43	413	0,13	6,07	6,65
1998	5,35	17,06	319	4,77	20,09	421	-3,03	11,74	10,50
1999	10,24	30,61	299	4,65	21,94	472	8,67	19,31	13,85
2000	6,27	24,53	391	3,97	25,44	643	-0,91	18,12	13,02
2001	4,09	19,66	485	2,78	23,74	869	-4,08	18,38	12,14
2002	7,21	17,51	245	4,57	18,95	423	-1,44	28,50	18,75
2003	3,86	20,03	519	2,68	23,99	896	-3,96	22,49	12,86
2004	4,84	9,30	320	2,62	8,39	518	0,90	22,85	13,75
2005	5,98	6,70	112	2,64	4,50	170	2,21	14,42	7,16
2006	4,44	21,92	495	2,59	21,92	848	0,00	24,17	16,07
2007	3,68	12,03	329	2,46	12,62	517	-0,59	23,14	14,21
2008	3,87	16,93	437	2,49	15,28	615	1,65	19,63	11,01
2009	4,83	15,88	330	3,40	17,81	527	-1,92	22,09	12,27
2010	5,67	39,46	696	3,00	34,10	1138	5,36	24,37	13,76
2011	6,61	24,93	377	1,37	7,98	584	16,95	20,72	5,97
2012	1,71	1,53	90	0,97	1,37	141	0,16	4,35	2,86
2014	5,09	8,71	171	2,46	7,25	295	1,45	7,06	4,77
Media	5,14	17,43	345,97	2,92	16,16	558,22	1,27	18,08	11,15

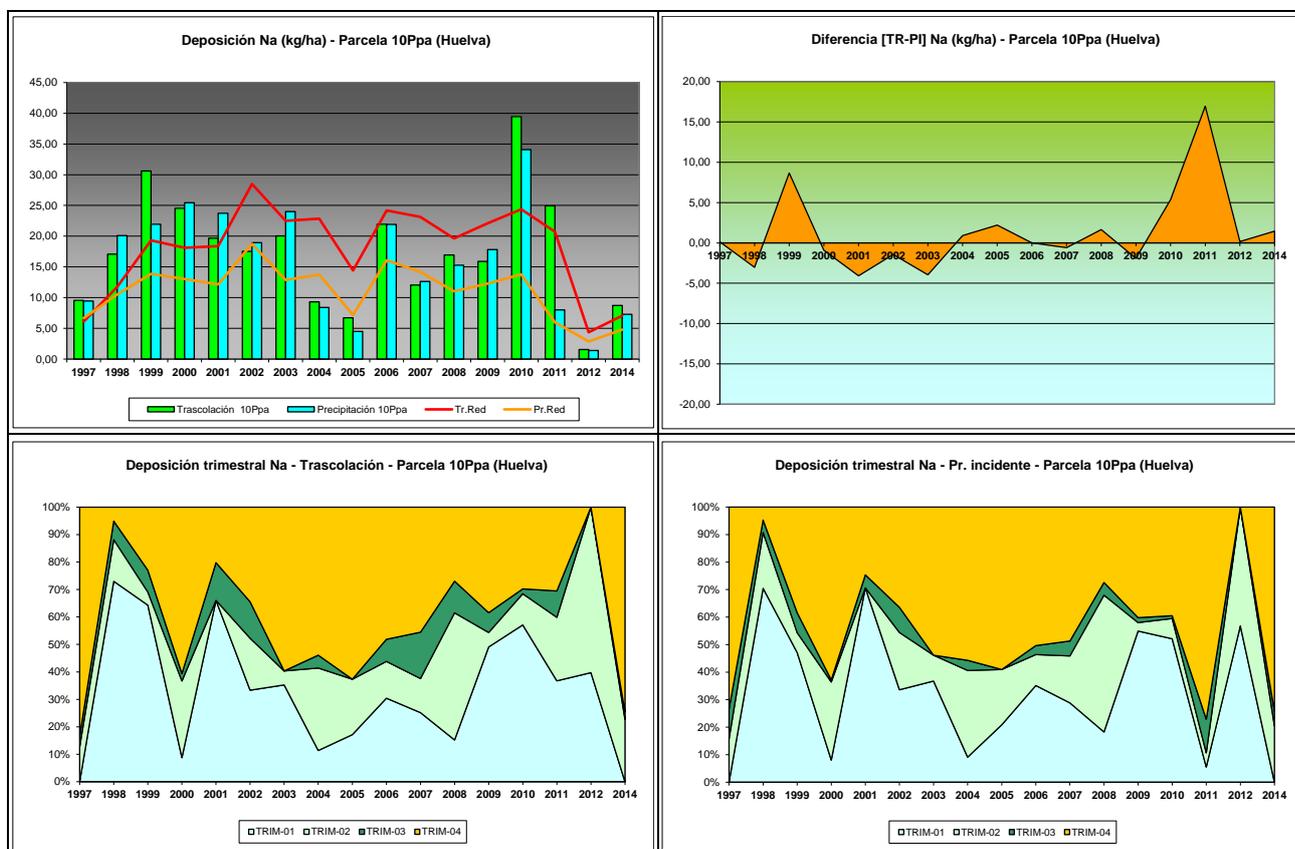


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 5.7. Amonio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,39	1,05	267	1,09	4,50	413	-3,45	1,81	8,19
1998	0,54	1,73	319	2,86	12,02	421	-10,29	2,24	8,36
1999	1,04	3,12	299	0,99	4,65	472	-1,53	2,71	3,66
2000	0,33	1,30	391	1,54	9,20	643	-7,90	2,48	4,26
2001	0,23	1,11	485	0,16	1,11	869	0,00	1,86	1,82
2002	0,90	2,20	245	0,17	0,62	423	1,58	2,43	2,91
2003	0,20	1,02	519	0,25	2,19	896	-1,17	3,06	3,10
2004	0,42	1,16	320	0,84	4,35	518	-3,19	4,12	3,23
2005	0,85	0,95	112	0,48	0,81	170	0,14	2,41	1,80
2006	0,36	1,79	495	0,22	1,71	848	0,08	3,62	3,05
2007	0,49	1,60	329	0,36	1,86	517	-0,27	3,53	3,58
2008	0,31	1,34	437	0,35	1,55	615	-0,21	2,91	2,62
2009	0,32	1,06	330	0,30	1,47	527	-0,41	2,73	1,82
2010	0,21	1,47	696	0,22	2,52	1138	-1,05	3,12	2,09
2011	0,87	3,27	377	0,43	2,54	584	0,73	4,36	3,15
2012	1,17	1,05	90	1,81	2,56	141	-1,51	2,26	2,06
2014	1,17	2,00	171	0,85	2,50	295	-0,50	4,22	3,26
Media	0,58	1,60	345,97	0,76	3,30	558,22	-1,70	2,93	3,47

