

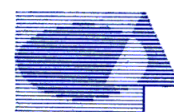


RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2016**

PARCELA 10 Ppa (HUELVA)

**20
16**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	2
2.3. Vegetación	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	13
5. Deposición atmosférica	15
5.1. pH	17
5.2. Conductividad	18
5.3. Potasio	19
5.4. Calcio	20
5.5. Magnesio	21
5.6. Sodio	22
5.7. Amonio	23
5.8. Cloro	24
5.9. Nitratos	25
5.10. Sulfatos	26
5.11. Interpretación de resultados	27
6. Calidad del aire. Inmisión	28
7. Análisis foliar	29
7.1. Macronutrientes	29
7.2. Micronutrientes	31
7.3. Interpretación de resultados	32
8. Desfronde	33
9. Fenología	34
10. Cintas diamétricas	37
11. Meteorología	39

INDICE DE TABLAS

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

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

INDICE DE FIGURAS

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

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus 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

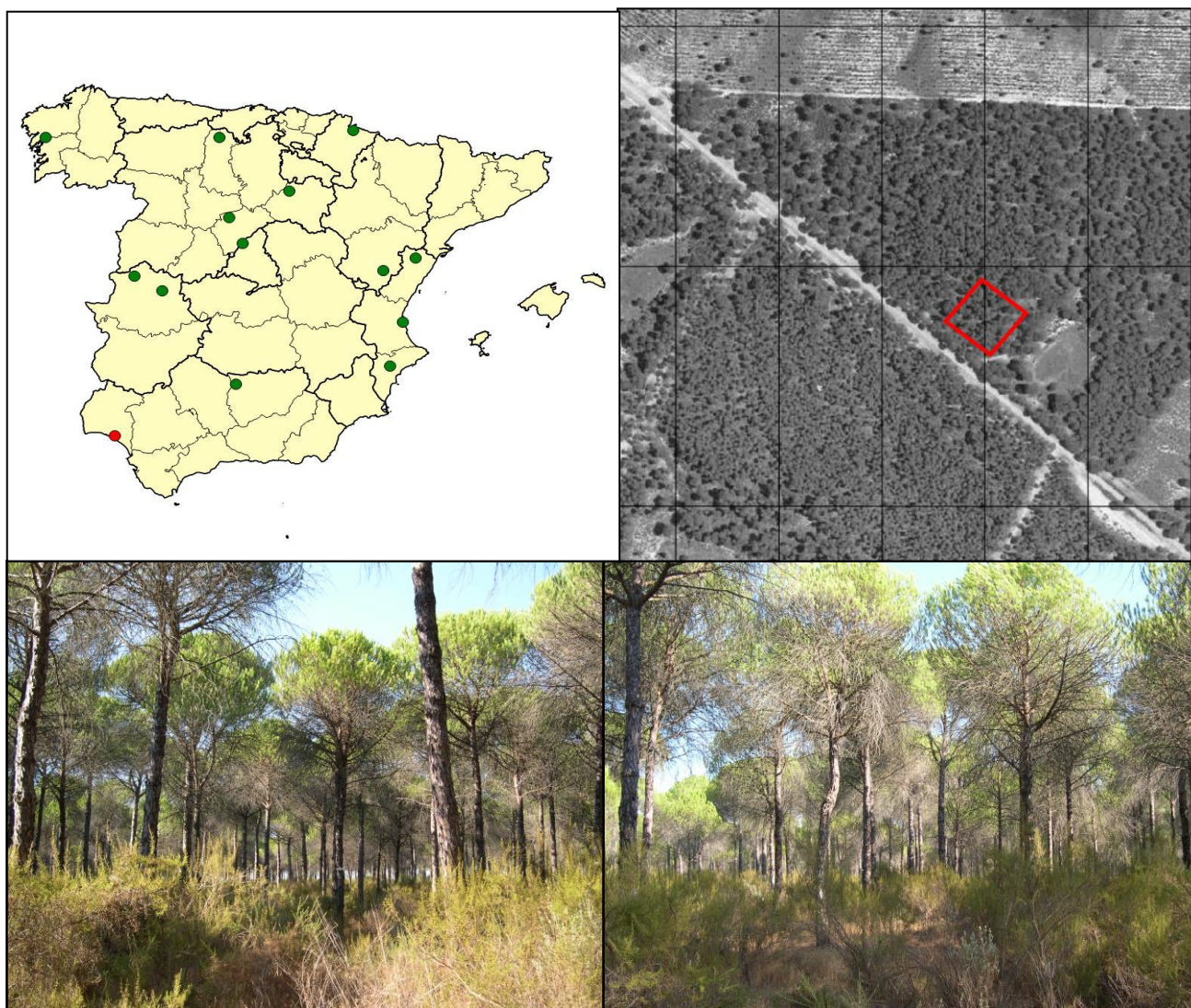


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 10Ppa.

2. Caracterización de la parcela.

2.1. Climatología.

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

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

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T(°C)	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*.

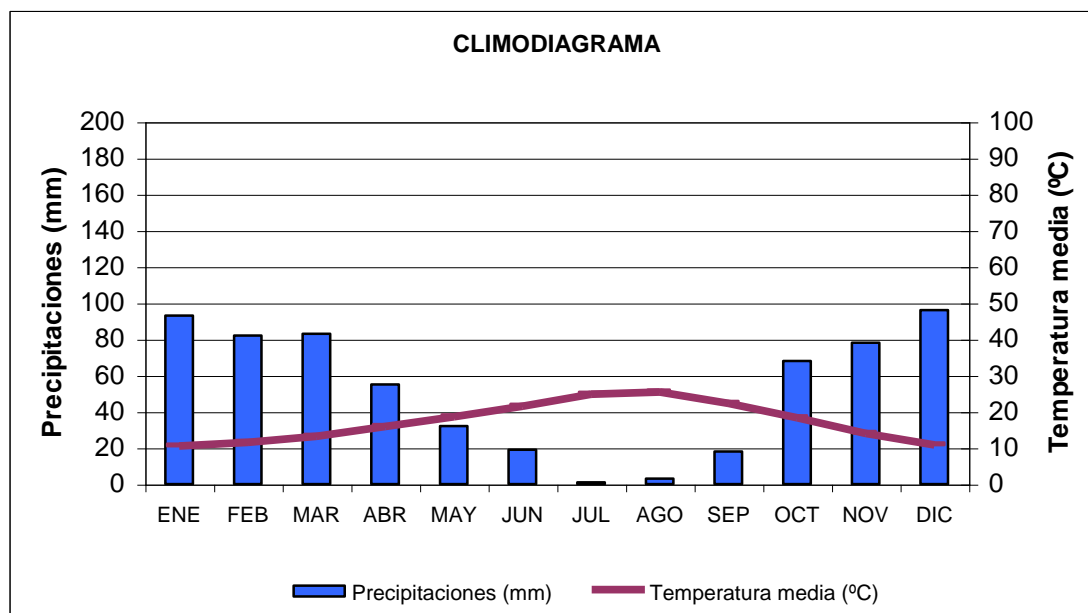


FIG 2: Climodiagrama de la parcela

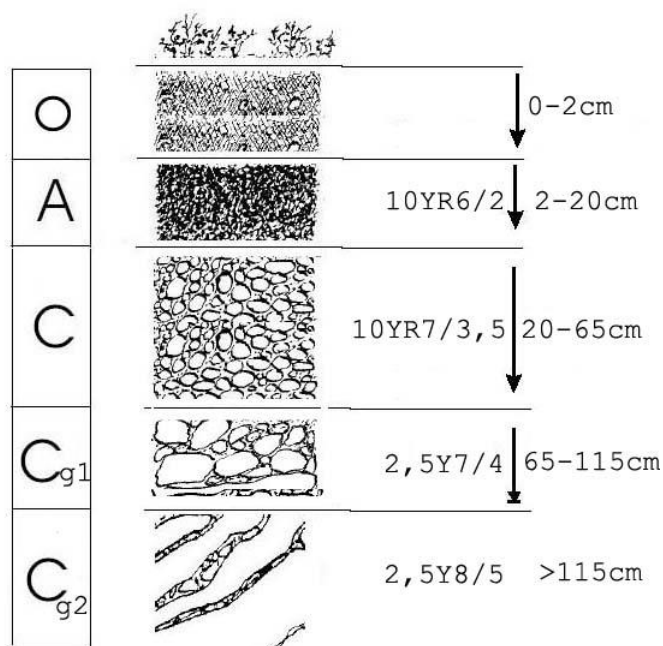
2.2. Geología y Suelos.

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
O	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, débil; 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; límite difuso y plano.
C _{gi}	65-115	Amarillo pálido (2.5 Y 7/4) en húmedo; arenoso; estructura suelta; muy friable en húmedo; abundantes poros muy finos; límite difuso y plano.
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
ESTRATO ARBÓREO	80,00	<i>Iberis ciliata</i> All.	+
<i>Pinus pinea</i> L.	80,00	<i>Kickxia cirrhosa</i> (L.) Fritsch	+
ESTRATO ARBUSTIVO	55,50	<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.	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	29,00	<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.	+	ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO	0,50
<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 ² /ha	D m c cm	Alt m m	Alt do m	Exist m ³ cc
10 Ppa	0,2500	63	252	63	0	38	41-60	26,65	14,38	26,96	10,99	11,96	17,71

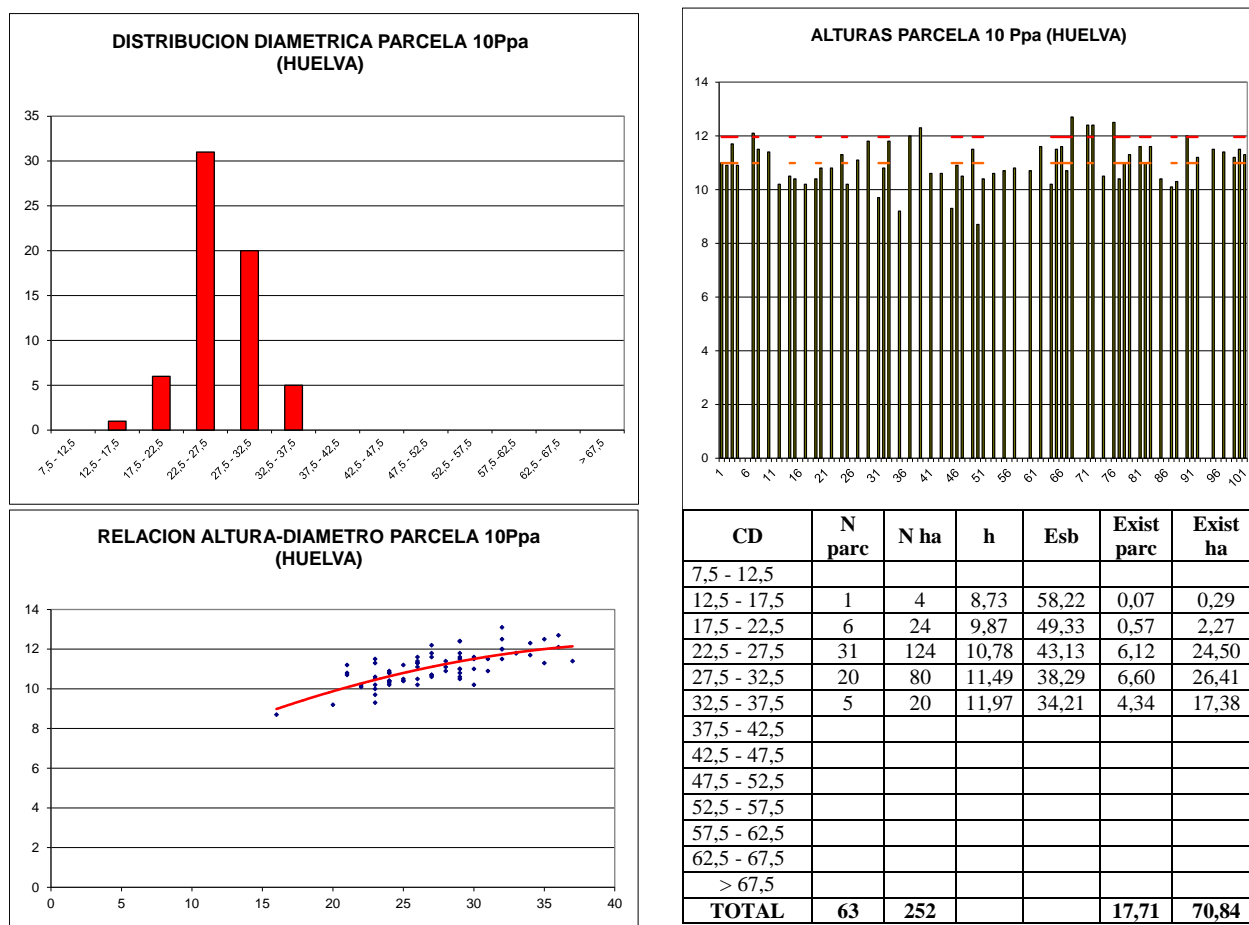


FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

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 28,02%, dentro por tanto de la escala de daños moderados si bien en sus niveles más bajos, categoría en la que se han calificado la mitad de los pies evaluados, en lo que supone un marcado empeoramiento con respecto a 2013, con una disminución del parámetro con respecto al año pasado de menos de un punto porcentual, 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. Con respecto a la medición de 2015 la situación es prácticamente idéntica pero comparando con la de 2014. En la presente revisión, las elevadas temperaturas de inicios del verano vuelven a presentarse como la causa de defoliaciones prematuras y aborto de ramillos.

