

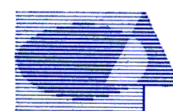


**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y
CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES**

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2019**

PARCELA 54 Ph (VALENCIA)

**20
19**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

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

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Vegetación	2
2.3. Caracterización forestal y dasométrica	3
3. Estado fitosanitario de la parcela	4
3.1. Defoliación y decoloración	4
3.2. Daños forestales	5
4. Instrumentación	17
5. Deposición atmosférica	18
5.1. pH	20
5.2. Conductividad	21
5.3. Potasio	22
5.4. Calcio	24
5.5. Magnesio	25
5.6. Sodio	26
5.7. Amonio	27
5.8. Cloro	29
5.9. Nitratos	30
5.10. Sulfatos	31
5.11. Interpretación de resultados	32
6. Calidad del aire. Inmisión	34
7. Análisis foliar	35
7.1. Macronutrientes	35
7.2. Micronutrientes	37
7.3. Interpretación de resultados	38
8. Desfronde	39
9. Fenología	41
10. Cintas diamétricas	43
11. Meteorología.....	44
12. Índice de Área Foliar	46

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

TABLA 28: Parámetros de estrés meteorológico

TABLA 29: Índices de Área Foliar

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela

FIG 2: Climodiagrama de la parcela

FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela

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

FIG 5: Tipos de defoliación

FIG 6: Daños forestales

FIG 7: Instrumentación

FIG 8: Variación temporal de pH

FIG 9: Variación temporal de conductividad

FIG 10: Variación temporal de potasio

FIG 11: Variación temporal de calcio

FIG 12: Variación temporal de magnesio

FIG 13: Variación temporal de sodio

FIG 14: Variación temporal de amonio

FIG 15: Variación temporal de cloro

FIG 16: Variación temporal de nitratos

FIG 17: Variación temporal de sulfatos

FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 19: Evolución de macronutrientes

FIG 20: Evolución de micronutrientes

FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 22: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 23: Fases fenológicas

FIG 24: Crecimiento diametral anual

FIG 25: Principales variables meteorológicas

FIG 26: Índices de Área Foliar

FIG 27: Fotos hemisféricas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus halepensis* del sector Setabense de la Provincia Catalano-Valenciano-Provenzal. (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
54Ph	<i>Pinus halepensis</i>	Valencia	El Saler	2003	II

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+39 ^o 21'00"	-00 ^o 19'00"	731.000	4.359.000	50	2	Plana	El Saler



FIG 1: Posición y vistas de la parcela 54Ph.

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)	10,4	11,1	13,1	15,1	18,4	21,8	24,7	25,2	22,8	18,6	14,0	10,9	17,2
P(mm)	33	39	46	39	39	20	2	22	56	109	47	60	512
T. Media Máximas Mes más Cálido								30,8					
5,3	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* en la *Región Mediterránea*.

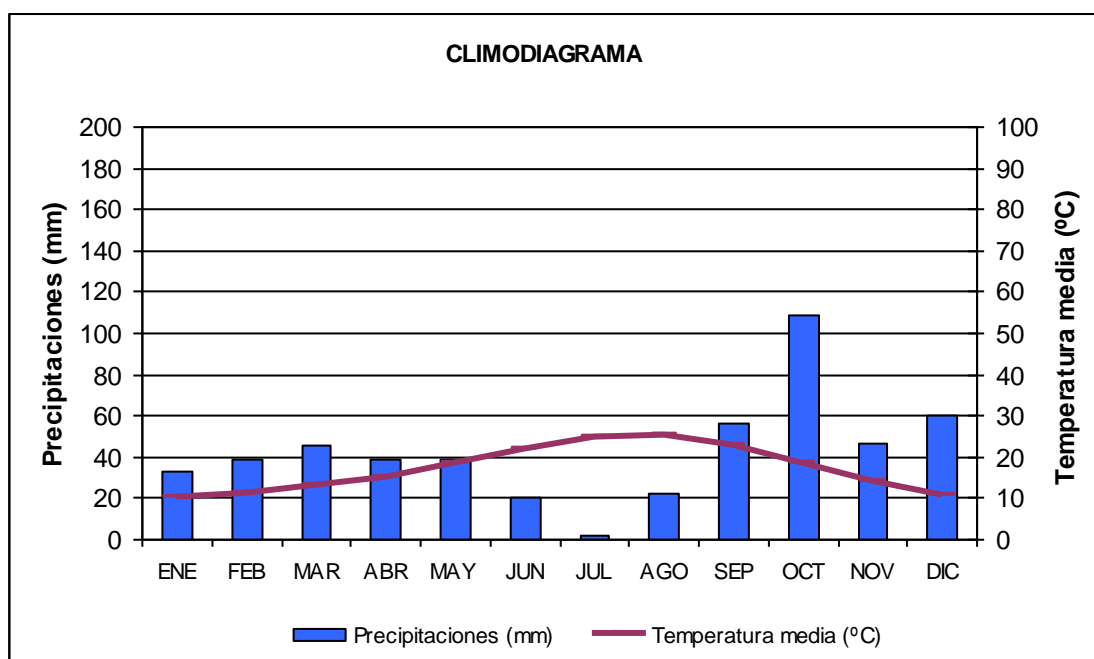


FIG 2: Climodiagrama de la parcela.

2.2. Vegetación.

Vegetación actual: Se trata de un pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) mezclado con algunos pies de eucalipto (*Eucalyptus rostrata*) con sotobosque de coscoja, zarzaparrilla y ramnus sobre una ladera de pendiente suave.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	70,0	<i>Echium vulgare L.</i>	+
<i>Pinus halepensis Miller</i>	70,0	<i>Elymus farctus (Viv.) Runemark ex Melderis</i>	+
ESTRATO ARBUSTIVO	33,0	<i>Geranium molle L.</i>	+
<i>Chamaerops humilis L.</i>	0,2	<i>Juncus acutus L.</i>	+
<i>Phillyrea angustifolia L.</i>	0,8	<i>Mercurialis annua L.</i>	+
<i>Phillyrea latifolia L.</i>	3,0	<i>Osyris quadripartita Salzm. ex Decne</i>	5,0
<i>Quercus coccifera L.</i>	5,0	<i>Parietaria judaica L.</i>	+
<i>Rhamnus alaternus L.</i>	2,0	<i>Piptatherum miliaceum (L.) Cosson</i>	+
<i>Rhamnus lycioides L.</i>	2,0	<i>Pistacia lentiscus L.</i>	70,0
<i>Smilax aspera L.</i>	20,0	<i>Rubia peregrina L.</i>	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	78,5	<i>Ruscus aculeatus L.</i>	+
<i>Asparagus acutifolius L.</i>	+	<i>Scirpus holoschoenus L.</i>	+
<i>Bromus rigidus Roth</i>	+	<i>Sonchus tenerrimus L.</i>	+
<i>Centaurea aspera L.</i>	+		

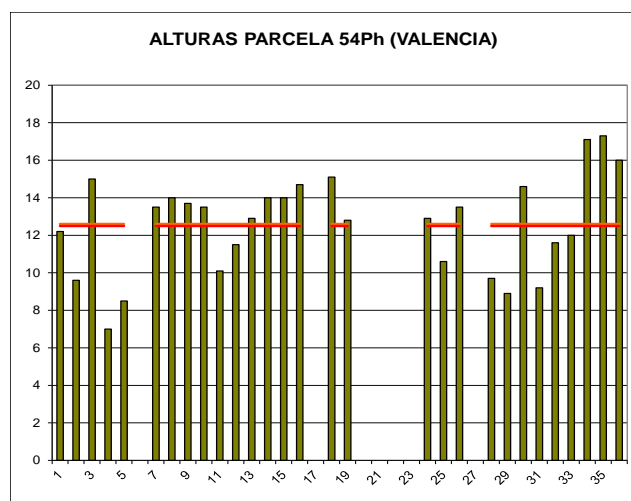
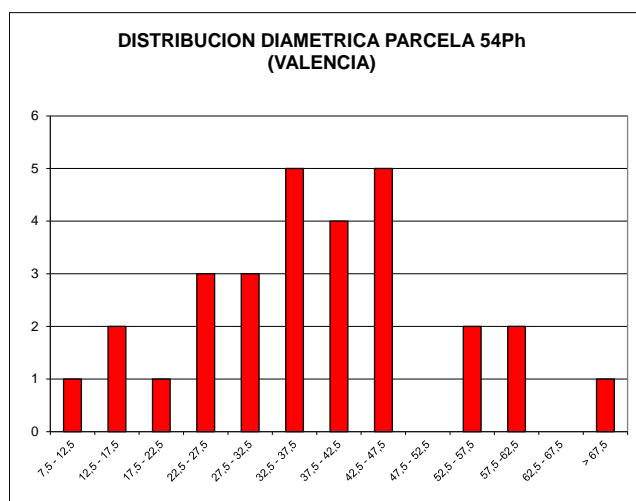
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la zona de transición entre la serie de vegetación (I) Geomacrosérie de saladares y salinas y la (III) Geomacrosérie de las dunas y arenales costeros.

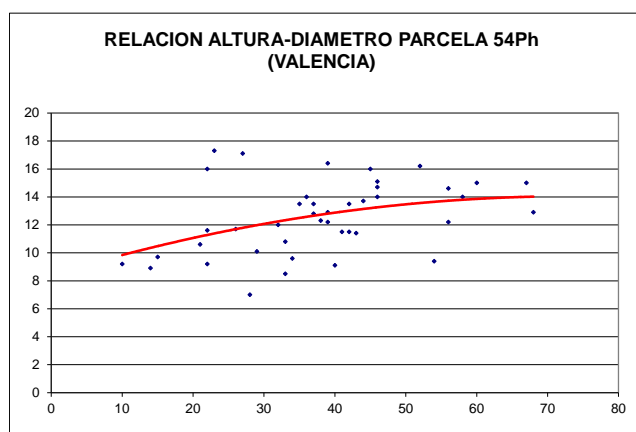
2.3. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica irregular de pino carrasco, 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 según criterio diámetro, 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
54Ph	0,2500	29	116	26	3	7	40-60	37,24	14,47	39,85	12,76	12,45	18,09





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5	1	4	9,6	95,51	0,02	0,08
12,5 - 17,5	2	8	10,4	69,11	0,12	0,47
17,5 - 22,5	1	4	11,1	55,47	0,16	0,62
22,5 - 27,5	3	12	11,7	46,92	0,58	2,34
27,5 - 32,5	3	12	12,3	40,92	0,88	3,53
32,5 - 37,5	5	20	12,7	36,37	2,14	8,57
37,5 - 42,5	4	16	13,1	32,74	2,32	9,26
42,5 - 47,5	5	20	13,4	29,72	4,04	16,16
47,5 - 52,5						
52,5 - 57,5	2	8	13,7	24,83	2,65	10,60
57,5 - 62,5	2	8	13,7	22,77	3,11	12,45
62,5 - 67,5						
> 67,5	1	4	13,5	19,83	2,07	8,27
TOTAL	29	116			18,09	72,38

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.

La parcela, tras su replanteo e instrumentación en 2003, se adscribió formalmente a la Red de Nivel II en España en la evaluación de 2006, primer año en que se evaluó su estado fitosanitario conforme a la normativa europea en materia de redes forestales. No constan así datos anteriores a 2006.

En la presente revisión, la parcela presenta un buen estado fitosanitario, con una defoliación media del 22,59% dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado las tres cuartas partes de la muestra. Con una reducción del parámetro de unas pocas décimas, la parcela mejora ligeramente respecto a la revisión del año precedente, si bien la variación se sitúa fuera del umbral de cinco puntos porcentuales que supondría una significación estadística, de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales.

Atendiendo a la serie histórica de datos, y tras el brusco empeoramiento habido en 2013, cuando la defoliación media se situó claramente dentro de la escala de daños moderados, y el mal estado del bienio 2016-2017, parece que el arbolado se recupera considerablemente, situándose en niveles similares a los del periodo 2006-2012 y sin apenas variación con respecto al año anterior.

Continuando con la idea de la recuperación del estado fitosanitario del arbolado, y en lo que se refiere a la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio de su estado de salud, apenas se advierte en unos cuantos pies y siempre en grado ligero, ligado a algunos de los pies con mayores defoliaciones.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

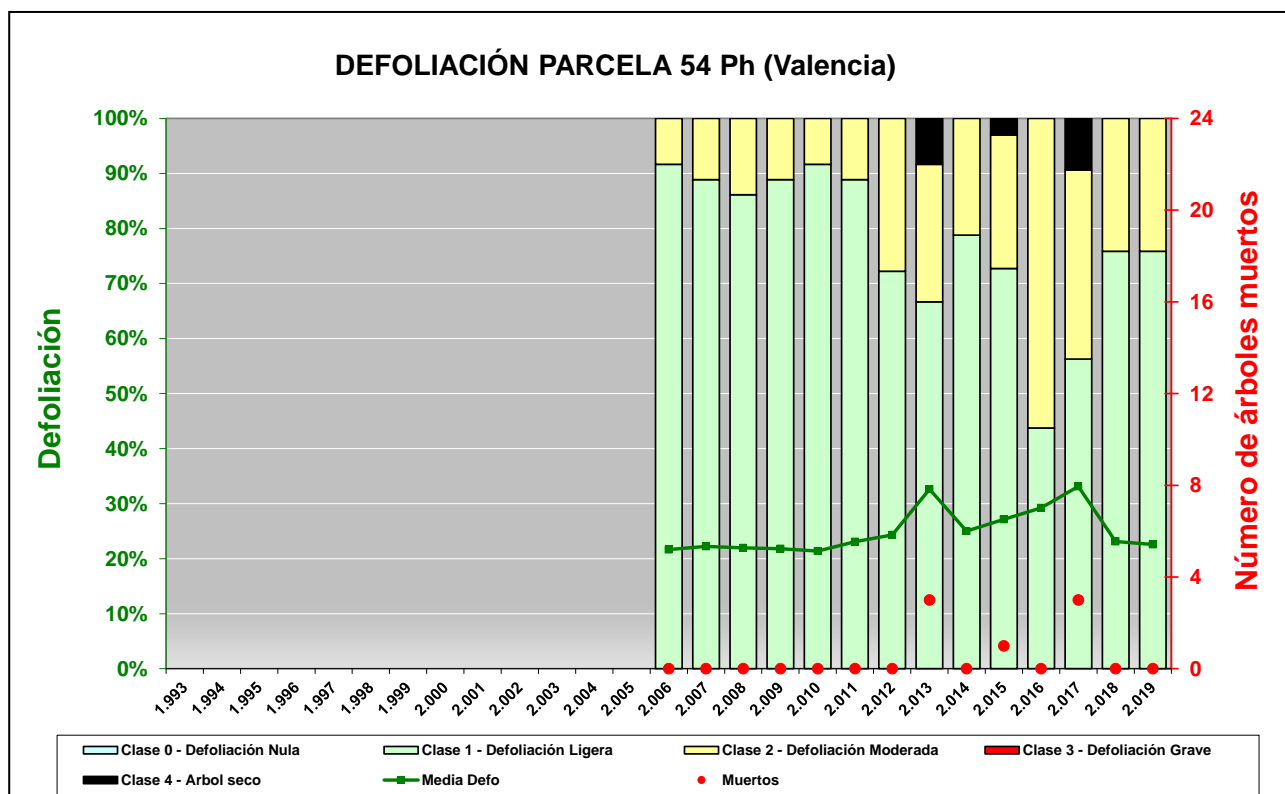


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 20%, 25% y 35%

3.2. Daños forestales.

Los principales **agentes dañinos** identificados se resumen en la siguiente tabla, indicándose el número de pies afectados, sus características dendrométricas, defoliación y decoloración asociadas y la diferencia con los valores medios de la parcela.

TABLA 5: Distribución de agentes dañinos en la parcela: pies afectados (Npar), Extensión de los daños en clases de porcentajes en grado de 1 a 7 (Extensión), pies afectados por ha (N/ha), porcentaje de pies afectados (%), defoliación y decoloración de los pies afectados por cada agente (Defo/Deco), diferencia de las defoliaciones y decoloraciones con las medias de la parcela (DifDefo y DifDeco, marcados en **rojo** si el valor de los pies afectados es superior al valor medio de la parcela y en **verde** en caso contrario), diámetro (Diam) y altura medias (Alt) de los pies afectados por cada agente y diferencias con los valores medios de la parcela (DifDiam y DifAlt).