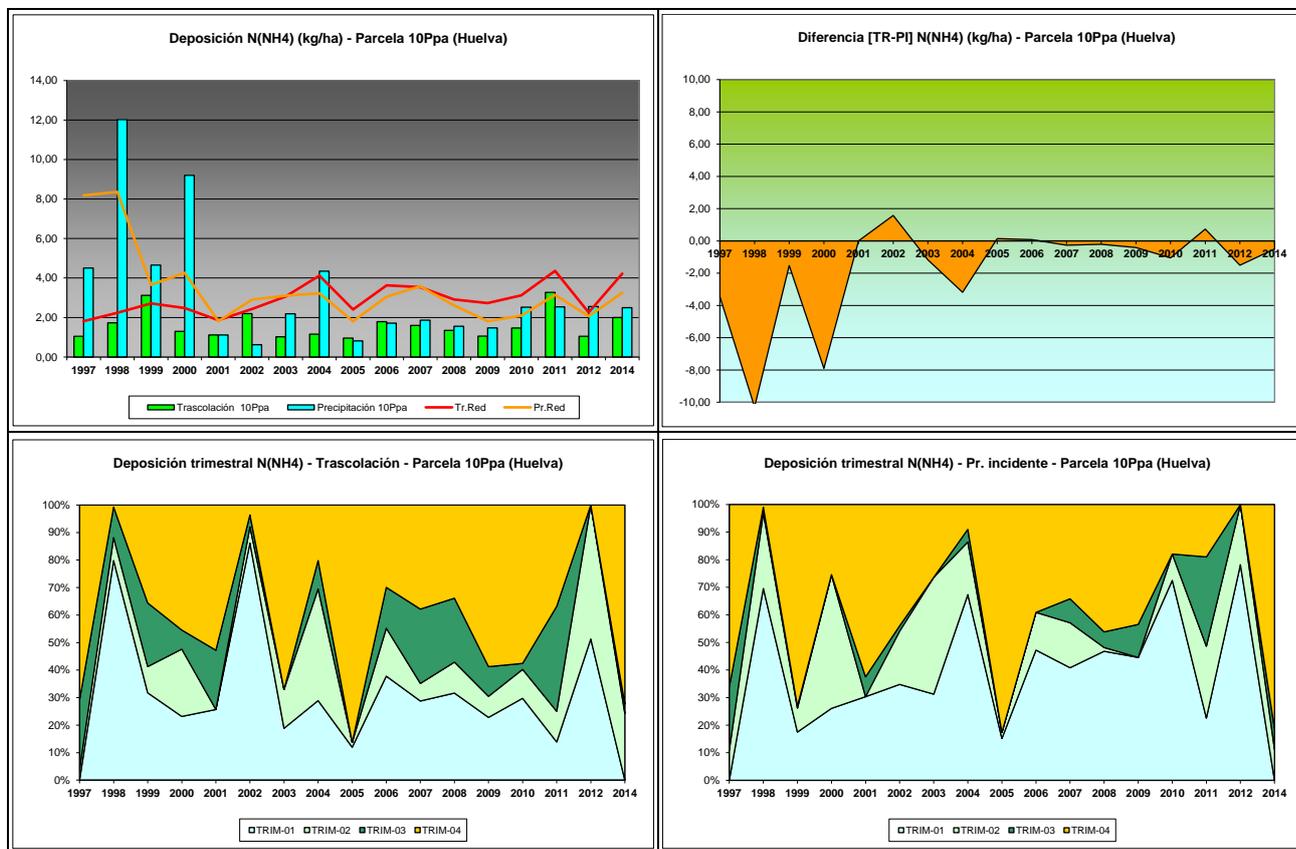


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 5.8. Cloro.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	9,51	25,28	267	4,74	19,56	413	5,72	<b>10,88</b>	<b>10,93</b>
1998	8,99	28,66	319	6,94	29,22	421	-0,56	19,88	16,27
1999	14,04	41,99	299	7,77	36,67	472	5,32	36,56	23,56
2000	12,14	47,46	391	5,66	36,38	643	11,08	28,62	15,70
2001	8,14	39,16	485	4,79	40,93	869	-1,77	32,37	19,20
2002	13,10	32,09	245	7,37	31,16	423	0,93	44,79	24,88
2003	7,71	40,03	519	5,19	46,42	896	-6,39	39,97	31,89
2004	<b>7,67</b>	24,47	320	6,86	35,41	518	-10,94	47,45	37,43
2005	<b>15,69</b>	<b>17,58</b>	112	<b>10,21</b>	<b>17,36</b>	170	0,22	28,61	21,76
2006	8,82	43,46	495	6,28	<b>53,22</b>	848	-9,76	<b>49,90</b>	<b>41,76</b>
2007	8,10	23,10	329	6,09	27,52	517	-4,42	45,78	37,79
2008	10,44	45,60	437	7,93	48,77	615	-3,17	40,90	30,60
2009	11,26	37,04	330	7,58	39,97	527	-2,93	45,08	25,80
2010	9,52	<b>66,25</b>	696	4,48	50,93	1138	15,32	41,17	21,32
2011	7,92	29,60	377	<b>3,78</b>	21,86	584	7,74	29,44	13,12
2012	8,52	7,62	90	2,35	3,31	141	4,31	11,34	5,87
2014	3,43	5,86	171	1,14	3,36	295	2,50	6,22	3,12
Media	<b>9,70</b>	<b>32,66</b>	<b>345,97</b>	<b>5,83</b>	<b>31,89</b>	<b>558,22</b>	<b>0,78</b>	<b>32,88</b>	<b>22,41</b>