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 la presente revisión, sin embargo, no se han apreciado los fenómenos de decoloraciones ligeras, visibles en cerca de la mitad de los pies a lo largo del año anterior.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

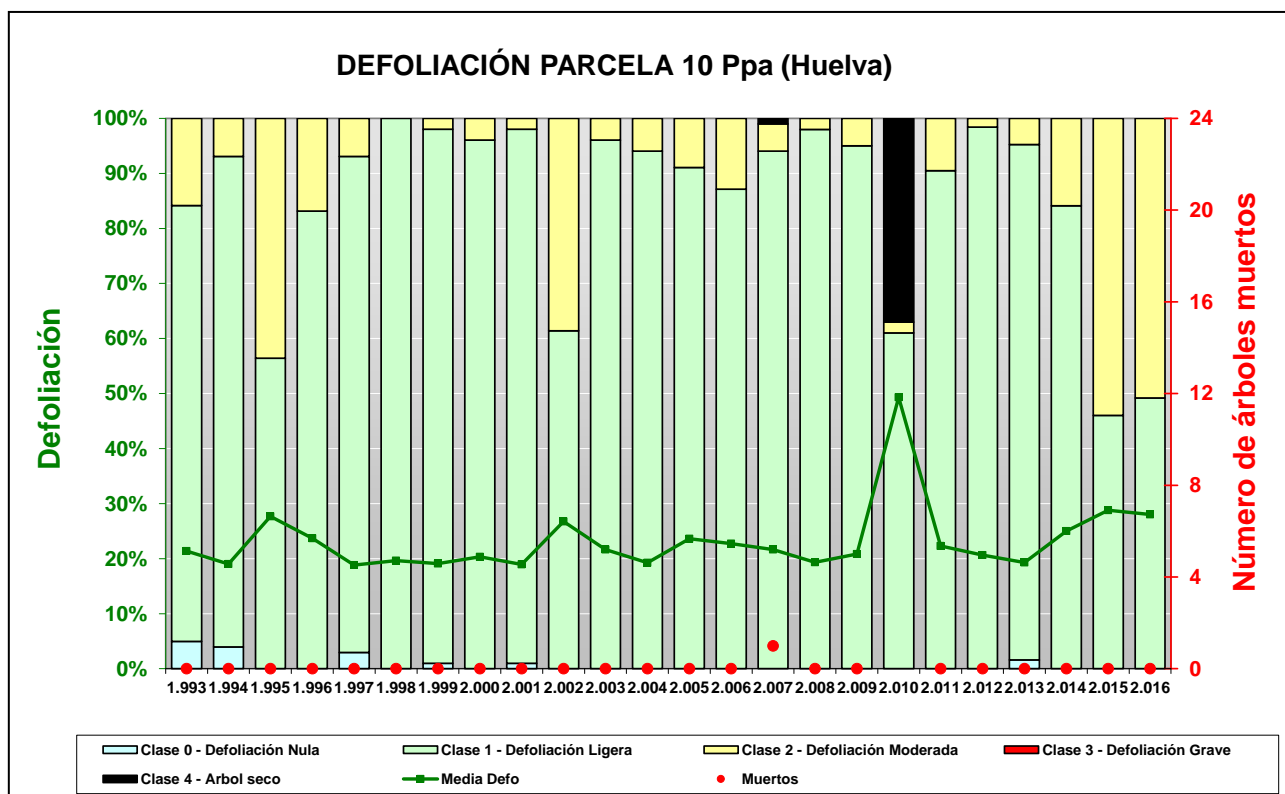


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



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
INSECTOS												
Defoliadores	60	1,17	240	95,24	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,75	11,00	0,10	0,01
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	60	1,17	240	95,24	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,75	11,00	0,10	0,01
Acíc. del año	55	1,11	220	87,30	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,80	11,02	0,15	0,04
Acíc. todas edades	5	1,80	20	7,94	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,20	10,76	-0,45	-0,23
Perforadores	2	1,00	8	3,17	25,00	0,00	-3,01	0,00	28,00	11,20	1,35	0,21
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	3,17	25,00	0,00	-3,01	0,00	28,00	11,20	1,35	0,21
ANTRÓPICOS												
Op. selvícolas	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,01	0,00	34,00	11,70	7,35	0,71
Cuello raíz	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,01	0,00	34,00	11,70	7,35	0,71
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	9	1,89	36	14,29	29,44	0,00	1,43	0,00	25,89	10,74	-0,76	-0,24
Tronco	9	1,89	36	14,29	29,44	0,00	1,43	0,00	25,89	10,74	-0,76	-0,24

En cuanto al conjunto de agentes de daño identificados, destaca en primer lugar un aumento muy significativo en la actividad de los insectos defoliadores, particularmente la procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa* de quien se advierten las típicas mordeduras en acículas del año y sin mayor trascendencia fitosanitaria que su expansión por la masa al afectar a casi la totalidad del arbolado muestra. Tanto en esta revisión como en anteriores se apreciaron tanto daños como bolsones de refugio de las colonias y en pasadas revisiones se vieron pupas enterradas en el suelo que pueden explicar este aumento en el nivel de afección. En general los daños corresponden a los primeros ataques larvarios, no habiéndose llegado a desarrollar los típicos bolsones de protección. Se ha registrado también, sin demasiada incidencia, algún brote afectado por insecto **perforador** 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* en las acículas caídas en el suelo que 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. Muy posiblemente la escasez de precipitaciones en el año en curso haya disminuido los efectos de este patógeno, apenas visible en la evaluación del año en curso, pero que se manifiesta recurrentemente en la parcela. 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.

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.

Tradicionalmente 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 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
HOJAS/ACÍCULAS												
Acíc. del año	55	1,11	220	87,30	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,80	11,02	0,15	0,04
Comidos/perdidos	55	1,11	220	87,30	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,80	11,02	0,15	0,04
Muescas	55	1,11	220	87,30	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,80	11,02	0,15	0,04
Acíc. todas edades	5	1,80	20	7,94	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,20	10,76	-0,45	-0,23
Comidos/perdidos	5	1,80	20	7,94	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,20	10,76	-0,45	-0,23
Muescas	5	1,80	20	7,94	28,00	0,00	-0,01	0,00	26,20	10,76	-0,45	-0,23
RAMAS/BROTOS												
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	3,17	25,00	0,00	-3,01	0,00	28,00	11,20	1,35	0,21
Muerto/moribundo	2	1,00	8	3,17	25,00	0,00	-3,01	0,00	28,00	11,20	1,35	0,21
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco	9	1,89	36	14,29	29,44	0,00	1,43	0,00	25,89	10,74	-0,76	-0,24
Deformaciones	9	1,89	36	14,29	29,44	0,00	1,43	0,00	25,89	10,74	-0,76	-0,24
Tumores	9	1,89	36	14,29	29,44	0,00	1,43	0,00	25,89	10,74	-0,76	-0,24
Cuello raíz	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,01	0,00	34,00	11,70	7,35	0,71
Heridas	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,01	0,00	34,00	11,70	7,35	0,71
Descortezamientos	1	1,00	4	1,59	25,00	0,00	-3,01	0,00	34,00	11,70	7,35	0,71

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

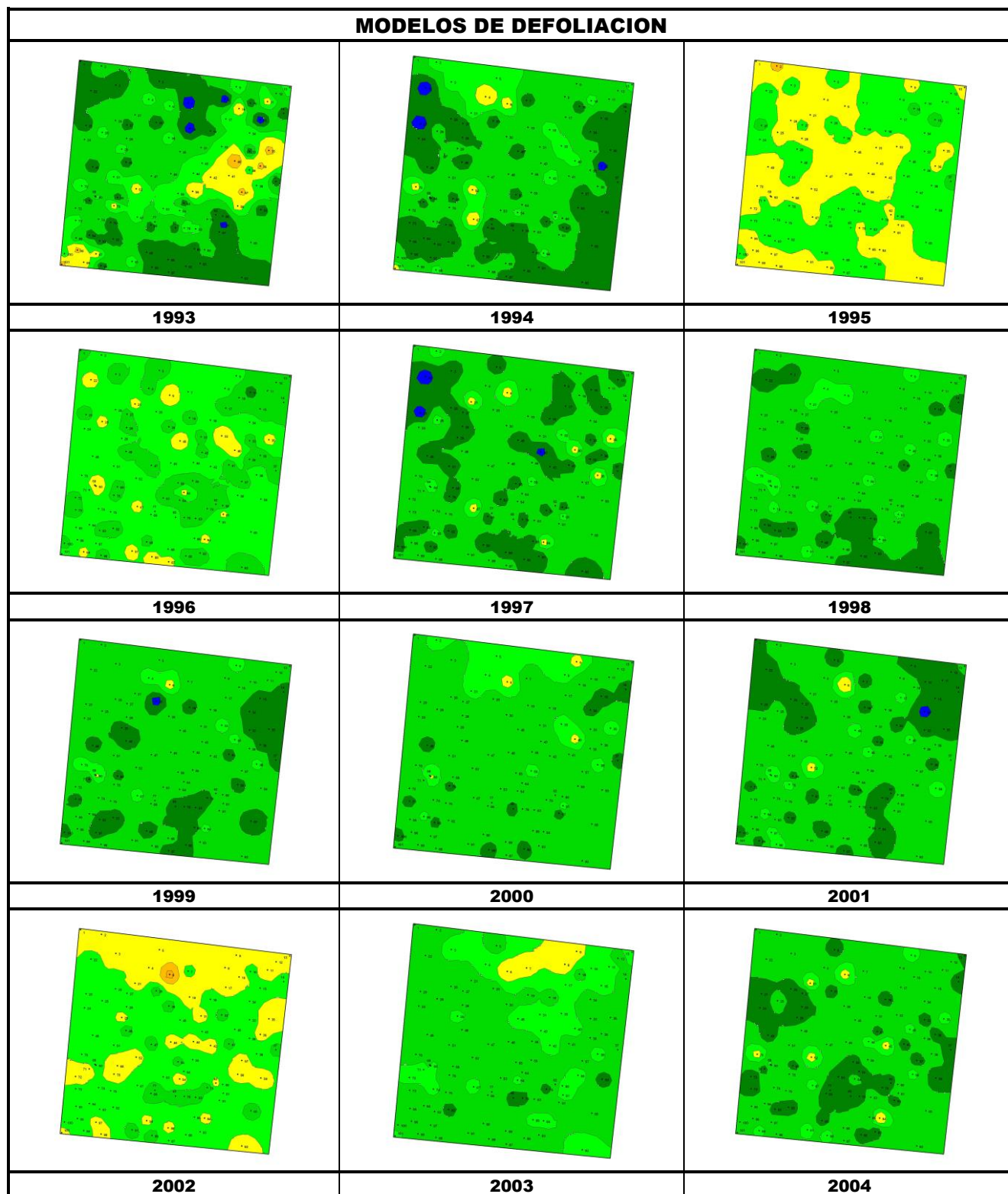
TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados.