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
INSECTOS												
Defoliadores	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	28,00	7,50	-9,24	-5,26
Acíc. del año	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	28,00	7,50	-9,24	-5,26
Perforadores	1	1,00	4	3,45	30,00	1,00	7,41	0,76	33,00	12,50	-4,24	-0,26
<i>Dioryctria splendidella</i>	1	1,00	4	3,45	30,00	1,00	7,41	0,76	33,00	12,50	-4,24	-0,26
Tronco	1	1,00	4	3,45	30,00	1,00	7,41	0,76	33,00	12,50	-4,24	-0,26
Chupadores	11	1,00	44	37,93	20,91	0,09	-1,68	-0,15	39,55	13,46	2,30	0,71
Acíc. del año	7	1,00	28	24,14	22,86	0,14	0,27	-0,10	46,00	12,84	8,76	0,08
Acíc. antiguas	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	33,00	8,70	-4,24	-4,06
<i>Glycaspis brimblecombei</i>	3	1,00	12	10,34	16,67	0,00	-5,92	-0,24	26,67	16,50	-10,57	3,74
Hojas	3	1,00	12	10,34	16,67	0,00	-5,92	-0,24	26,67	16,50	-10,57	3,74
ENFERMEDADES												
Tizón	12	1,08	48	41,38	22,92	0,17	0,33	-0,07	46,83	13,28	9,59	0,52
<i>Sirococcus conigenus</i>	12	1,08	48	41,38	22,92	0,17	0,33	-0,07	46,83	13,28	9,59	0,52
Ramillos <2 cm	5	1,00	20	17,24	25,00	0,20	2,41	-0,04	46,60	11,68	9,36	-1,08
Ramas 2-10 cm	6	1,00	24	20,69	20,00	0,00	-2,59	-0,24	47,17	14,45	9,93	1,69
Ramas tam. variable	1	2,00	4	3,45	30,00	1,00	7,41	0,76	46,00	14,30	8,76	1,54
AG.ABIÓTICOS												
Fact. físicos	9	1,44	36	31,03	21,67	0,33	-0,92	0,09	44,22	14,01	6,98	1,25
Ramas tam. variable	1	1,00	4	3,45	15,00	1,00	-7,59	0,76	60,00	15,30	22,76	2,54
Tronco en copa	1	3,00	4	3,45	15,00	0,00	-7,59	-0,24	24,00	14,50	-13,24	1,74
Tronco	7	1,29	28	24,14	23,57	0,29	0,99	0,04	44,86	13,76	7,62	1,00
Sequía	26	1,38	104	89,66	23,46	0,23	0,88	-0,01	37,31	12,40	0,07	-0,35
Acíc. del año	3	1,00	12	10,34	26,67	0,33	4,08	0,09	32,67	12,20	-4,57	-0,56
Acíc. antiguas	20	1,50	80	68,97	23,50	0,25	0,91	0,01	39,15	12,18	1,91	-0,58
Hojas	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	30,00	17,30	-7,24	4,54
Brotes del año	2	1,00	8	6,90	20,00	0,00	-2,59	-0,24	29,50	12,50	-7,74	-0,26
Calor	18	1,17	72	62,07	23,33	0,28	0,75	0,04	37,39	12,69	0,15	-0,06
Acíc. del año	2	1,00	8	6,90	25,00	0,50	2,41	0,26	39,50	13,70	2,26	0,94
Acíc. antiguas	5	1,60	20	17,24	24,00	0,20	1,41	-0,04	31,40	12,32	-5,84	-0,44
Acíc. todas edades	1	1,00	4	3,45	25,00	1,00	2,41	0,76	38,00	13,60	0,76	0,84
Hojas	1	1,00	4	3,45	15,00	1,00	-7,59	0,76	60,00	15,30	22,76	2,54
Brotes del año	9	1,00	36	31,03	23,33	0,11	0,75	-0,13	37,67	12,29	0,43	-0,47
Viento/Tornado	1	1,00	4	3,45	30,00	1,00	7,41	0,76	10,00	9,30	-27,24	-3,46
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	3,45	30,00	1,00	7,41	0,76	10,00	9,30	-27,24	-3,46
ANTRÓPICOS												
Podas	7	1,00	28	24,14	21,43	0,14	-1,16	-0,10	41,86	13,37	4,62	0,61
Tronco	7	1,00	28	24,14	21,43	0,14	-1,16	-0,10	41,86	13,37	4,62	0,61
Otros daños antrópicos	2	1,00	8	6,90	17,50	0,00	-5,09	-0,24	28,00	17,50	-9,24	4,74
Tronco	2	1,00	8	6,90	17,50	0,00	-5,09	-0,24	28,00	17,50	-9,24	4,74
OTROS DAÑOS												
<i>Smilax aspera</i>	14	1,21	56	48,28	23,21	0,21	0,63	-0,03	38,36	11,69	1,12	-1,07
Ramas 2-10 cm	3	1,33	12	10,34	21,67	0,00	-0,92	-0,24	29,67	12,47	-7,57	-0,29
Ramas tam. variable	3	1,33	12	10,34	23,33	0,33	0,75	0,09	31,33	9,57	-5,91	-3,19
Tronco	8	1,13	32	27,59	23,75	0,25	1,16	0,01	44,25	12,19	7,01	-0,57
<i>Bacillus vuilemini</i>	4	1,00	16	13,79	25,00	0,25	2,41	0,01	31,00	10,40	-6,24	-2,36

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Ramas 2-10 cm	4	1,00	16	13,79	25,00	0,25	2,41	0,01	31,00	10,40	-6,24	-2,36
Falta luz	3	1,00	12	10,34	23,33	0,33	0,75	0,09	35,67	11,73	-1,57	-1,03
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	3,45	30,00	1,00	7,41	0,76	35,00	13,50	-2,24	0,74
Ramas tam. variable	2	1,00	8	6,90	20,00	0,00	-2,59	-0,24	36,00	10,85	-1,24	-1,91
Inter.físicas	3	1,00	12	10,34	23,33	0,33	0,75	0,09	26,00	12,87	-11,24	0,11
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	3,45	15,00	0,00	-7,59	-0,24	26,00	17,70	-11,24	4,94
Ramas tam. variable	1	1,00	4	3,45	25,00	0,00	2,41	-0,24	42,00	11,60	4,76	-1,16
Tronco	1	1,00	4	3,45	30,00	1,00	7,41	0,76	10,00	9,30	-27,24	-3,46
Compet/Espesura	6	5,00	24	20,69	22,50	0,00	-0,09	-0,24	24,83	10,00	-12,41	-2,76
Tronco	6	5,00	24	20,69	22,50	0,00	-0,09	-0,24	24,83	10,00	-12,41	-2,76
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	12	1,08	48	41,38	22,92	0,33	0,33	0,09	38,25	13,98	1,01	1,22
Acíc. del año	3	1,00	12	10,34	26,67	0,33	4,08	0,09	20,67	10,60	-16,57	-2,16
Acíc. todas edades	2	1,00	8	6,90	25,00	0,50	2,41	0,26	51,00	14,10	13,76	1,34
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	30,00	17,30	-7,24	4,54
Tronco en copa	2	1,00	8	6,90	20,00	0,00	-2,59	-0,24	42,50	14,85	5,26	2,09
Tronco	4	1,25	16	13,79	21,25	0,50	-1,34	0,26	45,00	15,20	7,76	2,44

En cuanto al conjunto de agentes de daño identificados, destaca en primer lugar la presencia de insectos, particularmente de **chupadores** presentes en algo menos del 40% del arbolado, en lo que supone una reducción respecto al año anterior, aunque en general –y como suele ser habitual en este tipo de insectos– los daños encontrados son escasos, asociados en la mayoría de los casos a punteaduras y bandeados amarillentos en las acículas de más edad, unidos a pequeños picotazos en el interior de la zona decolorada causados por la entrada del aparato succionador del insecto y que en algún caso aparecen taponados por una pequeña gota de resina que sella el orificio y se puede advertir al tacto. La succión de los jugos de la acícula causa la desecación del tejido próximo y en un nivel más avanzado puede llegar a causar la caída de la hoja afectada, observándose algún daño puntual por esta causa. Sobre los pocos eucaliptos acompañantes se advierten también rastros del también chupador *Glycaspis brimblecombei* homóptero de reciente cita en España proveniente de Australia y que parece estar aumentando su nivel de actividad en los últimos años; de quien se ven las típicas formaciones en escudetes blanquecinos en el haz foliar. Por último cabe destacar la aparición de alguna perforación en el tronco causada por *Dioryctria splendidella* de donde mana la habitual secreción de resina tintada de rojo debido a los restos de la galería larvaria, asociada a defoliaciones elevadas, lo que pondría de manifiesto su potencial peligrosidad. En la presente revisión no se han advertido, sin embargo, los habituales ramillos terminales atabacados debidos a la acción de *Tomicus destruens*, relativamente frecuentes hace dos años, en que la parcela presentó un mayor grado de debilidad, poniendo de manifiesto la relación de estos escoltídeos con las masas previamente debilitadas.

En lo referente a las enfermedades, destaca la presencia generalizada de la enfermedad conocida como “soflamado del carrasco” causada por el hongo *Sirococcus conigenus*, en menores niveles de los habidos en la revisión anterior y a quien se asocia la aparición de cortos penachos de acículas muertas y colgantes concentradas sobre todo en la ramificación más baja, que en su progresión pueden llegar a matar a ramillos enteros, dando un aspecto muy característico al pie afectado; no se han registrado ataques de gravedad hasta el momento aunque es un agente de peligrosidad potencial al que se han visto asociados daños de consideración en otras localizaciones. Cabe destacar también que la literatura disponible se refiere a los daños causados como graves y acumulativos, por lo que cabe considerar a esta enfermedad como un factor de desequilibrio de la masa en los próximos años. Una vez establecido el reservorio de esporas en el suelo, puede intensificar notablemente su propagación en condiciones de temperatura baja y lluvias intensas. En este sentido cabe hacer constar que las precipitaciones caídas en 2019 son de cerca de la mitad de las habidas el año anterior, lo que podría explicar en parte la reducción del patógeno.

Por lo que respecta a los agentes abióticos destaca la **sequía** sobre casi todos los pies evaluados, que se manifiesta en el adelantamiento de la caída de las acículas de mayor edad, en un clásico mecanismo de reducción de pérdidas de agua por transpiración reduciendo la biomasa foliar, y en algún caso aislado, asociado también al aborto del brote del año, en el que la metida ha llegado a elongarse pero no ha llegado a desarrollar las acículas. En menor medida, se han visto algunas decoloraciones amarillentas en las acículas de mayor edad debido a las altas temperaturas del verano, junto con alguna rotura de ramas debida a la acción del **viento**. Ligada a la sequía está también la pérdida de acículas de mayor edad, de forma que en algunos pies son muy escasas las de dos años y la escasa fructificación del arbolado.

De forma puntual se han registrado daños mecánicos e incluso el derribo de alguno de los árboles de la parcela debidas a tormentas y vendavales, que en ocasiones llegan a ser de considerable magnitud, causando el derribo de algún pie próximo. Los daños han tendido a concentrarse sobre pies de dimensiones superiores al vuelo medio de la parcela, donde se pierde el efecto coprotector de la masa.

Al igual que en años anteriores se observan daños en los troncos por **podas** antiguas en la cuarta parte de los pies evaluados, sin mayor trascendencia sobre el estado de salud de la masa toda vez que se trata de heridas ya cicatrizadas, así como algunas heridas en los troncos por acción fortuita del hombre, sin incidencia sobre el estado de salud general de los pies afectados.

Es frecuente también la aparición de epifitas en los troncos, destacando la presencia de *Smilax aspera* en cerca de la mitad del arbolado muestra, continuando con el proceso de expansión ya observado en años anteriores, que en algún caso concreto llega a afectar a las ramas más bajas, no descartándose que pudiera llegar a ahogar a parte del follaje del árbol en un futuro. Se ha observado también alguna tumoración relacionada con la tuberculosis del carrasco, asociada a *Bacilus vuilemini* sin mayor importancia, mientras que sí se advierten daños por **competencia** o **falta de luz** en varios de los pies evaluados, los de menores dimensiones que quedan bajo el dosel principal de copas, asociados en ocasiones a defoliaciones superiores a la media de la parcela, poniendo de manifiesto el peligro potencial de este tipo de daños, que suelen manifestarse en pérdida de las acículas de las metidas más antiguas de forma que los ramillos afectados quedan poblados por un corto penacho de acículas en posición distal, permaneciendo desnudo el resto de su longitud. La aparición simultánea de daños por soflamado del carrasco puede llegar a confundirse con efectos de autopoda, en caso de desaparecer los mechones de acículas secas por efecto del viento. No obstante, la parcela presenta una densidad incluso defectiva, en torno a los 150 pies/ha, pero con alguno de los árboles muy desarrollado, dejando a otros pies bajo el dosel principal de copas.

Por último, y sin que pueda determinarse la causa con exactitud, se registran algunas decoloraciones en las acículas, **puntisecado** de ramillas y **resinosis** en los troncos sin mayor consideración fitosanitaria, estimuladas quizá por las altas temperaturas de comienzos del verano.

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	16	1,00	64	55,17	24,38	0,25	1,79	0,01	36,81	12,08	-0,43	-0,68
Comidos/perdidos	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	28,00	7,50	-9,24	-5,26
Agujeros/Parc. comidas	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	28,00	7,50	-9,24	-5,26

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Dec. Verde-amarillo	12	1,00	48	41,38	24,17	0,25	1,58	0,01	38,58	12,43	1,34	-0,33
Bandeado	7	1,00	28	24,14	22,86	0,14	0,27	-0,10	46,00	12,84	8,76	0,08
Parcial	5	1,00	20	17,24	26,00	0,40	3,41	0,16	28,20	11,84	-9,04	-0,92
Microfilia	3	1,00	12	10,34	26,67	0,33	4,08	0,09	32,67	12,20	-4,57	-0,56
Acíc. antiguas	26	1,50	104	89,66	23,46	0,23	0,88	-0,01	37,42	12,07	0,18	-0,69
Comidos/perdidos	25	1,52	100	86,21	23,60	0,24	1,01	0,00	37,60	12,21	0,36	-0,55
Caída prematura	25	1,52	100	86,21	23,60	0,24	1,01	0,00	37,60	12,21	0,36	-0,55
Dec. Verde-amarillo	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	33,00	8,70	-4,24	-4,06
Bandeado	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	33,00	8,70	-4,24	-4,06
Acíc. todas edades	3	1,00	12	10,34	25,00	0,67	2,41	0,43	46,67	13,93	9,43	1,17
Dec. Rojo-marrón	3	1,00	12	10,34	25,00	0,67	2,41	0,43	46,67	13,93	9,43	1,17
Completa	3	1,00	12	10,34	25,00	0,67	2,41	0,43	46,67	13,93	9,43	1,17
Hojas	5	1,00	20	17,24	17,00	0,20	-5,59	-0,04	34,00	16,42	-3,24	3,66
Comidos/perdidos	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	30,00	17,30	-7,24	4,54
Caída prematura	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	30,00	17,30	-7,24	4,54
Dec. Verde-amarillo	1	1,00	4	3,45	15,00	1,00	-7,59	0,76	60,00	15,30	22,76	2,54
Apical	1	1,00	4	3,45	15,00	1,00	-7,59	0,76	60,00	15,30	22,76	2,54
Signos insectos	3	1,00	12	10,34	16,67	0,00	-5,92	-0,24	26,67	16,50	-10,57	3,74
Adultos,larvas,ninfas	3	1,00	12	10,34	16,67	0,00	-5,92	-0,24	26,67	16,50	-10,57	3,74
RAMAS/BROTOS												
Brotos del año	11	1,00	44	37,93	22,73	0,09	0,14	-0,15	36,18	12,33	-1,06	-0,43
Muerto/moribundo	1	1,00	4	3,45	20,00	0,00	-2,59	-0,24	28,00	7,50	-9,24	-5,26
Aborto	10	1,00	40	34,48	23,00	0,10	0,41	-0,14	37,00	12,81	-0,24	0,05
Ramillos <2 cm	8	1,00	32	27,59	25,63	0,38	3,04	0,13	38,50	12,31	1,26	-0,45
Rotura	1	1,00	4	3,45	30,00	1,00	7,41	0,76	10,00	9,30	-27,24	-3,46
Muerto/moribundo	7	1,00	28	24,14	25,00	0,29	2,41	0,04	42,57	12,74	5,33	-0,02
Ramas 2-10 cm	14	1,07	56	48,28	21,43	0,07	-1,16	-0,17	37,29	13,10	0,04	0,34
Deformaciones	4	1,00	16	13,79	25,00	0,25	2,41	0,01	31,00	10,40	-6,24	-2,36
Tumores	4	1,00	16	13,79	25,00	0,25	2,41	0,01	31,00	10,40	-6,24	-2,36
Otros signos	3	1,33	12	10,34	21,67	0,00	-0,92	-0,24	29,67	12,47	-7,57	-0,29
Rotura	1	1,00	4	3,45	15,00	0,00	-7,59	-0,24	26,00	17,70	-11,24	4,94
Muerto/moribundo	6	1,00	24	20,69	20,00	0,00	-2,59	-0,24	47,17	14,45	9,93	1,69
Ramas tam. variable	8	1,25	32	27,59	22,50	0,38	-0,09	0,13	39,25	11,45	2,01	-1,31
Otros signos	3	1,33	12	10,34	23,33	0,33	0,75	0,09	31,33	9,57	-5,91	-3,19
Rotura	2	1,00	8	6,90	20,00	0,50	-2,59	0,26	51,00	13,45	13,76	0,69
Muerto/moribundo	3	1,33	12	10,34	23,33	0,33	0,75	0,09	39,33	12,00	2,09	-0,76
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	3	1,67	12	10,34	18,33	0,00	-4,25	-0,24	36,33	14,73	-0,91	1,97
Rotura	1	3,00	4	3,45	15,00	0,00	-7,59	-0,24	24,00	14,50	-13,24	1,74
Resinosis	2	1,00	8	6,90	20,00	0,00	-2,59	-0,24	42,50	14,85	5,26	2,09
Tronco	36	1,78	144	100,00	22,78	0,25	0,19	0,01	38,58	12,92	1,34	0,16
Deformaciones	6	1,00	24	20,69	20,83	0,17	-1,75	-0,07	42,33	14,80	5,09	2,04
Otras deformaciones	6	1,00	24	20,69	20,83	0,17	-1,75	-0,07	42,33	14,80	5,09	2,04
Otros signos	8	1,13	32	27,59	23,75	0,25	1,16	0,01	44,25	12,19	7,01	-0,57
Heridas	12	1,25	48	41,38	22,92	0,25	0,33	0,01	37,42	13,56	0,18	0,80
Descortezamientos	2	2,00	8	6,90	17,50	0,00	-5,09	-0,24	28,00	17,50	-9,24	4,74
Grietas	2	1,50	8	6,90	30,00	0,50	7,41	0,26	45,00	12,40	7,76	-0,36
Otras heridas	8	1,00	32	27,59	22,50	0,25	-0,09	0,01	37,88	12,86	0,63	0,10
Resinosis	4	1,00	16	13,79	23,75	0,75	1,16	0,51	45,75	14,00	8,51	1,24
Inclinado	6	5,00	24	20,69	22,50	0,00	-0,09	-0,24	24,83	10,00	-12,41	-2,76