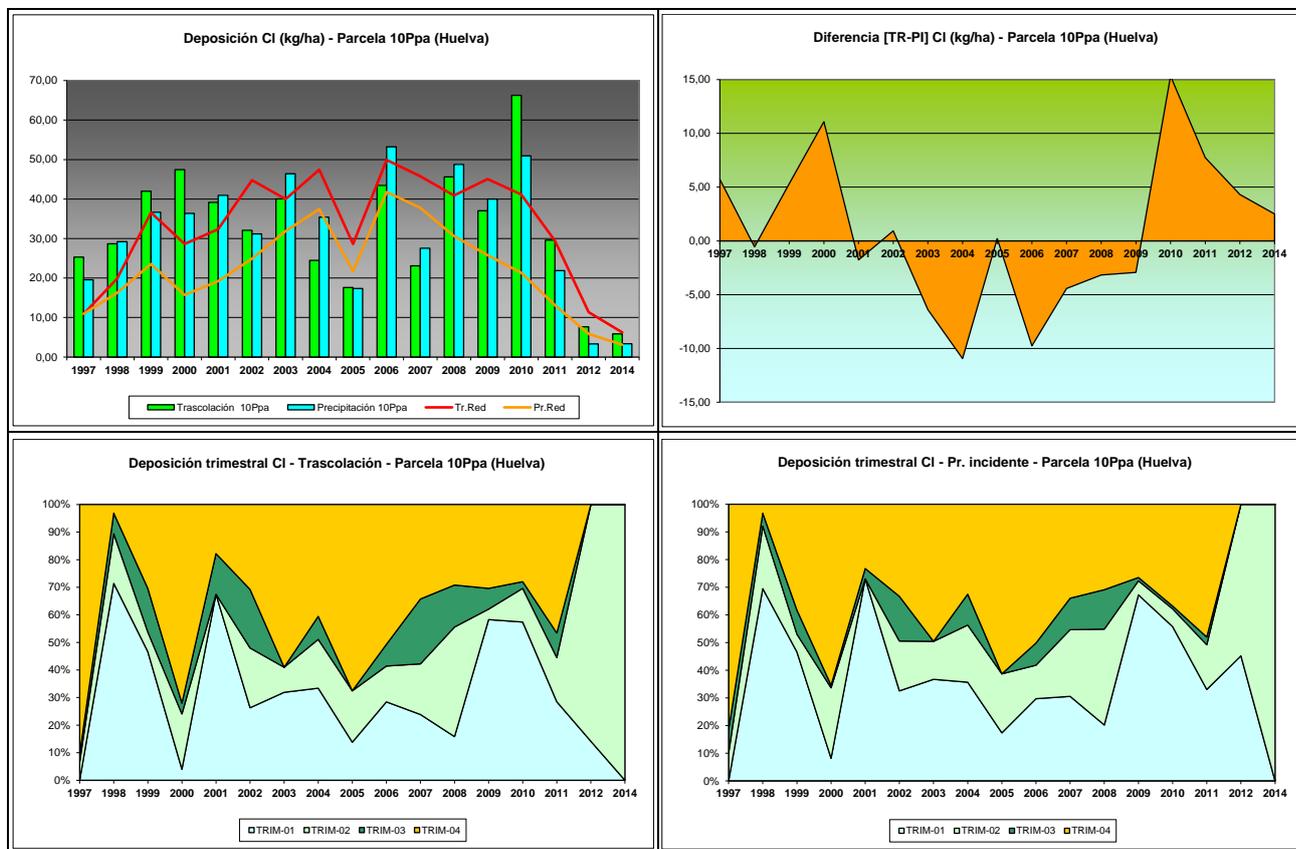


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 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	0,40	1,07	267	0,32	1,33	413	-0,26	2,24	2,13
1998	0,62	1,99	319	0,37	1,57	421	0,42	3,67	2,27
1999	1,12	3,34	299	0,33	1,54	472	1,80	4,43	2,94
2000	0,69	2,70	391	0,31	1,98	643	0,72	3,79	2,38
2001	0,53	2,54	485	0,21	1,80	869	0,74	3,51	2,09
2002	0,98	2,41	245	0,23	0,97	423	1,44	4,15	2,84
2003	0,40	2,06	519	0,22	1,94	896	0,12	5,39	2,74
2004	1,09	3,49	320	0,43	2,20	518	1,29	6,93	3,28
2005	2,50	2,80	112	0,58	0,98	170	1,82	4,31	1,83
2006	0,67	3,31	495	0,21	1,81	848	1,50	5,54	2,75
2007	1,24	3,54	329	0,33	1,49	517	2,05	5,06	2,96
2008	1,26	5,50	437	0,58	3,54	615	1,96	4,72	3,38
2009	0,72	2,36	330	0,27	1,42	527	0,94	3,87	1,87
2010	0,38	1,42	696	0,18	2,00	1138	-0,58	1,87	2,37
2011	1,63	6,11	377	0,74	4,30	584	1,80	7,76	4,61
2012	1,02	0,91	90	0,42	0,59	141	0,32	1,65	0,99
2014	1,26	2,15	171	0,83	2,45	295	-0,30	2,70	1,48
Media	0,97	2,81	345,97	0,39	1,88	558,22	0,93	4,21	2,52

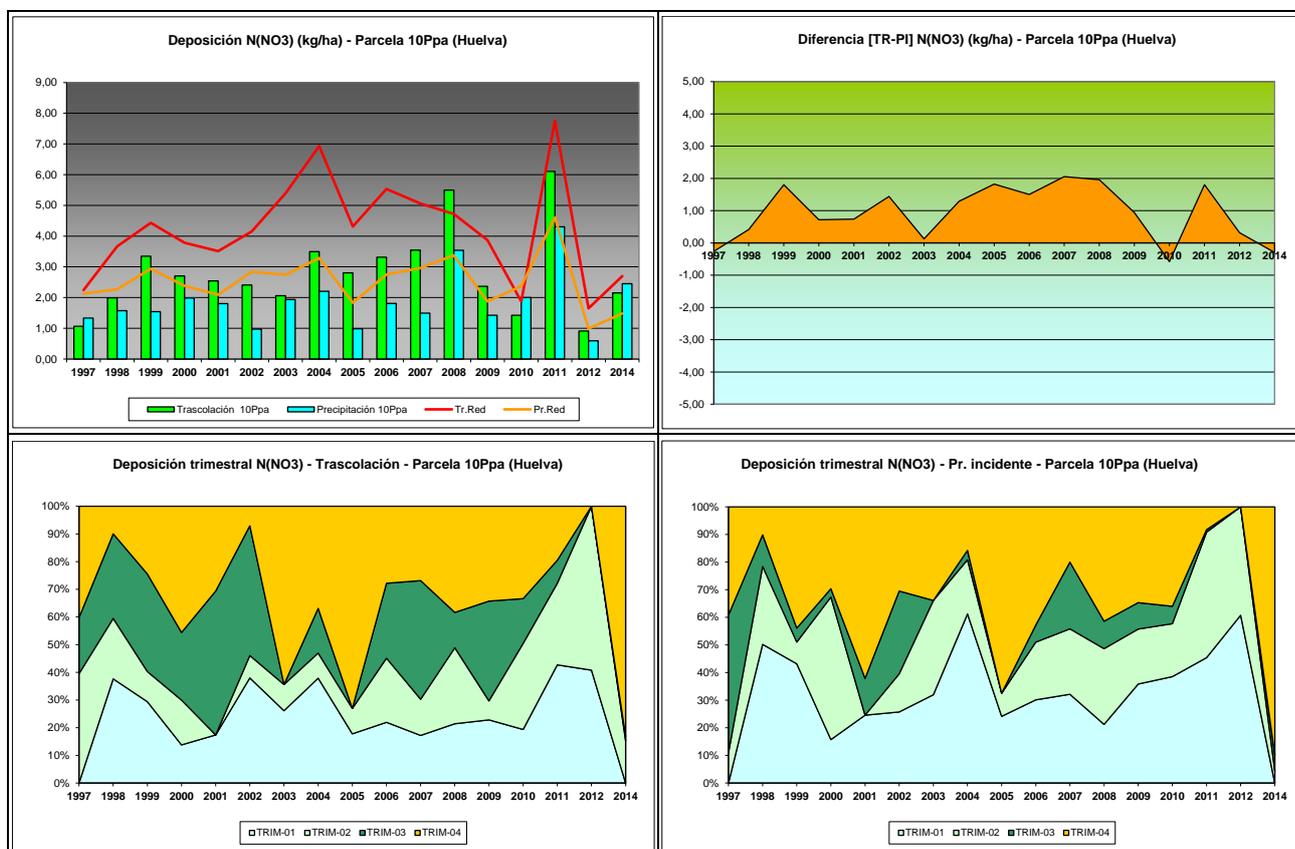


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 5.10. Sulfatos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,99	2,64	267	0,68	2,83	413	-0,19	3,00	3,70
1998	1,90	6,05	319	1,30	5,46	421	0,60	5,81	5,79
1999	2,28	6,83	299	1,19	5,62	472	1,21	7,17	6,35
2000	1,45	5,68	391	0,89	5,74	643	-0,06	6,42	4,57
2001	1,22	5,88	485	0,54	4,59	869	1,30	5,68	4,11
2002	2,22	5,43	245	0,96	4,05	423	1,38	7,73	6,07
2003	0,90	4,68	519	0,53	4,74	896	-0,06	6,85	4,80
2004	2,24	7,16	320	1,04	5,38	518	1,79	8,72	5,84
2005	2,90	3,24	112	1,05	1,78	170	1,46	4,69	3,12
2006	1,33	6,56	495	0,57	4,81	848	1,75	6,80	4,69
2007	1,60	4,57	329	0,67	3,01	517	1,55	7,24	5,12
2008	0,61	2,68	437	0,29	1,29	615	1,39	4,49	2,61
2009	1,27	4,18	330	0,72	3,80	527	0,38	4,67	3,32
2010	0,90	6,29	696	0,42	4,82	1138	1,47	4,27	2,88
2011	2,72	10,17	377	1,12	6,49	584	3,68	5,93	4,57
2012	2,20	1,97	90	0,93	1,31	141	0,66	1,84	1,35
2014	1,59	2,71	171	0,60	1,77	295	0,95	2,25	2,07
Media	1,67	5,10	345,97	0,79	3,97	558,22	1,13	5,50	4,17

