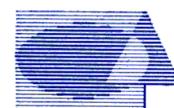




RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2015**

PARCELA 37 Ppr (SEGOVIA)



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

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Características de la parcela.

TABLA 2: Datos meteorológicos parcela.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

TABLA 4: Características dasométricas

TABLA 5: Distribución de agentes dañinos en la parcela

TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela

TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados

TABLA 8: Equipos de medición instalados

TABLA 9: Parámetros descriptores de la deposición atmosférica

TABLA 10: Caracterización pH

TABLA 11: Caracterización conductividad

TABLA 12: Caracterización potasio

TABLA 13: Caracterización calcio

TABLA 14: Caracterización magnesio

TABLA 15: Caracterización sodio

TABLA 16: Caracterización amonio

TABLA 17: Caracterización cloro

TABLA 18: Caracterización nitratos

TABLA 19: Caracterización sulfatos

TABLA 20: Inmisión atmosférica

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

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

TABLA 23: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 24: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 25: Valor medio dendrómetros

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela

FIG 2: Climodiagrama de la parcela

FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela

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

FIG 5: Tipos de defoliación

FIG 6: Daños forestales

FIG 7: Instrumentación

FIG 8: Variación temporal de pH

FIG 9: Variación temporal de conductividad

FIG 10: Variación temporal de potasio

FIG 11: Variación temporal de calcio

FIG 12: Variación temporal de magnesio

FIG 13: Variación temporal de sodio

FIG 14: Variación temporal de amonio

FIG 15: Variación temporal de cloro

FIG 16: Variación temporal de nitratos

FIG 17: Variación temporal de sulfatos

FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 19: Evolución de macronutrientes

FIG 20: Evolución de micronutrientes

FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 22: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 23: Fases fenológicas

FIG 24: Crecimiento diametral anual

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus pinaster* del sector Castellano duriense de la provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
37 Ppr	<i>Pinus pinaster</i>	Segovia	Cuéllar	25/07/1994	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+41 ^o 21'00"	-04 ^o 17'00"	392.000	4.579.000	800	2	Plano	Vivero Viejo

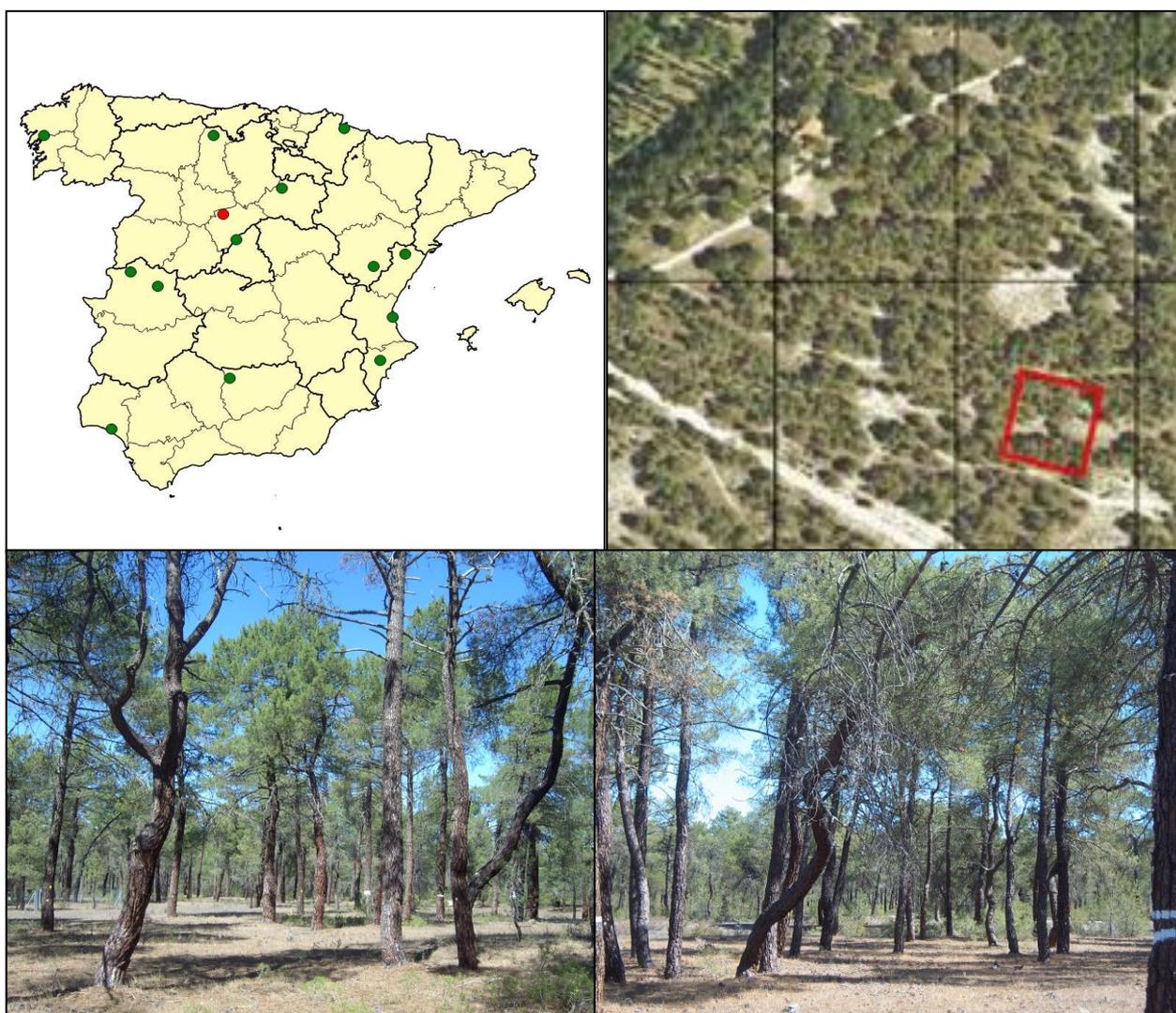


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 37Ppr.

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)	3,4	4,8	7,5	9,9	13,8	18,0	21,4	20,8	17,6	12,5	7,0	3,6	11,7
P(mm)	41	35	39	39	45	39	18	13	34	38	41	38	421
T. Media Máximas Mes más Cálido							29,8						
	-0,9	T. Media Mínimas Mes más Frío											

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un VI(IV)1 *Nemoromediterráneo genuino*.

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

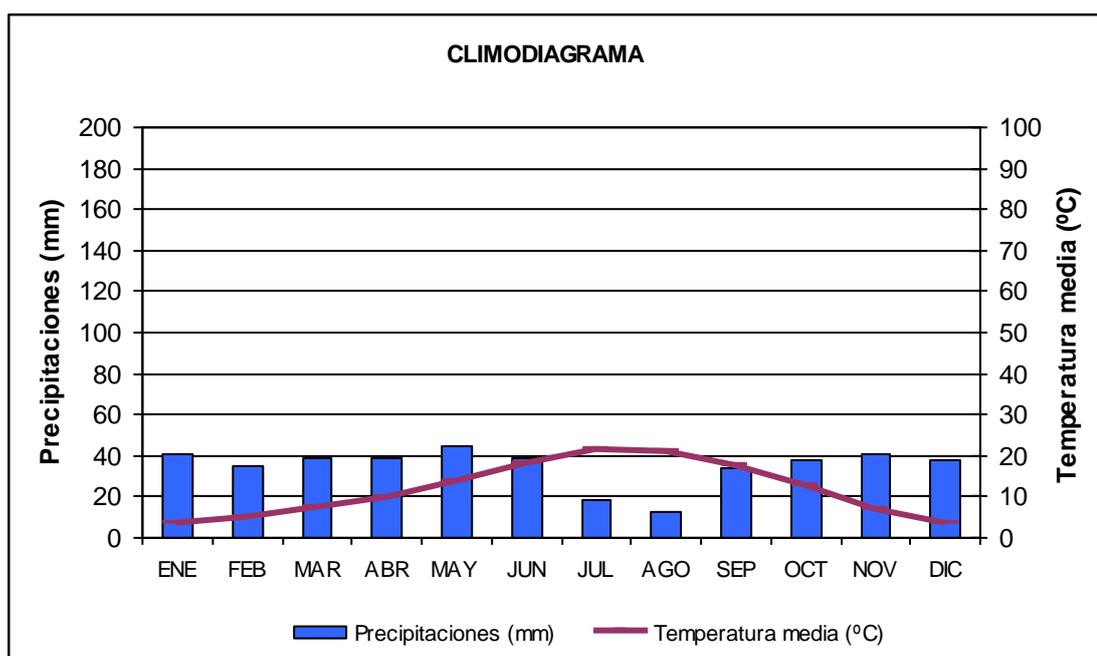


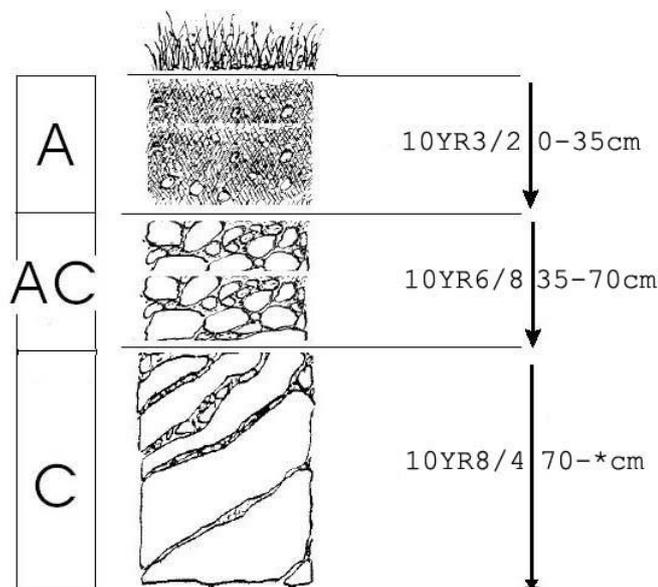
FIG 2: Climodiagrama de la parcela.

2.2. Geología y Suelos.

Litología: arenas silíceas.

Edafología: Arenosol háplico.

Suelo pobre, ya que está prácticamente constituido sólo por materiales inertes. El mayor aporte de nutrientes proviene de la descomposición de la materia orgánica; las arenas inferiores son materiales casi estériles.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-35	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en seco; particular; muy arenoso; raíces abundantes finas y gruesas; límite difuso.
CA	35-70	Amarillo pardusco (10 YR 6/8) en seco; particular; muy arenoso; raíces escasas; límite difuso.
C	70- *	Pardo muy claro (10 YR 8/4) en seco; particular; muy arenoso, arenas lavadas, aspecto de "pan rallado"; sin raíces.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Estrato arbóreo de *Pinus pinaster*, cubre un tercio de la superficie, estando el resto de estratos poco desarrollados, excepto el muscinal y líquénico. El matorral se concentra en el vértice oriental de la parcela, donde no hay árboles. El pasto está más o menos uniformemente distribuido.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	28,0	<i>Linaria spartea</i> (L.) Willd.	+
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	28,0	<i>Lupinus angustifolius</i> L.	+
ESTRATO ARBUSTIVO	2,5	<i>Micropyrum tenellum</i> (L.) Link	+
<i>Pinus pinaster</i> Aiton	2,0	<i>Ornithopus compressus</i> L.	+
<i>Pinus pinea</i> L.	+	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	2,4
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	12,5	<i>Pinus pinea</i> L.	+
<i>Anarrhinum bellidifolium</i> (L.) Willd.	+	<i>Quercus faginea</i> Lam.	+
<i>Andryala integrifolia</i> L.	+	<i>Rumex acetosella</i> L.	+
<i>Armeria</i> sp.	+	<i>Sedum amplexicaule</i> DC.	+
<i>Campanula lusitanica</i> L.	+	<i>Senecio</i> sp.	+

	Cob		Cob
<i>Centranthus calcitrapae</i> (L.) Dufresne	+	<i>Sesamoides</i> sp.	+
<i>Corynephorus canescens</i> (L.) Beauv.	+	<i>Silene colorata</i> Poiret	+
<i>Filago</i> sp.	+	<i>Silene portensis</i> L.	+
<i>Halimium umbellatum</i> (L.) Spach	+	<i>Thymus mastichina</i> L.	1,0
<i>Helichrysum italicum</i> (Roth) G. Don fil.	+	<i>Vicia angustifolia</i> L.	+
<i>Hispidella hispanica</i> Barnades ex Lam.	+	<i>Vicia lathyroides</i> L.	+
<i>Hypochoeris glabra</i> L.	+	<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	1,0
<i>Lactuca viminea</i> (L.) J. & C. Presl	+	ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO	15,0
<i>Lathyrus angulatus</i> L.	+	<i>Cladonia foliacea</i>	1,0
<i>Lavandula stoechas</i> L.	+	<i>Cladonia furcata</i>	14,0
<i>Leucanthemopsis pulverulenta</i> (Lag.)	1,0		

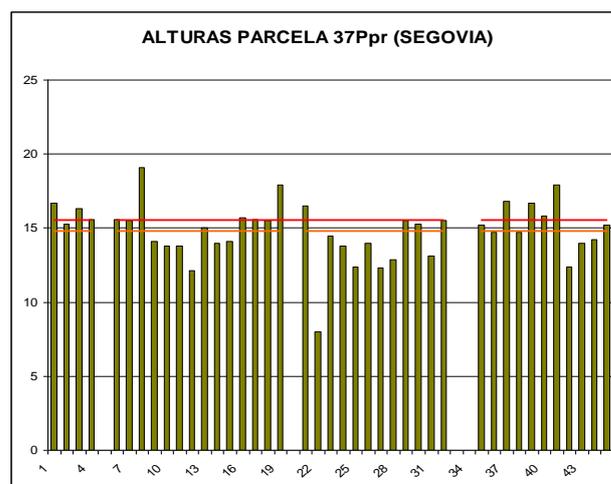
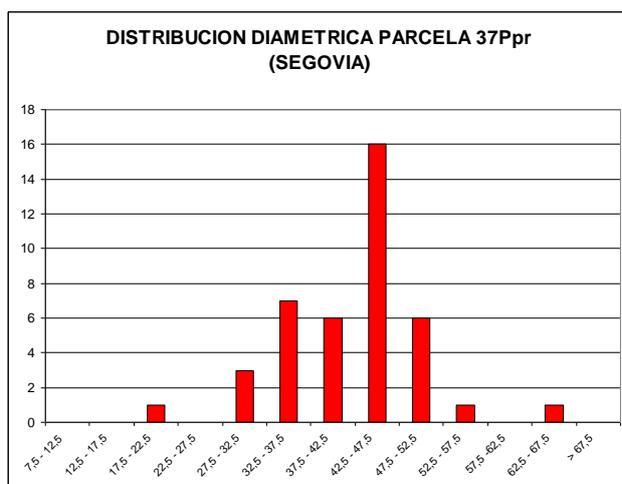
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 24 a, Serie supra-mesomediterránea guadarrámica ibérico-soriana celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*). *Junipero oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum*.

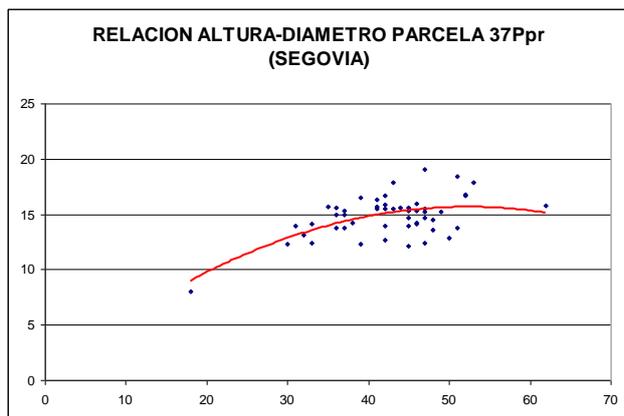
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de *Pinus pinaster* de 41-60 años de edad, cuyas características principales se resumen a continuación:

TABLA 4: Características dasométricas. Área de la parcela, número de pies en la parcela, densidad en pies/ha, Número de pies de la especie principal, número de pies de otras especies, número de pies muertos, edad media, diámetro medio, área basimétrica, diámetro medio cuadrático, altura media, altura dominante, existencias.