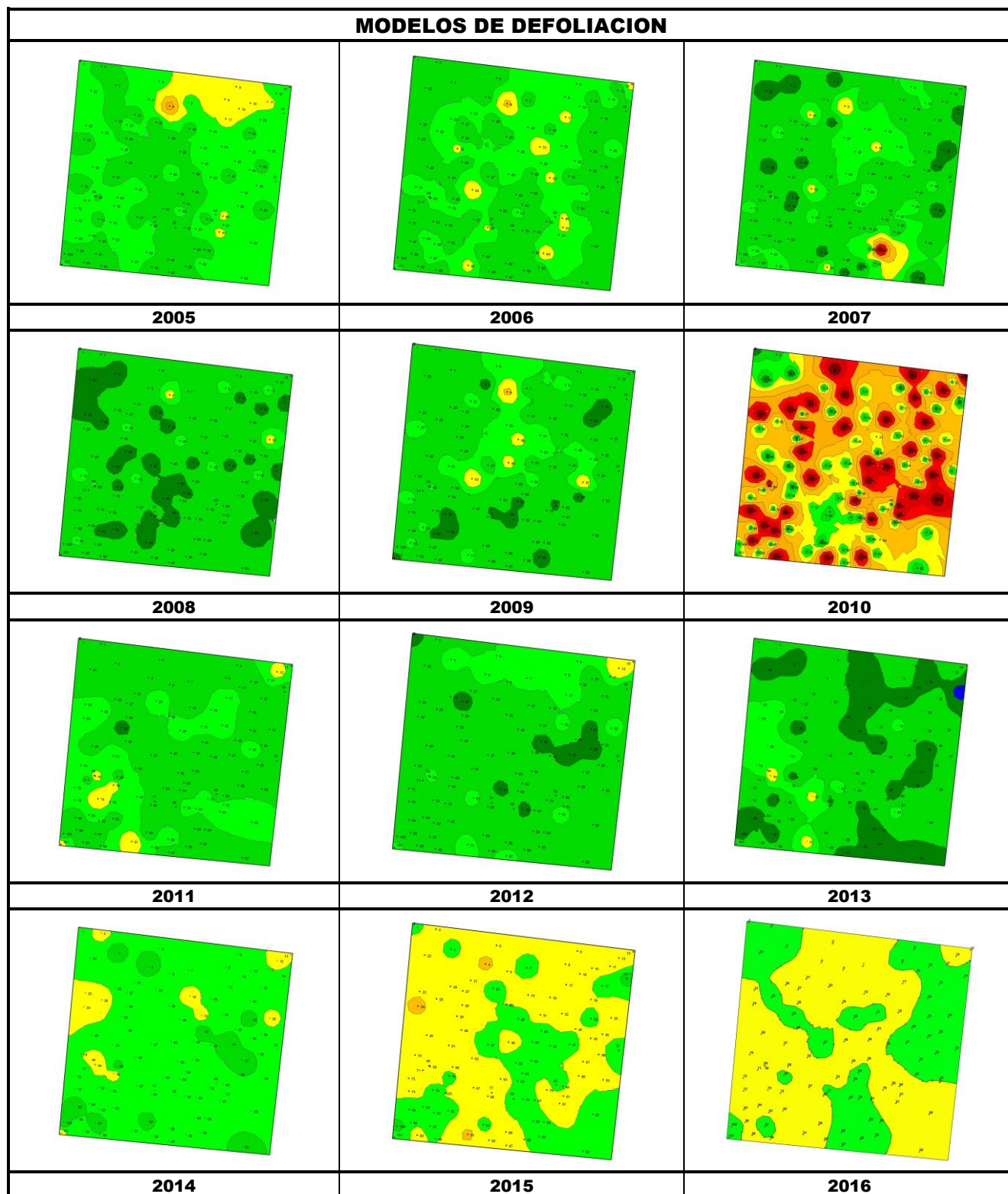
	N par	Defoliadores		Perforadores		Op. selvícolas		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	55	55	91,67						
Comidos/perdidos	55	55	91,67						
Muestras	55	55	91,67						
Acíc. todas edades	5	5	8,33						
Comidos/perdidos	5	5	8,33						
Muestras	5	5	8,33						
RAMAS/BROTOS									
Ramas 2-10 cm	2			2	100,00				
Muerto/moribundo	2			2	100,00				
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco	9							9	100,00
Deformaciones	9							9	100,00
Tumores	9							9	100,00
Cuello raíz	1					1	100,00		
Heridas	1					1	100,00		
Descortezamientos	1					1	100,00		



FIG 6: Síntomas de sequía: escasa presencia de acículas de dos años y plántula muerta. Primeros daños por procesionaria. Tumoración en tronco.

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

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

Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 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	6,20
2015	6,25	0,00	231	5,75	14,29	387	6,08	6,18
Media	6,36	2,97	340	6,05	20,11	549	6,09	6,15

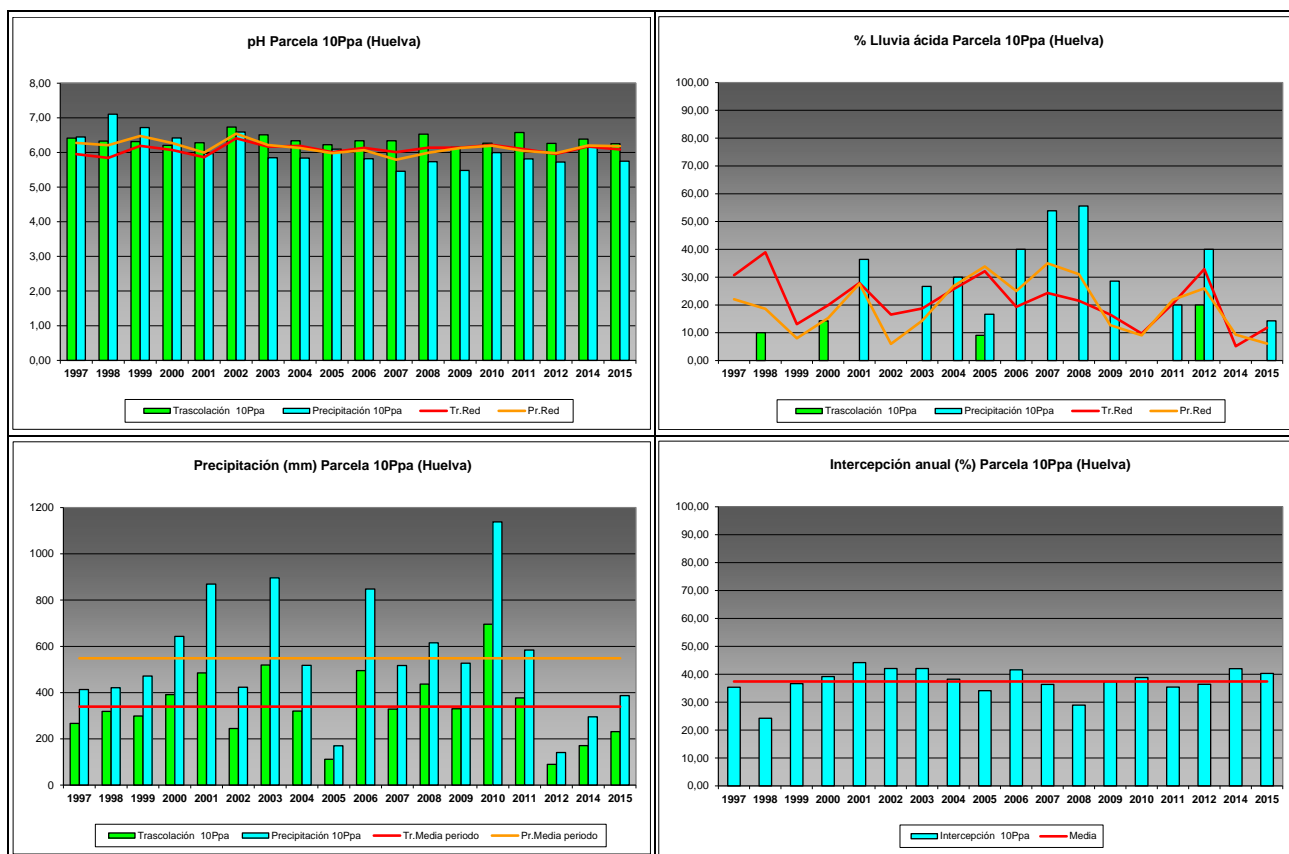


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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	27,94	15,23
2015	56,76		231	19,42		387	45,28	18,25
Media	61,16		340	35,29		549	44,91	23,06

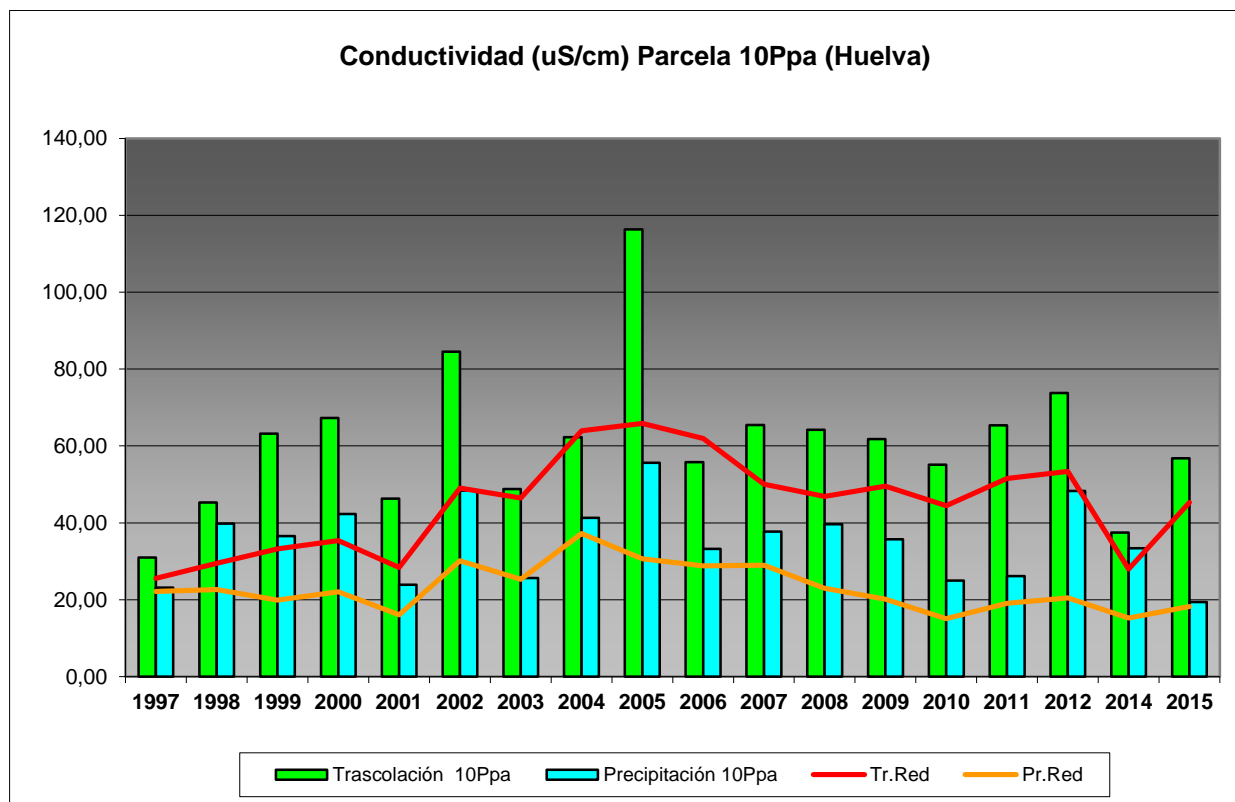


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	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	11,97	1,60
2015	6,18	14,29	231	0,30	1,15	387	13,14	18,33	4,20
Media	4,85	15,61	340	1,24	6,18	549	9,43	16,60	6,77