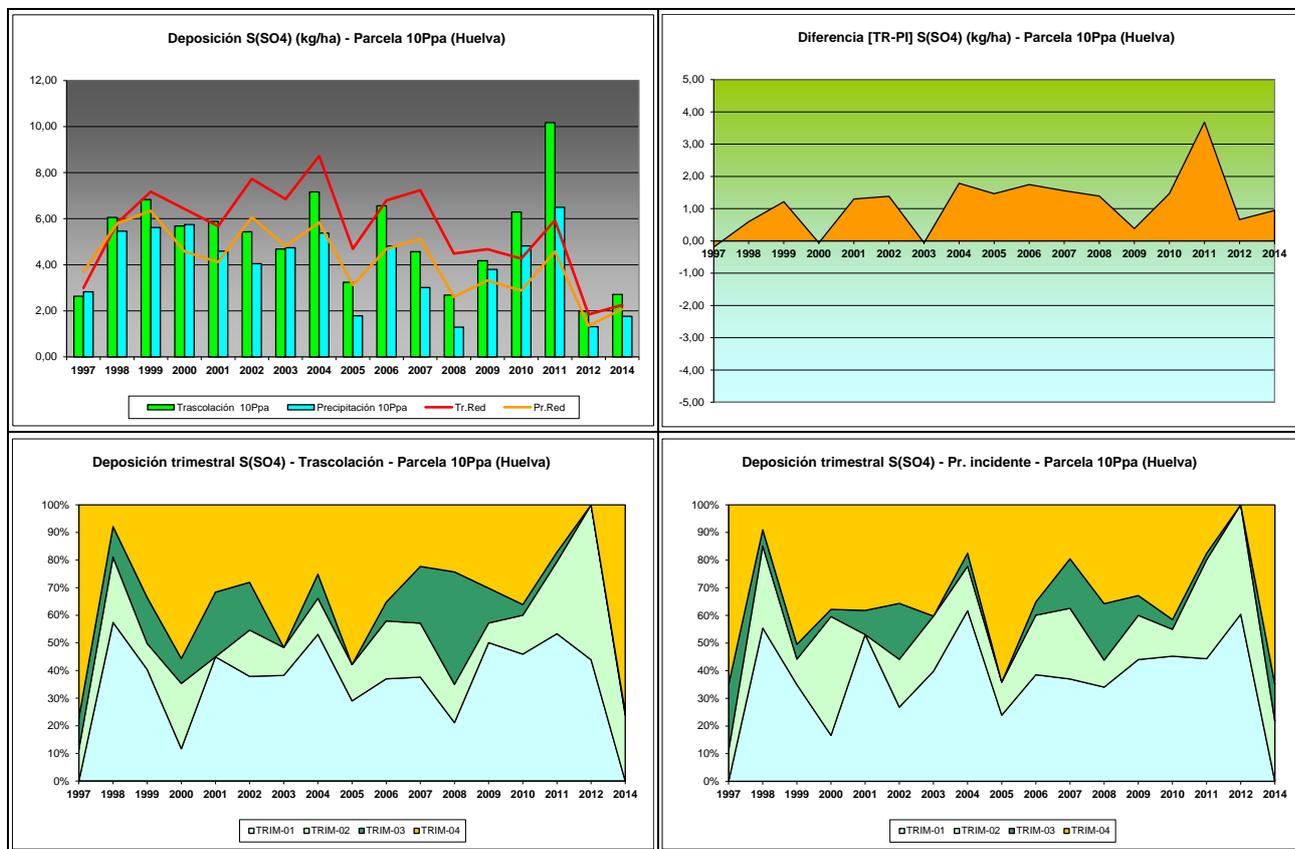


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

## 5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 10Ppa, cabe destacar:

Se observa un comportamiento muy estable del valor del **pH**, que tiende a situarse en el entorno de 6, con valores ligeramente superiores en la trascolación, registrándose algunas precipitaciones ácidas en la precipitación incidente a lo largo del periodo 2006-2009 y 2012, mientras que no se ha registrado ningún episodio en el último año de evaluación. El valor de la intercepción debida a la cubierta arbórea se sitúa en el 37,25%.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten en general valores superiores a los de la media de la red, posiblemente debido a la cercanía al mar y el consiguiente depósito de electrolitos, registrándose los mayores valores en la trascolación seguramente debido a la influencia de la deposición seca.

En cuanto al **potasio**, presenta también en general valores similares o incluso superiores en trascolación a la media nacional; registrándose los máximos en el periodo 2006-2011, mientras que hay un aporte menor en el bienio 2004-2005. Las considerables diferencias entre los aportes bajo cubierta y a campo abierto indicarían una influencia importante de la deposición seca.

El **calcio** presenta sin embargo tasas inferiores a las medias de la red, registrándose los máximos en el periodo 2004-2008 y sin una diferencia tan marcada entre las tasas bajo cubierta y a cielo abierto.

Por lo que respecta al **magnesio**, se han registrado valores comparativamente altos sobre todo en el periodo 2010-2011, junto con depósitos mayores bajo cubierta, lo que indicaría el papel jugado por la deposición seca.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores superiores a las medias de la red, aunque en menor medida que el cloro –el segundo elemento de origen marítimo- con tasas considerables a lo largo de 2010 y diferencias de cierta entidad con la precipitación a campo abierto sólo en un corto periodo de tiempo, tendiendo a resultar iguales ambos tipos de deposición.

El **amonio** presenta tasas considerablemente bajas y estables a lo largo del tiempo, en torno a 2 kg/ha, con la excepción del trienio 1998-2000, y registrándose tasas superiores a campo abierto en todos los casos.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, se registran depósitos notablemente superiores a la media de la red, con tasas inferiores en el periodo 2012-2014 debido a lo incompleto de estas series, lo que distorsiona también la distribución estacional del depósito.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general inferiores a la media de la Red, con máximos locales en 2008 y 2011, en tasas comparativamente bajas sin que lleguen a superarse por lo general los 3 kg/ha. Los depósitos bajo el arbolado son por regla general, superiores a los obtenidos bajo cubierta, debido a los efectos de la deposición seca.

Por último, y en referencia a los **sulfatos**, se advierten unas tasas similares a la media de la red, destacando el repunte experimentado en 2010-2011, cuando han llegado a superarse los 10 kg/ha bajo cubierta. Al igual que en el caso anterior y por idénticos motivos, se registran mayores aportes bajo cubierta que a campo abierto.

En cuanto a la distribución anual de la deposición, se advierte en general que los mayores aportes se dan en otoño-invierno para todos los solutos, aspecto que posiblemente esté relacionado con el patrón de lluvias de la zona.

## 6. Calidad del aire. Inmisión.

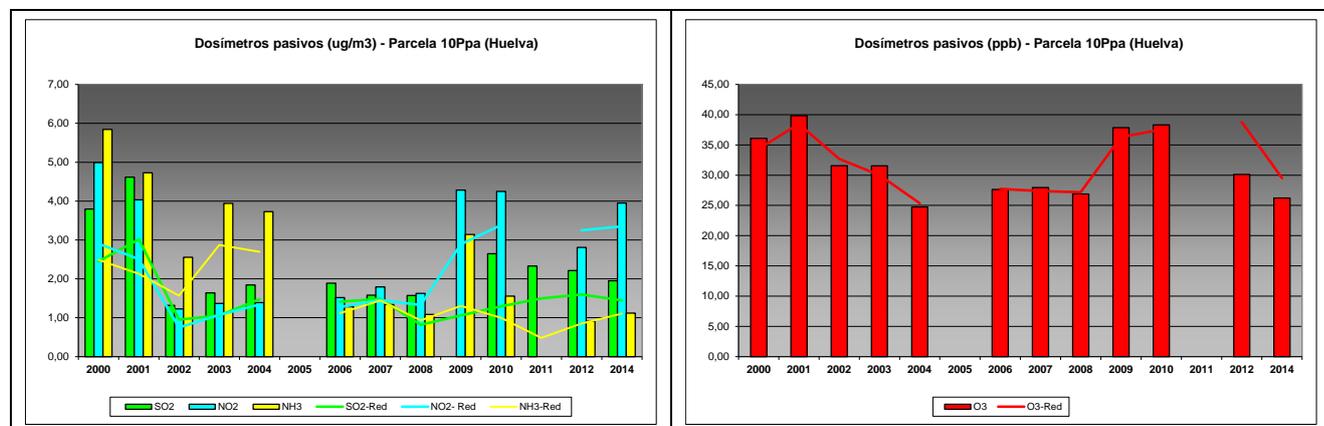
Además del aporte de un determinado componente al ecosistema forestal, vía deposición seca/húmeda evaluada en el apartado anterior, en la Red Europea de Nivel II se mide desde 2000 la concentración en el aire de determinados contaminantes, lo que se conoce con el nombre de inmisión. Normativamente y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