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

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

	N par	Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Tizón	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	16	1	100,00			7	63,64		
Comidos/perdidos	1	1	100,00						
Agujeros/Parc. comidas	1	1	100,00						
Dec. Verde-amarillo	12					7	63,64		
Bandeado	7					7	63,64		
Parcial	5								
Microfilia	3								
Acíc. antiguas	26					1	9,09		
Comidos/perdidos	25								
Caída prematura	25								
Dec. Verde-amarillo	1					1	9,09		
Bandeado	1					1	9,09		
Acíc. todas edades	3								
Dec. Rojo-marrón	3								
Completa	3								
Hojas	5					3	27,27		
Comidos/perdidos	1								
Caída prematura	1								
Dec. Verde-amarillo	1								
Apical	1								
Signos insectos	3					3	27,27		
Adultos,larvas,ninfas	3					3	27,27		
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	11								
Muerto/moribundo	1								
Aborto	10								
Ramillos <2 cm	8							5	41,67
Rotura	1								
Muerto/moribundo	7							5	41,67
Ramas 2-10 cm	14							6	50,00
Deformaciones	4								
Tumores	4								
Otros signos	3								
Rotura	1								
Muerto/moribundo	6							6	50,00
Ramas tam. variable	8							1	8,33
Otros signos	3								
Rotura	2								
Muerto/moribundo	3							1	8,33
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	3								
Rotura	1								
Resinosis	2								

	N par	Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Tizón	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Tronco	36			1	100,00				
Deformaciones	6								
Otras deformaciones	6								
Otros signos	8								
Heridas	12								
Descortezamientos	2								
Grietas	2								
Otras heridas	8								
Resinosis	4			1	100,00				
Inclinado	6								

	N par	Fact. físicos		Sequía		Calor		Viento/Tornado	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	16			3	11,54	2	11,11		
Comidos/perdidos	1								
Agujeros/Parc. comidas	1								
Dec. Verde-amarillo	12					2	11,11		
Bandeado	7								
Parcial	5					2	11,11		
Microfilia	3			3	11,54				
Acíc. antiguas	26			20	76,92	5	27,78		
Comidos/perdidos	25			20	76,92	5	27,78		
Caída prematura	25			20	76,92	5	27,78		
Dec. Verde-amarillo	1								
Bandeado	1								
Acíc. todas edades	3					1	5,56		
Dec. Rojo-marrón	3					1	5,56		
Completa	3					1	5,56		
Hojas	5			1	3,85	1	5,56		
Comidos/perdidos	1			1	3,85				
Caída prematura	1			1	3,85				
Dec. Verde-amarillo	1					1	5,56		
Apical	1					1	5,56		
Signos insectos	3								
Adultos,larvas,ninfas	3								
RAMAS/BROTES									
Brotos del año	11			2	7,69	9	50,00		
Muerto/moribundo	1					1	5,56		
Aborto	10			2	7,69	8	44,44		
Ramillos <2 cm	8							1	100,00
Rotura	1							1	100,00
Muerto/moribundo	7								
Ramas 2-10 cm	14								
Deformaciones	4								
Tumores	4								
Otros signos	3								
Rotura	1								
Muerto/moribundo	6								

	N par	Fact. físicos		Sequía		Calor		Viento/Tornado	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Ramas tam. variable	8	1	11,11						
Otros signos	3								
Rotura	2	1	11,11						
Muerto/moribundo	3								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	3	1	11,11						
Rotura	1	1	11,11						
Resinosis	2								
Tronco	36	7	77,78						
Deformaciones	6	4	44,44						
Otras deformaciones	6	4	44,44						
Otros signos	8		0,00						
Heridas	12	3	33,33						
Descortezamientos	2	1	11,11						
Grietas	2	2	22,22						
Otras heridas	8								
Resinosis	4								
Inclinado	6								

	N par	Podas		Otros daños antrópicos		<i>Smilax aspera</i>		<i>Bacillus vuilemini</i>	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	16								
Comidos/perdidos	1								
Agujeros/Parc. comidas	1								
Dec. Verde-amarillo	12								
Bandeado	7								
Parcial	5								
Microfilia	3								
Acíc. antiguas	26								
Comidos/perdidos	25								
Caída prematura	25								
Dec. Verde-amarillo	1								
Bandeado	1								
Acíc. todas edades	3								
Dec. Rojo-marrón	3								
Completa	3								
Hojas	5								
Comidos/perdidos	1								
Caída prematura	1								
Dec. Verde-amarillo	1								
Apical	1								
Signos insectos	3								
Adultos, larvas, ninfas	3								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	11								
Muerto/moribundo	1								
Aborto	10								

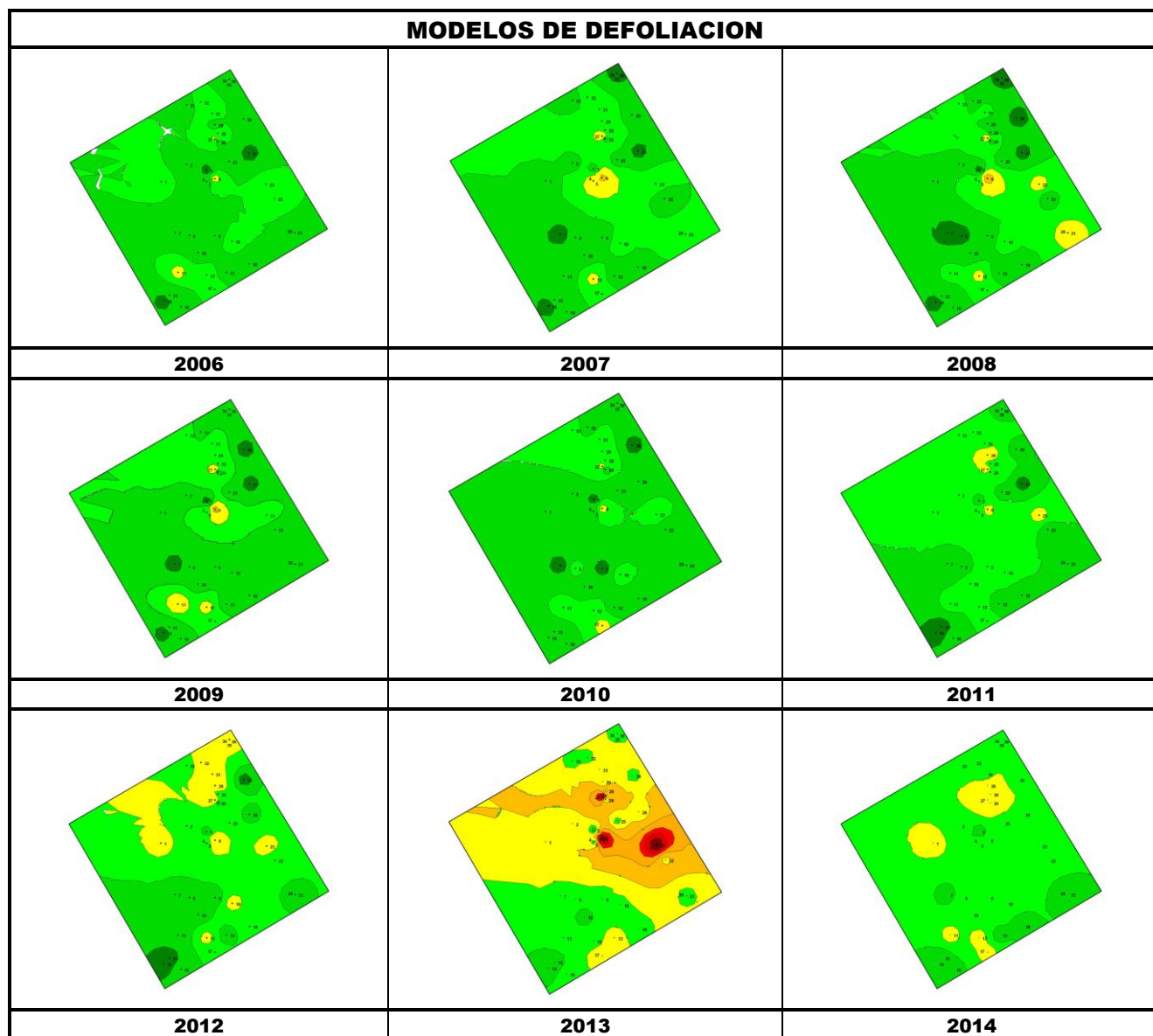
	N par	Podas		Otros daños antrópicos		<i>Smilax aspera</i>		<i>Bacillus vuilemini</i>	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Ramillos <2 cm	8								
Rotura	1								
Muerto/moribundo	7								
Ramas 2-10 cm	14					3	21,43	4	100,00
Deformaciones	4							4	100,00
Tumores	4							4	100,00
Otros signos	3					3	21,43		
Rotura	1								
Muerto/moribundo	6								
Ramas tam. variable	8					3	21,43		
Otros signos	3					3	21,43		
Rotura	2								
Muerto/moribundo	3								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	3								
Rotura	1								
Resinosis	2								
Tronco	36	7	100,00	2	100,00	8	57,14		
Deformaciones	6			2	100,00				
Otras deformaciones	6			2	100,00				
Otros signos	8					8	57,14		
Heridas	12	7	100,00						
Descortezamientos	2								
Grietas	2								
Otras heridas	8	7	100,00						
Resinosis	4								
Inclinado	6								

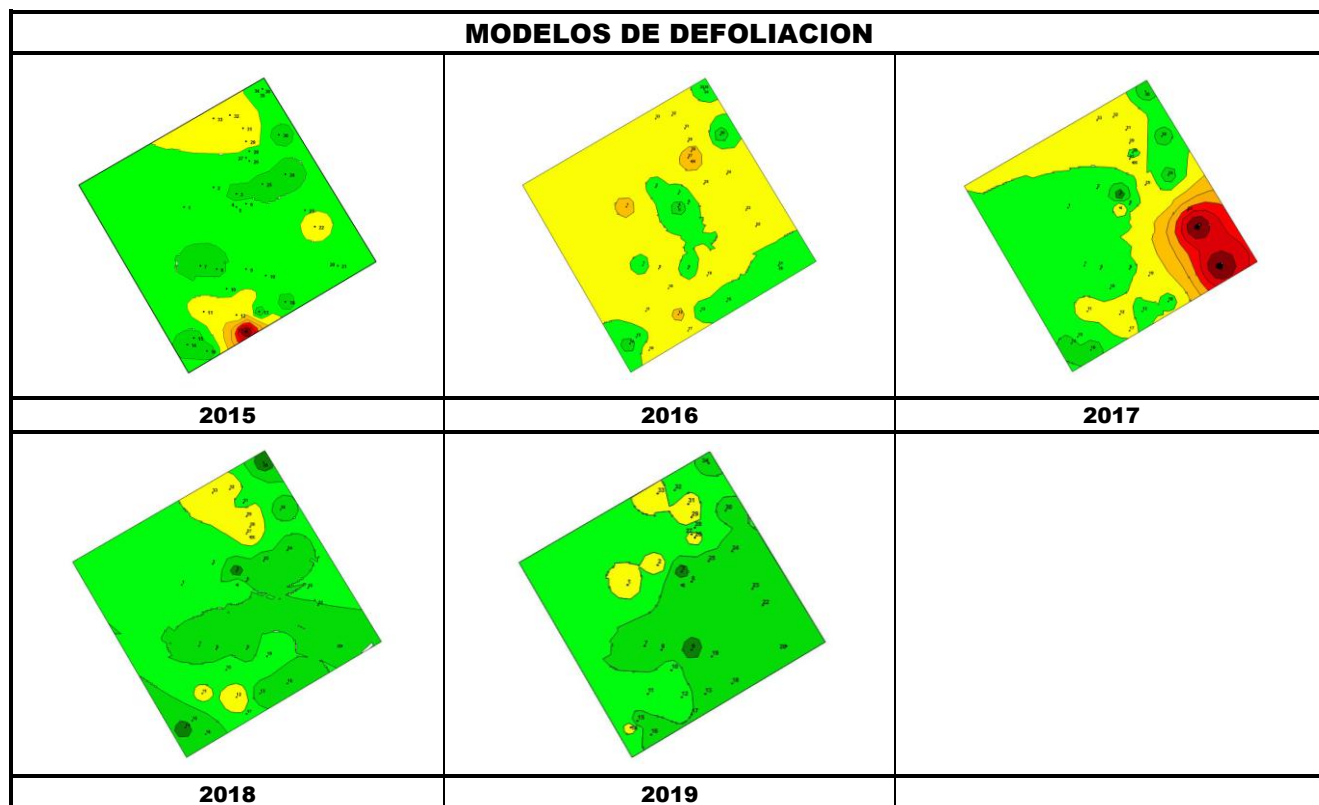
	N par	Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	16							3	25,00
Comidos/perdidos	1								
Agujeros/Parc. comidas	1								
Dec. Verde-amarillo	12							3	25,00
Bandeado	7								
Parcial	5							3	25,00
Microfilia	3								
Acíc. antiguas	26								
Comidos/perdidos	25								
Caída prematura	25								
Dec. Verde-amarillo	1								
Bandeado	1								
Acíc. todas edades	3							2	16,67
Dec. Rojo-marrón	3							2	16,67
Completa	3							2	16,67
Hojas	5								

	N par	Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Comidos/perdidos	1								
Caída prematura	1								
Dec. Verde-amarillo	1								
Apical	1								
Signos insectos	3								
Adultos,larvas,ninfas	3								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	11								
Muerto/moribundo	1								
Aborto	10								
Ramillos <2 cm	8	1	33,33					1	8,33
Rotura	1								
Muerto/moribundo	7	1	33,33					1	8,33
Ramas 2-10 cm	14			1	33,33				
Deformaciones	4								
Tumores	4								
Otros signos	3								
Rotura	1			1	33,33				
Muerto/moribundo	6								
Ramas tam. variable	8	2	66,67	1	33,33				
Otros signos	3								
Rotura	2			1	33,33				
Muerto/moribundo	3	2	66,67						
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	3							2	16,67
Rotura	1								
Resinosis	2							2	16,67
Tronco	36			1	33,33	6	100,00	4	33,33
Deformaciones	6								
Otras deformaciones	6								
Otros signos	8								
Heridas	12			1	33,33			1	8,33
Descortezamientos	2							1	8,33
Grietas	2								
Otras heridas	8			1	33,33				
Resinosis	4							3	25,00
Inclinado	6					6	100,00		



FIG 6: Defoliación en parte baja de la copa por *Sirococcus conigenus*.





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.

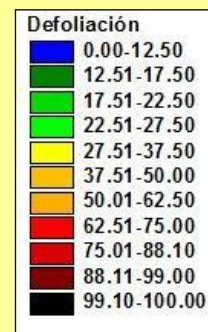
De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

- ✓ **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	2003	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	2003	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		-		
Trascolación	Acumuladores	6		2003	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	-			
Desfronde	Captadores desfronde	4		2006	Quincenal/Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2006	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		2010	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		2005	Quincenal/Mensual



FIG 7: Parcela exterior. Torre meteorológica, acumuladores y caja de dosímetros. Parcela interior.

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 interaccionar 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

Variable	Descripción	Valores de referencia RTSAP(*)
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 54Ph, 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 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías. En esta parcela se empezaron a tomar datos a partir de 2003.