Parcela	Area ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad años	D med (cm)	AB m ² /ha	D m c cm	Alt m m	Alt do m	Exist m ³ cc
37 Ppr	0,2500	40	160	40	0	5	41-60	39,78	20,59	40,47	14,73	15,95	32,92





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5						
12,5 - 17,5						
17,5 - 22,5	1	4	10,2	50,98	0,12	0,49
22,5 - 27,5	2	8	11,9	47,51	0,60	2,41
27,5 - 32,5	5	20	13,2	44,09	2,30	9,20
32,5 - 37,5	5	20	14,2	40,68	2,83	11,33
37,5 - 42,5	13	52	14,9	37,29	10,95	43,80
42,5 - 47,5	10	40	15,3	33,91	10,24	40,96
47,5 - 52,5	3	12	15,3	30,54	3,95	15,82
52,5 - 57,5						
57,5 - 62,5	1	4	14,3	23,80	1,92	7,68
62,5 - 67,5						
> 62,5						
TOTAL	40	160			32,92	131,68

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.

Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un estado fitosanitario mediocre, con una defoliación media del 29,02% dentro por tanto de la escala de daños moderados, categoría en la que se han calificado el 45% de los pies evaluados, en lo que supone un claro empeoramiento con respecto al año pasado, no tanto en lo que se refiere al valor medio del parámetro, que con un aumento de cerca de cuatro puntos porcentuales se sitúa por debajo del umbral de cinco que supondría una variación significativa en términos estadísticos, de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales, sino sobre todo por lo que hace referencia a la distribución en clases de daño, al aumentar considerablemente los pies calificados en las mayores escalas.

Atendiendo a la serie histórica de datos, se rompe la recuperación del arbolado advertida a lo largo del trienio 2012-2014, en los que la defoliación media se situó en el entorno del 25%, para retornar a valores propios del largo episodio de decaimiento del periodo 2006-2011. En anteriores revisiones se apuntó al muérdago como principal factor de daño de la parásita junto con las especiales características del suelo, muy arenoso y con escasa capacidad de retención de agua y aporte de nutrientes, y que podría dejar al arbolado con escasa capacidad de reacción frente a las elevadas temperaturas registradas durante el verano.

En la presente revisión, y por lo que se refiere a la decoloración –el segundo gran parámetro definitorio del estado de salud del arbolado - apenas se ha visto sobre unos pocos pies y siempre en grado ligero; con una aparente mejoría respecto a la evaluación anterior.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

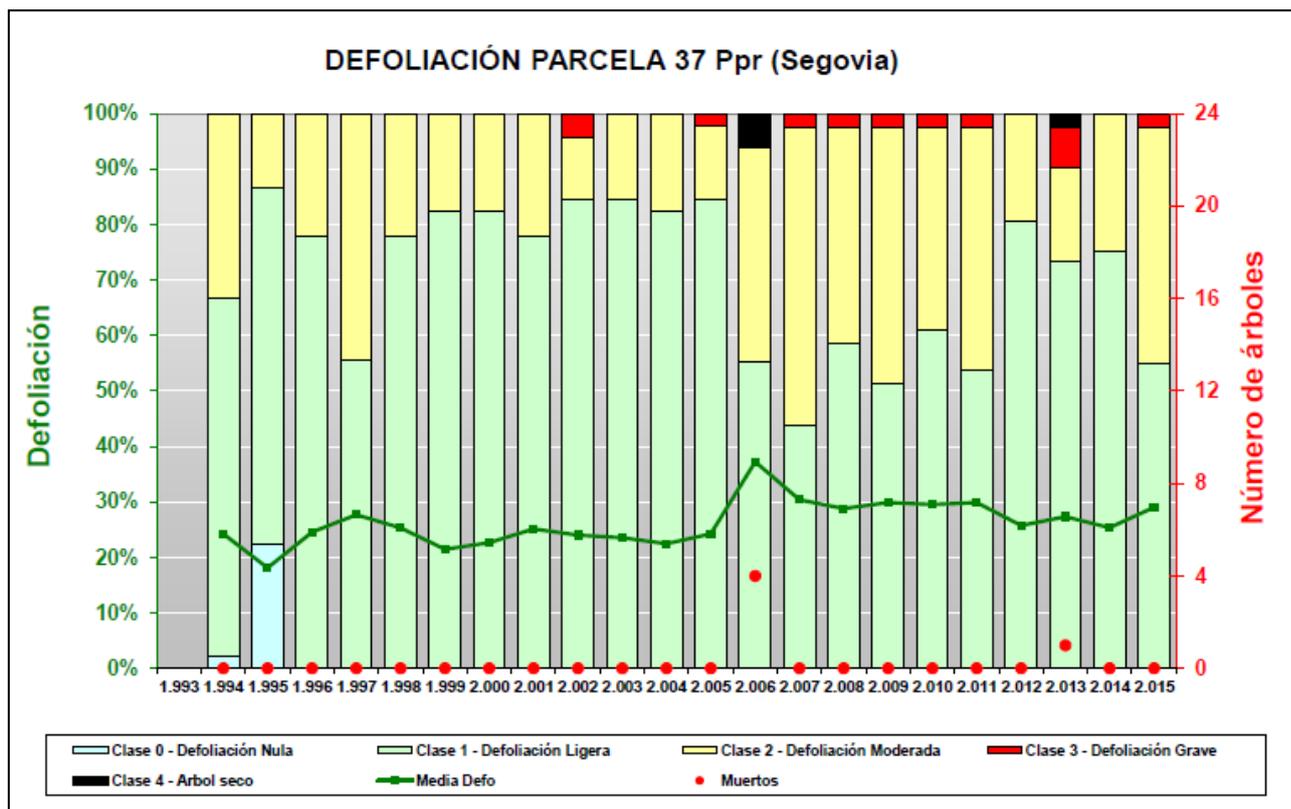


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 20%, 30% y 65%

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	24	1,00	96	60,00	29,38	0,04	-0,38	-0,06	40,38	14,92	0,60	0,19
<i>Luperus espanoli</i>	24	1,00	96	60,00	29,38	0,04	-0,38	-0,06	40,38	14,92	0,60	0,19
Acíc. del año	24	1,00	96	60,00	29,38	0,04	-0,38	-0,06	40,38	14,92	0,60	0,19
Perforadores	1	1,00	4	2,50	20,00	0,00	-9,75	-0,10	41,00	15,50	1,23	0,77
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	2,50	20,00	0,00	-9,75	-0,10	41,00	15,50	1,23	0,77
ENFERMEDADES												
Hongos pudrición	1	1,00	4	2,50	40,00	0,00	10,25	-0,10	43,00	14,00	3,23	-0,73
<i>Phellinus pini</i>	1	1,00	4	2,50	40,00	0,00	10,25	-0,10	43,00	14,00	3,23	-0,73
Tronco	1	1,00	4	2,50	40,00	0,00	10,25	-0,10	43,00	14,00	3,23	-0,73
AG.ABIÓTICOS												
Calor	4	1,00	16	10,00	50,00	0,75	20,25	0,65	37,25	16,33	-2,53	1,59
Acíc. antiguas	4	1,00	16	10,00	50,00	0,75	20,25	0,65	37,25	16,33	-2,53	1,59
Nieve/Hielo	1	1,00	4	2,50	20,00	0,00	-9,75	-0,10	42,00	14,10	2,23	-0,63
Ramas tam. variable	1	1,00	4	2,50	20,00	0,00	-9,75	-0,10	42,00	14,10	2,23	-0,63
ANTRÓPICOS												
Resinación	40	1,98	160	100,00	29,75	0,10	0,00	0,00	40,30	14,92	0,53	0,19
Tronco	40	1,98	160	100,00	29,75	0,10	0,00	0,00	40,30	14,92	0,53	0,19
OTROS DAÑOS												
<i>Viscum album</i>	34	2,29	136	85,00	31,32	0,12	1,57	0,02	40,94	15,09	1,17	0,36
Ramillos <2 cm	5	1,00	20	12,50	24,00	0,00	-5,75	-0,10	33,80	14,18	-5,98	-0,55
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	2,50	30,00	0,00	0,25	-0,10	42,00	14,70	2,23	-0,03
Ramas >10 cm	1	1,00	4	2,50	25,00	0,00	-4,75	-0,10	38,00	15,50	-1,78	0,77
Ramas tam. variable	25	2,76	100	62,50	33,80	0,16	4,05	0,06	42,64	15,29	2,87	0,56
Tronco en copa	2	1,00	8	5,00	22,50	0,00	-7,25	-0,10	38,50	14,90	-1,28	0,17
Compet/Espesura	4	1,00	16	10,00	27,50	0,00	-2,25	-0,10	29,25	12,08	-10,53	-2,66
Acíc. todas edades	4	1,00	16	10,00	27,50	0,00	-2,25	-0,10	29,25	12,08	-10,53	-2,66
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	4	2,25	16	10,00	46,25	0,00	16,50	-0,10	43,25	15,18	3,48	0,44
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	2,50	30,00	0,00	0,25	-0,10	41,00	12,10	1,23	-2,63
Ramas >10 cm	2	2,50	8	5,00	55,00	0,00	25,25	-0,10	43,50	14,75	3,73	0,02
Ramas tam. variable	1	3,00	4	2,50	45,00	0,00	15,25	-0,10	45,00	19,10	5,23	4,37

La parcela se sitúa en una masa regular de pino negral o resinero bastante abierta con claros de gran tamaño. El regenerado está presente pero es escaso y de tamaño variable (diseminado, repoblado y monte bravo). Dada la escasa densidad de la parcela y alrededores, la mayoría de los pies evaluados formaban parte del nivel general de la masa, siendo en su mayoría pies codominantes; los árboles subdominantes eran escasos y asociados a pinos jóvenes o del regenerado. Los lados de copa sombreados eran igualmente

escasos salvo en los rodales más densos y de pequeño tamaño que salpicaban la parcela y sus alrededores. La parcela se encuentra en estos momentos en explotación para resinación, dentro del normal aprovechamiento forestal de la zona.

Es necesario hacer constar también la naturaleza del suelo, muy arenoso, con escasa capacidad de retención de agua y con un material de base constituido por arenas, lo que puede agravar los efectos de una temporada de escasas precipitaciones, factor que contribuye a la desestabilización del arbolado. Las malas condiciones de estación se ven agravadas por la escasa capacidad del material de base del suelo para aportar nutrientes, que provienen casi exclusivamente de la descomposición de la materia orgánica del horizonte superior.

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, destaca en primer lugar –tal y como ya ocurriera en anteriores revisiones- la presencia del defoliador *Luperus espanoli* dando mordeduras sobre la base de las acículas de la última metida que adquieren el típico aspecto doblado hacia abajo y adquieren coloraciones amarillentas. Este crisomélido, no citado en la pasada revisión, parece experimentar un notable repunte, al presentarse en más del 60% de los pinos evaluados, y que podría superponerse a la acción del bupréstido *Phaenops sp.* En acículas viejas caídas por el suelo se advierte también la presencia de mordeduras marginales debidas a defoliadores braquiderinos junto con punteaduras y bandeados debidos a la acción de chupadores y asociadas a las lesiones causadas por el aparato succionador del insecto.

En cuanto a la presencia de enfermedades destaca tan sólo la aparición de algún cuerpo de fructificación de *Phellinus pini* asociado a defoliaciones de consideración, toda vez que es bien conocida la proliferación de este tipo de pudriciones sobre pies en decadencia, actuando en ocasiones como predictores de daño. La presencia de agentes abióticos es también reducida, en una parcela que como se ha comentado anteriormente no tiene la mejor calidad de estación, al asentarse sobre un suelo muy arenoso, con escasa capacidad de retención de agua y poco aporte de materia orgánica; limitándose a marchitez en algunas acículas antiguas debidas a las altas temperaturas de mediados del verano, y que sí presentan sin embargo una defoliación considerablemente mayor a la media, lo que nos indicaría un papel desestabilizador de este agente.

La densidad de la masa, reducida a 160 pies/ha, se encuentra en equilibrio con el medio y pone de manifiesto la importancia de una correcta selvicultura para el buen desarrollo del pinar en condiciones límite, como pone de manifiesto la ausencia de daños por competencia o falta de luz, tan habituales en el medio forestal.

Son de destacar sin embargo las operaciones de **resinación** en la práctica totalidad del arbolado, operación que comenzó en 2011, abriéndose caras en la parte baja de los troncos, dentro de una política de recuperación de este tradicional aprovechamiento forestal en los últimos años y que se ha extendido a otras provincias de Castilla y León.

Al igual que en años anteriores la casi totalidad del arbolado muestra se encuentra afectado por muérdago, *Viscum album*, parásita muy frecuente en los pinares de negral de la gran llanura de la Tierra de Pinares, en una progresión sostenida que ha terminado por colonizar toda la parcela desde los primeros focos situados en su margen meridional, y que juega un papel desestabilizador bien conocido, al colonizar ramas y troncos del hospedante introduciendo sus austorios bajo la corteza y detraer agua y nutrientes necesarios para el buen desarrollo de la copa de forma que la ramificación situada sobre el punto de infestación acaba apareciendo pobremente poblada, con apenas acículas de 1-2 años y en ocasiones con una decoloración amarillenta. En condiciones de sequía se amplifican los efectos debilitadores. La fanerógama es trasladada por los pájaros que se alimentan del fruto maduro y diseminan la semilla, por lo que suele ser más frecuente en pies del piso principal de la masa y muy frecuente en copas abiertas o en candelabro, por lo que se ve favorecido en zonas de fuertes nevadas. En los árboles muestra se aprecian además deformaciones, abultamientos y descortezamientos en las ramas a causa de la fuerte colonización por la parásita. Cabe

destacar también la posible pérdida de producción de resina que puede producir al detraer recursos del árbol afectado y que podría llegar a constituir un daño de importancia económica, una vez recuperado el aprovechamiento resinero.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se advierten **puntisecados** de ramillas en una corta fracción de la población muestra y sin mayor trascendencia fitosanitaria.

El conjunto de **síntomas y signos** observados se resumen en la tabla adjunta.

TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela: pies afectados (Npar), Extensión de los daños en clases de porcentajes en grado de 1 a 7 (Extensión), pies afectados por ha (N/ha), porcentaje de pies afectados (%), defoliación y decoloración de los pies afectados por cada agente (Defo/Deco), diferencia de las defoliaciones y decoloraciones con las medias de la parcela (DifDefo y DifDeco), marcados en **rojo** si el valor de los pies afectados es superior al valor medio de la parcela y en **verde** en caso contrario, diámetro (Diam) y altura medias (Alt) de los pies afectados por cada agente y diferencias con los valores medios de la parcela (DifDiam y DifAlt).