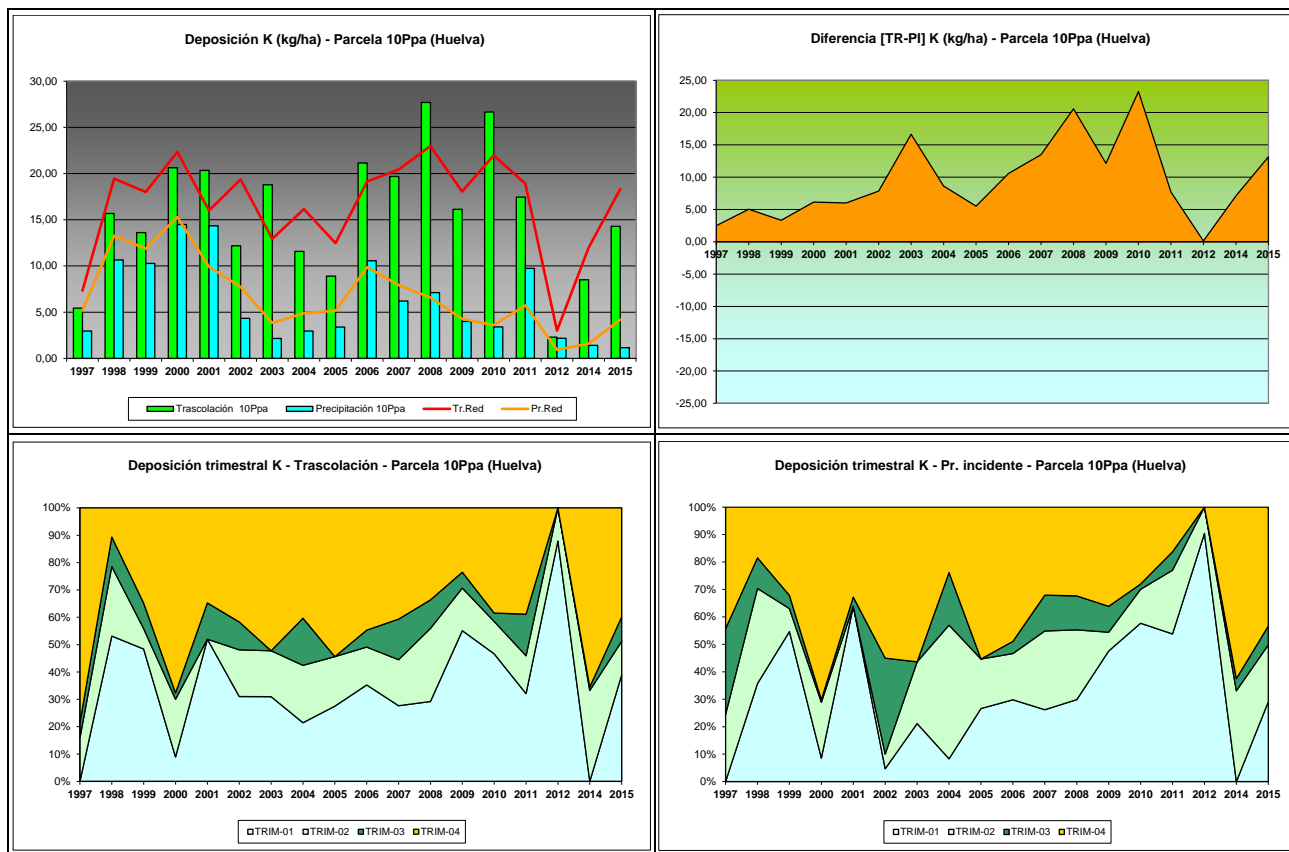


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	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	11,32	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	8,57	5,86
2015	3,22	7,45	231	1,69	6,52	387	0,93	15,19	12,39
Media	2,48	7,02	340	1,63	7,17	549	-0,15	12,28	10,07

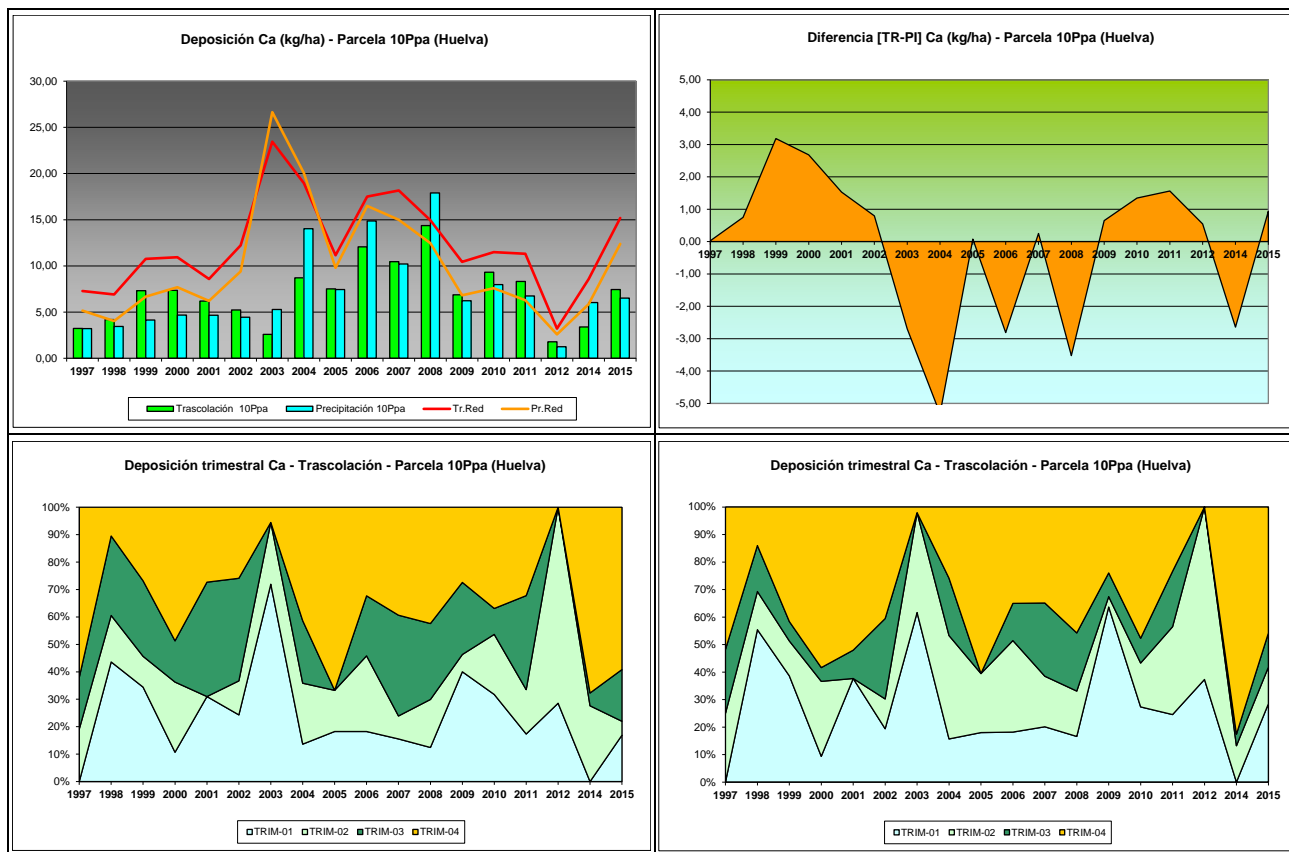


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,85	2,26	267	0,38	1,56	413	0,70	3,66	3,20
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	0,75	3,54	519	0,29	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	0,60	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	4,56	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	6,45	696	0,35	3,97	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	2,92	2,61	90	2,58	3,64	141	-1,03	2,35	1,52
2014	1,20	2,05	171	0,42	1,25	295	0,80	1,90	0,75
2015	1,32	3,06	231	0,35	1,36	387	1,70	3,32	1,84
Media	1,31	3,78	340	0,54	2,30	549	1,48	3,64	1,87

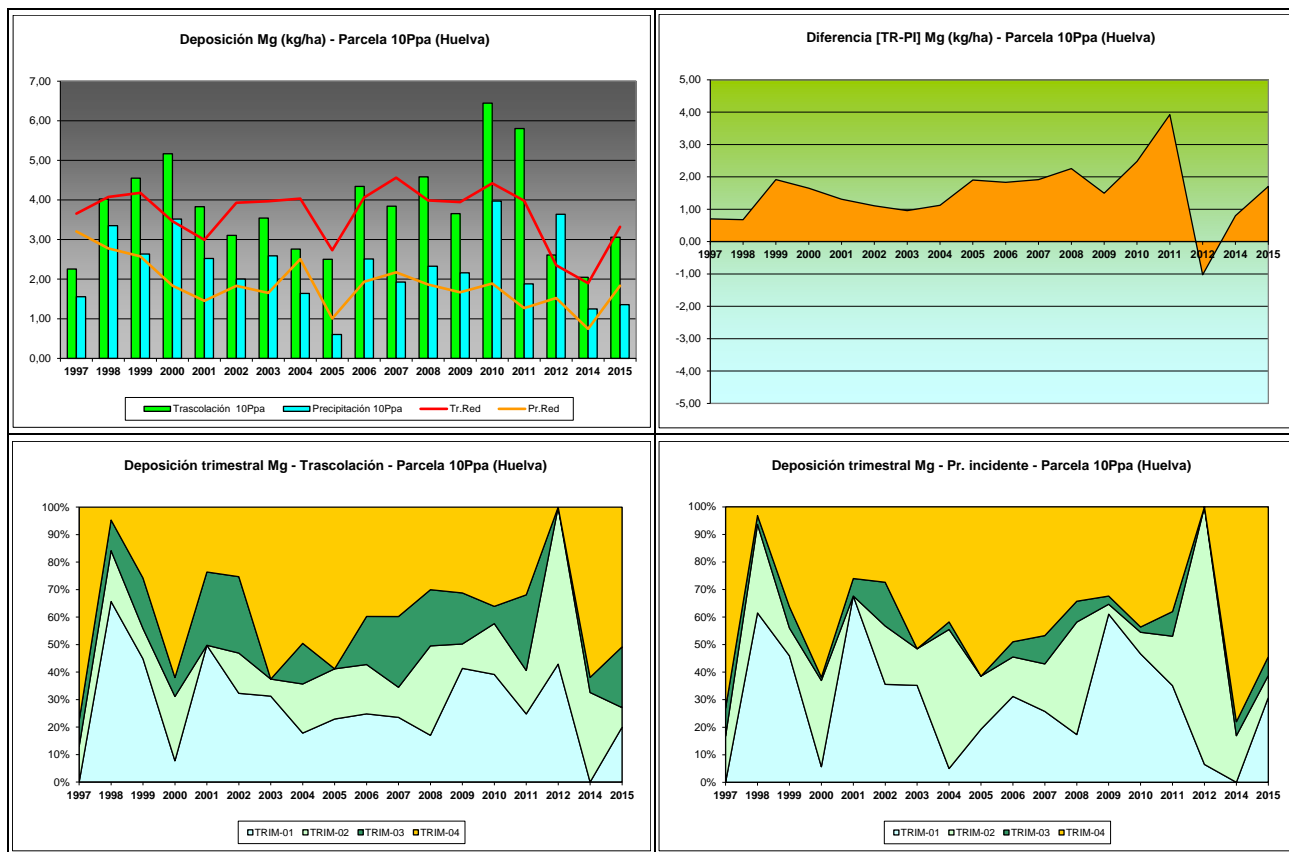


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	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	6,77	4,55
2015	5,10	11,80	231	2,57	9,92	387	1,88	15,27	11,59
Media	5,14	17,12	340	2,90	15,82	549	1,30	17,91	11,17