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							5,95	6,27
1998							5,84	6,21
1999							6,19	6,48
2000							6,07	6,27
2001							5,86	6,00
2002							6,41	6,54
2003	6,89	0,00	214	6,58	7,69	230	6,17	6,21
2004	6,68	0,00	460	6,80	0,00	507	6,19	6,13
2005	6,62	0,00	222	6,78	0,00	347	6,01	5,98
2006	6,63	0,00	240	6,39	0,00	446	6,13	6,07
2007	6,58	0,00	506	6,24	15,38	772	6,01	5,79
2008	6,58	0,00	412	6,50	8,33	593	6,14	5,99
2009	6,61	0,00	317	6,43	5,88	499	6,14	6,13
2010	6,89	0,00	311	6,81	0,00	467	6,22	6,19
2011	6,38	0,00	315	6,22	12,50	450	6,10	6,04
2012	6,20	0,00	58	6,15	0,00	98	5,96	5,98
2014	6,26	0,00	345	6,26	0,00	362	6,17	6,20
2015	6,16	0,00	373	6,68	0,00	449	6,08	6,18
2016	5,85	20,00	448	6,06	10,00	476	6,16	6,12
2017	5,98	18,18	241	6,32	0,00	337	6,09	6,10
2018	5,89	9,09	641	6,06	9,09	809	5,89	5,94
Media	6,41	3,15	340	6,42	4,59	456	6,08	6,13

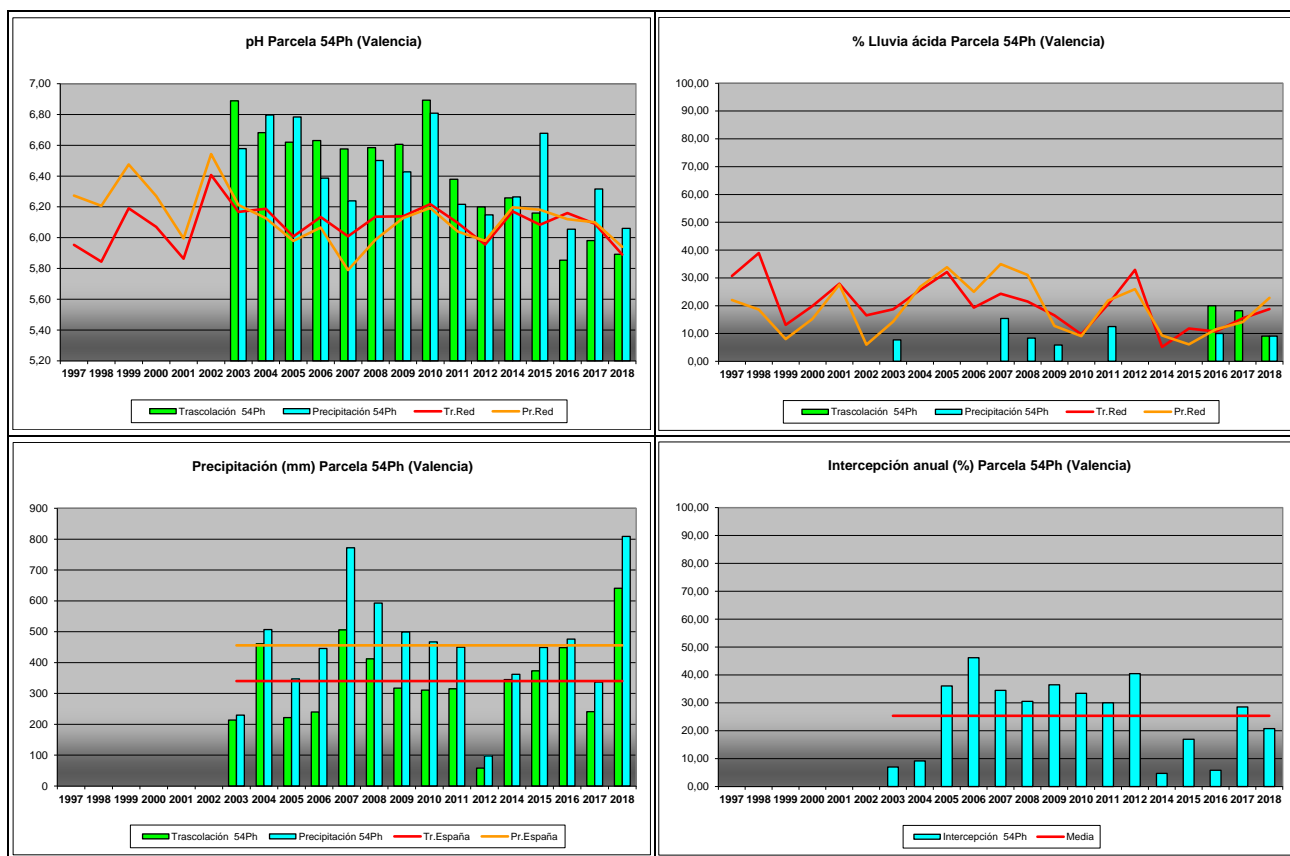


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997							25,59	22,11
1998							29,47	22,63
1999							33,24	19,93
2000							35,37	22,07
2001							28,43	16,06
2002							49,05	30,17
2003	226,21		214	42,50		230	46,47	25,27
2004	221,60		460	42,68		507	63,98	37,20
2005	253,10		222	38,98		347	65,86	30,61
2006	320,05		240	35,03		446	61,93	28,83
2007	170,99		506	47,45		772	50,03	28,98
2008	179,67		412	31,89		593	46,84	22,94
2009	194,90		317	33,96		499	49,56	20,18
2010	223,24		311	30,36		467	44,44	15,09
2011	265,38		315	36,81		450	51,52	19,09
2012	271,56		58	56,39		98	53,38	20,50
2014	45,90		345	14,85		362	27,94	15,23

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
2015	213,91		373	40,22		449	45,28	18,25
2016	279,45		448	52,54		476	47,39	15,22
2017	338,74		241	59,47		337	56,13	18,87
2018	102,55		641	27,19		809	38,75	16,20
Media	220,48		340	39,36		456	45,27	22,16

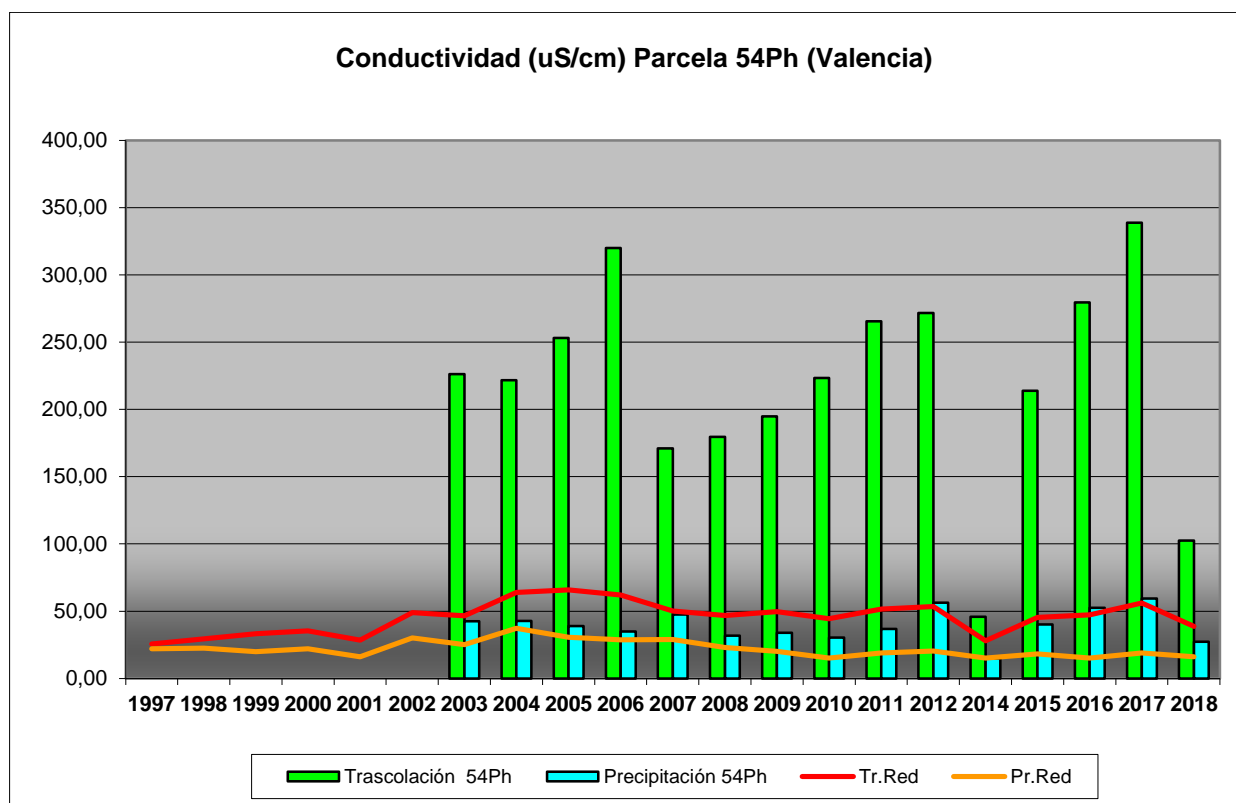


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

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								7,33	5,18
1998								19,45	13,28
1999								17,99	11,86
2000								22,33	15,28
2001								16,00	9,92
2002								19,36	7,73
2003			214	0,36	0,66	230	-0,66	12,93	3,83
2004	4,70	21,65	460	0,33	1,68	507	19,97	16,14	4,88

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)
2005	7,58	16,82	222	0,65	2,27	347	14,55	12,47	5,15
2006	5,73	13,70	240	0,28	1,24	446	12,46	19,14	9,86
2007	4,96	25,11	506	0,43	3,33	772	21,77	20,44	7,92
2008	3,20	13,10	412	0,40	2,36	593	10,73	22,97	6,57
2009	6,44	20,29	317	0,31	1,56	499	18,73	18,05	4,28
2010	7,23	22,50	311	0,26	1,21	467	21,29	21,96	3,59
2011	5,76	18,15	315	0,43	1,93	450	16,21	18,92	5,75
2012	6,55	3,77	58	0,47	0,46	98	3,31	2,99	0,92
2014	1,66	5,73	345	0,13	0,48	362	5,25	11,97	1,60
2015	6,03	22,46	373	1,16	5,21	449	17,25	18,33	4,20
2016	8,04	36,06	448	0,39	1,88	476	34,18	19,15	2,17
2017	8,28	19,93	241	0,39	1,33	337	18,60	16,19	1,94
2018	2,81	18,00	641	0,25	2,00	809	16,00	17,14	2,96
Media	5,64	18,37	340	0,42	1,84	456	15,31	16,73	6,14

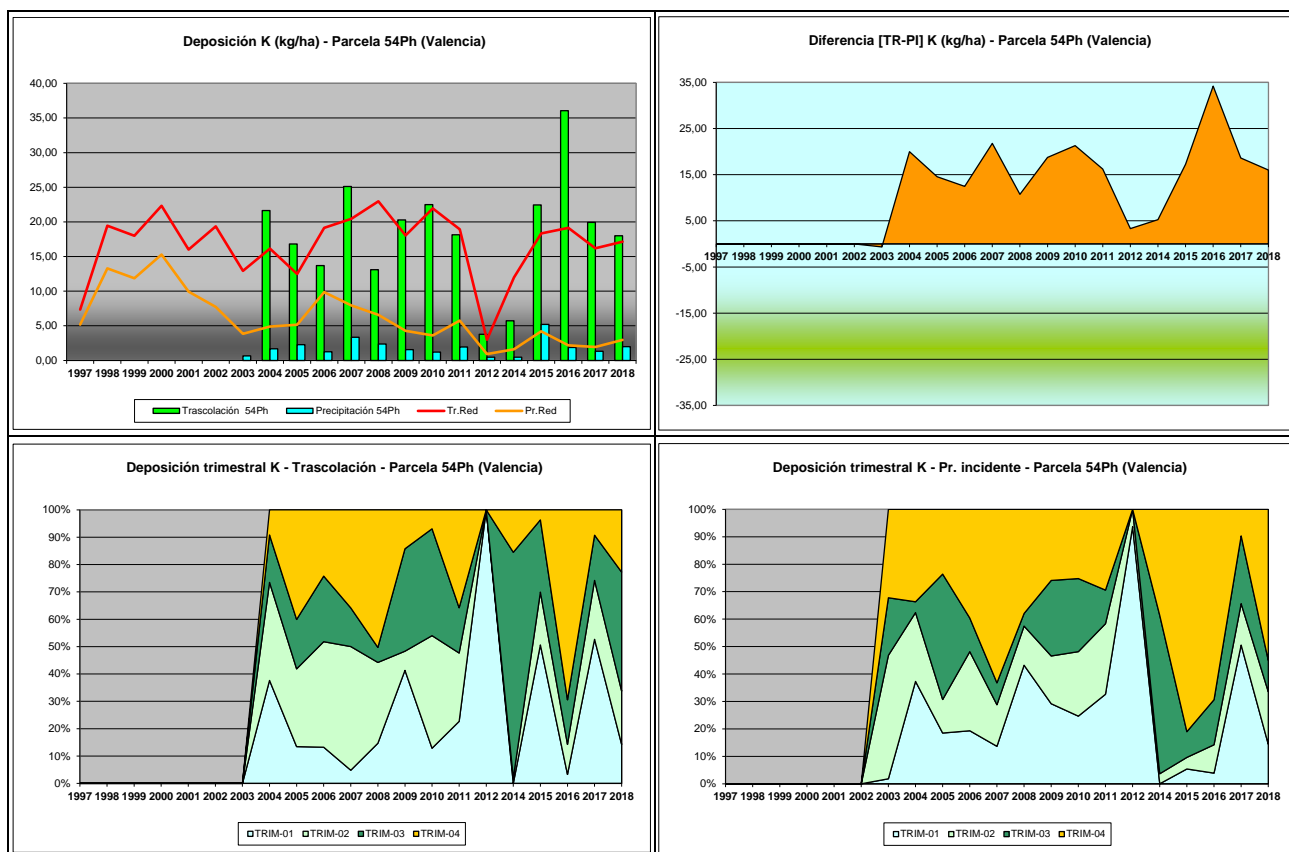
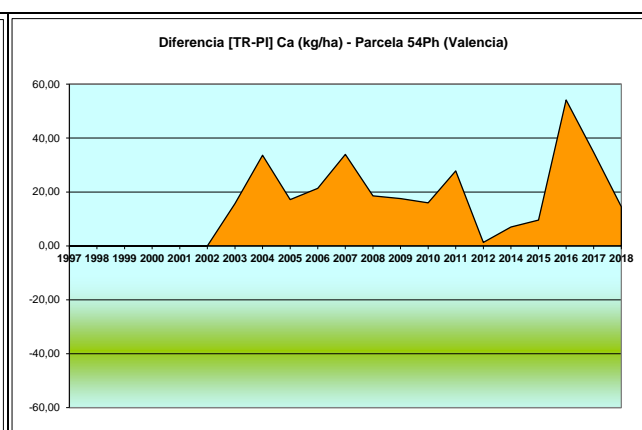
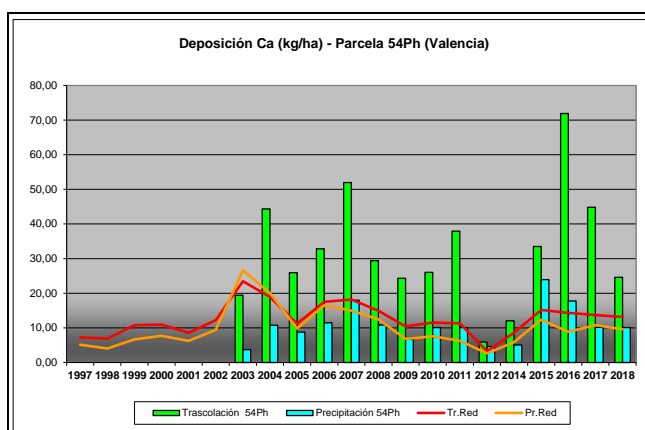


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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								7,29	5,16
1998								6,91	4,05
1999								10,77	6,68
2000								10,94	7,70
2001								8,58	6,22
2002								12,23	9,40
2003	9,07	19,41	214	1,61	3,71	230	15,70	23,45	26,64
2004	9,64	44,37	460	2,12	10,73	507	33,64	18,95	20,04
2005	11,68	25,93	222	2,52	8,75	347	17,17	11,17	9,81
2006	13,74	32,84	240	2,57	11,48	446	21,36	17,51	16,49
2007	10,27	51,94	506	2,33	17,99	772	33,95	18,16	14,99
2008	7,19	29,43	412	1,85	10,85	593	18,57	14,94	12,47
2009	7,72	24,33	317	1,36	6,77	499	17,56	10,43	6,81
2010	8,38	26,05	311	2,16	10,07	467	15,98	11,50	7,59
2011	12,04	37,93	315	2,25	10,11	450	27,83	11,32	6,29
2012	10,27	5,91	58	4,74	4,61	98	1,30	3,22	2,60
2014	3,49	12,03	345	1,39	5,02	362	7,01	8,57	5,86
2015	8,99	33,50	373	5,33	23,92	449	9,59	15,19	12,39
2016	16,04	71,91	448	3,73	17,77	476	54,14	14,34	8,83
2017	18,62	44,83	241	3,01	10,15	337	34,69	13,71	10,82
2018	3,84	24,62	641	1,24	10,06	809	14,56	13,15	9,58
Media	10,07	32,34	340	2,55	10,80	456	21,54	12,49	10,02