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
HOJAS/ACÍCULAS												
Acíc. del año	24	1,00	96	60,00	29,38	0,04	-0,38	-0,06	40,38	14,92	0,60	0,19
Comidos/perdidos	24	1,00	96	60,00	29,38	0,04	-0,38	-0,06	40,38	14,92	0,60	0,19
Muestras	24	1,00	96	60,00	29,38	0,04	-0,38	-0,06	40,38	14,92	0,60	0,19
Acíc. antiguas	4	1,00	16	10,00	50,00	0,75	20,25	0,65	37,25	16,33	-2,53	1,59
Dec. Rojo-marrón	4	1,00	16	10,00	50,00	0,75	20,25	0,65	37,25	16,33	-2,53	1,59
Completa	4	1,00	16	10,00	50,00	0,75	20,25	0,65	37,25	16,33	-2,53	1,59
Acíc. todas edades	4	1,00	16	10,00	27,50	0,00	-2,25	-0,10	29,25	12,08	-10,53	-2,66
Comidos/perdidos	4	1,00	16	10,00	27,50	0,00	-2,25	-0,10	29,25	12,08	-10,53	-2,66
Totalmente comidas/perd.	4	1,00	16	10,00	27,50	0,00	-2,25	-0,10	29,25	12,08	-10,53	-2,66
RAMAS/BROTOS												
Ramillos <2 cm	6	1,00	24	15,00	25,00	0,00	-4,75	-0,10	35,00	13,83	-4,78	-0,90
Otros signos	5	1,00	20	12,50	24,00	0,00	-5,75	-0,10	33,80	14,18	-5,98	-0,55
Muerto/moribundo	1	1,00	4	2,50	30,00	0,00	0,25	-0,10	41,00	12,10	1,23	-2,63
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	5,00	25,00	0,00	-4,75	-0,10	41,50	15,10	1,73	0,37
Otros signos	1	1,00	4	2,50	30,00	0,00	0,25	-0,10	42,00	14,70	2,23	-0,03
Muerto/moribundo	1	1,00	4	2,50	20,00	0,00	-9,75	-0,10	41,00	15,50	1,23	0,77
Ramas >10 cm	3	2,00	12	7,50	45,00	0,00	15,25	-0,10	41,67	15,00	1,89	0,27
Deformaciones	1	1,00	4	2,50	25,00	0,00	-4,75	-0,10	38,00	15,50	-1,78	0,77
Tumores	1	1,00	4	2,50	25,00	0,00	-4,75	-0,10	38,00	15,50	-1,78	0,77
Muerto/moribundo	2	2,50	8	5,00	55,00	0,00	25,25	-0,10	43,50	14,75	3,73	0,02
Ramas tam. variable	27	2,70	108	67,50	33,70	0,15	3,95	0,05	42,70	15,39	2,93	0,65
Otros signos	25	2,76	100	62,50	33,80	0,16	4,05	0,06	42,64	15,29	2,87	0,56
Muerto/moribundo	1	3,00	4	2,50	45,00	0,00	15,25	-0,10	45,00	19,10	5,23	4,37
Heridas	1	1,00	4	2,50	20,00	0,00	-9,75	-0,10	42,00	14,10	2,23	-0,63
Otras heridas	1	1,00	4	2,50	20,00	0,00	-9,75	-0,10	42,00	14,10	2,23	-0,63
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	2	1,00	8	5,00	22,50	0,00	-7,25	-0,10	38,50	14,90	-1,28	0,17
Deformaciones	1	1,00	4	2,50	20,00	0,00	-9,75	-0,10	42,00	14,10	2,23	-0,63
Tumores	1	1,00	4	2,50	20,00	0,00	-9,75	-0,10	42,00	14,10	2,23	-0,63
Otros signos	1	1,00	4	2,50	25,00	0,00	-4,75	-0,10	35,00	15,70	-4,78	0,97
Tronco	41	1,95	164	100,00	30,00	0,10	0,25	0,00	40,37	14,90	0,59	0,17
Signos hongos	1	1,00	4	2,50	40,00	0,00	10,25	-0,10	43,00	14,00	3,23	-0,73
C.fructificación	1	1,00	4	2,50	40,00	0,00	10,25	-0,10	43,00	14,00	3,23	-0,73
Heridas	40	1,98	160	100,00	29,75	0,10	0,00	0,00	40,30	14,92	0,53	0,19

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Descortezamientos	40	1,98	160	100,00	29,75	0,10	0,00	0,00	40,30	14,92	0,53	0,19

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

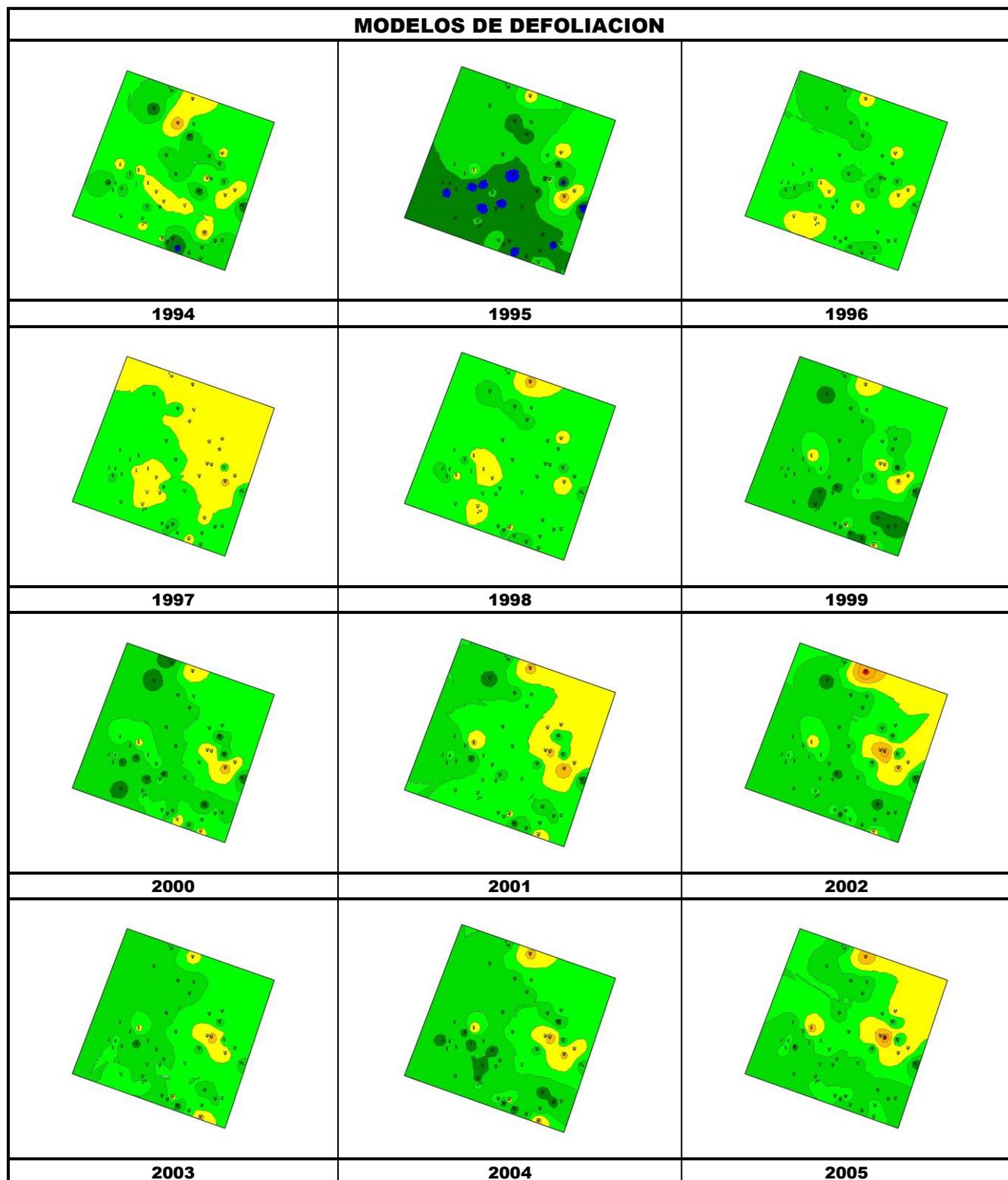
TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados.

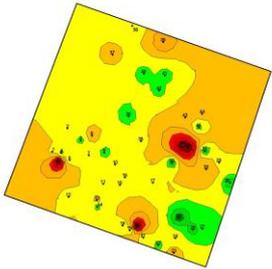
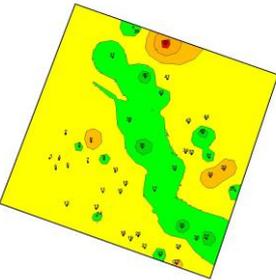
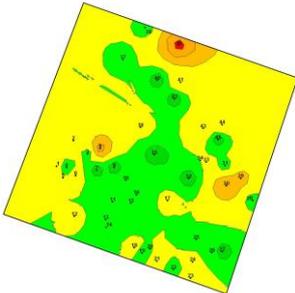
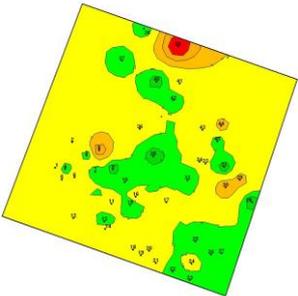
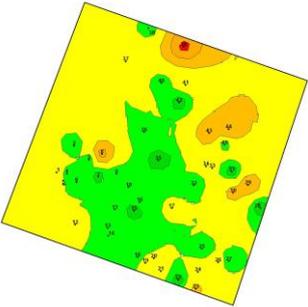
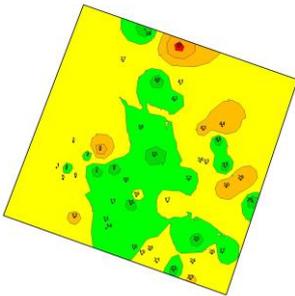
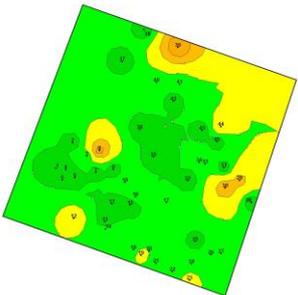
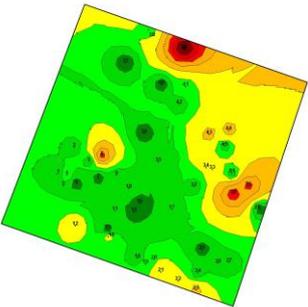
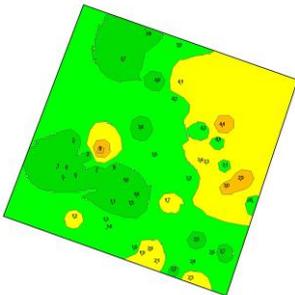
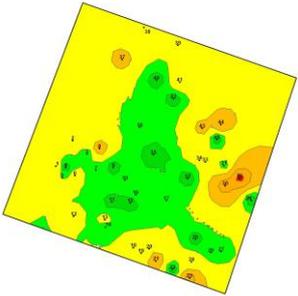
	N par	Defoliadores		Perforadores		Hongos pudrición		Calor		Nieve/Hielo	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	24	24	100,00								
Comidos/perdidos	24	24	100,00								
Muestras	24	24	100,00								
Acíc. antiguas	4							4	100,00		
Dec. Rojo-marrón	4							4	100,00		
Completa	4							4	100,00		
Acíc. todas edades	4										
Comidos/perdidos	4										
Totalmente comidas/perd.	4										
RAMAS/BROTOS											
Ramillos <2 cm	6										
Otros signos	5										
Muerto/moribundo	1										
Ramas 2-10 cm	2			1	100,00						
Otros signos	1										
Muerto/moribundo	1			1	100,00						
Ramas >10 cm	3										
Deformaciones	1										
Tumores	1										
Muerto/moribundo	2										
Ramas tam. variable	27									1	100,00
Otros signos	25										
Muerto/moribundo	1										
Heridas	1									1	100,00
Otras heridas	1									1	100,00
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	2										
Deformaciones	1										
Tumores	1										
Otros signos	1										
Tronco	41					1	100,00				
Signos hongos	1					1	100,00				
C.fructificación	1					1	100,00				
Heridas	40										
Descortezamientos	40										

	N par	Resinación		<i>Viscum album</i>		Compet/Espesura		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	24								
Comidos/perdidos	24								
Muestras	24								
Acíc. antiguas	4								
Dec. Rojo-marrón	4								
Completa	4								
Acíc. todas edades	4					4	100,00		
Comidos/perdidos	4					4	100,00		
Totalmente comidas/perd.	4					4	100,00		
RAMAS/BROTOS									
Ramillos <2 cm	6			5	14,71			1	25,00
Otros signos	5			5	14,71				
Muerto/moribundo	1							1	25,00
Ramas 2-10 cm	2			1	2,94				
Otros signos	1			1	2,94				
Muerto/moribundo	1								
Ramas >10 cm	3			1	2,94			2	50,00
Deformaciones	1			1	2,94				
Tumores	1			1	2,94				
Muerto/moribundo	2							2	50,00
Ramas tam. variable	27			25	73,53			1	25,00
Otros signos	25			25	73,53				
Muerto/moribundo	1							1	25,00
Heridas	1								
Otras heridas	1								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	2			2	5,88				
Deformaciones	1			1	2,94				
Tumores	1			1	2,94				
Otros signos	1			1	2,94				
Tronco	41	40	100,00						
Signos hongos	1								
C.fructificación	1								
Heridas	40	40	100,00						
Descortezamientos	40	40	100,00						



FIG 6: Daños en acículas por *Luperus espanoli*. Cuerpo de fructificación de *Phellinus pini*. Daños en la copa por muérdago y abultamientos y resinosis asociadas sobre el tronco.



MODELOS DE DEFOLIACION		
		
2006	2007	2008
		
2009	2010	2011
		
2012	2013	2014
		
2015		

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

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

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

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

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

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

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



4. Instrumentación.

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

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

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Meteorología	Torre meteorológica		1	1997	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		-		
Trascolación	Acumuladores	6		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	-			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2000	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		1999	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		1998	Quincenal/Mensual



FIG 7: Parcela interior. Acumuladores de deposición. Captador de desfronde. Sonda de humedad. Pluviómetros

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 30Ps, 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	6,42	0,00	371	6,66	0,00	441	5,95	6,27
1998	6,45	5,88	298	6,42	0,00	367	5,84	6,21
1999	6,64	0,00	288	6,79	0,00	364	6,19	6,48
2000	6,29	0,00	337	6,62	0,00	426	6,07	6,27
2001	6,03	0,00	337	6,32	0,00	405	5,86	6,00
2002	6,62	4,76	326	6,89	0,00	423	6,41	6,54
2003	6,35	0,00	452	6,45	0,00	537	6,17	6,21
2004	6,28	20,00	313	6,31	7,14	401	6,19	6,13
2005	6,33	8,33	207	6,43	7,69	241	6,01	5,98
2006	6,35	0,00	398	6,28	12,50	504	6,13	6,07
2007	6,29	0,00	398	6,28	5,26	509	6,01	5,79
2008	6,33	0,00	432	6,45	0,00	614	6,14	5,99
2009	6,58	0,00	251	6,61	0,00	367	6,14	6,13
2010	6,37	0,00	489	6,23	8,33	617	6,22	6,19
2011	6,39	0,00	218	6,43	0,00	309	6,10	6,04
2012	6,05	0,00	115	6,18	16,67	193	5,96	5,98
2014	6,25	0,00	221	6,34	0,00	314	6,17	6,16
Media	6,35	2,29	320,62	6,45	3,39	413,67	6,09	6,14

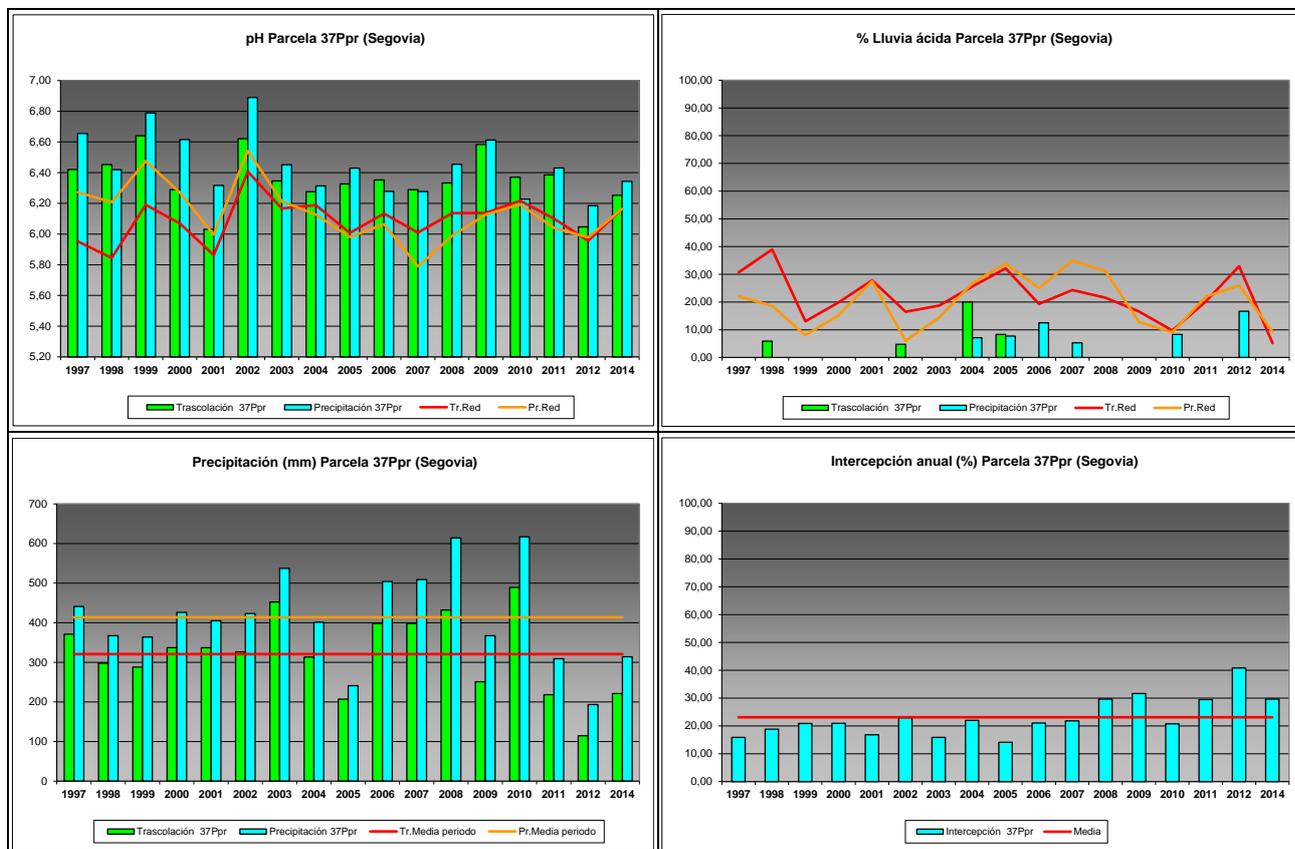


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción

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	21,71		371	18,44		441	25,59	22,11
1998	37,07		298	19,88		367	29,47	22,63
1999	38,39		288	28,81		364	33,24	19,93
2000	31,20		337	25,03		426	35,37	22,07
2001	24,20		337	12,57		405	28,43	16,06
2002	68,91		326	43,07		423	49,05	30,17
2003	34,71		452	31,52		537	46,47	25,27
2004	73,44		313	54,14		401	63,98	37,20
2005	47,00		207	30,65		241	65,86	30,61
2006	42,85		398	36,40		504	61,93	28,83
2007	42,65		398	35,55		509	50,03	28,98
2008	28,21		432	14,69		614	46,84	22,94
2009	42,24		251	20,28		367	49,56	20,18
2010	29,15		489	12,46		617	44,44	15,09
2011	53,85		218	16,00		309	51,52	19,09
2012	33,23		115	10,68		193	53,38	20,50
2014	23,25		221	12,14		314	28,66	15,29
Media	39,53		320,62	24,84		413,67	44,93	23,35