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

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

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

Año	Parcela				Media Red			
	SO <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	3,80	<b>4,99</b>	<b>5,84</b>	36,10	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	<b>4,61</b>	4,03	4,73	<b>39,84</b>	<b>3,01</b>	2,51	2,13	38,48
2002	<b>1,32</b>	<b>1,23</b>	2,56	31,56	0,95	<b>0,75</b>	1,57	32,70
2003	1,64	1,37	3,94	31,54	1,05	1,07	<b>2,87</b>	30,03
2004	1,84	1,39	3,73	<b>24,75</b>	1,47	1,34	2,69	<b>25,36</b>
2005								
2006	1,89	1,52	1,28	27,62	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	1,58	1,79	1,34	27,95	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	1,57	1,62	1,08	26,90	<b>0,82</b>	1,32	0,93	27,18
2009		4,28	3,14	37,87	1,06	2,89	1,30	36,30
2010	2,64	4,25	1,55	38,32	1,29	<b>3,38</b>	1,00	37,54
2011	2,33				1,50		<b>0,48</b>	
2012	2,21	2,81	<b>0,91</b>	30,12	1,60	3,25	0,85	<b>38,79</b>
2014	1,95	3,95	1,12	26,22	1,44	3,35	1,11	29,51
Media	<b>2,28</b>	<b>2,77</b>	<b>2,60</b>	<b>31,57</b>	<b>1,50</b>	<b>2,13</b>	<b>1,54</b>	<b>32,11</b>



**FIG 18 :** Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, los valores de inmisión en la parcela son superiores a los habidos en el conjunto de la Red, resultando el amonio el contaminante más representado al comienzo de la serie histórica para ser reemplazado después por los óxidos de nitrógeno. Se advierte también en general un incremento notable de las tasas desde 2009, siempre en valores inferiores a los 5 µg/m<sup>3</sup>

## 7. Análisis foliar.

El objetivo del análisis foliar es, en concordancia con las especificaciones de las redes europeas, estimar el estado nutricional del arbolado y el impacto de los contaminantes atmosféricos en los ecosistemas forestales; así como la detección de tendencias temporales y sus patrones geográficos de distribución y con ello contribuir al conocimiento y cuantificación del estado de los bosques en Europa.

### 7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

**TABLA 21:** Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1995-1996	10 Ppa	Huelva	16,00	8,99	0,83	0,66	1,58	1,89	5,40	
	36 Ppa	Valladolid	33,00	9,82	1,05	0,94	2,89	2,70	6,60	
	<i>P.pinea</i>	España	24,50	9,41	0,94	0,80	2,24	2,30	6,00	
1997-1998	10 Ppa	Huelva								
	36 Ppa	Valladolid								
	<i>P.pinea</i>	España								
1999-2000	10 Ppa	Huelva	16,00	10,48	1,22	0,70	2,24	2,25	3,82	
	36 Ppa	Valladolid	24,00	10,24	1,01	1,09	1,92	2,09	5,62	
	<i>P.pinea</i>	España	20,00	10,36	1,12	0,90	2,08	2,17	4,72	
2001-2002	10 Ppa	Huelva	37,00	9,52	1,11	0,64	2,12	1,83	4,10	
	36 Ppa	Valladolid	50,00	10,23	1,21	1,09	2,59	2,64	6,56	
	<i>P.pinea</i>	España	43,50	9,88	1,16	0,87	2,36	2,24	5,33	
2003-2004	10 Ppa	Huelva	42,00	9,44	1,16	0,74	2,36	2,08	4,64	
	36 Ppa	Valladolid	64,00	11,24	1,20	1,22	2,38	2,90	5,61	
	<i>P.pinea</i>	España	53,00	10,34	1,18	0,98	2,37	2,49	5,13	
2005-2006	10 Ppa	Huelva	27,00	9,71	1,26	0,75	2,43	2,61	5,16	
	36 Ppa	Valladolid	24,50	11,07	1,16	1,01	1,99	2,42	5,52	
	<i>P.pinea</i>	España	25,75	10,39	1,21	0,88	2,21	2,51	5,34	
2007-2008	10 Ppa	Huelva	47,00	8,51	1,23	0,51	2,70	2,00	4,88	
	36 Ppa	Valladolid	52,50	11,43	1,06	0,91	2,53	2,02	4,32	
	<i>P.pinea</i>	España	49,75	9,97	1,14	0,71	2,61	2,01	4,60	
2009-2010	10 Ppa	Huelva	23,20	9,70	1,12	0,59	3,12	2,41	4,18	
	<i>P.pinea</i>	España	23,50	9,70	1,12	0,59	3,12	2,41	4,18	
2011-2012	10 Ppa	Huelva	32,88	9,43	1,18	0,63	2,60	2,23	4,59	
	<i>P.pinea</i>	España	32,88	9,43	1,18	0,63	2,60	2,23	4,59	
2013-2014	10 Ppa	Huelva	35,63	9,28	1,10	0,53	3,95	2,41	5,45	50,41
	<i>P.pinea</i>	España	35,63	9,28	1,10	0,53	3,95	2,41	5,45	50,41