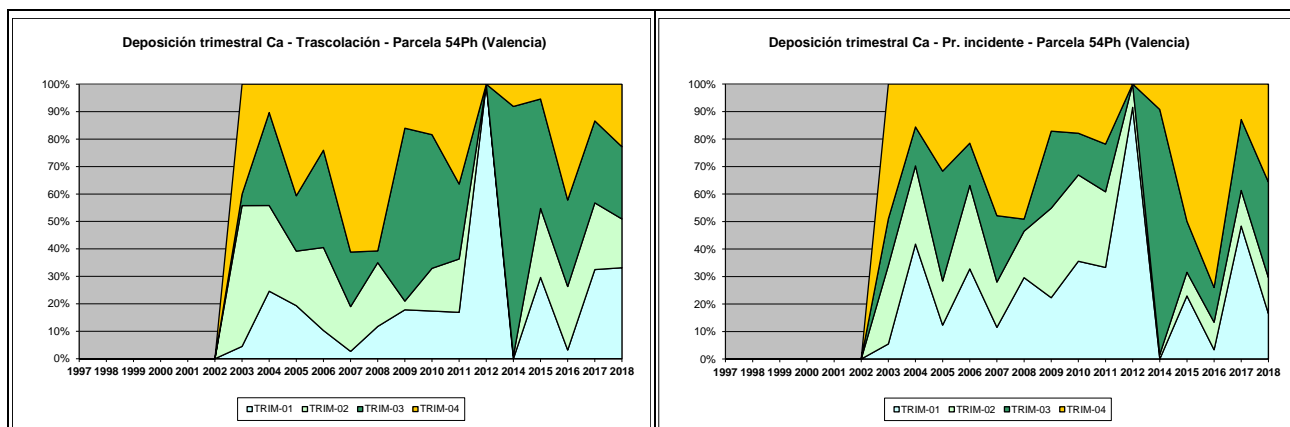


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	Trascalación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997								3,66	3,20
1998								4,07	2,78
1999								4,18	2,58
2000								3,46	1,84
2001								2,99	1,45
2002								3,93	1,83
2003	4,16	8,89	214	0,93	2,14	230	6,76	3,97	1,65
2004	3,29	15,14	460	0,59	2,98	507	12,16	4,03	2,51
2005	4,06	9,01	222	0,67	2,32	347	6,69	2,73	1,01
2006	4,21	10,06	240	0,56	2,48	446	7,57	4,06	1,94
2007	3,06	15,48	506	0,64	4,92	772	10,56	4,56	2,17
2008	2,55	10,42	412	0,59	3,47	593	6,95	3,99	1,87
2009	2,82	8,88	317	0,44	2,18	499	6,70	3,95	1,67
2010	3,18	9,90	311	0,28	1,32	467	8,58	4,42	1,89
2011	4,73	14,91	315	0,52	2,35	450	12,56	3,98	1,27
2012	5,04	2,90	58	0,71	0,69	98	2,21	2,35	1,52
2014	0,85	2,94	345	0,12	0,44	362	2,50	1,90	0,75
2015	2,85	10,64	373	1,31	5,87	449	4,76	3,32	1,84
2016	4,85	21,75	448	0,70	3,33	476	18,41	4,44	1,71
2017	8,14	19,61	241	0,75	2,54	337	17,07	4,43	1,69
2018	1,19	7,62	641	0,34	2,75	809	4,87	4,24	2,01
Media	3,67	11,21	340	0,61	2,65	456	8,56	3,75	1,86

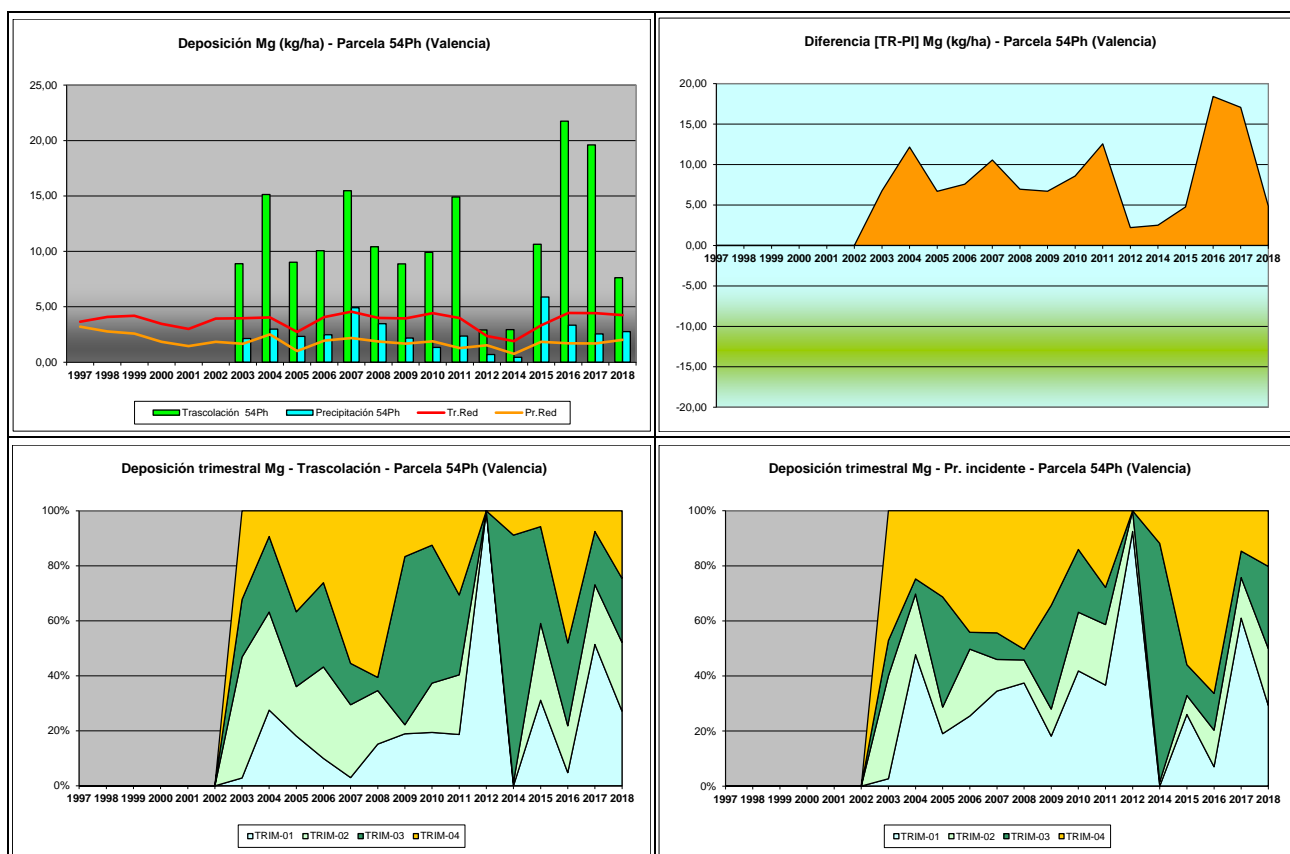


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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								6,07	6,65
1998								11,74	10,50
1999								19,31	13,85
2000								18,12	13,02
2001								18,38	12,14
2002								28,50	18,75
2003	32,65	69,88	214	4,17	9,60	230	60,28	22,49	12,86
2004	16,82	77,43	460	3,35	17,00	507	60,43	22,85	13,75
2005	24,23	53,79	222	3,03	10,50	347	43,30	14,42	7,16
2006	23,49	56,15	240	3,75	16,74	446	39,41	24,17	16,07
2007	18,40	93,09	506	4,86	37,54	772	55,55	23,14	14,21
2008	16,52	67,58	412	3,71	21,77	593	45,80	19,63	11,01
2009	14,18	44,68	317	2,78	13,86	499	30,81	22,09	12,27
2010	14,53	45,19	311	1,69	7,91	467	37,28	24,37	13,76
2011	25,34	79,83	315	3,22	14,47	450	65,36	20,72	5,97
2012	23,84	13,71	58	4,10	3,99	98	9,72	4,35	2,86
2014	0,93	3,21	345	0,39	1,40	362	1,81	6,77	4,55

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2015	18,43	68,70	373	8,61	38,65	449	30,04	15,27	11,59
2016	28,56	128,04	448	4,18	19,90	476	108,14	22,84	11,19
2017	36,69	88,34	241	6,25	21,06	337	67,28	19,35	10,47
2018	9,88	63,35	641	2,55	20,60	809	42,75	22,61	14,29
Media	20,30	63,53	340	3,78	17,00	456	46,53	18,44	11,28

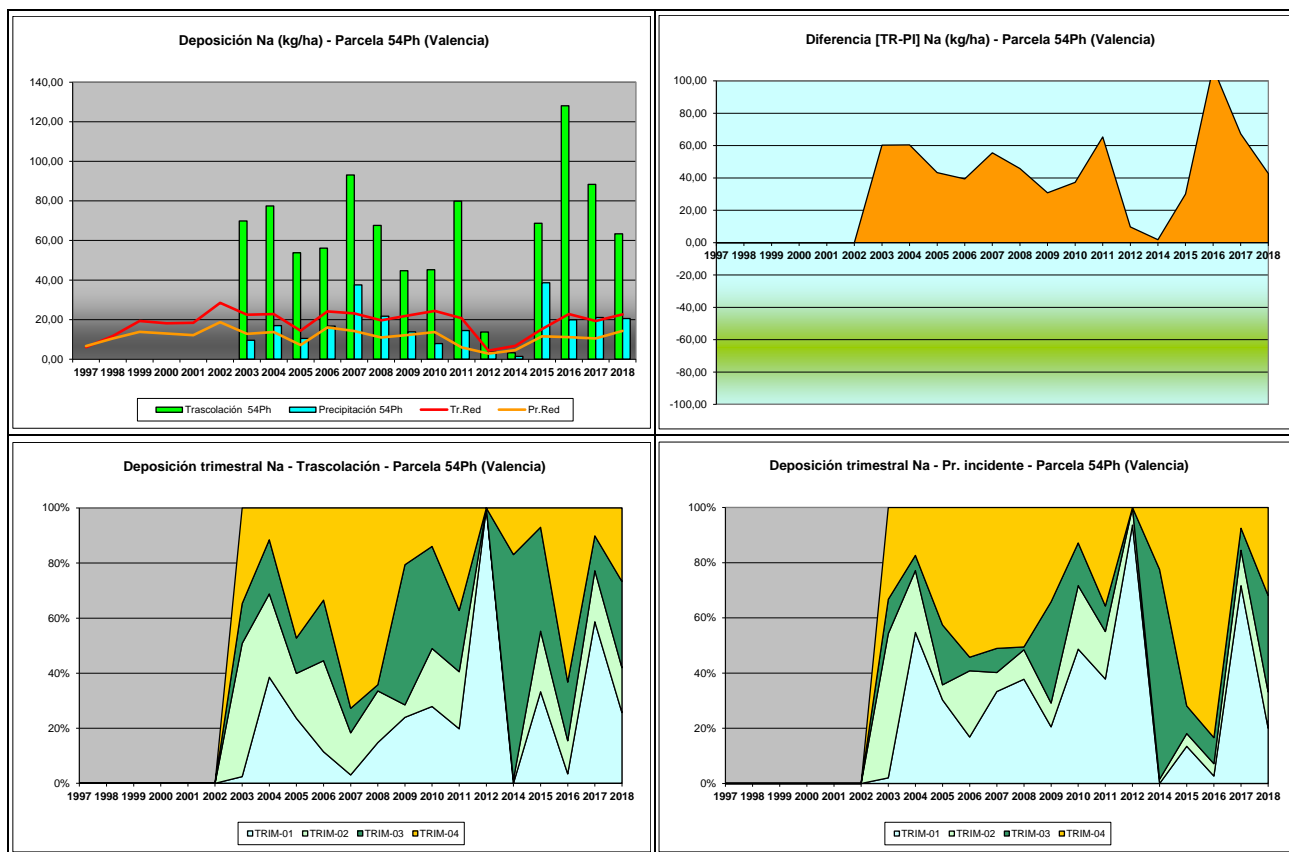


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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								1,81	8,19
1998								2,24	8,36
1999								2,71	3,66
2000								2,48	4,26
2001								1,86	1,82
2002								2,43	2,91
2003	1,58	3,38	214	0,33	0,76	230	2,62	3,06	3,10

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)
2004	1,16	5,36	460	0,28	1,43	507	3,93	4,12	3,23
2005	2,90	6,43	222	0,38	1,31	347	5,12	2,41	1,80
2006	2,77	6,66	240	0,34	1,52	446	5,14	3,62	3,05
2007	1,61	8,14	506	0,32	2,50	772	5,64	3,53	3,58
2008	2,29	9,45	412	0,56	3,31	593	6,14	2,91	2,62
2009	1,76	5,59	317	0,40	1,97	499	3,62	2,73	1,82
2010	3,07	9,55	311	0,33	1,54	467	8,00	3,12	2,09
2011	2,93	9,24	315	0,43	1,92	450	7,32	4,36	3,15
2012	2,87	1,65	58	0,57	0,55	98	1,10	2,26	2,06
2014	2,08	7,18	345	0,73	2,63	362	4,54	4,16	3,35
2015	2,53	9,43	373	1,24	5,59	449	3,84	5,30	6,04
2016	2,04	9,15	448	0,44	2,09	476	7,06	5,94	4,26
2017	2,39	5,76	241	0,35	1,19	337	4,57	2,40	1,52
2018	1,42	9,08	641	0,33	2,71	809	6,37	2,79	2,39
Media	2,23	7,07	340	0,47	2,07	456	5,00	3,15	3,49