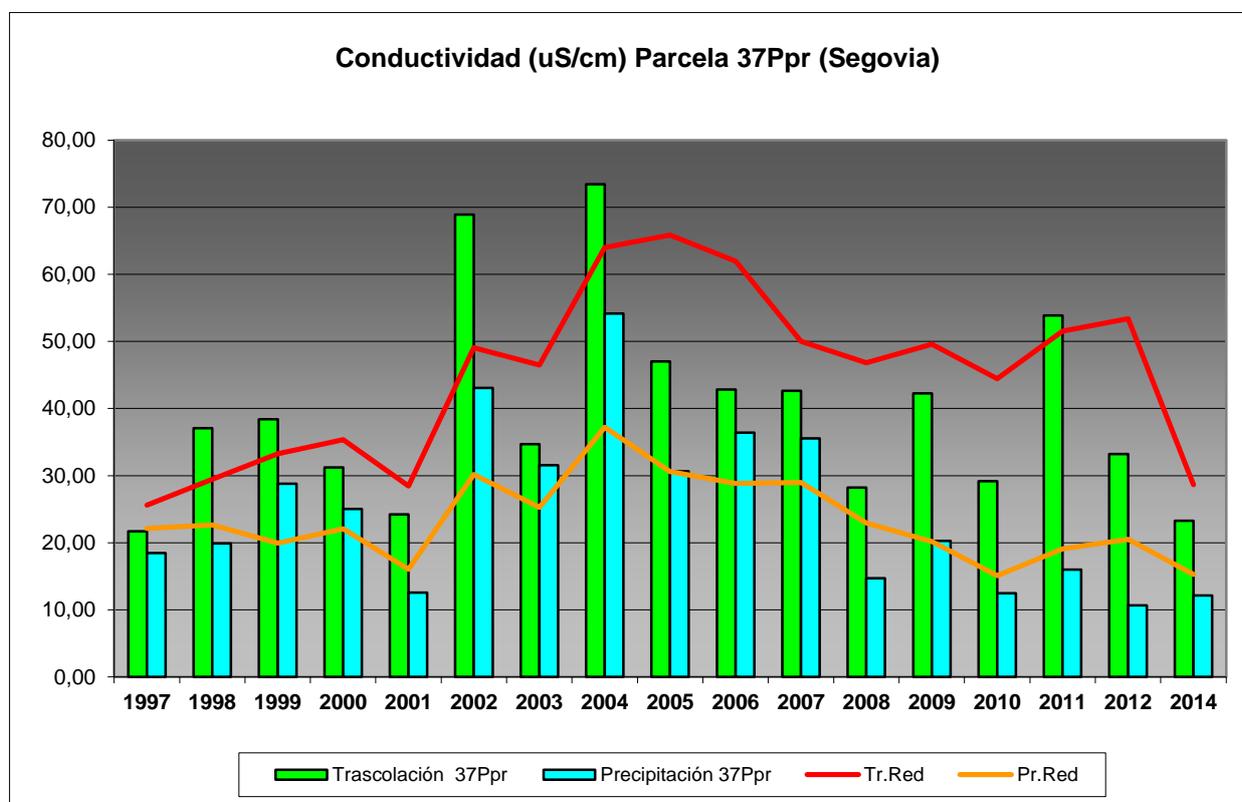


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

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	1,11	4,11	371	1,50	6,62	441	-2,51	7,33	5,18
1998	5,38	16,03	298	3,37	12,36	367	3,67	19,45	13,28
1999	4,81	13,84	288	3,07	11,18	364	2,67	17,99	11,86
2000	2,48	8,36	337	2,44	10,38	426	-2,02	22,33	15,28
2001	1,99	6,55	337	1,26	4,96	405	1,59	16,00	9,92
2002	4,75	15,40	326	1,11	4,68	423	10,72	19,36	7,73
2003	1,30	5,83	452	0,28	1,46	537	4,38	12,93	3,83
2004	3,43	9,20	313	1,23	4,19	401	5,01	16,14	4,88
2005	2,56	5,31	207	1,68	4,06	241	1,25	12,47	5,15
2006	2,63	8,14	398	1,82	9,17	504	-1,03	19,14	9,86
2007	2,28	8,85	398	1,76	8,93	509	-0,08	20,44	7,92
2008	1,89	8,15	432	0,86	5,26	614	2,89	22,97	6,57
2009	2,33	5,77	251	0,75	2,74	367	3,03	18,05	4,28
2010	1,59	7,79	489	0,30	1,84	617	5,96	21,96	3,59
2011	2,08	4,23	218	0,52	1,42	309	2,81	18,92	5,75
2012	0,66	0,75	115	0,15	0,29	193	0,46	2,99	0,92
2014	1,56	3,44	221	0,18	0,58	314	2,86	12,25	1,58
Media	2,52	7,75	320,62	1,31	5,30	413,67	2,45	16,51	6,92

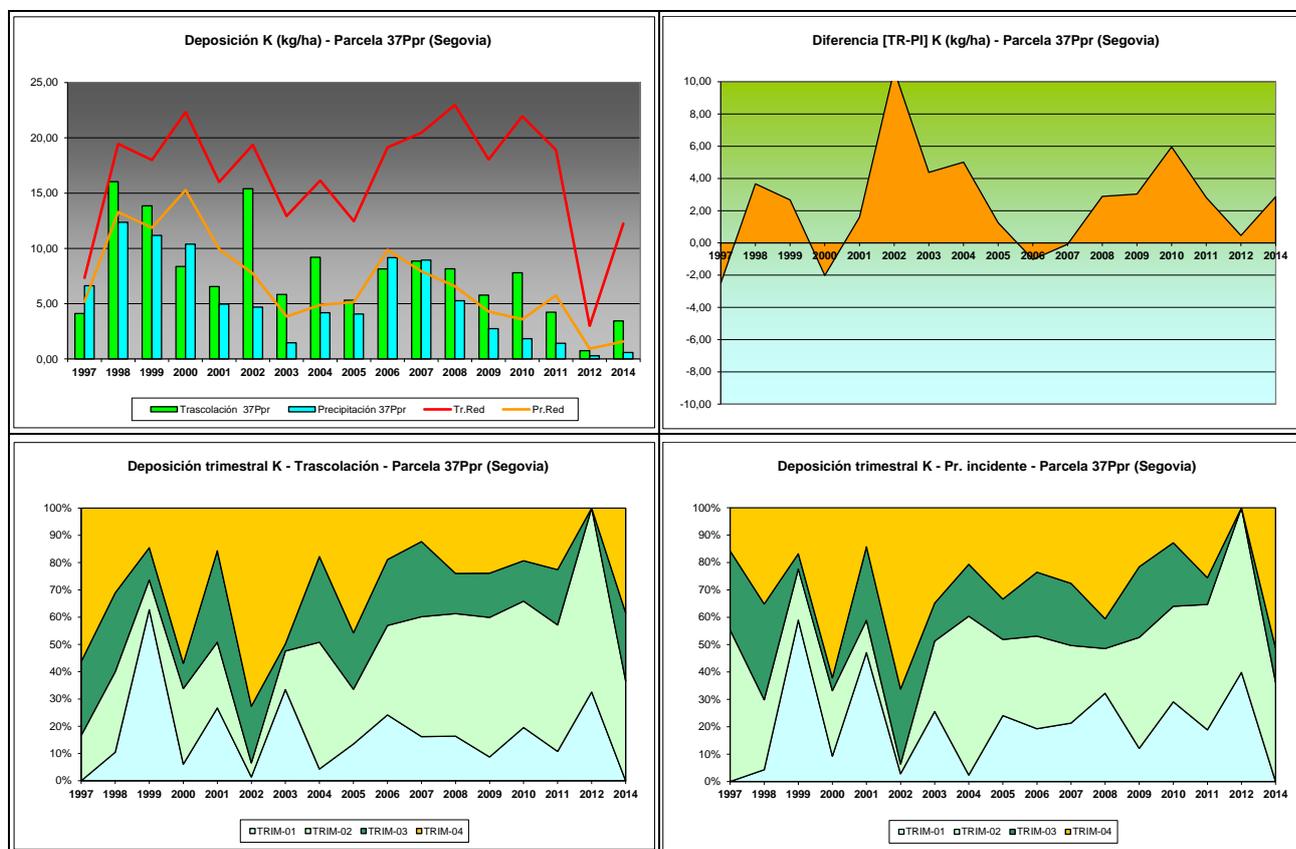


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	1,26	4,69	371	0,86	3,81	441	0,88	7,29	5,16
1998	1,21	3,61	298	0,72	2,63	367	0,97	6,91	4,05
1999	1,53	4,40	288	1,34	4,88	364	-0,49	10,77	6,68
2000	1,51	5,08	337	0,87	3,70	426	1,38	10,94	7,70
2001	1,06	3,49	337	0,58	2,27	405	1,23	8,58	6,22
2002	2,05	6,70	326	1,73	7,33	423	-0,63	12,23	9,40
2003	3,56	16,10	452	3,93	21,12	537	-5,02	23,45	26,64
2004	6,37	17,06	313	6,11	20,84	401	-3,78	18,95	20,04
2005	2,95	6,10	207	2,82	6,81	241	-0,71	11,17	9,81
2006	3,12	9,67	398	2,83	14,25	504	-4,58	17,51	16,49
2007	2,46	9,59	398	2,48	12,61	509	-3,02	18,16	14,99
2008	1,68	7,28	432	1,09	6,67	614	0,61	14,94	12,47
2009	2,12	5,26	251	1,67	6,12	367	-0,85	10,43	6,81
2010	1,68	8,21	489	1,05	6,50	617	1,71	11,50	7,59
2011	2,12	4,31	218	1,14	3,10	309	1,21	11,32	6,29
2012	1,05	1,20	115	0,66	1,27	193	-0,07	3,22	2,60
2014	2,01	4,43	221	1,05	3,30	314	1,14	8,87	6,09
Media	2,22	6,89	320,62	1,82	7,48	413,67	-0,59	12,13	9,94

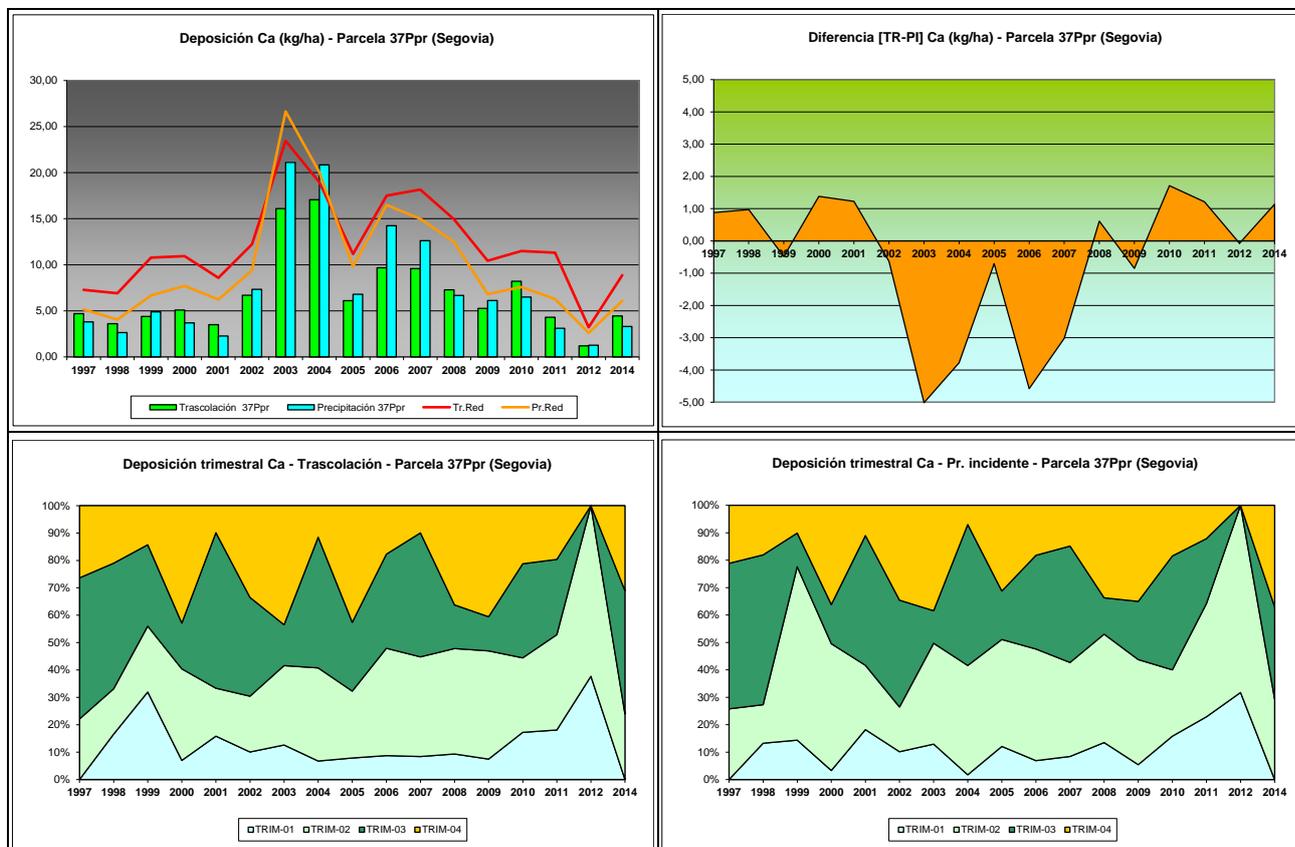


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,37	1,36	371	0,21	0,95	441	0,42	3,66	3,20
1998	0,69	2,05	298	0,30	1,09	367	0,96	4,07	2,78
1999	0,51	1,47	288	0,23	0,84	364	0,63	4,18	2,58
2000	0,35	1,19	337	0,23	0,89	426	0,30	3,46	1,84
2001	0,29	0,96	337	0,15	0,34	405	0,62	2,99	1,45
2002	0,50	1,64	326	0,22	0,87	423	0,76	3,93	1,83
2003	0,39	1,71	452	0,19	0,80	537	0,91	3,97	1,65
2004	0,58	1,57	313	0,29	1,01	401	0,56	4,03	2,51
2005	0,48	1,00	207	0,29	0,27	241	0,73	2,73	1,01
2006	0,40	1,24	398	0,21	0,88	504	0,36	4,06	1,94
2007	0,43	1,67	398	0,20	0,90	509	0,77	4,56	2,17
2008	0,38	1,64	432	0,13	0,67	614	0,97	3,99	1,87
2009	0,48	1,19	251	0,16	0,58	367	0,61	3,95	1,67
2010	0,39	1,92	489	0,11	0,71	617	1,21	4,42	1,89
2011	0,54	1,09	218	0,10	0,28	309	0,81	3,98	1,27
2012	0,79	0,90	115	0,64	1,23	193	-0,33	2,35	1,52
2014	0,56	1,23	221	0,09	0,28	314	0,94	1,96	0,77
Media	0,48	1,40	320,62	0,22	0,74	413,67	0,66	3,66	1,88