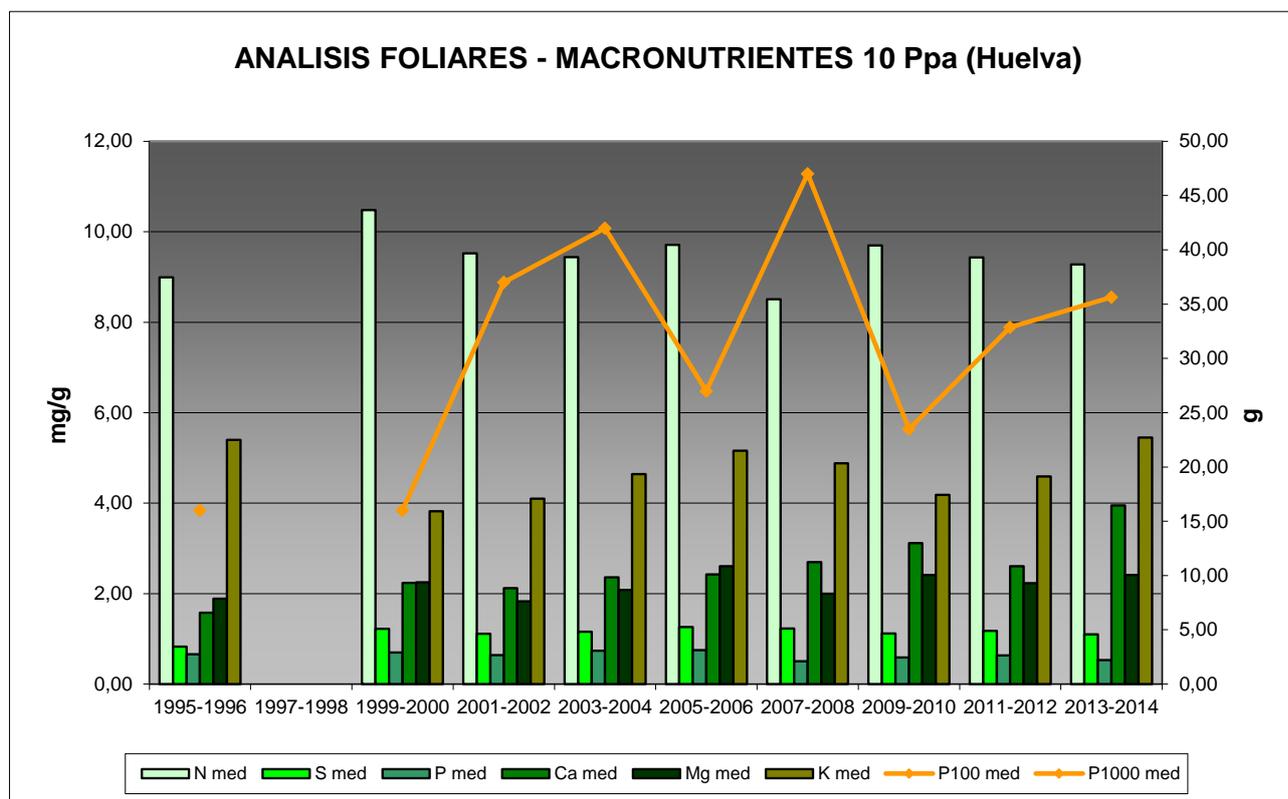


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

## 7.2. Análisis Micronutrientes.

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

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
1995-1996	10 Ppa	Huelva		25,00	177,00	368,00	
	36 Ppa	Valladolid		19,00	234,00	554,00	
	<i>P.pinea</i>	España		22,00	205,50	461,00	
1997-1998	10 Ppa	Huelva					
	36 Ppa	Valladolid					
	<i>P.pinea</i>	España					
2013-2014	10 Ppa	Huelva		11,76	190,15	91,36	5,45
	<i>P.pinea</i>	España		11,76	190,15	91,36	5,45

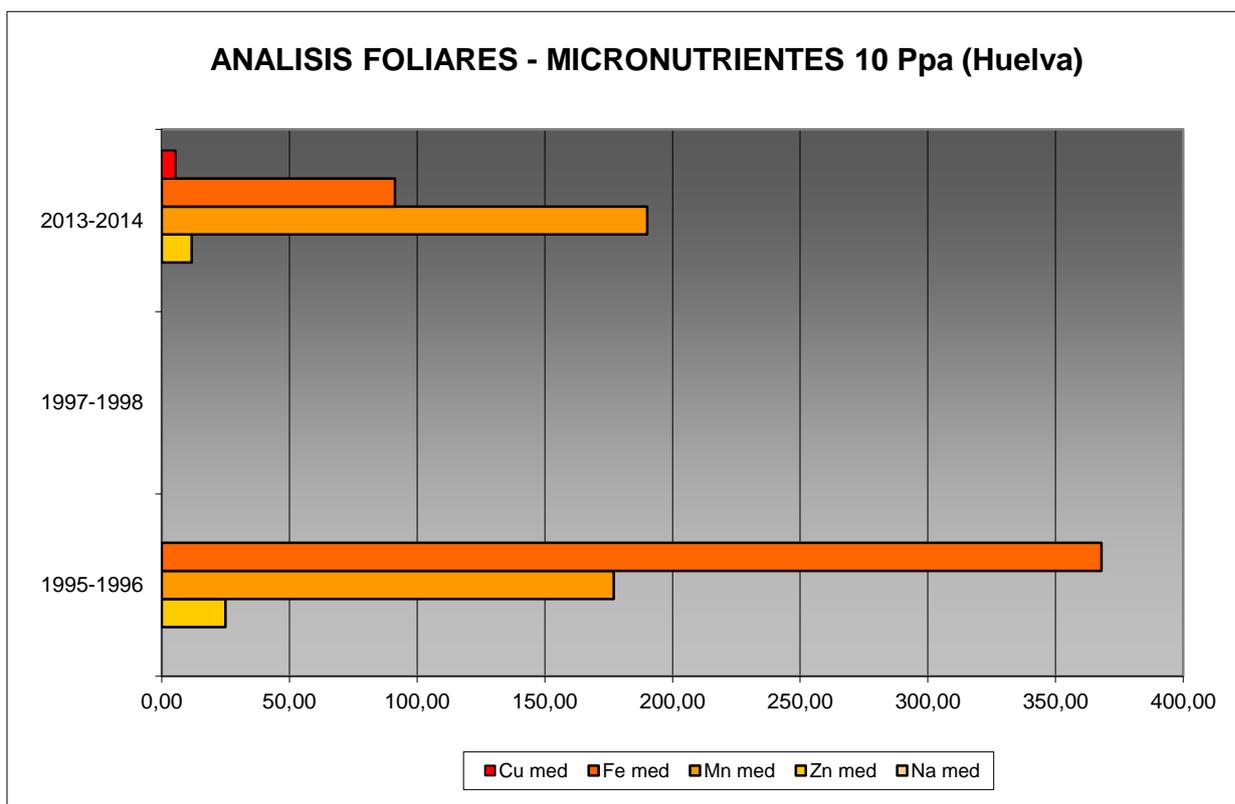


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

### 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 10Ppa 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 10Ppa podemos hacer las siguientes observaciones:

El **peso** fue muy bajo desde 1995 hasta el año 2000, a continuación la masa se recuperó pero de nuevo hay un descenso de peso en 2005, le sigue una recuperación muy rápida seguida de otro descenso fuerte en 2009, año en que el peso baja hasta la mitad del año anterior, desde ese momento la recuperación ha sido progresiva. Podemos achacar este comportamiento a años de sequía pero la buena resiliencia de la masa ha favorecido la recuperación rápida de estos eventos de estrés.

Respecto a los macronutrientes; se han obtenido valores bastante homogéneos para el **nitrógeno** en las acículas de la parcela, oscilan entre 8,99 mg/g y 10,48 mg/g. El **azufre** tiene un comportamiento similar al nitrógeno a partir de la medición 1999-2000 los valores oscilan entre 1,10 y 1,26 mg/g, sin embargo en 1995 se registró su valor mínimo con 0,83 mg/g MS. Para el **fósforo** no ha podido establecerse un patrón para su evolución temporal en la parcela si bien, desde 1995 hasta 2008, cuando aún se medía la parcela 36Ppa los valores de la 10 Ppa siempre estaban alrededor de un 20% por debajo de la media de ambas. La presencia de **calcio** tiene una tendencia ascendente mostrando su valor más bajo en 1995 (1,58 mg/g MS) hasta el alcanzado en 2013-2014 (3,95 mg/g MS). En cuanto al **potasio**, también va aumentando su presencia en la parcela, alcanzando su máximo histórico en 2014-2014 (5,45 mg/g MS). Por último, el análisis foliar de

2013-2014 ha sido el primero en el que se ha incluido la medición del contenido de **carbono** contando con una concentración de 50,41%.

Los **micronutrientes** sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996, 1997-1998 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 1997-1998 y 2013-2014. 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 zinc, manganeso y hierro.

## 8. Desfronde.

Con periodicidad mensual se ha recogido el desfronde o litterfall 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 2005; haciéndose la salvedad al igual que en casos anteriores, de que en 2012 se ha muestreado el periodo enero-julio, mientras que en 2014 los análisis corresponden al periodo mayo-diciembre.

**TABLA 23:** Resultados medios del análisis de desfronde en sus distintas fracciones. Aporte anual en kg/ha; porcentaje de carbono y contenido en mg/g de materia seca de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, magnesio y potasio.