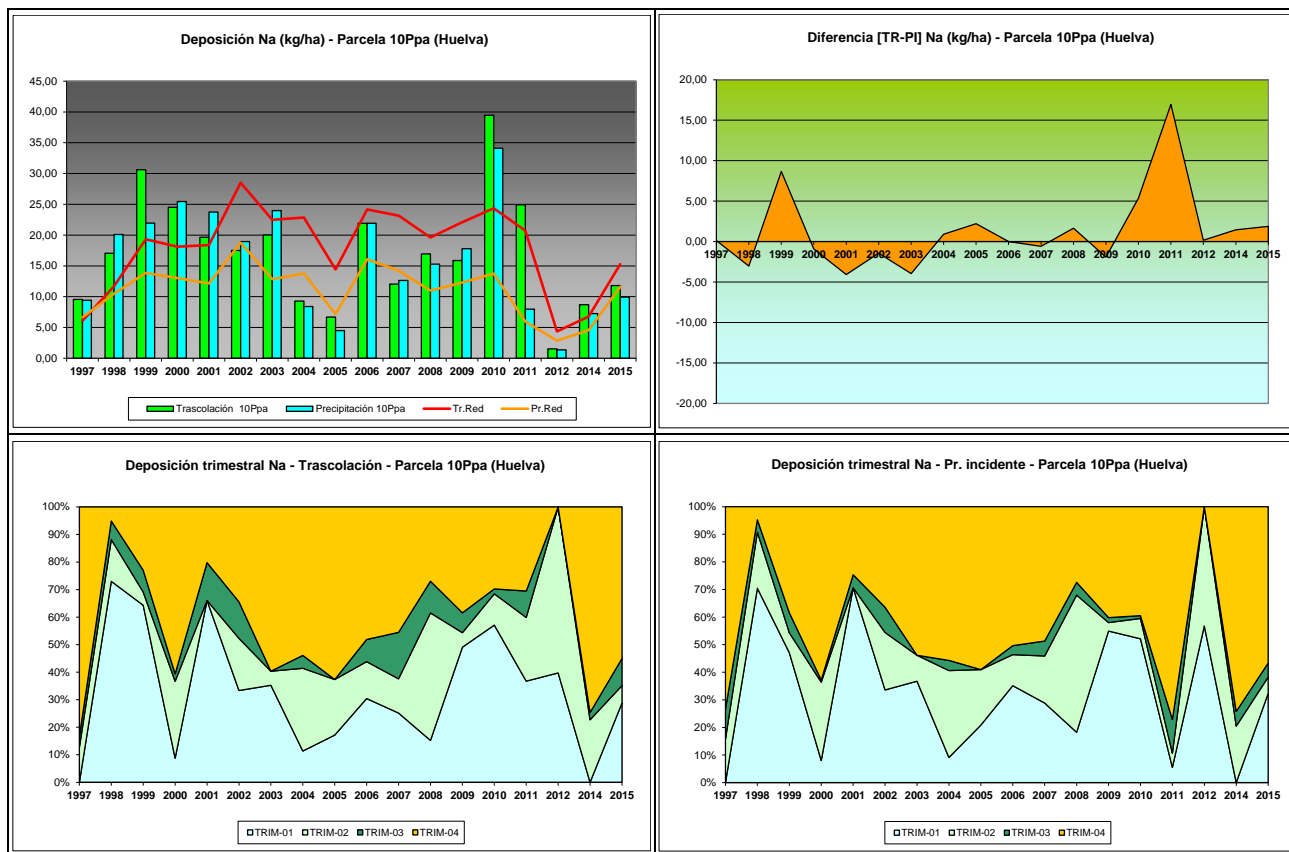


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,39	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	0,72	2,72	377	0,38	2,25	584	0,48	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	4,16	3,35
2015	1,32	3,06	231	0,48	1,87	387	1,19	5,30	6,04
Media	0,61	1,65	340	0,74	3,21	549	-1,56	3,06	3,61

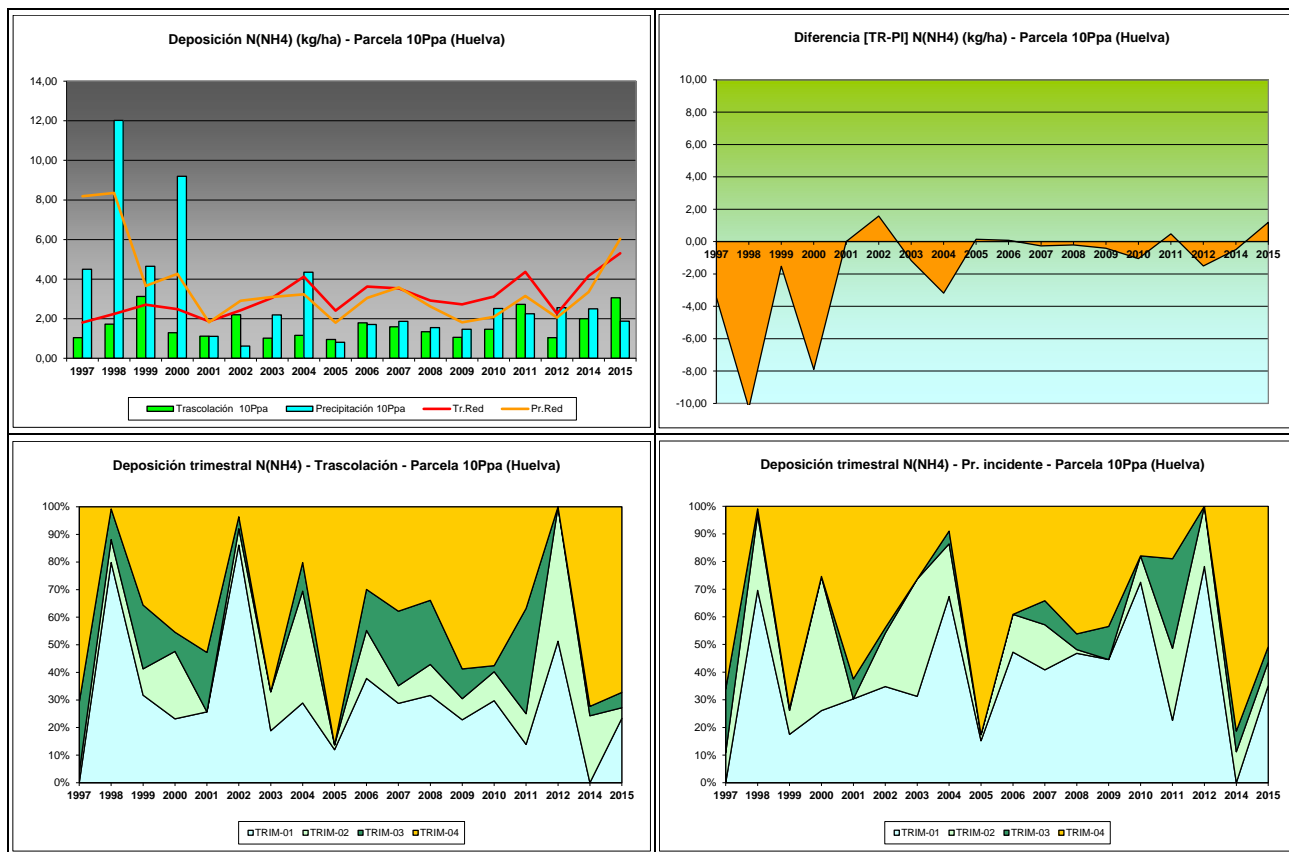


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	9,51	25,28	267	4,74	19,56	413	5,72	10,88	10,93
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	7,67	24,47	320	6,86	35,41	518	-10,94	47,45	37,43
2005	15,69	17,58	112	10,21	17,36	170	0,22	28,61	21,76
2006	8,82	43,46	495	6,28	53,22	848	-9,76	49,90	41,76
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	66,25	696	4,48	50,93	1138	15,32	41,17	21,32
2011	7,92	29,60	377	3,78	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	5,78	2,90
2015	8,34	19,27	231	3,46	13,40	387	5,88	24,25	15,25
Media	9,63	31,92	340	5,70	30,86	549	1,06	32,38	22,00

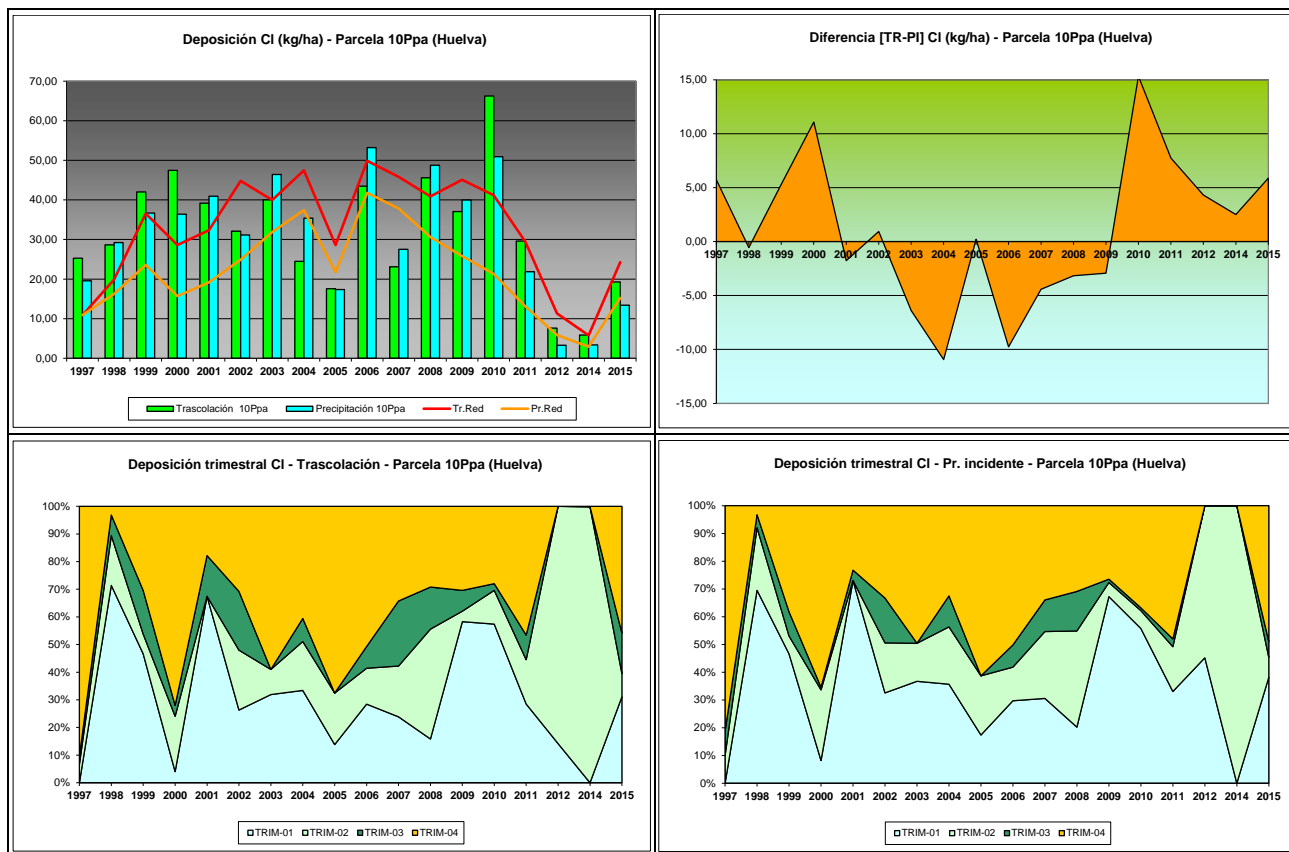


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,40	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	2,54	1,43
2015	0,94	2,18	231	0,27	1,05	387	1,13	3,25	2,17
Media	0,97	2,77	340	0,38	1,83	549	0,94	4,15	2,50