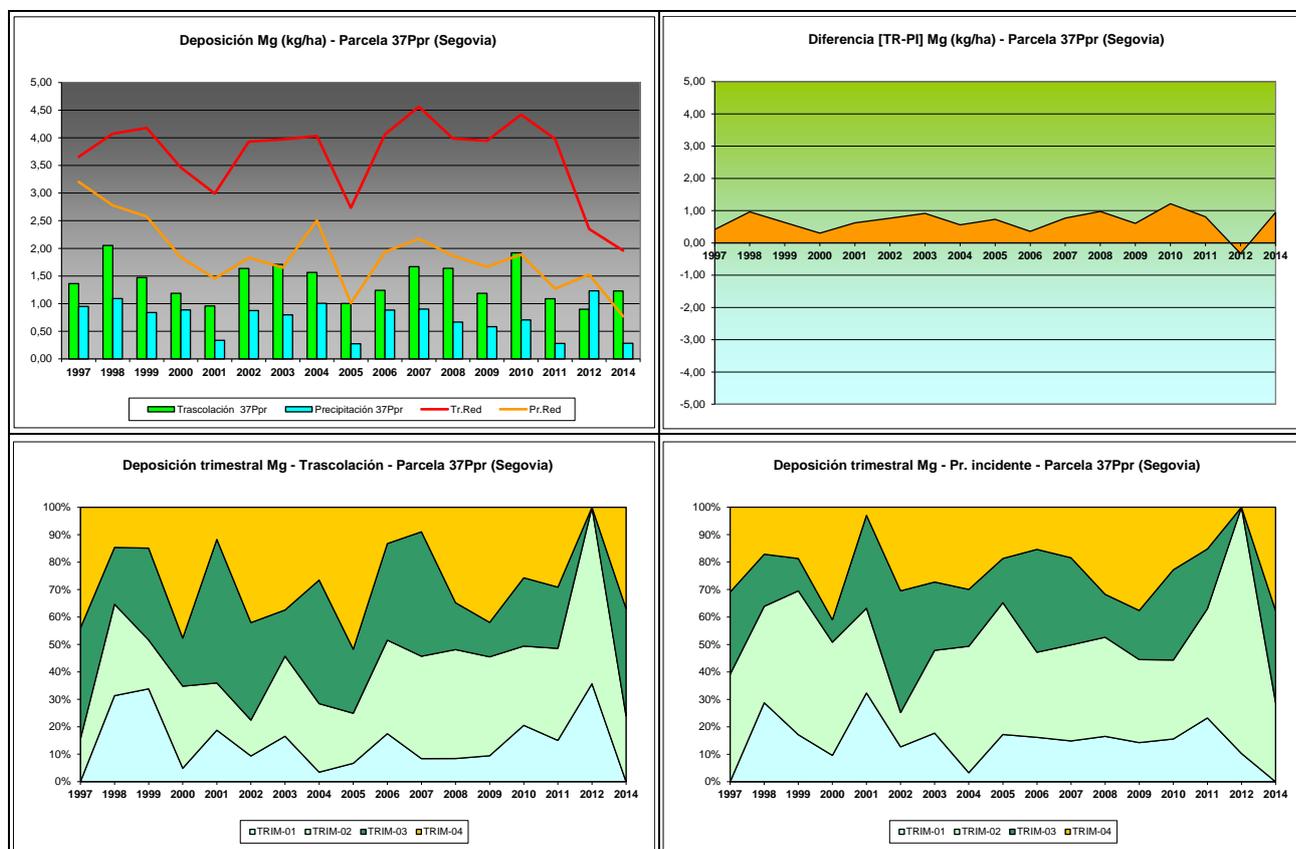


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,50	1,87	371	0,54	2,39	441	-0,51	6,07	6,65
1998	1,51	4,49	298	0,96	3,53	367	0,95	11,74	10,50
1999	2,38	6,85	288	1,59	5,78	364	1,07	19,31	13,85
2000	1,28	4,32	337	1,12	4,76	426	-0,44	18,12	13,02
2001	0,75	2,48	337	0,50	1,95	405	0,53	18,38	12,14
2002	3,30	10,75	326	2,16	9,13	423	1,61	28,50	18,75
2003	1,16	5,15	452	0,83	4,39	537	0,76	22,49	12,86
2004	2,94	7,89	313	1,52	5,17	401	2,72	22,85	13,75
2005	1,15	2,38	207	0,77	1,85	241	0,53	14,42	7,16
2006	1,62	5,03	398	1,23	6,22	504	-1,19	24,17	16,07
2007	0,88	3,44	398	0,68	3,44	509	-0,01	23,14	14,21
2008	0,74	3,19	432	0,44	2,72	614	0,47	19,63	11,01
2009	1,15	2,84	251	0,58	2,13	367	0,72	22,09	12,27
2010	1,05	5,15	489	0,52	3,23	617	1,92	24,37	13,76
2011	1,15	2,33	218	0,29	0,79	309	1,54	20,72	5,97
2012	0,66	0,75	115	0,32	0,61	193	0,14	4,35	2,86
2014	0,71	1,57	221	0,32	0,99	314	0,58	7,06	4,77
Media	1,35	4,15	320,62	0,84	3,48	413,67	0,67	18,08	11,15

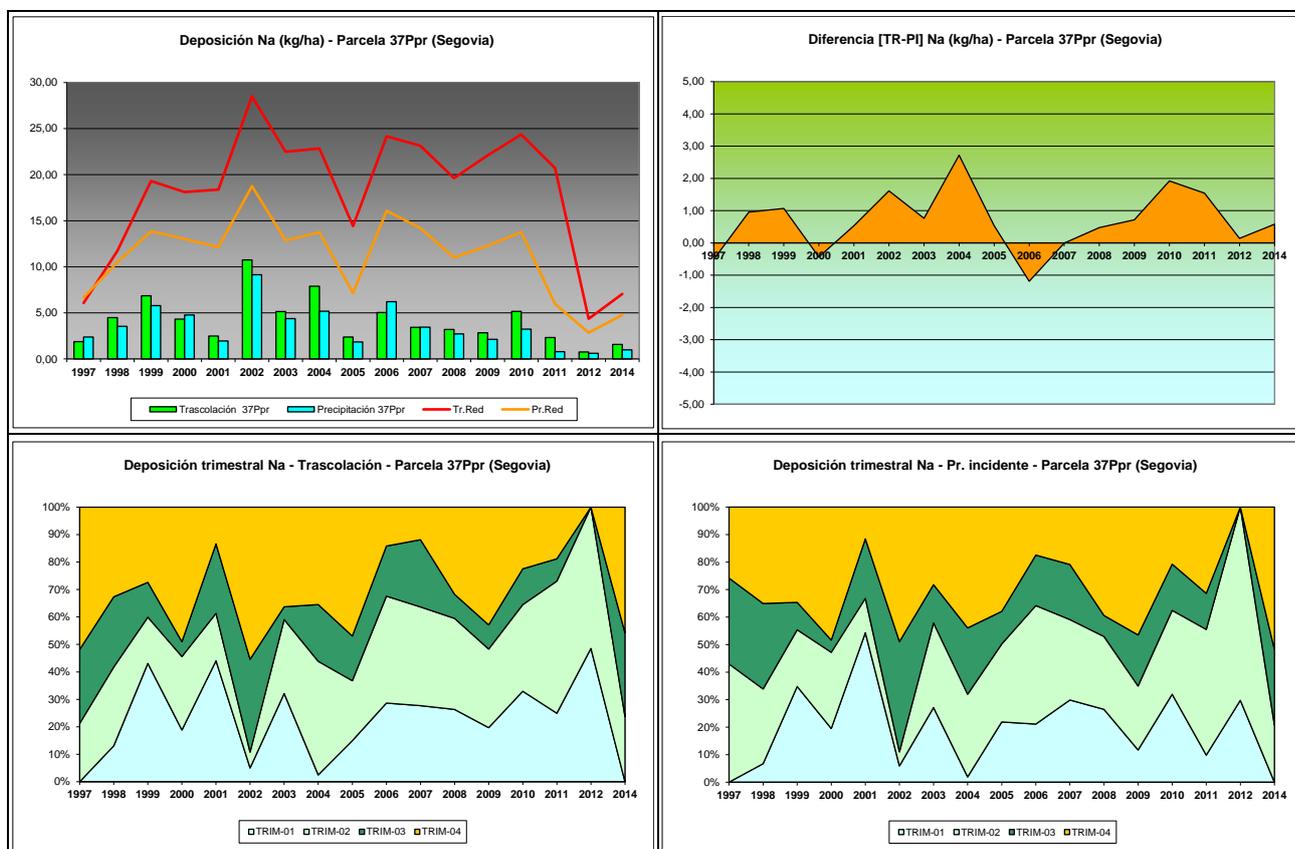


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	1,49	5,52	371	1,07	4,70	441	0,82	1,81	8,19
1998	2,33	6,95	298	0,72	2,64	367	4,31	2,24	8,36
1999	1,90	5,47	288	1,68	6,10	364	-0,64	2,71	3,66
2000	1,21	4,08	337	1,12	4,78	426	-0,70	2,48	4,26
2001	0,84	2,76	337	0,40	1,59	405	1,17	1,86	1,82
2002	1,20	3,92	326	0,59	2,49	423	1,43	2,43	2,91
2003	1,26	5,60	452	0,64	3,38	537	2,22	3,06	3,10
2004	1,73	5,35	313	1,18	4,63	401	0,72	4,12	3,23
2005	1,76	3,64	207	0,74	1,80	241	1,85	2,41	1,80
2006	1,62	6,44	398	0,87	4,38	504	2,06	3,62	3,05
2007	1,69	6,74	398	1,07	5,44	509	1,30	3,53	3,58
2008	1,23	4,74	432	0,50	3,05	614	1,69	2,91	2,62
2009	1,64	4,12	251	0,42	1,52	367	2,60	2,73	1,82
2010	1,08	5,30	489	0,23	1,43	617	3,87	3,12	2,09
2011	1,41	3,08	218	0,54	1,68	309	1,40	4,36	3,15
2012	2,48	2,84	115	0,97	1,88	193	0,96	2,26	2,06
2014	1,92	4,25	221	0,73	2,29	314	1,95	4,22	3,26
Media	1,58	4,75	320,62	0,79	3,16	413,67	1,59	2,93	3,47

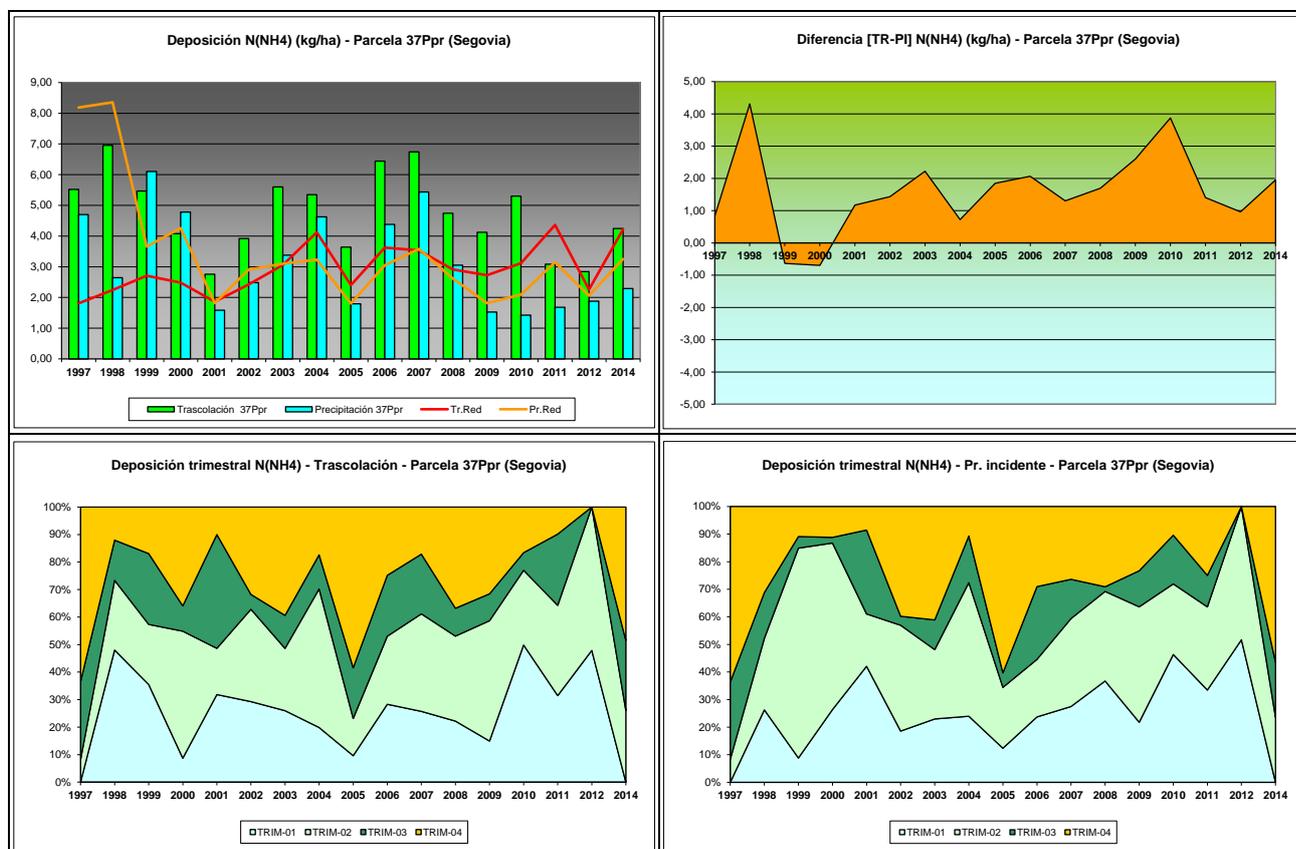


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,94	3,48	371	0,57	2,51	441	0,97	10,88	10,93
1998	3,17	9,45	298	0,73	2,68	367	6,78	19,88	16,27
1999	2,39	6,89	288	1,25	4,57	364	2,32	36,56	23,56
2000	1,61	5,42	337	1,17	4,13	426	1,28	28,62	15,70
2001	1,63	5,09	337	0,68	2,53	405	2,57	32,37	19,20
2002	3,07	10,01	326	2,01	8,50	423	1,51	44,79	24,88
2003	3,19	14,19	452	4,27	22,63	537	-8,45	39,97	31,89
2004	8,02	24,86	313	8,31	32,51	401	-7,65	47,45	37,43
2005	4,04	8,25	207	5,13	12,30	241	-4,05	28,61	21,76
2006	4,85	19,32	398	6,14	30,93	504	-11,62	49,90	41,76
2007	3,52	14,01	398	4,63	23,58	509	-9,57	45,78	37,79
2008	1,56	6,74	432	0,96	5,86	614	0,88	40,90	30,60
2009	2,46	6,17	251	1,07	3,91	367	2,26	45,08	25,80
2010	1,62	7,93	489	0,85	5,26	617	2,67	41,17	21,32
2011	1,71	3,73	218	0,58	1,80	309	1,93	29,44	13,12
2012	1,60	1,83	115	0,50	0,97	193	0,85	11,34	5,87
2014	0,50	1,10	221	0,19	0,60	314	0,50	6,22	3,12
Media	2,70	8,73	320,62	2,30	9,72	413,67	-0,99	32,88	22,41