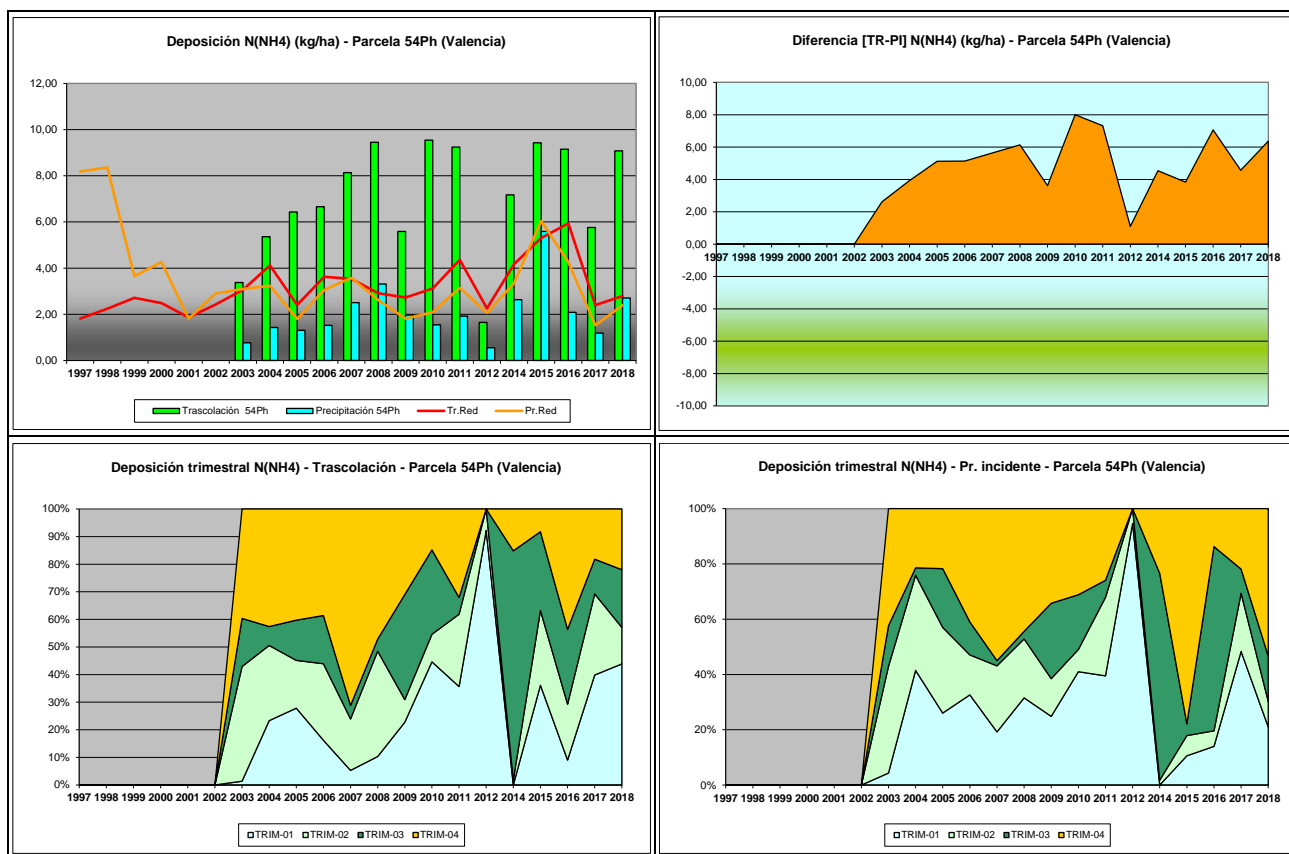
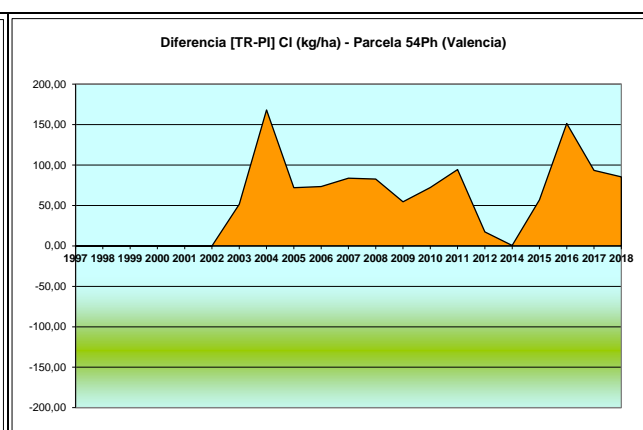
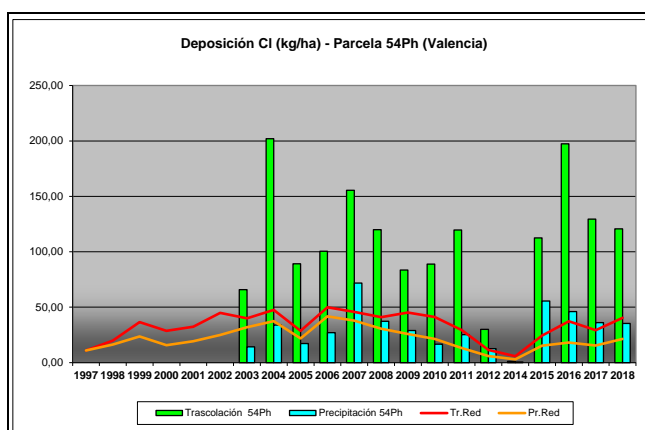


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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								10,88	10,93
1998								19,88	16,27
1999								36,56	23,56
2000								28,62	15,70
2001								32,37	19,20
2002								44,79	24,88
2003	30,72	65,74	214	6,18	14,23	230	51,51	39,97	31,89
2004	43,87	202,00	460	6,68	33,84	507	168,17	47,45	37,43
2005	40,17	89,17	222	4,95	17,18	347	71,99	28,61	21,76
2006	41,84	100,42	240	6,06	27,01	446	73,41	49,90	41,76
2007	30,73	155,49	506	9,29	71,75	772	83,75	45,78	37,79
2008	29,12	119,96	412	6,29	37,28	593	82,67	40,90	30,60
2009	26,35	83,53	317	5,81	28,98	499	54,55	45,08	25,80
2010	28,55	88,80	311	3,55	16,60	467	72,20	41,17	21,32
2011	37,99	119,68	315	5,61	25,24	450	94,43	29,44	13,12
2012	52,10	29,96	58	12,97	12,62	98	17,34	11,34	5,87
2014	0,34	1,16	345	0,16	0,59	362	0,57	5,78	2,90
2015	30,19	112,50	373	12,38	55,59	449	56,91	24,25	15,25
2016	44,03	197,39	448	9,66	45,99	476	151,40	37,19	18,03
2017	53,73	129,39	241	10,68	36,01	337	93,39	29,16	15,38
2018	18,83	120,72	641	4,37	35,34	809	85,38	40,34	21,30
Media	33,90	107,73	340	6,98	30,55	456	77,18	32,83	21,46



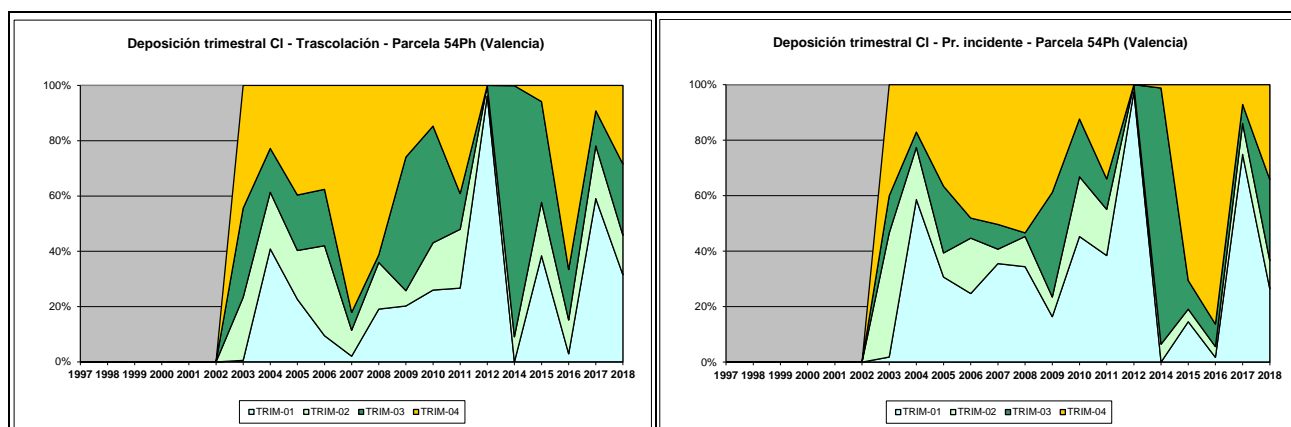


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	Trascolución (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997								2,24	2,13
1998								3,67	2,27
1999								4,43	2,94
2000								3,79	2,38
2001								3,51	2,09
2002								4,15	2,84
2003	6,24	13,35	214	0,52	1,19	230	12,17	5,39	2,74
2004	3,87	17,84	460	0,43	2,18	507	15,66	6,93	3,28
2005	5,61	12,46	222	0,89	3,07	347	9,38	4,31	1,83
2006	5,60	13,45	240	0,58	2,61	446	10,84	5,54	2,75
2007	2,52	12,77	506	0,48	3,69	772	9,08	5,06	2,96
2008	3,08	12,70	412	0,65	3,86	593	8,85	4,72	3,38
2009	3,45	10,93	317	0,42	2,08	499	8,85	3,87	1,87
2010	4,08	2,08	311	0,50	2,33	467	-0,25	1,87	2,37
2011	4,66	14,67	315	0,56	2,50	450	12,17	7,76	4,61
2012	3,74	2,15	58	0,52	0,50	98	1,65	1,65	0,99
2014	1,51	5,19	345	0,34	1,22	362	3,97	2,54	1,43
2015	3,41	12,69	373	0,77	3,46	449	9,24	3,25	2,17
2016	4,00	17,93	448	0,38	1,79	476	16,14	3,58	1,83
2017	3,99	9,61	241	0,53	1,79	337	7,82	3,32	1,74
2018	1,85	11,85	641	0,41	3,31	809	8,55	3,41	2,08
Media	3,84	11,31	340	0,53	2,37	456	8,94	4,05	2,41

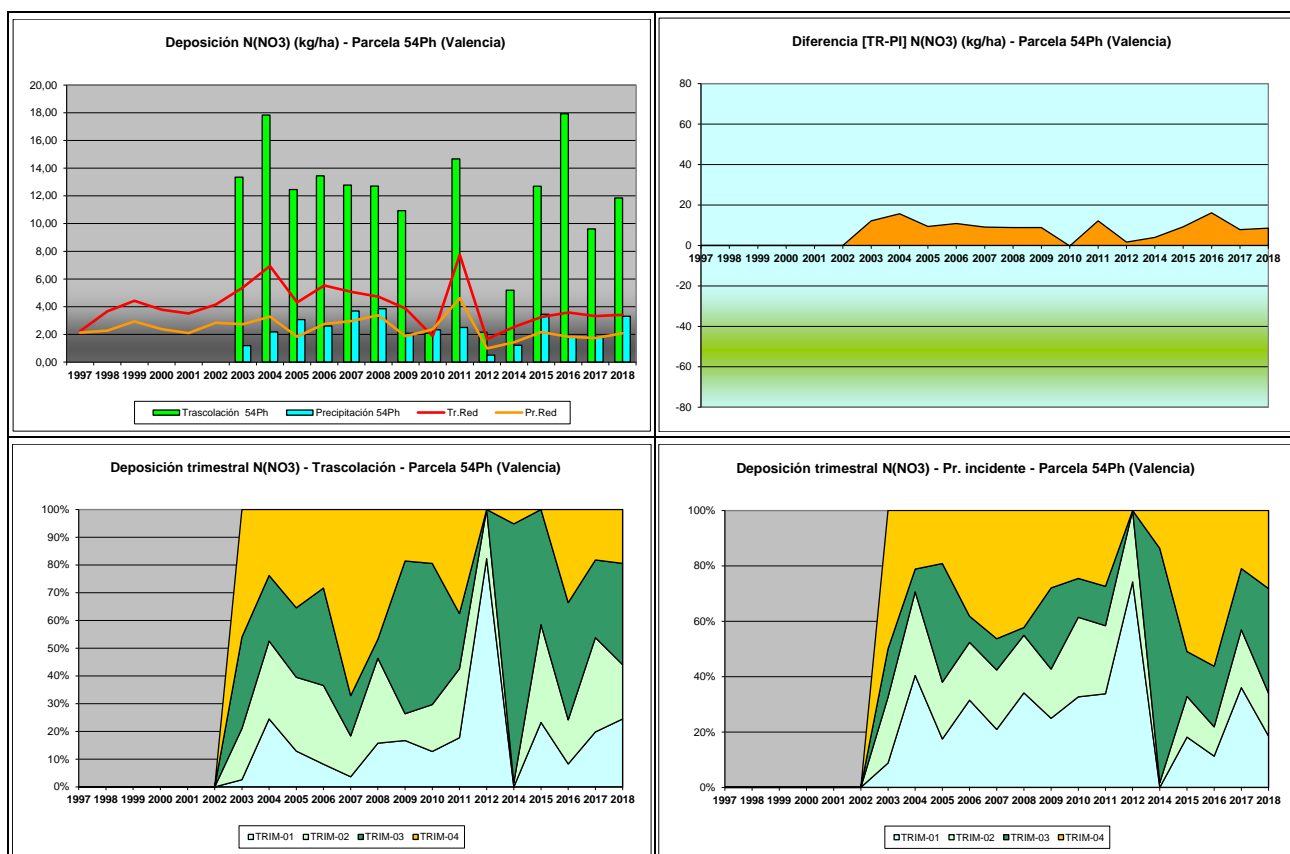


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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								3,00	3,70
1998								5,81	5,79
1999								7,17	6,35
2000								6,42	4,57
2001								5,68	4,11
2002								7,73	6,07
2003	4,21	9,00	214	1,31	3,02	230	5,98	6,85	4,80
2004	4,56	20,99	460	0,99	4,99	507	16,00	8,72	5,84
2005	5,67	12,58	222	1,29	4,47	347	8,11	4,69	3,12
2006	6,09	14,61	240	0,96	4,29	446	10,32	6,80	4,69
2007	3,87	19,56	506	1,06	8,15	772	11,41	7,24	5,12
2008	4,18	17,24	412	1,02	6,02	593	11,22	4,49	2,61
2009	3,86	12,24	317	0,87	4,36	499	7,88	4,67	3,32
2010	3,99	12,42	311	0,70	3,25	467	9,17	4,27	2,88
2011	4,56	14,36	315	0,90	4,03	450	10,33	5,93	4,57
2012	5,68	3,27	58	1,23	1,20	98	2,07	1,84	1,35
2014	0,41	1,40	345	0,36	1,29	362	0,11	2,14	2,00

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2015	3,65	13,60	373	1,25	5,62	449	7,98	3,56	2,95
2016	4,49	20,12	448	0,95	4,50	476	15,62	4,08	2,76
2017	5,63	13,55	241	1,16	3,92	337	9,63	4,28	2,71
2018	2,00	12,83	641	0,69	5,58	809	7,25	4,28	3,39
Media	4,19	13,18	340	0,98	4,31	456	8,87	5,22	3,94

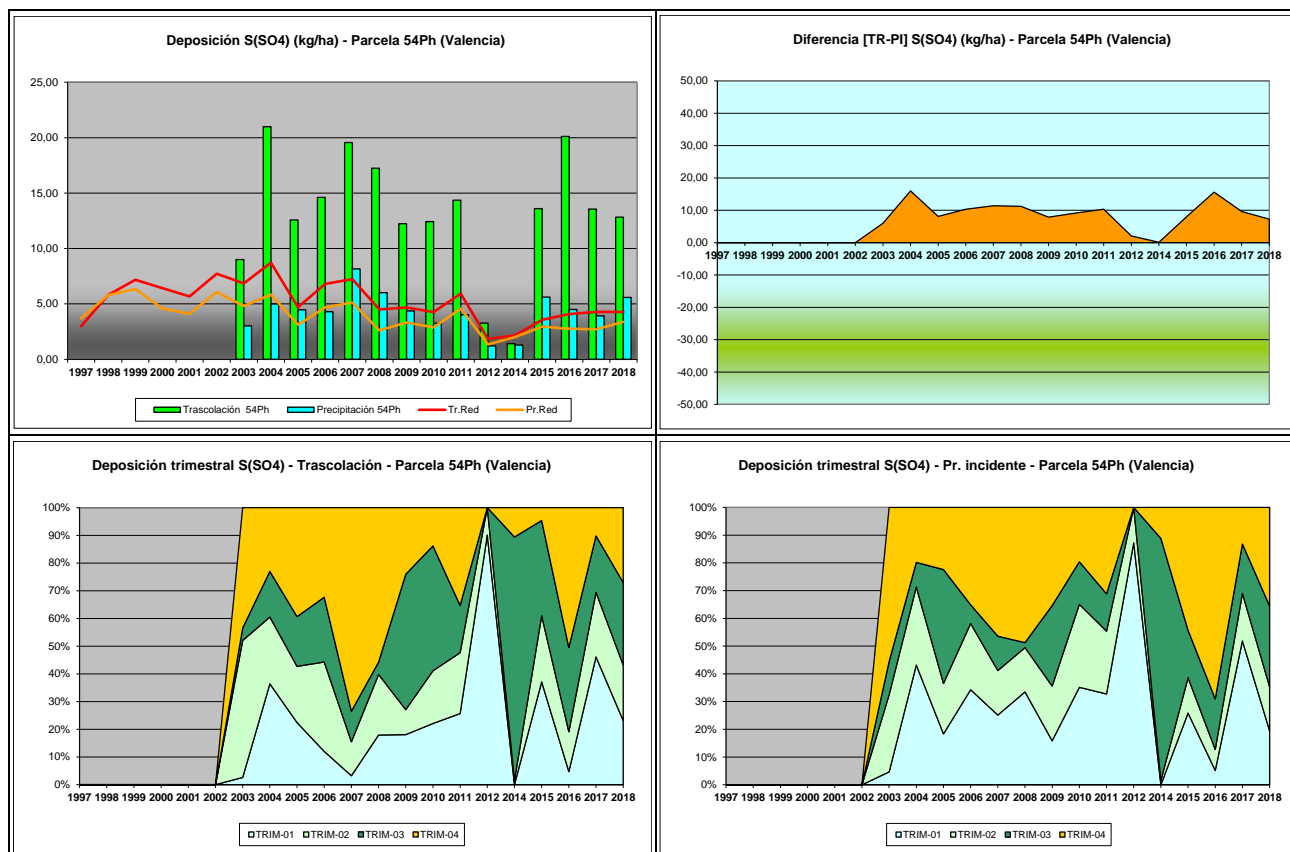


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 54Ph, cabe destacar:

Se observan deposiciones notablemente más básicas que la media de la red, con valores de **pH** por encima de 6 y una ligera disminución en el periodo 2012-2014 y una disminución de las muestras obtenidas a lo largo del último año, en el que se han obtenido muestras que podrían calificarse como lluvia ácida en ambas vías de entrada al sistema, lo que había sido episódico en años anteriores. En los últimos años se han observado precipitaciones más ácidas bajo cubierta arbórea, lo que no se observaba en los inicios de la serie. Con una precipitación anual de 809 mm, tal y como ha ocurrido en otras parcelas de la Red, estamos ante el año de mayor aporte de toda la serie histórica. El valor de la intercepción debida a la cubierta arbórea se sitúa en el 25%.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores muy por encima de los valores medios de la red y mucho mayores en trascolación, lo que indicaría una mayor concentración en electrolitos posiblemente debida a la deposición en el follaje y ramas del arbolado del viento procedente del mar, que está a muy corta distancia de la línea de costa y tiene una notable incidencia en la deposición global. Se registran así valores en trascolación que fácilmente superan los 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y tras alcanzar el máximo de la serie el año anterior, los valores se reducen considerablemente hasta una tercera parte, posiblemente debido al mencionado incremento de la precipitación, lo que ocasiona una mayor dilución de las muestras. Las grandes diferencias entre ambas vías de entrada indican la incidencia de la deposición seca sobre la masa forestal, que pese a su densidad escasa está formada por pies de grandes dimensiones con amplio desarrollo de copas y trabazón entre ellas, con una notable superficie útil para el depósito de solutos a través del viento, lo que ocasiona valores mucho mayores en trascolación.