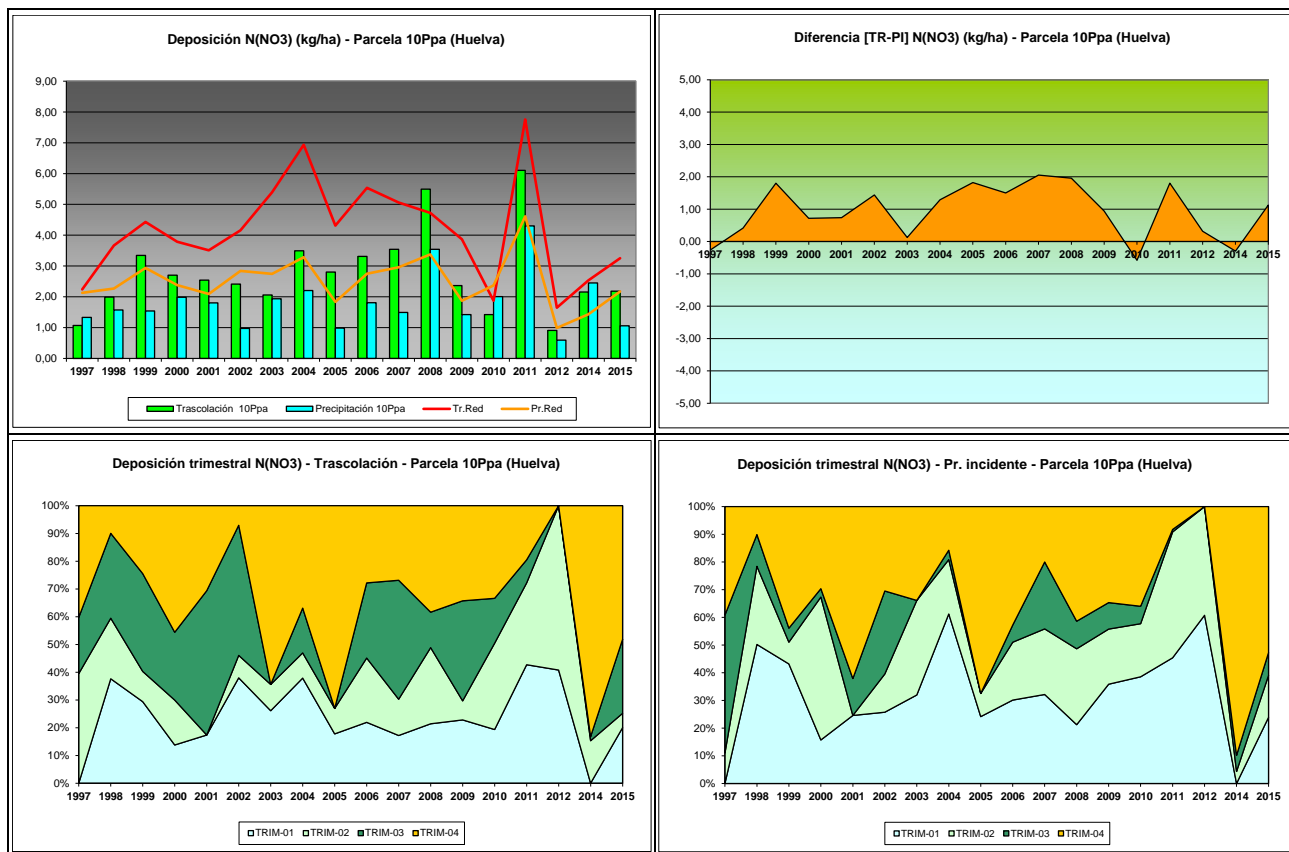


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,99	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	2,14	2,00
2015	1,09	2,51	231	0,55	2,14	387	0,37	3,56	2,95
Media	1,63	4,96	340	0,78	3,87	549	1,09	5,39	4,10

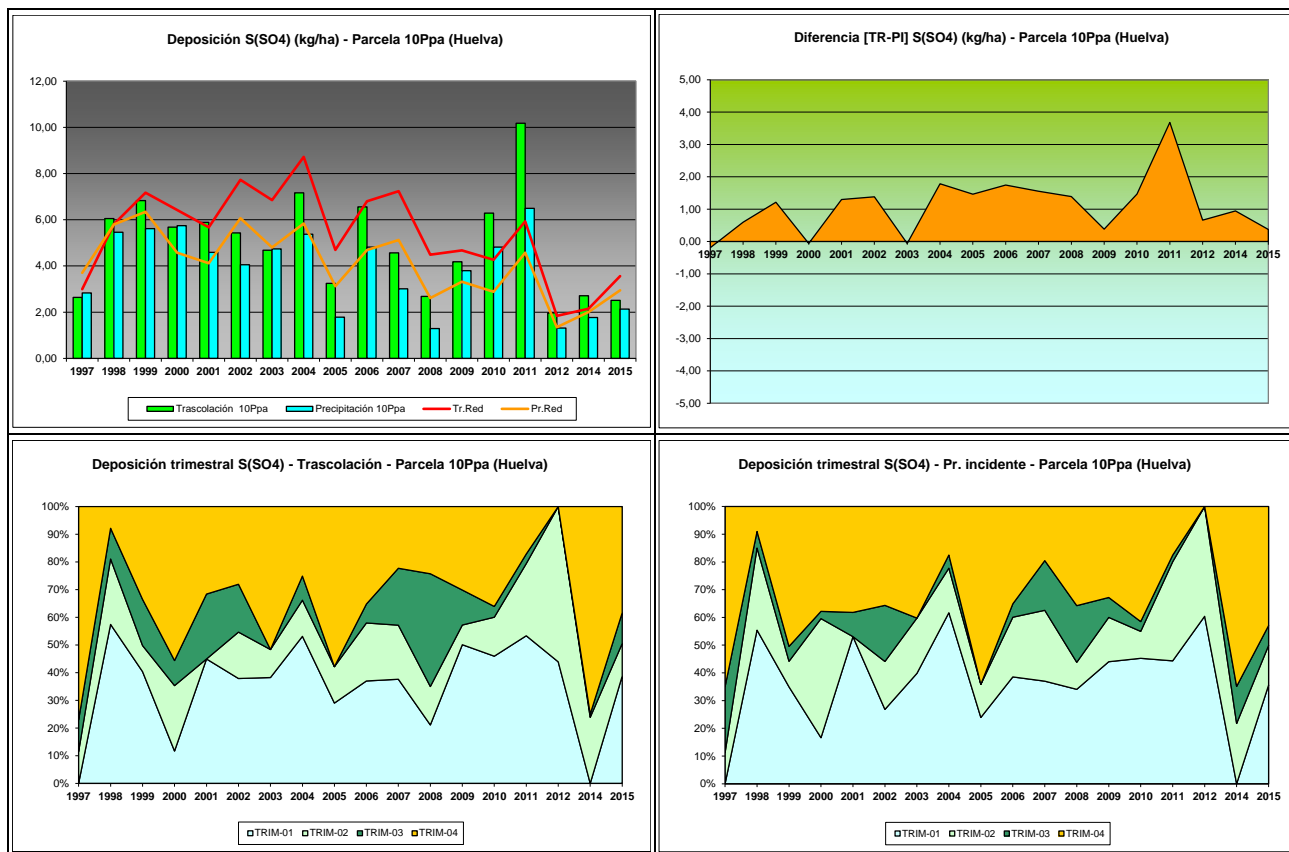


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 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, registrándose mayor frecuencia de precipitaciones ácidas bajo el dosel de copas; advirtiéndose una ligera acidificación de los aportes en el último año. El valor de la intercepción debida a la cubierta arbórea se sitúa en el 37,42% y precipitaciones muy por debajo de la media de la parcela, en torno a los 400 mm anuales, lo que necesariamente condiciona tanto el estado fitosanitario del arbolado como las características de la deposición, particularmente en lo que se refiere a la incidencia de la fracción seca.

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. Se advierte también un incremento del depósito en los últimos tres años, sin que se registren aportes superiores a la media. Las considerables diferencias entre los aportes bajo cubierta y a campo abierto indicarían una influencia importante de la deposición seca. Los mayores aportes se han producido, en el último año, a lo largo del otoño.

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, con un incremento considerable del aporte de trascolación en el último año, mientras que el papel jugado a campo abierto resulta ser mucho más atenuado, con un ligero incremento respecto al año anterior.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, experimenta también un ligero incremento con respecto a la revisión anterior, lejos de los resultados habidos en 2010-2011 cuando se obtuvieron los máximos de la serie histórica, para situarse en torno a los 10 kg/ha anuales. Al igual que en otros solutos, si bien de forma más atenuada, continúan observándose mayores depósitos bajo cubierta que a campo abierto.

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 al contrario de lo que ha venido siendo habitual, se han obtenido mayores tasas bajo cubierta.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, se registran depósitos generalmente superiores a la media de la red, con una reducción en el último trienio, que ha situado los aportes por debajo de los 20 kg/ha, y alejado del periodo 2006-2010 en que estas tasas se llegaron a triplicar.

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, reduciéndose ligeramente respecto al año anterior.

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.

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

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

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

(*) Seguimiento de la Calidad Ambiental y de los Daños por Contaminación en los Bosques Españoles. Proyecto LIFE 07 ENV/DE/000218 FutMon. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Fundación CEAM, 2011.

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

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

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)
2000	3,80	4,99	5,84	36,10	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	4,61	4,03	4,73	39,84	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	1,32	1,23	2,56	31,56	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	1,64	1,37	3,94	31,54	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	1,84	1,39	3,73	24,75	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	1,89	1,52	1,28	27,62	1,41	1,27	1,12	27,74

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)
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	0,82	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	3,38	1,00	37,54
2011	2,33				1,50		0,48	
2012	2,21	2,81	0,91	30,12	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	1,95	3,95	1,12	26,22	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	2,10	4,16	1,25	24,27	1,32	3,73	1,24	26,27
Media	2,27	2,88	2,50	31,00	1,49	2,25	1,52	31,66

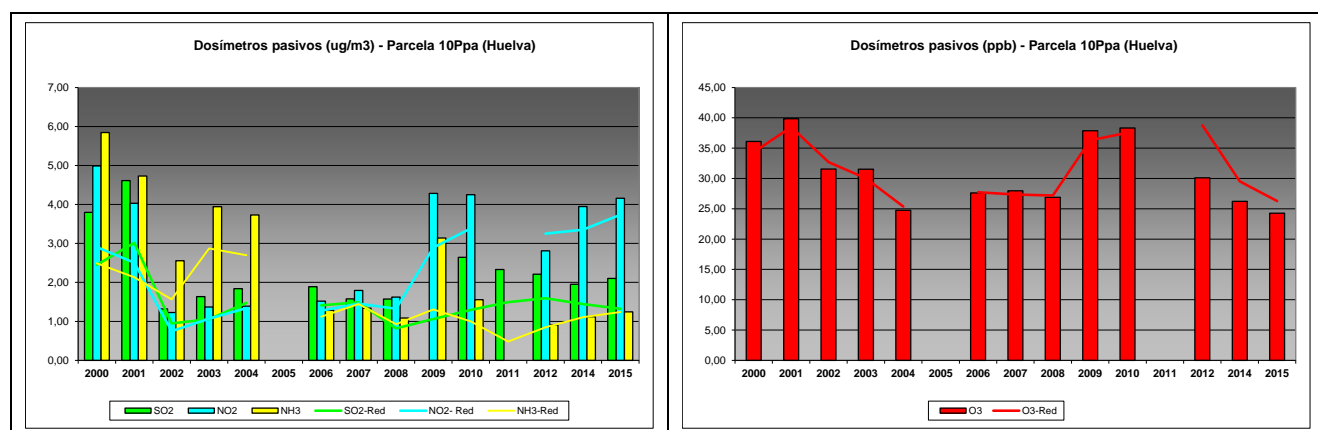


FIG 18 : Variación temporal de inmisi3n por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, los valores de inmisi3n 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 nitr3geno como compuesto más abundante. Como suele ser habitual, y a excepci3n del umbral de protecci3n de los líquenes, no se han superado los umbrales de referencia antedichos. Los niveles de ozono presentan una tendencia a la baja a lo largo del último trienio, tendiendo a situarse por debajo de la media de la Red.

7. Análisis foliar.

El objetivo del análisis foliar es, en concordancia con las especificaciones de las redes europeas, estimar el estado nutricional del arbolado y el impacto de los contaminantes atmosféricos en los ecosistemas forestales; así como la 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.

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	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>	Red	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>	Red								
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>	Red	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>	Red	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>	Red	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>	Red	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>	Red	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>	Red	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>	Red	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>	Red	35,63	9,28	1,10	0,53	3,95	2,41	5,45	50,41
2015-2016	10 Ppa	Huelva	24,40	13,86	1,14	0,64	4,19	2,94	4,66	48,16
	<i>P.pinea</i>	Red	24,40	13,86	1,14	0,64	4,19	2,94	4,66	48,16

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 1,308 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.