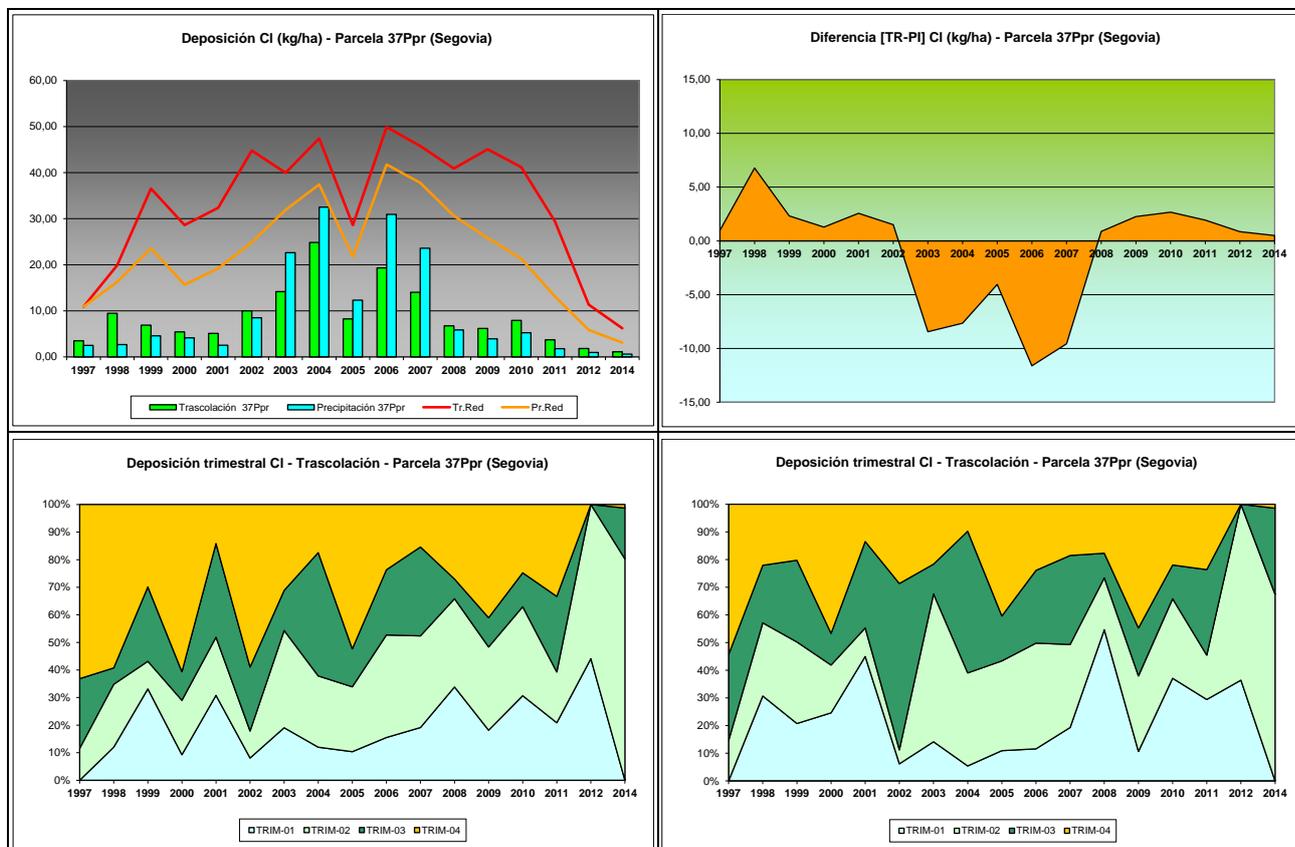


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,43	1,60	371	0,34	1,51	441	0,09	2,24	2,13
1998	2,44	7,27	298	0,43	1,57	367	5,70	3,67	2,27
1999	1,18	3,39	288	0,77	2,82	364	0,57	4,43	2,94
2000	0,65	2,20	337	0,31	1,10	426	1,10	3,79	2,38
2001	0,93	2,93	337	0,29	1,10	405	1,83	3,51	2,09
2002	1,10	3,58	326	0,36	1,52	423	2,06	4,15	2,84
2003	1,06	4,72	452	0,42	2,21	537	2,51	5,39	2,74
2004	2,90	8,98	313	0,66	2,59	401	6,39	6,93	3,28
2005	1,32	2,70	207	0,32	0,76	241	1,94	4,31	1,83
2006	0,93	3,70	398	0,42	2,14	504	1,56	5,54	2,75
2007	0,90	3,58	398	0,37	1,89	509	1,69	5,06	2,96
2008	0,39	1,68	432	0,31	1,89	614	-0,21	4,72	3,38
2009	1,31	3,30	251	0,39	1,41	367	1,89	3,87	1,87
2010	0,56	1,41	489	0,23	1,40	617	0,02	1,87	2,37
2011	2,88	6,29	218	0,83	2,58	309	3,71	7,76	4,61
2012	1,10	1,25	115	0,32	0,62	193	0,64	1,65	0,99
2014	0,85	1,87	221	0,24	0,75	314	1,13	2,70	1,48
Media	1,23	3,56	320,62	0,41	1,64	413,67	1,92	4,21	2,52

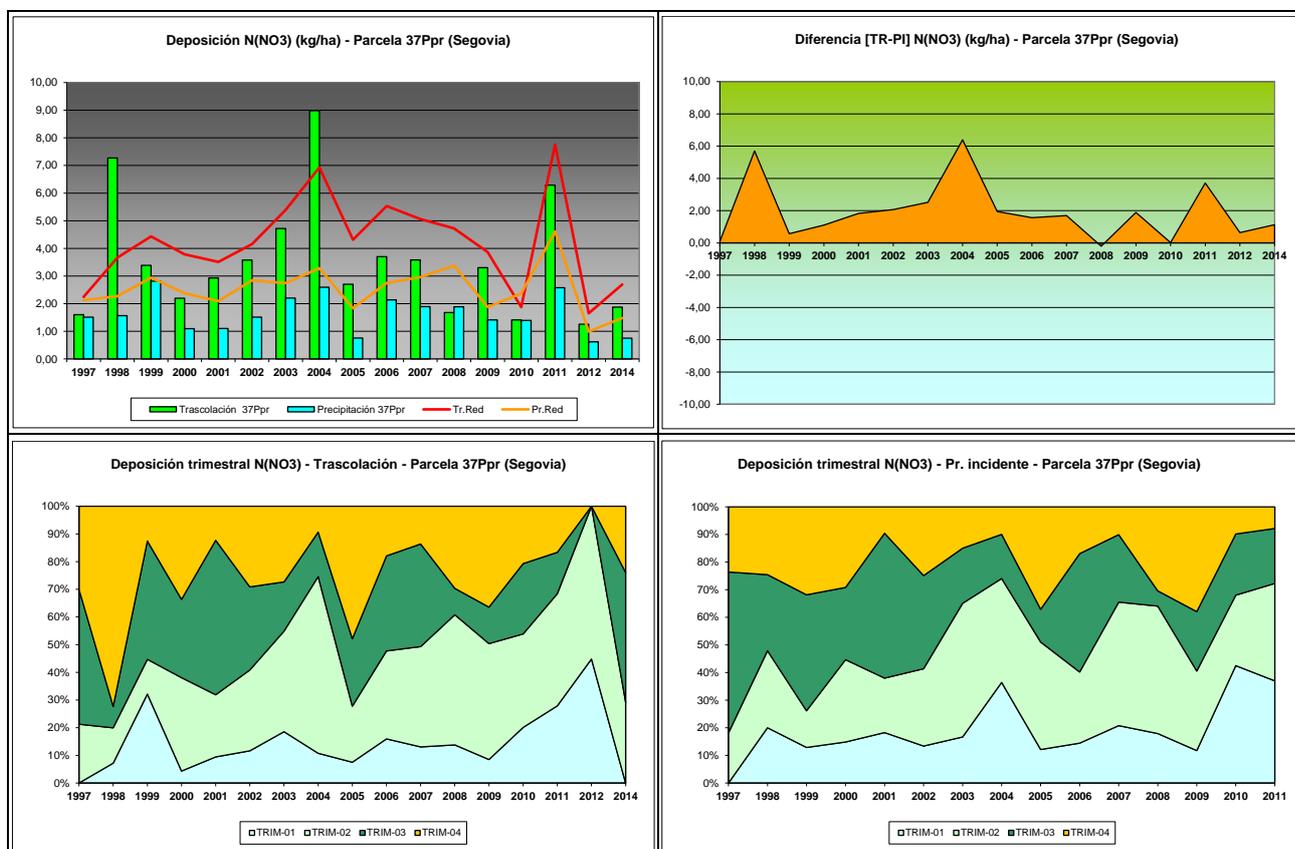


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,63	2,35	371	0,55	2,44	441	-0,09	3,00	3,70
1998	1,04	3,10	298	0,65	2,40	367	0,70	5,81	5,79
1999	1,25	3,61	288	1,04	3,80	364	-0,19	7,17	6,35
2000	0,45	1,51	337	0,55	1,95	426	-0,44	6,42	4,57
2001	0,56	1,77	337	0,38	1,42	405	0,35	5,68	4,11
2002	1,10	3,58	326	0,64	2,72	423	0,85	7,73	6,07
2003	0,57	2,52	452	0,49	2,59	537	-0,07	6,85	4,80
2004	1,01	3,13	313	0,79	3,09	401	0,04	8,72	5,84
2005	0,54	1,10	207	0,46	1,11	241	-0,01	4,69	3,12
2006	0,51	2,02	398	0,46	2,33	504	-0,31	6,80	4,69
2007	0,59	2,36	398	0,50	2,53	509	-0,17	7,24	5,12
2008	0,67	2,91	432	0,23	1,42	614	1,48	4,49	2,61
2009	0,42	1,05	251	0,41	1,52	367	-0,48	4,67	3,32
2010	0,29	1,42	489	0,26	1,61	617	-0,19	4,27	2,88
2011	0,71	1,55	218	0,66	2,05	309	-0,50	5,93	4,57
2012	0,27	0,31	115	0,28	0,54	193	-0,23	1,84	1,35
2014	0,27	0,60	221	0,23	0,73	314	-0,13	2,25	2,07
Media	0,64	2,05	320,62	0,51	2,01	413,67	0,04	5,50	4,17

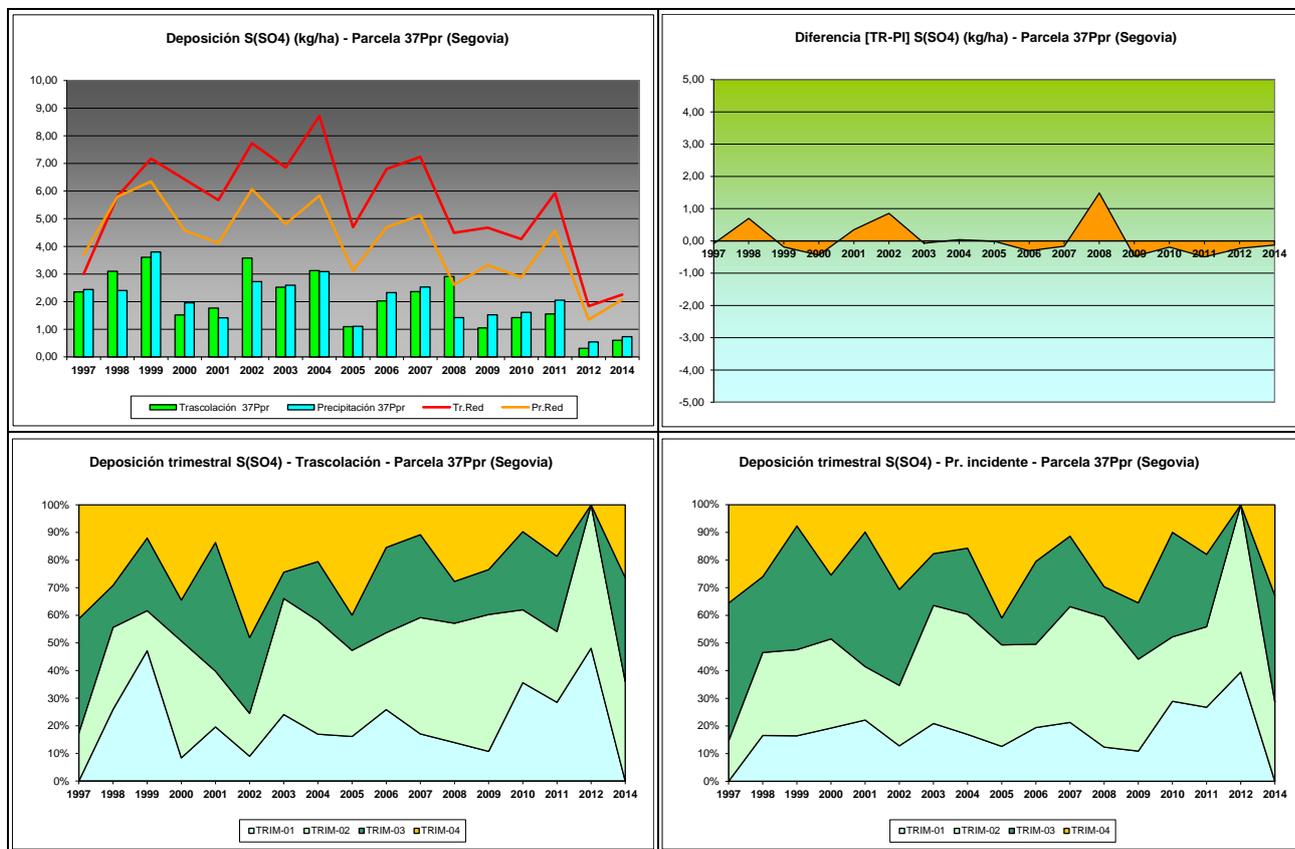


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 37Ppr, cabe destacar:

La deposición mantiene valores de **pH** superiores en general a los de la media de la red, sin que apenas se haya registrado una precipitación por debajo del umbral que marcaría la conocida como “lluvia ácida”. El valor de la intercepción debido a la cubierta arbórea se sitúa en el 23,10% de la precipitación incidente.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se han superado en algunos casos concretos los valores correspondientes a la media de la red, tal como ha ocurrido en 2002 y 2004, con una cierta tendencia descendente a lo largo de los dos últimos años.

En cuanto al **potasio**, se registran también deposiciones inferiores a la media de la red, con máximos locales de la serie en torno a 1992 y 2002, para experimentar a partir de ese momento una reducción sostenida en estos aportes a lo largo de los últimos dos años. Se advierten en general deposiciones más elevadas bajo cubierta que a campo abierto, en lo que podría influir el efecto de la deposición seca.

Por lo que respecta al **calcio**, se advierten también deposiciones inferiores a la media de la red, con un periodo de máximos marcados en torno a 2003-2004, un repunte en 2006-2007 y una progresiva reducción a lo largo de los últimos años; a medida que han ido disminuyendo también las diferencias entre trascolación y precipitación a campo abierto.

En lo referente al **magnesio** se advierte un comportamiento muy estable, por debajo de los 2 kg/ha y sin demasiadas diferencias entre años, presentándose tasas superiores bajo cubierta que a cielo abierto, influenciado quizá por los efectos de la deposición seca.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores muy por debajo de la media de la Red, registrándose las mayores deposiciones en 2002, y registrándose, como en el caso anterior, mayores aportes bajo cubierta que al raso.

Las tasas de **amonio** son, por el contrario, superiores a la media de la red en la mayoría de los años observados, reduciéndose a partir de 2011, momento a partir del cual el depósito se sitúa por debajo de los 5 kg/ha. Los aportes en trascolación son notablemente superiores a los de la precipitación incidente, diferencia que ha aumentado a lo largo del último periodo.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, se observa una tendencia ya apuntada en otros puntos de la red: mayores tasas en los bienios 2003-2004 y 2006-2007, siempre –al igual que el sodio– con mayores deposiciones a campo abierto, tendencia que se tiende a igualarse a partir de 2008, momento en que la deposición experimenta una reducción generalizada.

La deposición de **nitratos** ha experimentado tres claros máximos en 1998, 2004 y 2011, en que se han superado los 5 kg/ha, con valores inferiores en el resto de los años de observación, registrándose tasas superiores bajo cubierta arbórea que al raso, posiblemente influido por efectos de la deposición seca.

Por último, y en referencia a los **sulfatos**, se advierte un comportamiento más estable, por debajo en general de los 3 kg/ha, siempre en valores inferiores a la media de la red y sin demasiadas diferencias entre la forma de aporte al sistema.

Por regla general los mayores aportes se han producido en primavera y en menor medida a lo largo del otoño.