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	3.080	52,44	4,64	1,02	0,32	4,16	2,10	2,85
	Ramillas	30	54,35	3,68	0,82	0,19	4,90	1,15	2,34
	Otras	1.120	52,73	6,57	0,97	0,58	5,59	1,28	2,06
2006	Hojas	3.992	50,68	5,67	1,31	0,30	4,72	2,56	2,88
	Ramillas	395	52,13	5,35	0,88	0,23	6,46	0,87	0,66
	Otras	880	51,12	7,01	0,97	0,37	6,21	1,09	1,32
2007	Hojas	1.850	51,99	5,46	1,01	0,96	3,11	2,81	2,80
	Ramillas	21	54,21	4,16	0,89	2,45	6,32	1,65	1,20
	Otras	1.130	52,32	6,34	1,01	0,66	5,16	2,23	1,54
2008	Hojas	4.670	52,59	6,38	0,76	0,26	4,01	2,35	3,34
	Ramillas	516	53,91	3,90	0,82	0,28	7,22	1,00	1,74
	Otras	1.150	51,97	5,63	1,14	0,35	6,00	1,15	1,67
2009	Hojas	3.540	51,61	4,43	1,08	0,23	4,28	2,34	2,88
	Ramillas	333	53,84	4,42	0,95	0,16	5,00	0,66	0,75
	Otras	1.290	52,65	6,31	0,98	0,33	4,92	1,07	2,07
2010	Hojas	4.810	53,19	5,13	1,04	0,25	3,99	2,23	2,42
	Ramillas	239	54,09	6,84	0,98	0,21	6,91	0,97	0,66
	Otras	1.170	54,18	6,05	0,91	0,27	5,43	1,03	1,38
2011	Hojas	4.238	52,02	5,40	1,05	0,91	3,14	2,91	2,80
	Ramillas	329	53,73	4,76	0,89	0,29	4,92	1,96	1,35
	Otras	1.207	52,55	6,29	0,99	0,56	4,54	2,06	1,69
2012	Hojas	2.450	52,20	5,23	1,17	0,47	3,78	2,46	2,47
	Ramillas	167	53,90	5,29	0,93	0,22	5,61	1,14	0,95
	Otras	809	52,82	6,29	0,96	0,41	4,76	1,37	2,08
2014	Hojas	1.505	50,00	6,23	0,79	0,22	4,03	2,38	4,34
	Ramillas	139							
	Otras	850							

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
Media	Hojas	3.348	51,86	5,40	1,02	0,43	3,91	2,46	2,98
	Ramillas	241	53,77	4,80	0,89	0,50	5,92	1,17	1,21
	Otras	1.067	52,54	6,31	0,99	0,44	5,33	1,41	1,73

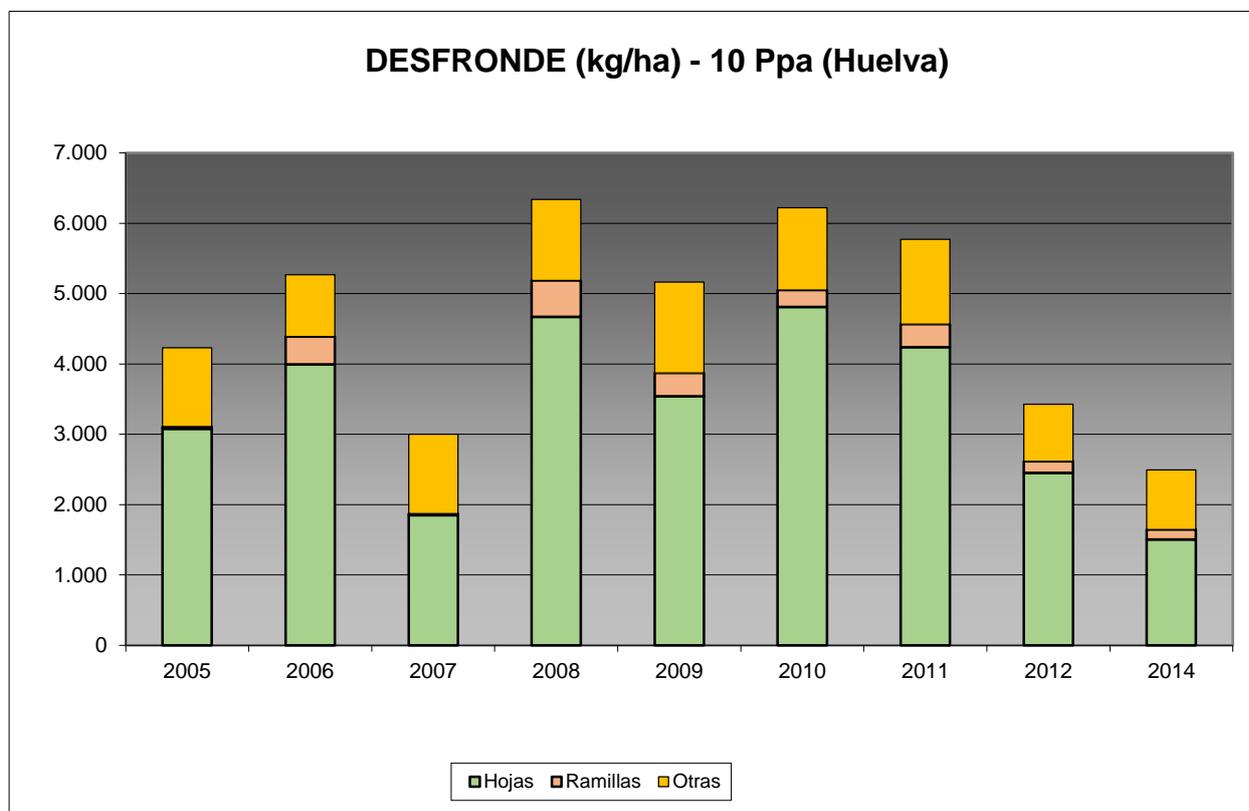


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.000-5.000 kg/ha; la aportación de las ramillas es considerablemente menor, siempre teniendo en cuenta que hace referencia a las ramillas con diámetro inferior a 2 cm; y que los contenidos en carbono de estos aportes superan el 50% del desfronde total, lo que puede suponer una importante contribución a la fijación de 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 10Ppa, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

**TABLA 24:** Resultados de la evaluación fenológica. Comienzo, final y amplitud de la fase. Días desde el 1 de enero hasta el comienzo de fase. Temperatura acumulada (grados-día) hasta el inicio de fase.

Año	Aparición Hoja/Acícula $\geq$ 50% Población					Floración $\geq$ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
1999	30/04/99	18/08/99	110	119	1411	15/04/99	06/07/99	82	104	1196
2000	29/03/00	28/06/00	91	88	1017					
2001	03/04/01	29/05/01	56	92	1116					
2002	12/03/02	28/05/02	77	70	838					
2003	01/04/03	03/06/03	63	90	1040					
2004	27/04/04	29/06/04	63	117	1416	16/03/04	27/04/04	42	75	830
2005	12/07/05	30/08/05	49	192	2960	10/05/05	31/05/05	21	129	1568
2006	02/05/06	27/06/06	56	121	1662					
2007	24/04/07	13/11/07	203	113	1363	27/03/07	29/05/07	63	85	972
2008	07/05/08	04/11/08	181	127	1742	07/05/08	20/05/08	13	127	1742
2009	20/05/09	07/07/09	48	139	1812	05/05/09	20/05/09	15	124	1543
2010	27/04/10	25/05/10	28	116	1525	27/04/10	11/05/10	14	116	1525
2011	24/05/11	28/06/11	35	143	2137	26/04/11	24/05/11	28	115	1603
2012	29/05/12	26/06/12	28	149	1880	29/05/12	26/06/12	28	149	1880
2014	22/04/14	24/06/14	63	111	1505	22/04/14	27/05/14	35	111	1505
Media			77	119	1562			34	114	1436