En cuanto al **potasio, calcio y magnesio** elementos de origen terrígeno, presentan valores en trascolación superiores a la media y un comportamiento anual muy similar entre sí, coincidiendo en general máximos y mínimos, con episodios punta en 2004, 2007, 2011 y 2016, cuando se alcanzó el máximo en la serie histórica, llegándose a duplicar los depósitos correspondientes a la trascolación con respecto al año precedente; vía ésta en la que se registran tasas considerablemente superiores a las obtenidas a cielo abierto, muy influido por efectos de la deposición seca. A lo largo del último año, las deposiciones correspondientes se reducen ligeramente en potasio y de forma mucho más acusada en calcio y magnesio, donde se alcanzan valores mínimos.

El **sodio y cloro**, elementos procedentes en gran parte del aporte de sal marina, y debido a la cercanía de la parcela al mar, presentan depósitos muy importantes y mucho mayores bajo cubierta arbórea, superándose en algún caso los 200 kg/ha; excediendo los valores medios de la red y con la mencionada incidencia en los altos niveles de conductividad encontrados. Por regla general el depósito de cloro excede con mucho al de sodio. Como en compuestos anteriores, tras alcanzarse el máximo de la serie a lo largo de 2016, los valores correspondientes al año en curso se reducen, si bien continúan siendo comparativamente elevados y siempre mayores bajo cubierta arbórea.

El **amonio**, compuesto ligado fundamentalmente a la actividad agrícola y ganadera, presenta tasas considerablemente elevadas, muy superiores a la deposición media en la red, sobre todo bajo cubierta, sobrepasándose los 8 kg/ha en los últimos años, umbral que vuelve a alcanzarse tras la reducción del año pasado. A diferencia de otras ubicaciones, en la parcela la deposición bajo cubierta resulta ser notablemente superior a la obtenida a cielo abierto.

Las tasas de deposición de **nitratos** son, como en el caso anterior, bastante más elevadas bajo cubierta, sobrepasándose los valores correspondientes a la media de la red, mientras que los depósitos a cielo abierto son bastante menores. Han resultado particularmente marcados los depósitos correspondientes a 2004, 2011, así como la trascolación correspondiente a 2016, que con un depósito de 18 kg/ha alcanza el mayor valor desde el replanteo de la parcela, aumentando ligeramente a lo largo del último año.

Por último, y en referencia a los **sulfatos**, se advierte un comportamiento muy parecido al del caso anterior: depósitos comparativamente importantes en trascolación y muy superiores a los correspondientes a la precipitación incidente y máximos marcados en 2004, 2007 y 2008 en que se han superado los 15 kg/ha, con un incremento considerable a lo largo de 2016, en el que se han obtenido tasas próximas a 20 kg/ha bajo cubierta, para experimentar una reducción a lo largo del último bienio.

Por lo que se refiere a la distribución temporal de las deposiciones, se observa que en general los mayores aportes se producen 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.

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. O₃ 1 ppb ~ 1,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)
2000					2,45	2,91	2,49	34,34
2001					3,01	2,51	2,13	38,48
2002					0,95	0,75	1,57	32,70
2003	1,21	4,29	2,35	23,59	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	1,76	4,56	3,46	19,10	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	1,69	5,11	1,30	20,67	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	1,81	4,82	1,33	19,72	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	1,22	4,67	1,14	18,36	0,82	1,32	0,93	27,18
2009					1,06	2,89	1,30	36,30
2010	2,55	11,38	1,38	30,36	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	3,13				1,50		0,48	
2012	3,76	10,46	1,26	25,94	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	4,26	10,02	1,56	25,71	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	2,30	11,20	1,56	21,76	1,32	3,73	1,24	26,27
2016	1,72	10,65	1,62	22,57	1,12	3,37	1,28	28,68
2017	1,59	10,90	1,77	26,06	1,00	3,57	1,47	30,55
2018	2,33	8,53	2,29	24,54	1,32	3,02	1,85	27,00

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)
2019	1,76	8,56	2,16	21,34	1,11	2,98	1,85	24,94
Media	2,22	8,09	1,78	23,06	1,41	2,48	1,54	30,75

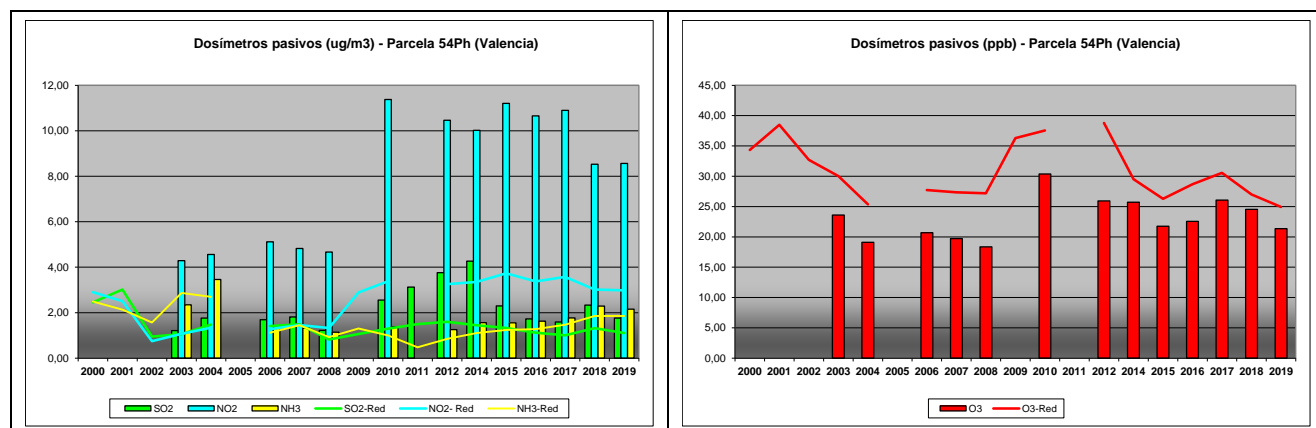


FIG 18: Variación temporal de inmisi3n por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, se advierte un considerable incremento en óxidos de nitr3geno y de azufre, que se sitúan muy por encima de los valores medios de la red y que han aumentado notablemente en los últimos años de evaluaci3n, superando los 10 µg/m³ si bien y salvo por lo que se refiere a la posible afecci3n por líquenes por amoniac, sin que se hayan sobrepasado los umbrales de referencia antedichos. En el último tramo de la serie, y en lo que parece ser un comportamiento generalizado de la red, las concentraciones de amoniac parecen estar incrementándose. En cuanto a los niveles de ozono, se mantienen comparativamente bajos, muy estables en torno a 25 ppb, y por debajo de los valores medios de la red, con una ligera disminuci3n a lo largo del último año.

7. Análisis foliar.

El objetivo del análisis foliar es, en concordancia con las especificaciones de las redes europeas, estimar el estado nutricional del arbolado y el impacto de los contaminantes atmosféricos en los ecosistemas forestales; así como la 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 comparaci3n con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1995-1996	19 Ph	Tarragona	14,00	11,67	1,34	0,87	5,58	2,02	5,14	

54 Ph (VALENCIA)

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	25 Ph	Alicante	10,00	9,28	1,10	0,96	3,44	1,91	5,85	
	41 Ph	Baleares	7,00	14,28	1,54	1,79	6,35	2,59	5,44	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	7,00	9,94	0,98	1,14	3,36	2,12	8,13	
	<i>P.halepensis</i>	Red	9,50	11,29	1,24	1,19	4,68	2,16	6,14	
	1997-1998	19 Ph	Tarragona							
25 Ph		Alicante								
41 Ph		Baleares								
54 Ph		Valencia								
208 Ph		Jaén								
<i>P.halepensis</i>		Red								
1999-2000	19 Ph	Tarragona	15,00	10,76	1,06	0,81	4,75	2,01	4,90	
	25 Ph	Alicante	14,00	11,39	1,54	0,82	8,11	2,42	3,14	
	41 Ph	Baleares	6,00	11,96	1,56	1,37	6,07	1,98	4,44	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	11,00	10,94	1,17	0,96	6,12	2,59	4,70	
	<i>P.halepensis</i>	Red	11,50	11,26	1,33	0,99	6,26	2,25	4,30	
2001-2002	19 Ph	Tarragona	21,00	11,52	1,25	0,89	5,12	2,05	4,63	
	25 Ph	Alicante	18,00	10,94	1,43	0,98	4,77	1,94	4,17	
	41 Ph	Baleares	10,00	12,21	1,73	1,52	6,20	2,96	4,83	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	16,00	9,21	0,99	0,87	5,92	2,57	4,26	
	<i>P.halepensis</i>	Red	16,25	10,97	1,35	1,07	5,50	2,38	4,47	
2003-2004	19 Ph	Tarragona	17,00	13,78	1,43	1,00	5,15	2,47	5,47	
	25 Ph	Alicante	16,00	11,19	1,61	0,91	7,74	2,41	3,42	
	41 Ph	Baleares	10,00	12,94	1,41	1,36	4,87	2,66	4,67	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén	13,00	10,14	1,07	1,03	6,43	2,83	4,10	
	<i>P.halepensis</i>	Red	14,00	12,01	1,38	1,08	6,05	2,59	4,42	
2005-2006	19 Ph	Tarragona	16,50	12,84	1,47	0,89	6,10	2,29	4,39	
	25 Ph	Alicante	13,00	11,01	1,39	0,97	4,84	1,80	4,31	
	41 Ph	Baleares	12,50	11,06	1,61	1,29	3,53	2,10	4,69	
	54 Ph	Valencia								
	208 Ph	Jaén								
	<i>P.halepensis</i>	Red	14,00	11,64	1,49	1,05	4,82	2,06	4,46	
2007-2008	19 Ph	Tarragona	16,50	14,77	1,70	0,80	8,80	1,66	3,99	
	25 Ph	Alicante	15,00	11,20	1,48	0,69	5,63	1,57	3,54	
	41 Ph	Baleares	14,50	9,90	1,48	1,33	5,65	1,89	4,99	
	54 Ph	Valencia	17,50	13,70	2,17	0,88	5,11	1,73	3,79	
	208 Ph	Jaén	16,00	8,84	1,23	0,88	5,31	2,60	3,50	
	<i>P.halepensis</i>	Red	15,90	11,68	1,61	0,91	6,10	1,89	3,96	
2009-2010	25 Ph	Alicante	14,00	10,51	1,77	0,84	9,70	2,22	3,39	
	54 Ph	Valencia	13,50	12,83	1,41	0,97	6,65	2,11	3,67	
	<i>P.halepensis</i>	Red	13,80	11,44	1,63	0,89	8,48	2,17	3,50	
2011-2012	25 Ph	Alicante	15,05	10,42	1,57	0,82	7,81	2,00	3,57	
	54 Ph	Valencia	15,50	13,27	1,79	0,92	5,88	1,92	3,73	
	<i>P.halepensis</i>	Red	15,23	11,56	1,66	0,86	7,04	1,97	3,63	
2013-2014	25 Ph	Alicante	13,22	9,25	1,35	0,67	7,75	1,95	2,89	52,98
	54 Ph	Valencia	12,55	10,05	1,08	0,71	6,20	2,15	3,13	54,86
	<i>P.halepensis</i>	Red	12,95	9,57	1,24	0,69	7,13	2,03	2,99	53,73
2015-2016	25 Ph	Alicante	15,73	13,25	1,75	0,97	6,97	2,62	3,92	53,04

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	54 Ph	Valencia	12,67	14,38	1,44	0,93	5,63	2,10	3,64	54,95
	<i>P.halepensis</i>	Red	14,20	13,81	1,60	0,95	6,30	2,36	3,78	53,99
2017-2018	25 Ph	Alicante	14,55	9,04	1,13	0,66	6,87	1,94	2,60	54,10
	54 Ph	Valencia	16,57	10,94	1,16	0,92	3,96	1,71	3,96	54,11
	<i>P.halepensis</i>	Red	15,36	9,80	1,14	0,76	5,71	1,85	3,15	54,10

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 1,126 mg/g, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por lluvia ácida. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica.

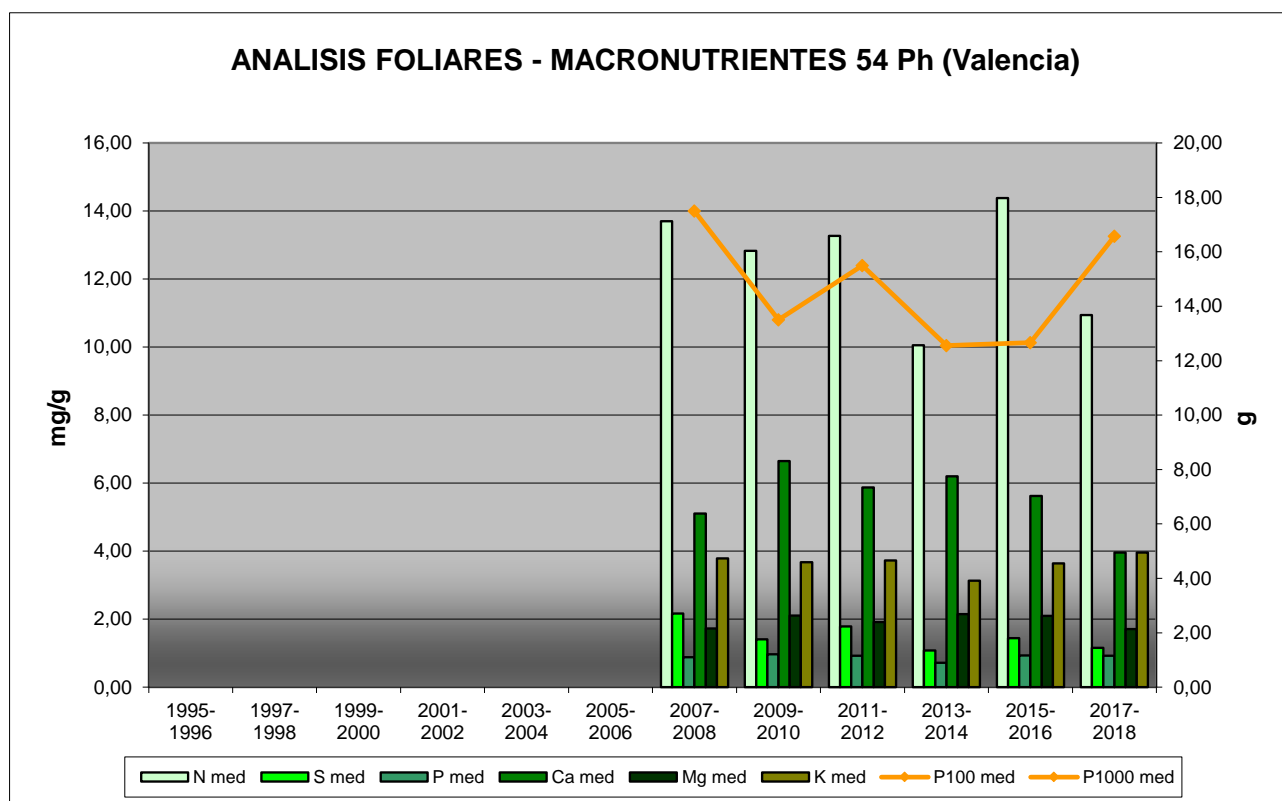


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 23: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
2013-2014	25 Ph	Alicante		23,52	6,46	158,37	5,73
	54 Ph	Valencia		14,91	11,26	151,68	2,45
	<i>P.halepensis</i>	España		20,08	8,38	155,69	4,41
2015-2016	25 Ph	Alicante		30,27	5,94	100,24	3,52
	54 Ph	Valencia		18,60	9,08	116,54	3,32
	<i>P.halepensis</i>	España		24,43	7,51	108,39	3,42

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
2017-2018	25 Ph	Alicante		22,78	5,34	100,72	2,09
	54 Ph	Valencia		15,72	12,79	83,50	2,09
	<i>P.halepensis</i>	España		19,96	8,32	93,83	2,09