6. Calidad del aire. Inmisión.

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

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

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

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

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)
2000	1,09	2,94	2,80	27,66	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	2,25	2,87	2,66	30,92	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	0,64	0,90	1,85	26,63	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	0,59	0,99	4,00	23,37	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	0,74	1,32	3,45	18,94	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	0,92	1,32	1,83	22,63	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	0,89	1,46	3,48	20,82	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	0,57	1,12	1,65	21,76	0,82	1,32	0,93	27,18
2009					1,06	2,89	1,30	36,30
2010	0,96	2,87	1,55	32,13	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	1,02				1,50		0,48	
2012	1,21	4,23	1,79	25,52	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	1,22	3,21	1,65	21,99	1,44	3,35	1,11	29,51
Media	1,01	2,11	2,43	24,76	1,50	2,13	1,54	32,11

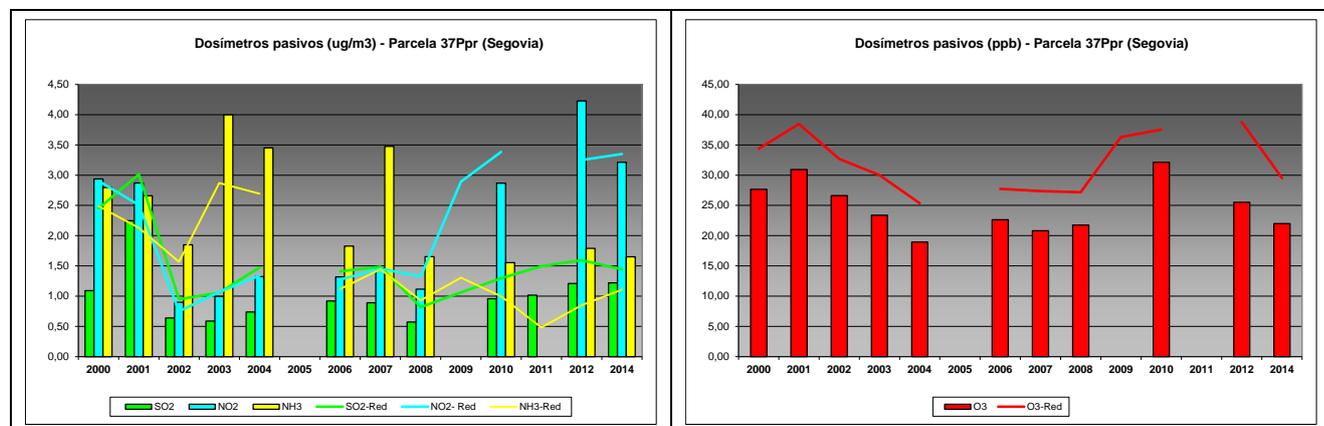


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, las mayores inmisiones en la parcela corresponden a los compuestos nitrogenados que llegan a exceder el valor medio de la red, destacando el amonio en la primera serie de años, quien se ve sustituido en el periodo final por el dióxido de nitrógeno como contaminante más abundante, mientras que los óxidos de azufre tienden a repuntar ligeramente a lo largo del segundo tramo. Se advierte por el contrario una ligera reducción de las tasas de ozono una vez pasado el máximo de 2010.

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	37 Ppr	Segovia	76,00	8,34	0,86	0,97	2,29	1,78	3,25	
	39 Ppr	Avila	75,00	8,19	0,67	1,04	2,51	2,29	6,88	
	43 Ppr	Cuenca	120,00	8,14	0,88	0,56	2,09	1,81	5,76	
	46 Ppr	Albacete	74,00	7,37	0,73	0,74	1,88	2,07	4,76	
	102 Ppr	La Coruña	169,00	11,59	1,02	0,87	0,81	1,17	5,03	
	150 Ppr	Orense	104,00	10,39	0,85	1,03	1,48	1,47	6,73	
	<i>P. pinaster</i>	España	103,00	9,00	0,84	0,87	1,84	1,77	5,40	
1997-1998	37 Ppr	Segovia								
	39 Ppr	Avila								
	43 Ppr	Cuenca								
	46 Ppr	Albacete								
	102 Ppr	La Coruña								
	150 Ppr	Orense								
	<i>P. pinaster</i>	España								
1999-2000	37 Ppr	Segovia	75,00	9,30	0,77	1,04	1,84	1,54	3,36	
	39 Ppr	Avila	51,00	10,97	0,99	1,81	3,53	2,76	5,98	
	43 Ppr	Cuenca	122,00	8,26	0,97	0,53	1,95	1,67	4,26	
	46 Ppr	Albacete	90,00	10,17	0,90	0,95	2,69	2,53	3,53	
	102 Ppr	La Coruña	149,00	13,71	1,09	0,91	1,83	1,68	5,69	
	150 Ppr	Orense	114,00	10,00	0,76	0,69	0,77	1,00	7,65	
	<i>P. pinaster</i>	España	100,17	10,40	0,91	0,99	2,10	1,86	5,08	
2001-2002	37 Ppr	Segovia	113,00	7,73	0,88	1,16	2,17	1,85	4,39	
	39 Ppr	Avila	131,00	8,58	0,95	1,26	2,68	1,99	5,15	
	43 Ppr	Cuenca	118,00	8,93	1,08	0,66	1,95	1,99	4,73	
	46 Ppr	Albacete	100,00	9,62	0,91	1,00	2,67	2,71	3,46	
	102 Ppr	La Coruña	135,00	12,91	1,20	0,87	1,26	1,37	5,83	
	150 Ppr	Orense	114,00	9,02	0,86	0,76	0,73	1,05	8,31	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)					C (%)	
				N	S	P	Ca	Mg		K
	<i>P. pinaster</i>	España	118,50	9,47	0,98	0,95	1,91	1,83	5,31	
2003-2004	37 Ppr	Segovia	129,00	10,10	0,96	1,23	2,09	2,05	4,67	
	39 Ppr	Avila	170,00	9,64	0,96	1,37	2,85	2,39	5,72	
	43 Ppr	Cuenca	158,00	9,35	1,15	0,65	1,85	2,01	4,78	
	46 Ppr	Albacete	118,00	8,64	0,85	0,97	2,30	2,48	4,01	
	102 Ppr	La Coruña	185,00	13,70	1,12	0,85	1,25	1,27	5,72	
	150 Ppr	Orense	137,00	9,49	0,78	0,81	0,73	1,12	8,37	
	<i>P. pinaster</i>	España	149,50	10,15	0,97	0,98	1,85	1,89	5,55	
2005-2006	37 Ppr	Segovia	95,00	9,02	0,91	1,01	2,38	1,68	3,27	
	39 Ppr	Avila	156,50	8,98	1,03	1,48	3,79	2,34	4,64	
	43 Ppr	Cuenca	155,00	8,69	1,13	0,51	3,04	2,30	5,07	
	46 Ppr	Albacete	66,00	9,47	1,09	1,16	4,45	2,76	4,08	
	102 Ppr	La Coruña	147,00	13,60	1,22	0,76	1,70	1,21	4,37	
	150 Ppr	Orense	144,50	9,69	0,96	0,60	1,01	0,86	5,52	
	<i>P. pinaster</i>	España	127,33	9,91	1,06	0,92	2,73	1,85	4,49	
2007-2008	37 Ppr	Segovia	134,50	8,29	1,28	0,92	3,51	1,77	2,84	
	39 Ppr	Avila	191,00	10,89	1,40	1,87	4,59	2,33	4,78	
	43 Ppr	Cuenca	127,00	7,88	1,21	0,43	2,99	2,05	4,17	
	46 Ppr	Albacete	124,00	7,57	1,15	0,72	2,81	2,19	3,46	
	102 Ppr	La Coruña	155,00	12,75	1,59	0,68	1,69	1,14	3,65	
	150 Ppr	Orense	184,50	9,57	0,92	0,53	1,40	0,94	4,42	
	<i>P. pinaster</i>	España	152,67	9,49	1,26	0,86	2,83	1,74	3,88	
2009-2010	37 Ppr	Segovia	135,00	6,71	0,96	0,86	3,47	1,73	2,21	
	102 Ppr	La Coruña	168,67	12,70	1,29	0,73	2,26	1,18	3,51	
	<i>P. pinaster</i>	España	151,83	9,65	1,13	0,80	2,87	1,46	2,86	
2011-2012	37 Ppr	Segovia	134,42	7,51	1,00	0,94	3,32	1,79	2,73	
	102 Ppr	La Coruña	162,48	12,29	1,36	0,73	2,13	1,16	3,69	
	<i>P. pinaster</i>	España	148,45	9,90	1,18	0,83	2,73	1,47	3,21	
2013-2014	37 Ppr	Segovia	129,60	14,86	0,93	0,97	4,52	2,25	2,52	53,28
	102 Ppr	La Coruña	173,07	12,88	0,86	0,61	3,56	1,96	4,01	52,48
	<i>P. pinaster</i>	España	151,33	13,87	0,90	0,79	4,04	2,11	3,26	52,88

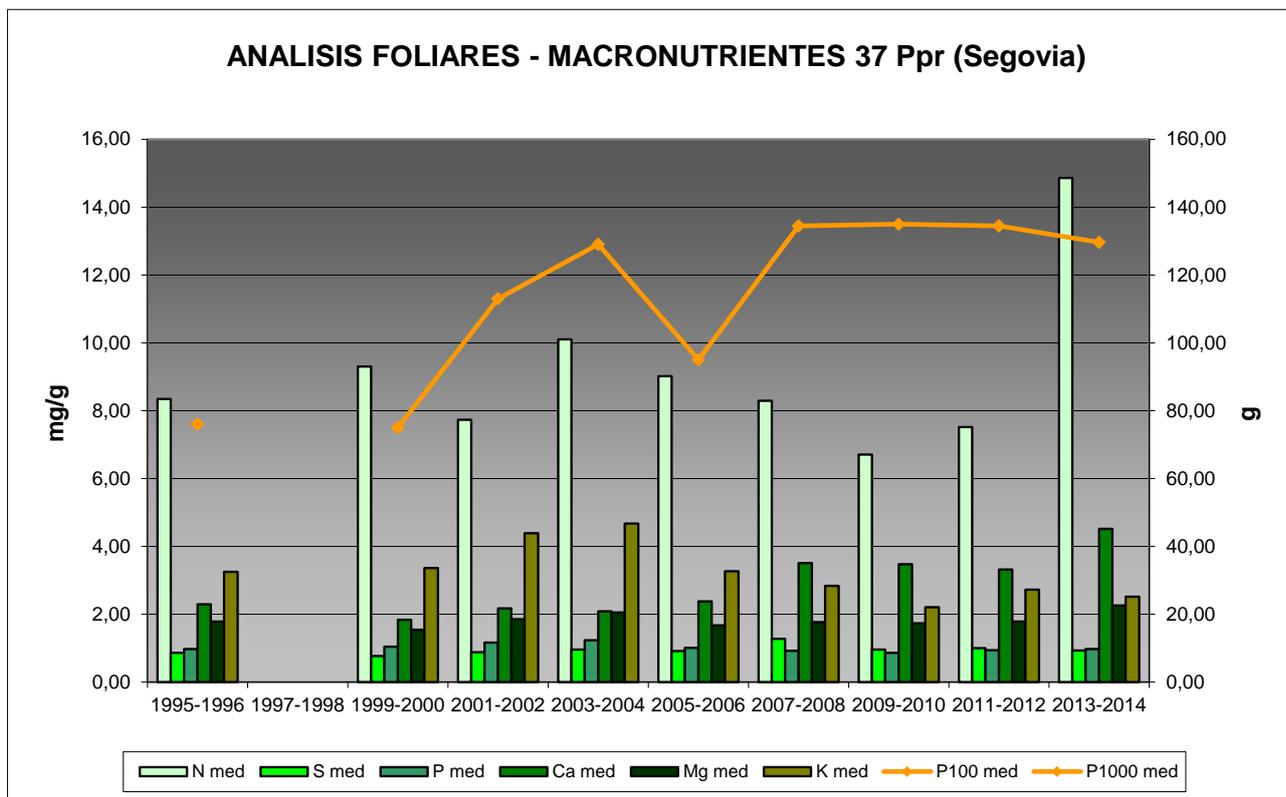


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

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 ($\mu\text{g/g MS}$)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
1995-1996	37 Ppr	Segovia		12,00	126,00	330,00	
	39 Ppr	Avila		17,00	144,00	103,00	
	43 Ppr	Cuenca		24,00	230,00	78,00	
	46 Ppr	Albacete		24,00	71,00	55,00	
	102 Ppr	La Coruña		22,00	651,00	559,00	
	150 Ppr	Orense		16,00	825,00	758,00	
	<i>P.pinaster</i>	España		19,17	341,17	313,83	
1997-1998	37 Ppr	Segovia					
	39 Ppr	Avila					
	43 Ppr	Cuenca					
	46 Ppr	Albacete					
	102 Ppr	La Coruña					
	150 Ppr	Orense					
	<i>P.pinaster</i>	España					
2013-2014	37 Ppr	Segovia		14,07	102,11	56,07	1,15
	102 Ppr	La Coruña		17,98	321,25	41,60	2,52
	<i>P.pinaster</i>	España		16,03	211,68	48,84	1,83

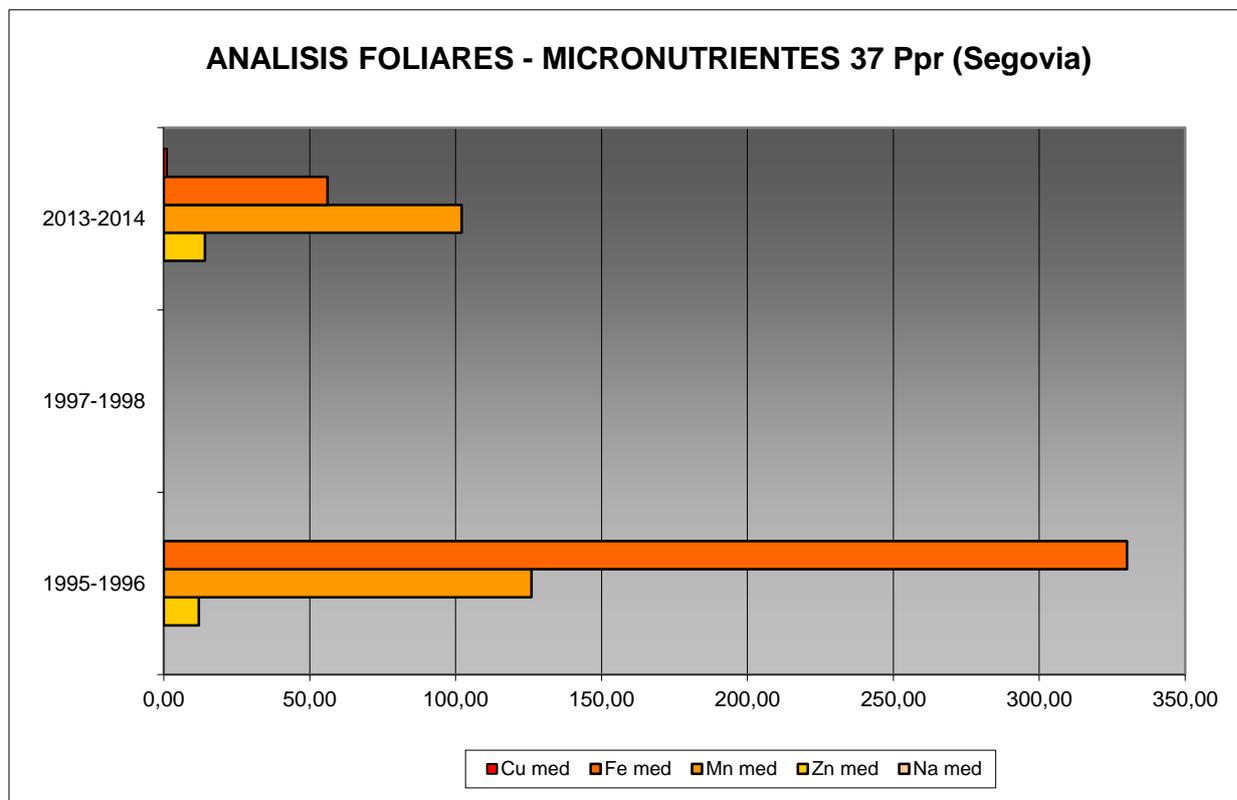


FIG 20: Evolución de micronutrientes ($\mu\text{g/g}$) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

Por lo que respecta a los análisis foliares efectuados en la parcela, cabe concluir:

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 37Ppr 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 37Ppr podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino rodeno como especie dominante:

El **peso** medido en la parcela se ha mantenido estable en el periodo 1995-2000, al que le sigue un ascenso hasta 2004 del 50% con un descenso puntual en 2005-2006 que se atribuye a un año de escasez de agua ya que la medición siguiente esta bajada se ha recuperado y ya se mantiene en valores constantes hasta el último registro.

Respecto a los macronutrientes; hay que destacar la existencia de un máximo histórico para la presencia de **nitrógeno** en acículas en la parcela en la medición 2013-2014 que duplica los valores de las dos mediciones previas, este hecho no es atribuible a ningún evento conocido en la parcela. El contenido de **azufre** en la parcela ha aumentado en 2007-2008 tanto en la parcela como para la especie, los valores se han mantenido en torno a este máximo hasta 2013-2014, momento en que han descendido hasta los registros de

1995. El **fósforo** en la parcela siempre se encuentra por encima de la media aunque sin grandes fluctuaciones. Para el **calcio** se ha detectado un tendencia ascendente tanto para la media de la especie como para los valores de la parcela, en 2013-2014 se ha registrado el valor máximo para la serie temporal, 4,52 mg/g MS. Sin embargo en el análisis del **magnesio** no se aprecia ninguna progresión temporal. El **potasio** muestra un descenso global en la media para el pino negral, baja en el periodo 2005-2008 cuando aún se medían las parcelas 39Ppr, 43Ppr y 46Ppr, sin embargo en las últimas mediciones los valores se han estabilizado. 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 53,28%, ligeramente por encima de la media para la especie (52,88%).