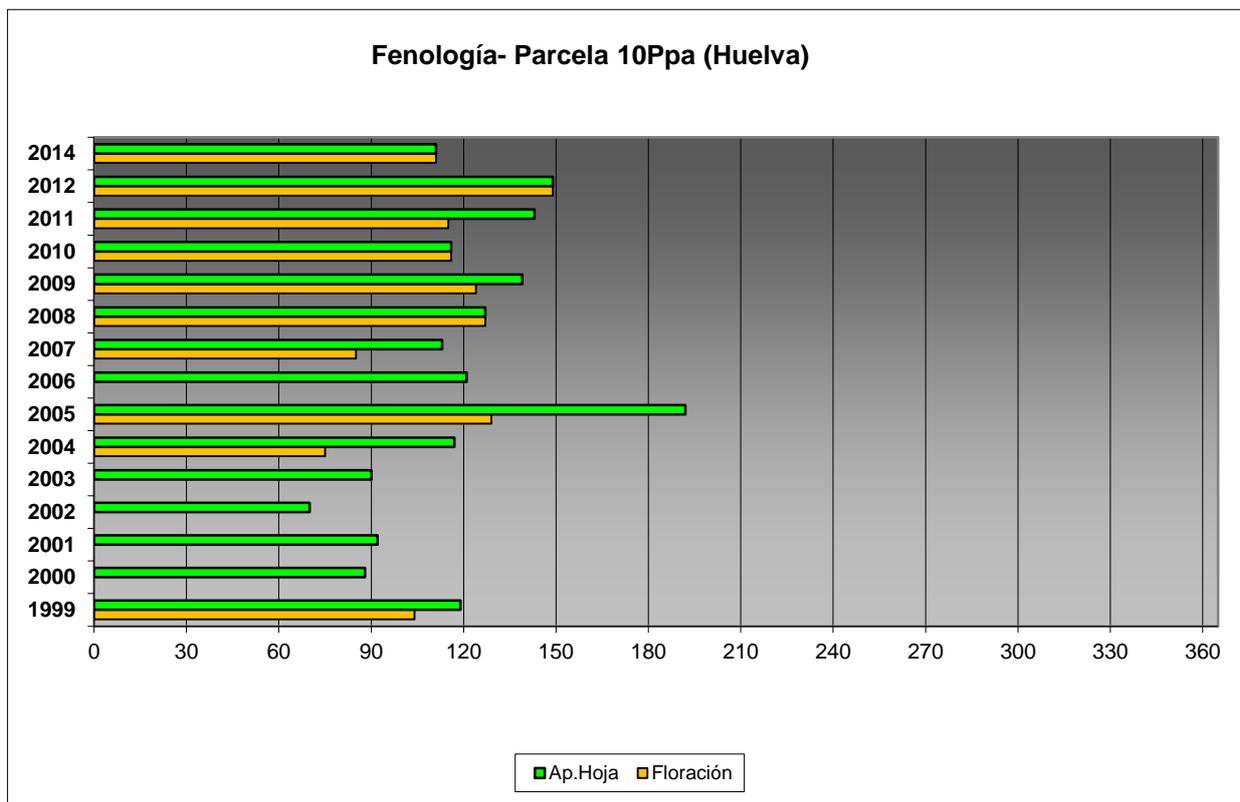


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración precede en la mayoría de los casos a la aparición de las acículas de la nueva metida, registrándose un retraso en 2005 y 2012; y concentrándose la actividad vegetativa en marzo-abril, con un adelantamiento respecto a estaciones más septentrionales.



FIG 23: Brotación (marzo) y elongación acícula (abril)

## 10. Cintas diamétricas.

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

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

**TABLA 25:** Valor medio dendrómetros. Crecimiento medio: diferencia en cm y porcentaje entre el máximo y mínimo del año. Oscilación media: diferencia y porcentaje entre los valores de enero y diciembre (o comienzo/fin de año en años incompletos)

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
1999	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,10	0,35	0,10	0,32
2001	0,31	1,14	0,31	1,14
2002	0,36	1,38	0,36	1,31
2003	0,31	1,13	0,31	1,01
2004	0,40	1,42	0,40	1,33
2005	0,09	0,31	0,09	0,26
2006	0,37	1,29	0,37	1,29
2007	0,40	1,51	0,40	0,82
2008	0,30	1,04	0,30	0,94
2009	0,33	1,18	0,33	-0,51
2010	0,23	0,83	0,23	0,31
2011	0,35	1,26	0,35	1,23
2012	0,20	0,71	0,20	0,67
2014	0,19	0,66	0,19	0,64
<b>Media</b>	<b>0,26</b>	<b>0,95</b>	<b>0,26</b>	<b>0,72</b>

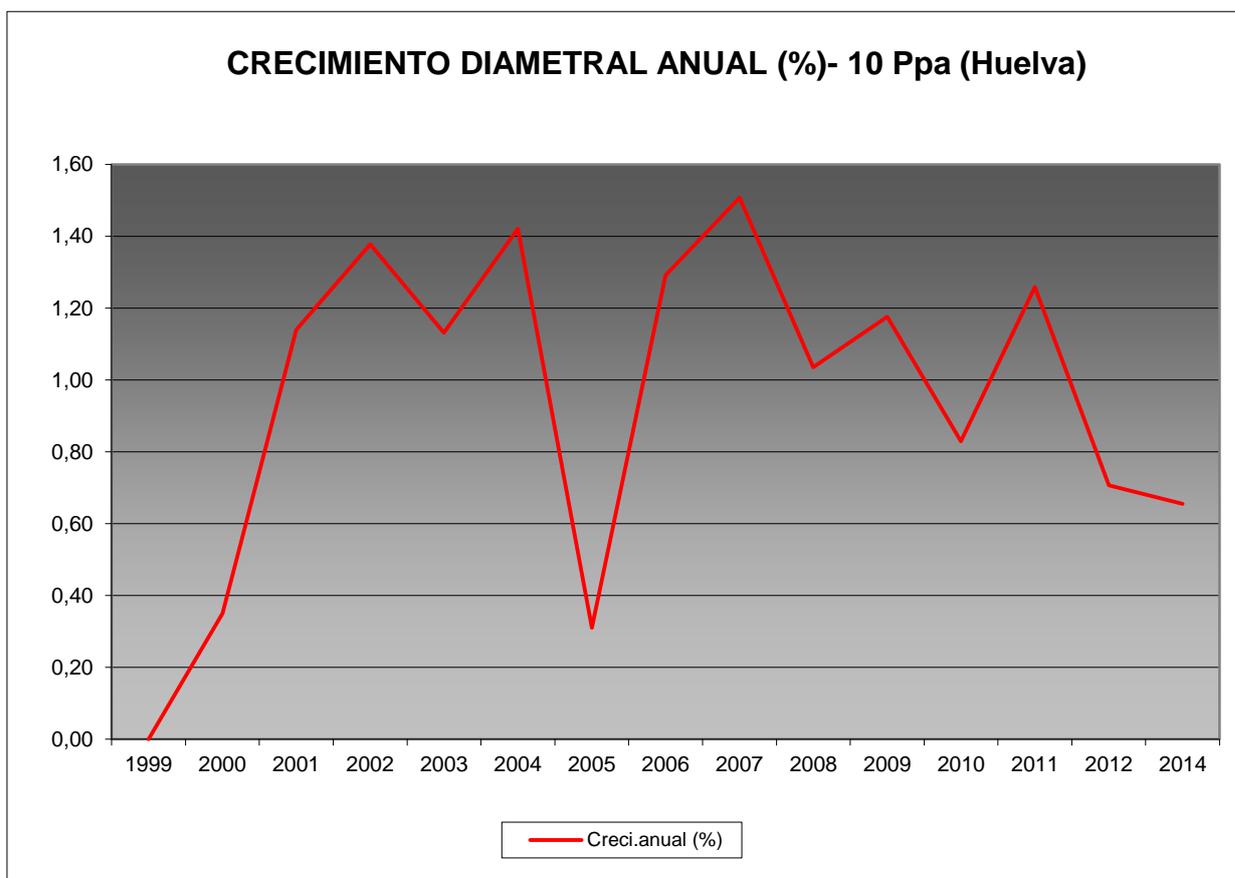


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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 1,51% de 2007 y el 0,35% de 2005, situándose por regla general en valores próximos al 1% anual.