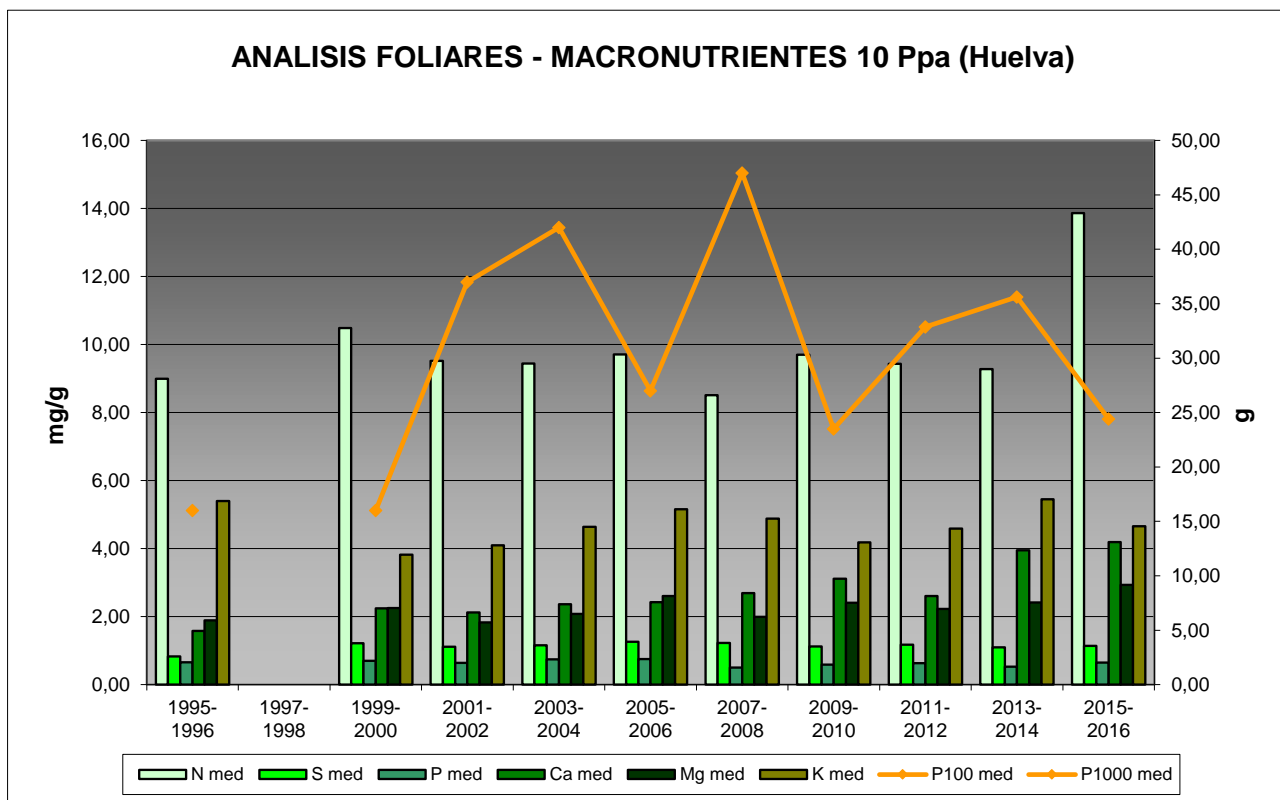


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

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 ($\mu\text{g/g MS}$)				
			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>	Red		22,00	205,50	461,00	
1997-1998	10 Ppa	Huelva					
	36 Ppa	Valladolid					
	<i>P.pinea</i>	Red					
2013-2014	10 Ppa	Huelva		11,76	190,15	91,36	5,45
	<i>P.pinea</i>	Red		11,76	190,15	91,36	5,45
2015-2016	10 Ppa	Huelva		17,40	161,55	118,40	5,54
	<i>P.pinea</i>	Red		17,40	161,55	118,40	5,54

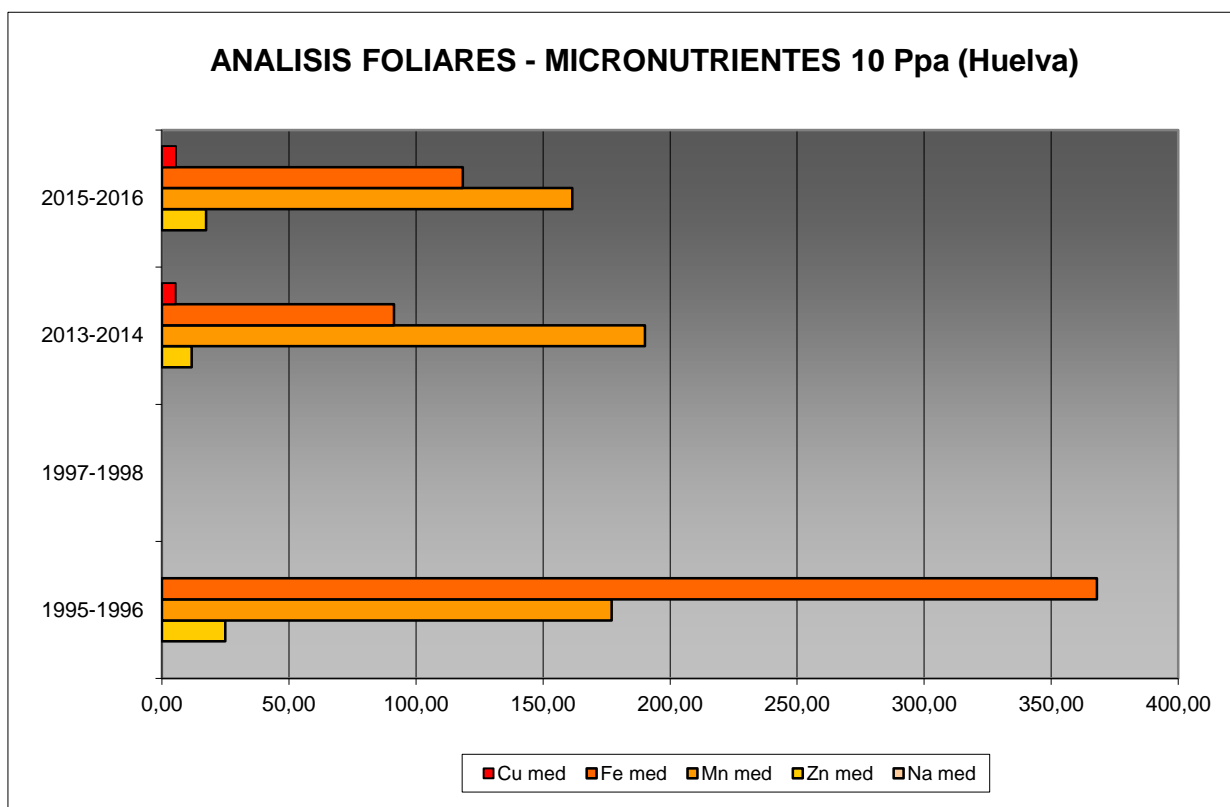


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

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, hasta registrarse el mínimo local de la última campaña, por debajo de los 25 g/1000 acículas. 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, que tradicionalmente han oscilado entre 8,99 mg/g y 10,48 mg/g para experimentar un aumento significativo a lo largo de la última campaña. El **azufre** presenta un comportamiento muy estable, en torno a valores de 1,10-1,20 mg/g inferiores en todos los casos al valor de referencia de 1,308 que indicaría un efecto atribuible a la lluvia ácida. **Fósforo, magnesio y potasio** mantienen también valores muy estables, sin demasiadas variaciones a lo largo de la serie histórica analizada, destacando sin embargo un incremento ligero a lo largo de la última campaña en relación a la precedente, mientras que los valores de **calcio** registran el valor máximo de la serie, en una tendencia ya observada el año anterior. En cuanto al

contenido en **carbono** del follaje, evaluado por primera vez en la campaña anterior, se ha situado ligeramente por debajo del 50%, reduciéndose respecto a 2013-2014.

Los *micronutrientes* sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996, 1997-1998 y a partir de 2013-2014 y no siempre se han evaluado todos ellos: sodio no se ha medido en ninguno, cobre sólo en el muestreo de 2013-2014 y zinc, manganeso y hierro en 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 incremento de hierro y zinc y una reducción del contenido en manganeso.

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 m² de superficie. La muestra así tomada se divide en sus principales componentes (hojas, ramillas de diámetro inferior a 2 cm y otras, que incluyen frutos, líquenes, musgos,...) y se analiza en el laboratorio.

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

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

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	3.080	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)
2015	Hojas	5.404	50,42	4,05	0,94	0,19	4,36	2,92	4,24
	Ramillas	297							
	Otras	925	49,75	6,30	0,72	0,34	5,38	1,06	2,80
Media	Hojas	3.554	51,71	5,26	1,02	0,41	3,96	2,51	3,10
	Ramillas	247	53,77	4,80	0,89	0,50	5,92	1,17	1,21
	Otras	1.053	52,23	6,31	0,96	0,43	5,33	1,37	1,85

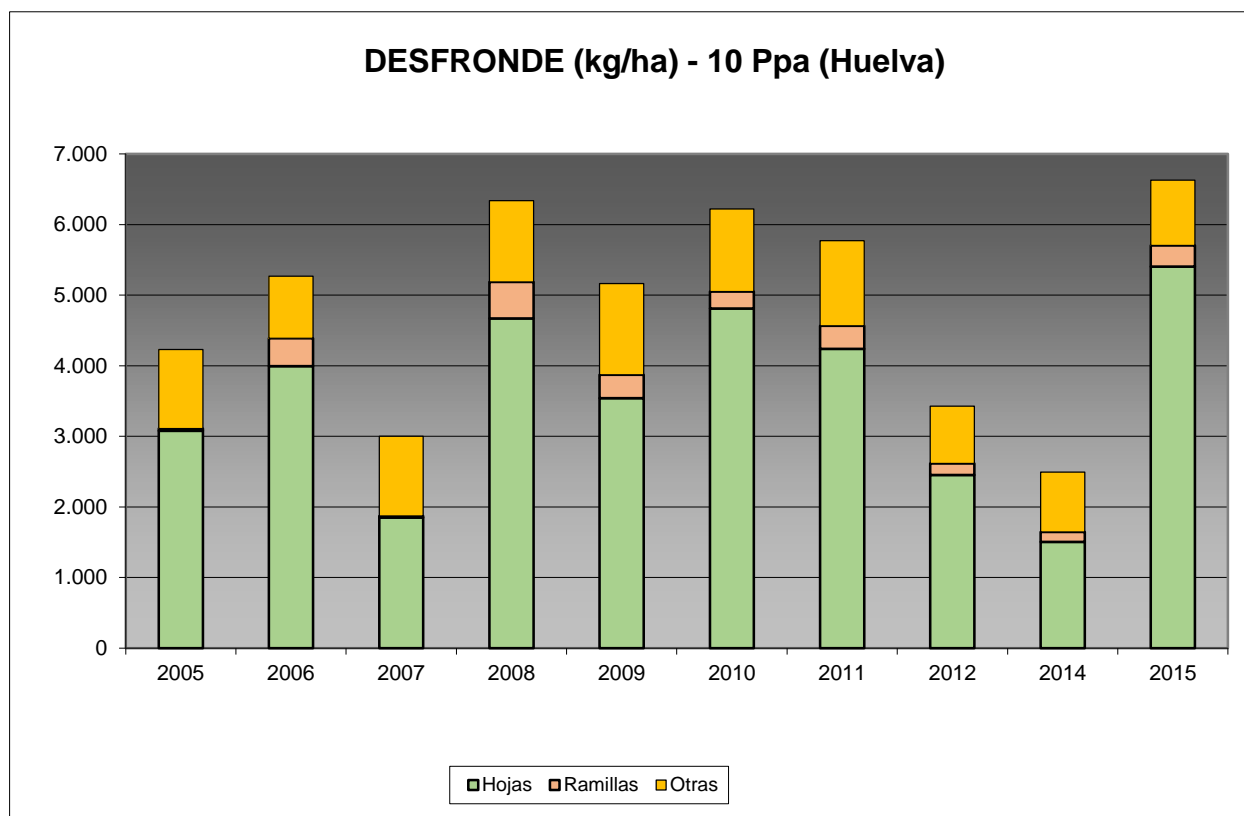


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.000-5.000 kg/ha; alcanzándose un máximo durante la presente campaña en que se superan los 6.000 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 CO₂ atmosférico.

9. Fenología.

La fenología estudia la relación entre los fenómenos climáticos y las características morfológicas del desarrollo anual de los vegetales. Tras las observaciones de series anuales suficientemente representativas, puede obtenerse una valiosa información sobre la respuesta de la vegetación frente a variaciones climáticas, acrecentar el papel de las especies forestales como bioindicadoras y explicar el estado actual de la vegetación. El conocimiento de las fases fenológicas del arbolado es también una importante herramienta de gestión fitosanitaria de las masas forestales, pues el ciclo biológico y la capacidad de daño de buena parte de las plagas forestales van ligadas al desarrollo de una determinada fase, particularmente en el caso de los

insectos defoliadores. Los cambios fenológicos en la vegetación juegan además un importante papel en la modelación del paisaje.