Los micronutrientes sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996 y 2013-2014 y no siempre se han evaluado todos ellos: sodio no se ha medido en ninguno, cobre sólo en el muestreo de 2013-2014 y zinc, manganeso y hierro en ambos. Esta situación conlleva que no se pueda abordar la valoración de la evolución temporal de los nutrientes en acículas. Se aprecia un pequeño incremento en zinc y un descenso en la presencia de manganeso y especialmente en 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 m² de superficie. La muestra así tomada se divide en sus principales componentes (hojas, ramillas de diámetro inferior a 2 cm y otras, que incluyen frutos, líquenes, musgos,...) y se analiza en el laboratorio.

Se presentan a continuación los resultados obtenidos desde 2010; haciéndose la salvedad al igual que en casos anteriores, de que en 2012 se ha muestreado el periodo enero-julio, mientras que en 2014 los análisis corresponden al periodo mayo-diciembre.

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

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	2.210	53,16	6,45	0,61	0,74	6,19	2,18	1,65
	Ramillas	256	52,89	6,89	0,68	0,40	12,33	1,74	1,40
	Otras	710	52,05	10,86	0,88	1,33	7,87	1,48	4,69
2006	Hojas	1.257	53,33	6,40	0,81	0,79	5,81	2,10	1,83
	Ramillas	820	52,22	7,87	0,87	0,59	14,38	1,36	1,49
	Otras	867	51,50	10,83	1,14	1,41	10,95	1,66	5,53
2007	Hojas	2.100	55,59	5,96	0,84	0,73	5,51	3,10	1,64
	Ramillas	49	53,99	8,01	0,96	0,41	7,29	8,13	0,82
	Otras	1.630	54,15	10,84	1,11	1,96	7,03	3,39	2,83
2008	Hojas	1.924	54,70	5,08	0,85	0,69	6,79	1,92	1,31
	Ramillas	254	54,38	6,11	0,85	0,38	14,69	1,65	0,82
	Otras	1.550	52,76	9,92	1,12	0,77	8,92	1,30	2,68
2009	Hojas	1.670	53,89	4,00	0,96	0,57	5,98	1,92	1,25
	Ramillas	115	52,32	6,73	0,84	0,26	11,90	0,76	0,53
	Otras	1.090	52,75	9,36	1,18	0,92	8,16	1,27	4,15
2010	Hojas	2.490	53,46	4,92	0,79	0,60	5,96	1,93	1,17
	Ramillas	1.080	52,59	5,62	0,64	0,27	8,15	0,82	0,70
	Otras	850	52,29	9,03	1,06	1,22	8,55	1,60	6,27
2011	Hojas	1.790	53,84	5,10	0,86	0,66	5,14	2,90	1,46
	Ramillas	779	52,72	6,94	0,80	0,42	8,24	5,31	1,03

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
	Otras	973	52,28	9,97	1,08	1,12	7,82	3,36	3,84
2012	Hojas	554	53,73	5,31	0,94	0,66	5,53	2,20	1,42
	Ramillas	632	52,43	6,59	0,78	0,33	8,51	3,49	0,80
	Otras	650	52,54	9,47	1,09	0,86	8,10	1,77	3,21
2014	Hojas	2.179	52,19	3,42	0,74	0,55	6,96	2,25	0,93
	Ramillas	247							
	Otras	635							
Media	Hojas	1.797	53,77	5,18	0,82	0,67	5,99	2,28	1,41
	Ramillas	470	52,94	6,84	0,80	0,38	10,69	2,91	0,95
	Otras	995	52,54	10,04	1,08	1,20	8,42	1,98	4,15

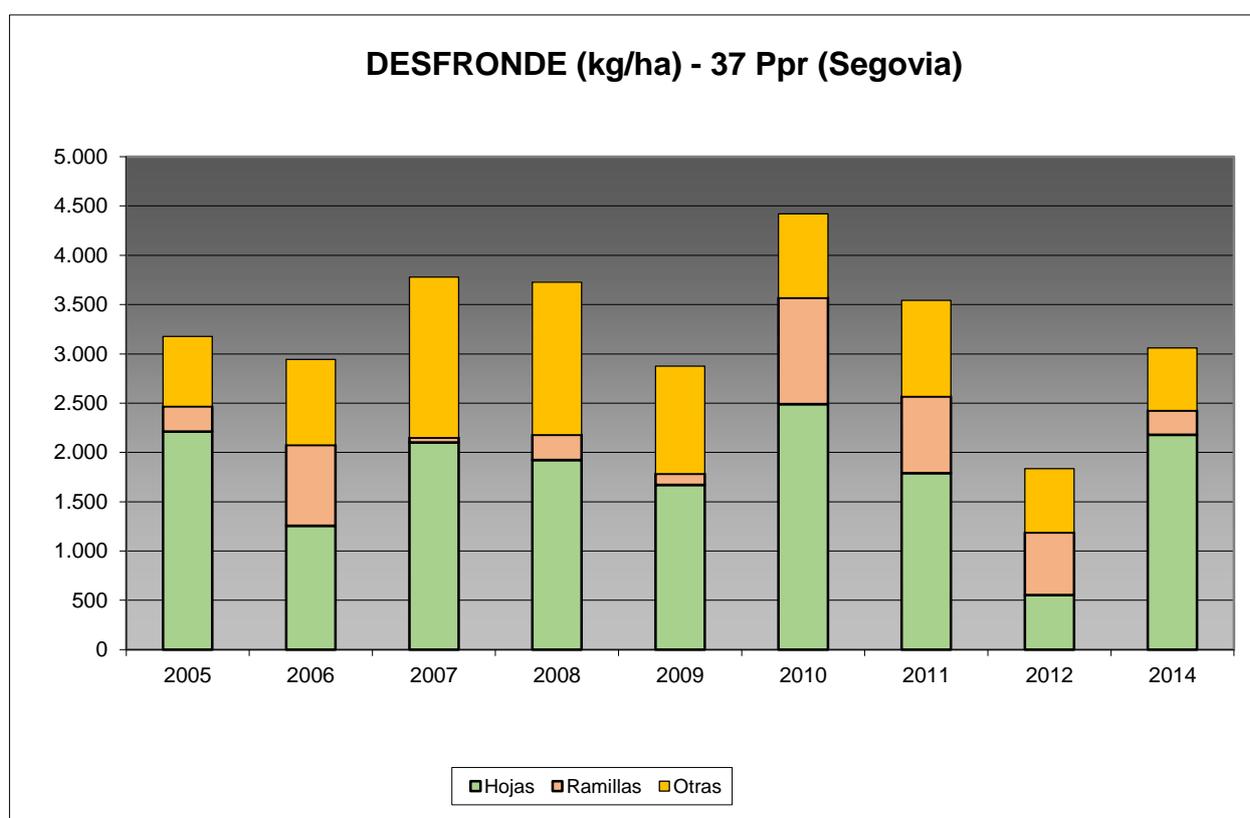


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.000-4.000 kg/ha; suponiendo la aportación de ramillas de menos de 2 cm una fracción del mismo nada desdeñable y con contenidos de C de este tipo de aportes rondando el 50%, lo que puede ser de importancia en la fijación de CO₂ de este tipo de ecosistemas.

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 37Ppr, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

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

Año	Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población					Floración ≥ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
1999	06/07/99	02/08/99	27	186	1665	27/04/99	02/08/99	97	116	561
2000	18/05/00	13/07/00	56	138	914					
2001	05/05/01	16/07/01	72	124	800					
2002	13/05/02	29/07/02	77	132	864					
2003	19/05/03	16/06/03	28	138	902					
2004	17/06/04	01/07/04	15	168	1292	01/06/04	01/07/04	30	152	993
2005	30/05/05	11/08/05	73	149	931	09/05/05	30/05/05	21	128	627
2006	01/06/06	31/07/06	60	151	1115	04/05/06	15/05/06	11	123	682
2007	17/05/07	03/08/07	78	136	1084	04/05/07	17/05/07	13	123	903
2008	24/06/08	26/08/08	63	175	1830	27/05/08	11/06/08	15	147	1366
2009	15/06/09	04/08/09	50	165	1300	12/05/09	15/06/09	34	131	757
2010	15/06/10	29/06/10	14	165	1259	25/05/10	15/06/10	21	144	917
2011	23/05/11	27/06/11	35	142	1170	27/04/11	23/05/11	26	116	790
2012	28/05/12	25/06/12	28	148	983	28/05/12	25/06/12	28	148	893
2014	30/05/14	30/06/14	31	149	1402	28/04/14	30/05/14	32	117	1074
Media			47	151	1167			30	131	869

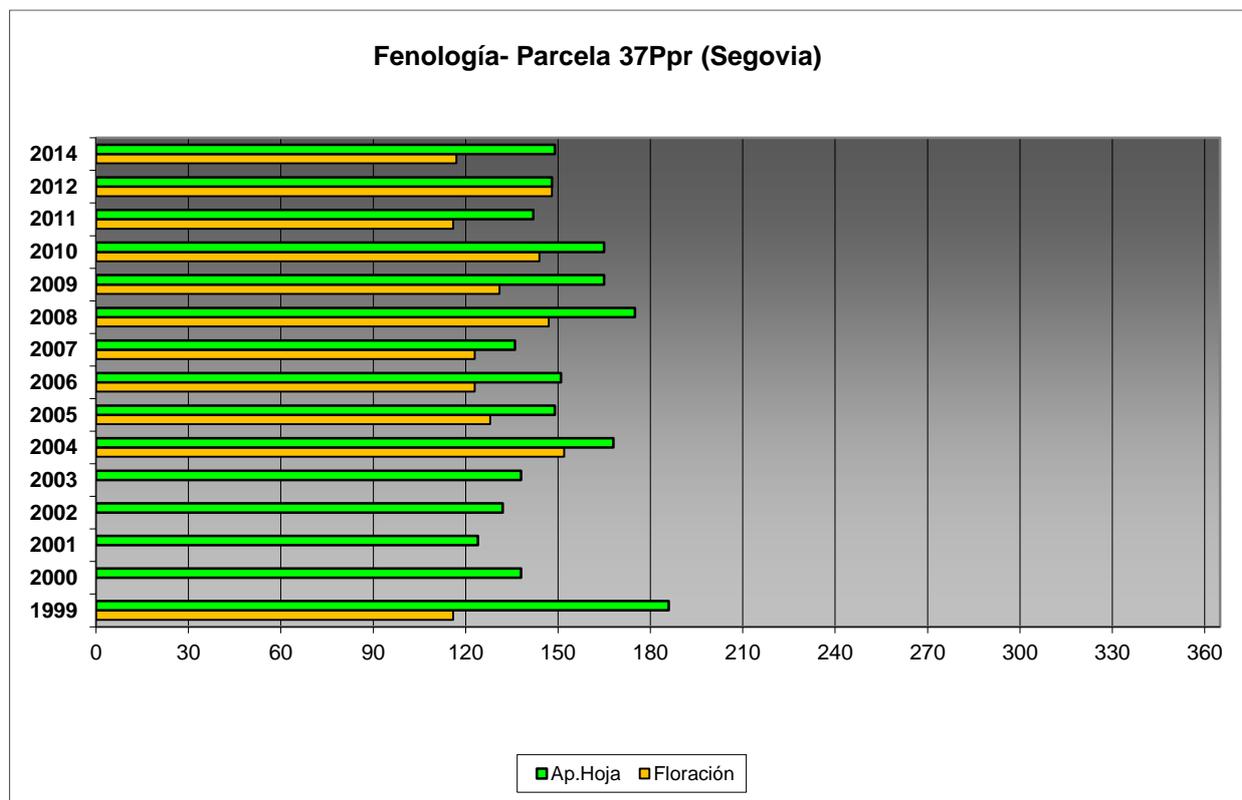


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, y como suele ocurrir en los pinos, la floración precede en la mayoría de los casos a la aparición de las acículas de la nueva metida, registrándose un cierto retraso en la serie 2007-2010 en torno al mes de junio y un cierto adelantamiento de los ciclos a lo largo del último trienio, cuando la actividad vegetativa se concentró en el mes de mayo.



FIG 23: Elongación metida y aparición acícula sobre la floración (mayo). Despliegamiento de la acícula y comienzo de la caída de los conos (junio)

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	0,02	0,05	0,02	0,05
2000	0,68	1,82	0,68	0,48
2001	0,46	1,21	0,46	1,13
2002	0,44	1,15	0,44	1,15
2003	0,69	1,78	0,69	1,08
2004	0,70	1,78	0,70	0,84
2005	0,25	0,63	0,25	0,53
2006	0,31	0,78	0,31	0,78
2007	0,62	1,55	0,62	1,27
2008	0,37	0,91	0,37	0,37
2009	0,88	2,19	0,88	0,00
2010	0,41	0,93	0,41	0,74

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
2011	0,25	0,55	0,25	0,44
2014	0,16	0,40	0,16	0,29
Media	0,45	1,12	0,45	0,65

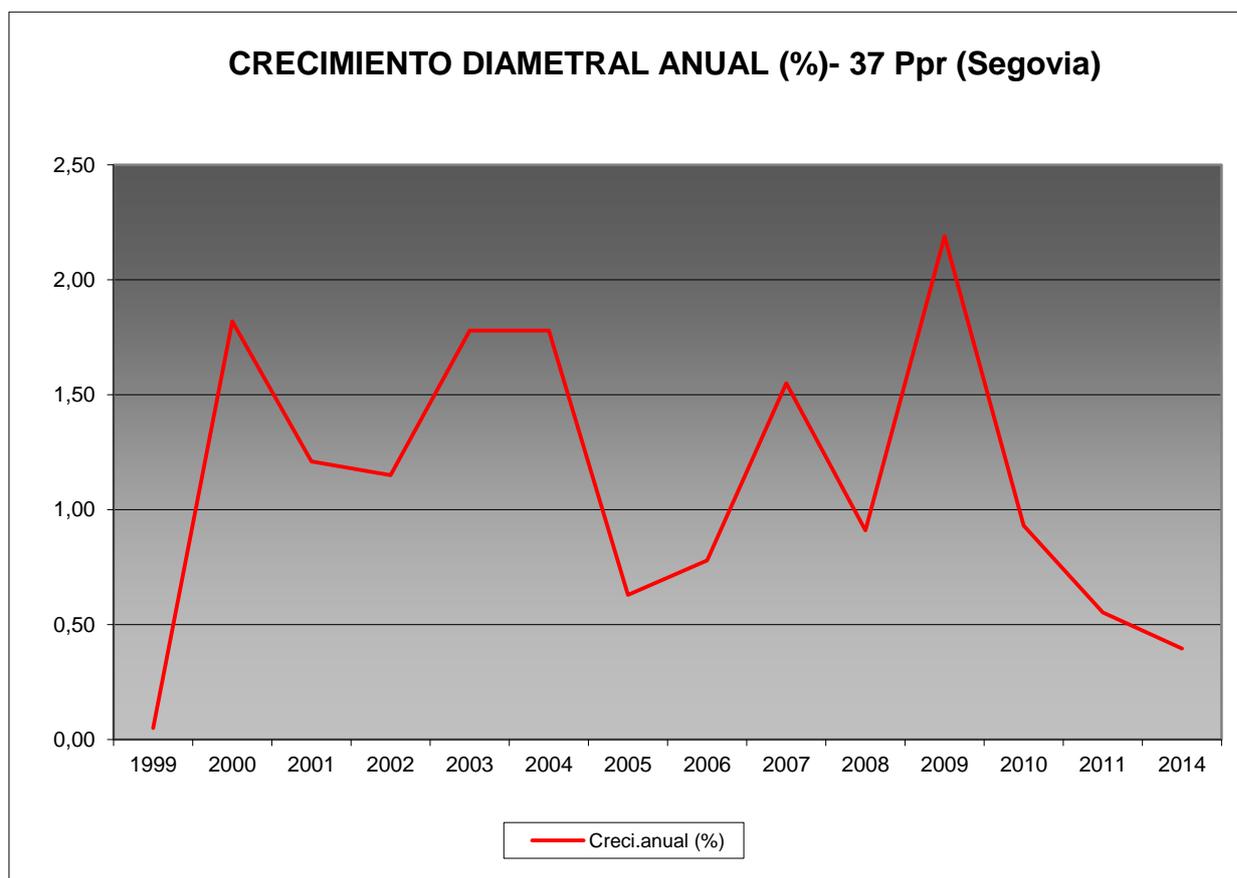


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, excepción hecha del primer año de evaluación, entre el 0,63% de 2005 y el 2,19% de 2009, situándose por regla general en valores ligeramente superiores al 1% anual.