La evaluación fenológica se hace sobre 20 árboles de la parcela, seleccionando de entre aquellos de las clases dominante o codominante y preferentemente con buena visibilidad de copa; siempre desde una posición fija para evitar sesgos de observación; quincenalmente desde 1999 hasta 2010 y de forma mensual a partir de entonces.

La evaluación de las distintas fases fenológicas ha experimentado sucesivos cambios metodológicos a lo largo de la serie histórica de estudio, resultando de entre ellas, las más significativas y coherentes la aparición de hoja y la floración; siempre haciendo la salvedad de que se ha considerado que una fase comenzaba cuando lo hacía el 50% de la población muestra.

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 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 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 ≥ 50% Población					Floración ≥ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
1999	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
2015	28/04/15	28/07/15	91	117	1467	28/04/15	26/05/15	28	117	1467
Media			78	119	1556			34	114	1439

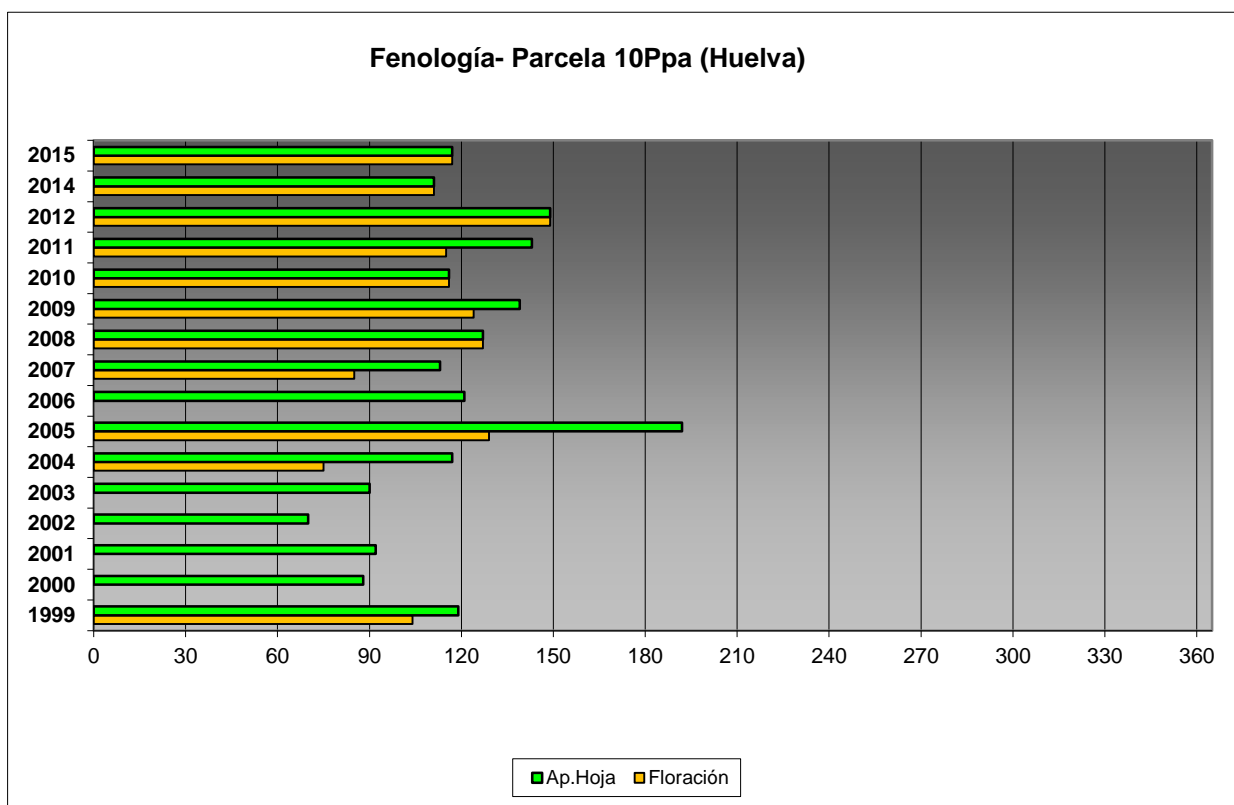


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

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

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
1999	0,00	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
2015	0,14	0,50	0,14	0,45
Media	0,24	0,86	0,24	0,70

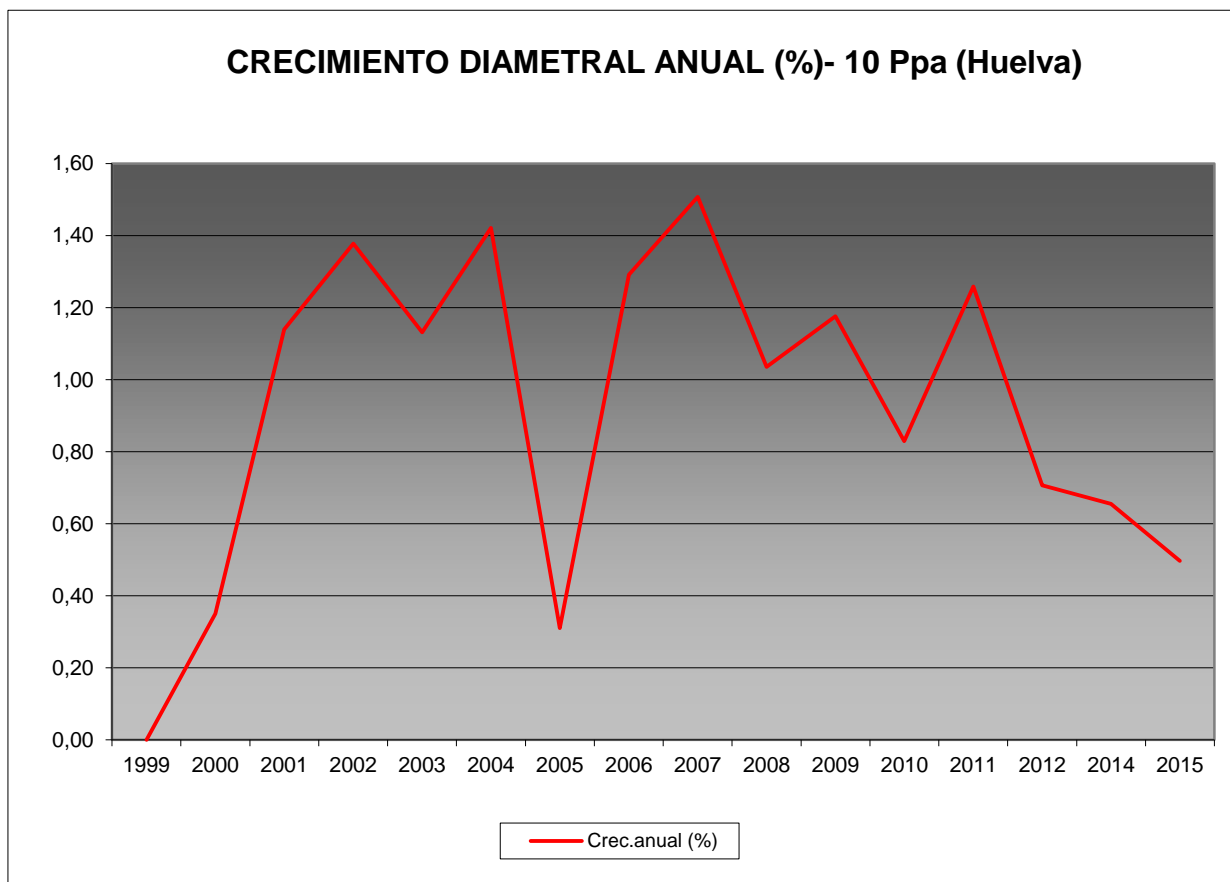


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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 y una ligera reducción del parámetro a lo largo de los últimos años debido quizá a un menor aporte hídrico.

11. Meteorología.

Se presenta a continuación un resumen de las principales variables meteorológicas recogidas en la estación de la parcela, de los datos disponibles en el sistema en el momento de la redacción del presente informe. Cabe hacer constar, por lo que se refiere a la meteorología, que los datos correspondientes a 2012 abarcan sólo el periodo enero-julio.

TABLA 27: Parámetros meteorológicos básicos. Precipitación anual. Temperatura media anual, máxima de las máximas, mínima de las mínimas, media de las máximas, media de las mínimas. Radiación solar media. Humedad relativa media. Velocidad del viento media y máxima.

Año	Prec	T med	T MAX	T MIN	T max	T min	Rad med	HR med	V viento med	V viento max
	(mm)	(°C)					(W/m ²)	(%)	(m/s)	
1997	413									
1998	421									
1999	472									
2000	643	14,4	32,3	-6,7	20,0	9,6	132,8	73,4	3,2	26,8
2001	869	17,0	37,3	1,7	22,0	12,5	181,9	72,6	3,7	25,3
2002	423	14,9	30,1	1,0	20,2	10,4	145,4	79,4	3,1	24,2
2003	896	14,9	30,1	1,0	20,2	10,4	145,4	79,4	3,1	24,2
2004	518	16,5	44,2		23,0	9,7		72,4	2,9	24,2
2005	170	16,8	38,1	-7,5	23,3	9,2		64,4	3,3	41,8
2006	848	17,7	43,0	-7,7	23,1	8,1	219,9	71,0	3,2	21,2
2007	517	15,8	38,4	-2,0	22,1	9,8	196,9	71,0	3,3	
2008	615	16,6	37,4	-0,8	22,8	10,8	204,9	69,4	3,4	32,5
2009	527	17,2	38,3	-4,1	23,7	11,2	205,0	68,7	3,3	28,7
2010	1138	17,2	39,6	-8,3	22,5	9,5	214,2	69,8	3,1	22,7
2011	584	17,6	39,3	-2,0	24,1	11,0	180,0	69,6	6,1	21,1
2012	141	15,8	37,5	-4,1	23,1	9,0	160,7	62,4		8,1
2014	295	17,6	39,1	1,1	24,3	10,9		70,8	3,0	14,7
2015	387	18,1	39,6	-0,2	25,2	11,6	410,7	67,9	2,2	46,3
Media	549	16,53	38	-2,76	22,66	10,24	199,80	70,81	3,36	25,85

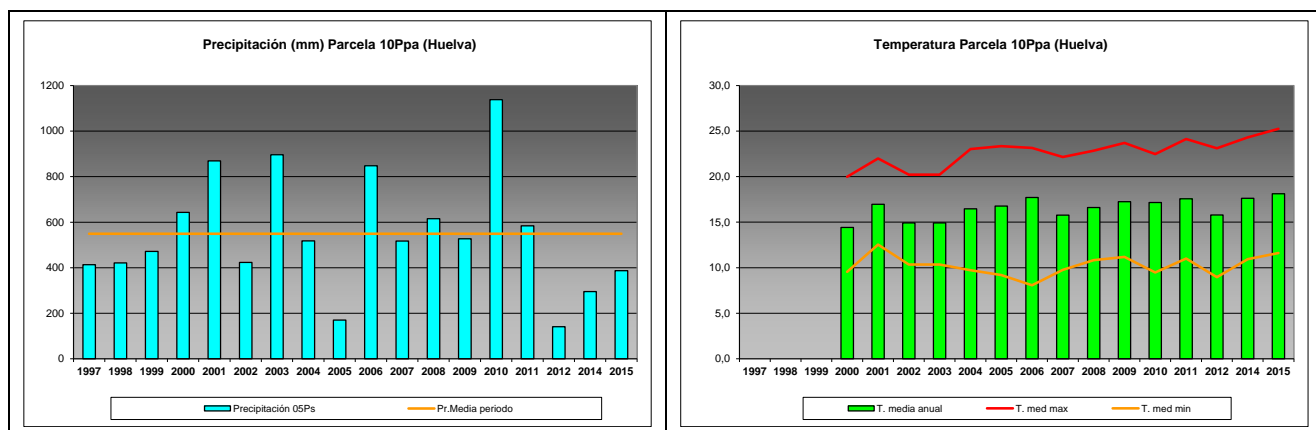


FIG 25: Principales variables meteorológicas.