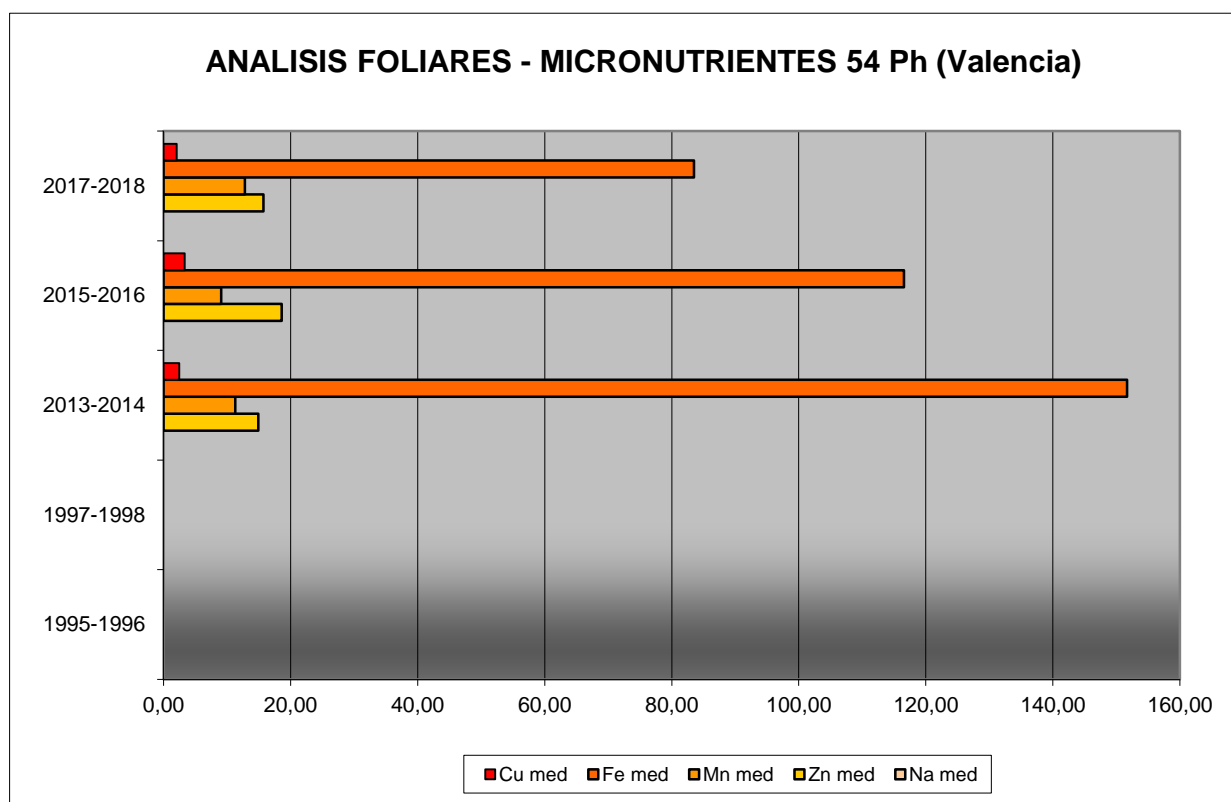


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

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 54Ph no se realizó el análisis foliar entre 1997 y 2006, por lo que sólo hay datos de parcela desde 2007-2008 hasta la última medición realizada en 2013-2014.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 54Ph podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino carrasco como especie dominante:

El **peso** de la muestra obtenida, tras el ligero descenso que venía observándose en anteriores campañas, se incrementa hasta cerca de los mayores valores de la serie, en el entorno de los 16 g/1000 acículas.

Respecto a los *macronutrientes*; y en líneas generales, se observa una reducción más o menos importante en todos los elementos analizados a excepción del potasio. Así y por lo que respecta al **nitrógeno**, el más abundante de ellos, se sitúa cerca del mínimo histórico de la serie, tal y como ocurre con el **calcio** y el **magnesio**. El **azufre** se encuentra también en los valores más bajos, pese a lo cual se sitúa por encima del valor patrón o de referencia de la especie. El contenido en **potasio** es ligeramente superior al de la campaña anterior, manteniendo un comportamiento muy estable a lo largo de todos los años evaluados. En cuanto al contenido en **carbono** del follaje, parámetro evaluado sólo a partir de 2013-2014, se sitúa en valores muy estables en torno al 54%.

Los *micronutrientes* sólo se han analizado a partir de 2013-2014 y se han evaluado zinc, manganeso, hierro y cobre. Esta situación conlleva que no se pueda abordar la valoración de la evolución temporal de los nutrientes en acículas. Se advierte una ligera reducción de zinc, hierro y cobre; así como un incremento del 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 2006; 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)
2006	Hojas	3.465	53,43	9,75	1,36	0,61	8,88	1,86	2,70
	Ramillas	250	52,24	11,76	1,62	1,11	15,97	1,60	3,10
	Otras	2.207	50,79	10,05	1,17	2,06	12,95	1,12	2,44
2007	Hojas	3.730	56,12	9,94	1,37	0,63	6,60	4,34	2,19
	Ramillas	305	54,87	10,28	1,40	0,80	8,31	7,77	1,78
	Otras	1.710	54,00	10,26	1,18	1,36	10,54	5,33	2,37
2008	Hojas	3.320	54,03	9,77	1,23	0,59	7,93	1,60	2,15
	Ramillas	390	52,48	7,30	1,00	0,38	13,51	1,01	0,66
	Otras	1.650	52,52	9,88	0,98	0,86	13,72	1,15	3,46
2009	Hojas	4.340	54,77	9,20	1,38	0,62	8,58	1,76	2,39
	Ramillas	630	53,69	9,79	1,27	0,73	12,96	1,32	2,19
	Otras	2.210	52,50	9,70	1,25	0,97	14,39	1,11	2,43
2010	Hojas	3.350	54,67	10,33	1,37	0,67	10,01	1,95	2,49
	Ramillas	645	53,83	12,25	1,72	0,92	15,16	1,29	2,29
	Otras	3.230	53,14	9,68	1,05	0,99	11,47	1,02	2,53
2011	Hojas	3.035	54,24	9,77	1,34	0,63	7,30	3,60	2,22
	Ramillas	497	53,04	10,45	1,43	0,82	11,06	5,43	1,71
	Otras	1.256	52,24	9,80	1,11	1,22	10,41	4,09	2,35
2012	Hojas	2.397	54,40	10,00	1,41	0,66	8,33	2,41	2,49
	Ramillas	380	53,48	10,97	1,51	0,87	13,92	3,02	2,10

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	1.599	52,89	9,10	1,06	0,97	9,32	2,00	2,81
2014	Hojas	2.257	56,34	11,77	1,25	0,44	7,45	1,73	2,15
	Ramillas	57							
	Otras	781							
2015	Hojas	2.730	53,23	10,55	1,27	0,52	6,36	1,86	1,99
	Ramillas	647							
	Otras	1.533	48,41	10,43	1,16	0,66	15,19	0,98	1,81
2016	Hojas	2.457	55,30	9,41	1,15	0,45	4,69	1,62	1,94
	Ramillas	828							
	Otras	1.436	52,37	7,56	1,25	0,72	18,93	1,31	2,77
2017	Hojas	2.818	53,54	10,15	1,31	0,64	7,81	1,96	2,63
	Ramillas	601							
	Otras	1.167							
2018	Hojas	2.449	53,40	8,90	1,26	0,62	6,65	1,70	2,72
	Ramillas	358							
	Otras	1.929							
Media	Hojas	3.029	54,46	9,96	1,31	0,59	7,55	2,20	2,34
	Ramillas	466	53,37	10,40	1,42	0,80	12,98	3,06	1,98
	Otras	1.726	52,09	9,61	1,13	1,09	12,99	2,01	2,55

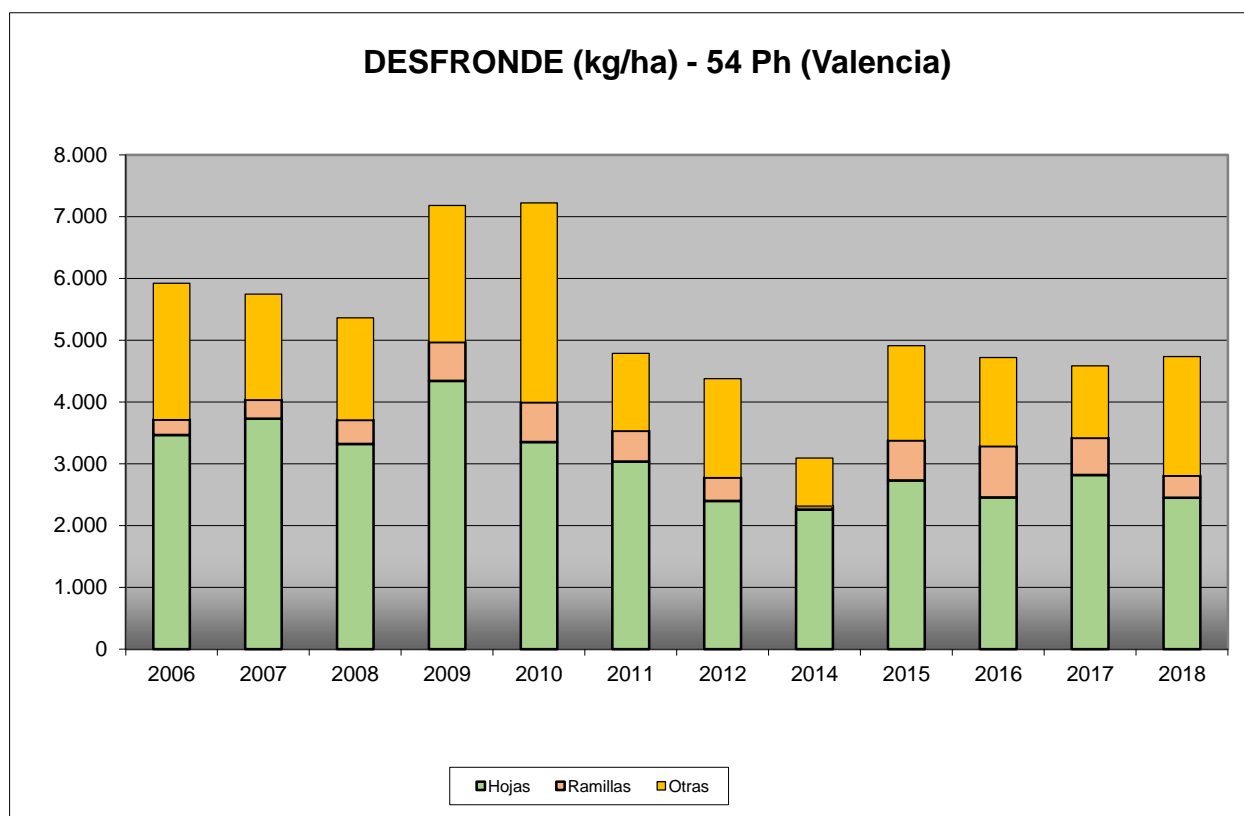


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa por encima de los 4.000 kg/ha; la aportación de las ramillas es considerablemente menor aunque se incrementa a lo largo de los últimos tres años, 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 tener importancia en el papel jugado en la fijación del 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 2005 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 54Ph, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

TABLA 25: Resultados de la evaluación fenológica. Comienzo, final y amplitud de la fase. Días desde el 1 de enero hasta el comienzo de fase. Temperatura acumulada (grados-día) hasta el inicio de fase.

Año	Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población					Floración \geq 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
1999										
2000										
2001										
2002										
2003										
2004										
2005	25/05/05	03/08/05	70	144	1169	10/03/05	06/04/05	27	68	483
2006	02/05/06	12/07/06	71	121	1524	14/03/06	19/04/06	36	72	739
2007	19/04/07	26/06/07	68	108	1387	08/03/07	22/03/07	14	66	843
2008	07/04/08	02/07/08	86	97	1269	05/03/08	25/03/08	20	64	781
2009	06/05/09	07/07/09	62	125	1725	03/03/09	31/03/09	28	61	822

Año	Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población					Floración \geq 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
2010	28/04/10	25/05/10	27	117	1392	23/03/10	28/04/10	36	81	864
2011	26/04/11	23/05/11	27	115	1444	28/03/11	12/04/11	15	86	976
2012										
2014	25/05/14	26/06/14	32	144	2153					
2015	30/04/15	25/06/15	56	119	1521	26/03/15	30/04/15	35	84	957
2016	28/04/16	09/06/16	42	118	1657	31/03/16	28/04/16	28	90	1211
2017	03/04/17	01/06/17	59	92	1158	02/03/17	27/04/17	56	60	708
2018	26/04/18	05/07/18	70	115	1487	22/03/18	26/04/18	35	80	945
2019	25/04/19	26/06/19	62	114	1474	21/03/19	25/04/19	35	79	965
Media			56	118	1489			30	74	858

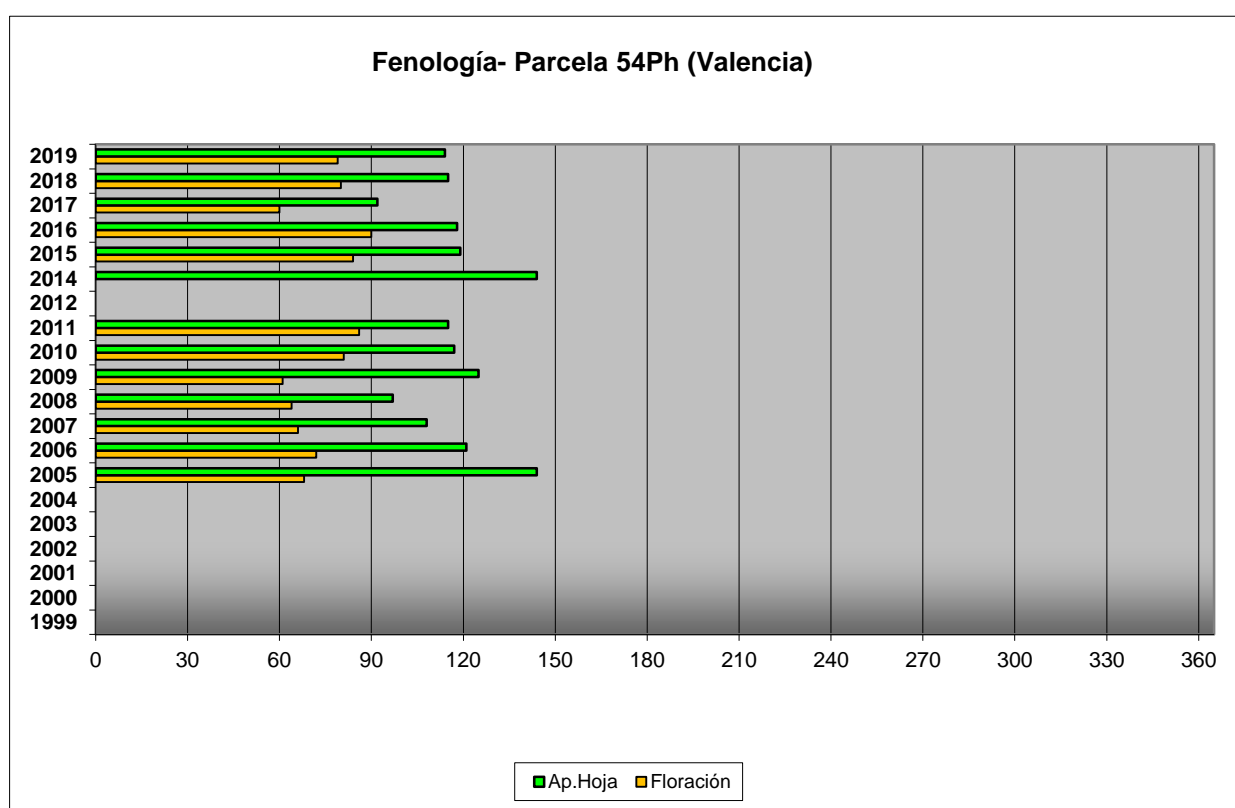


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

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, y tiene lugar hacia el mes de marzo, mientras que la aparición de las acículas se produce en torno al mes de abril, tónica que se recupera tras el considerable adelanto experimentado hace dos años.



FIG 23: Floración masculina y elongación de la metida

10. Cintas diamétricas.

Como se ha indicado anteriormente, las parcelas van dotadas de dendrómetros en continuo, 15 en 2010, de los que se ha tomado la medida mensualmente.

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 (%)
2011	0,14	0,33	0,14	0,16
2014	0,08	0,17	0,08	0,07
2015	0,11	0,25	0,11	0,05
2016	0,13	0,29	0,13	0,13
2017	0,11	0,26	0,11	0,05
2018	0,11	0,26	0,11	0,05
2019	0,18	0,40	0,18	-0,09
Media	0,12	0,28	0,12	0,06

Como puede verse en la tabla anterior, y pese a disponer de un menor número de datos de la serie, el crecimiento medio porcentual oscila entre el 0,40% de 2019 y el 0,17% de 2014.

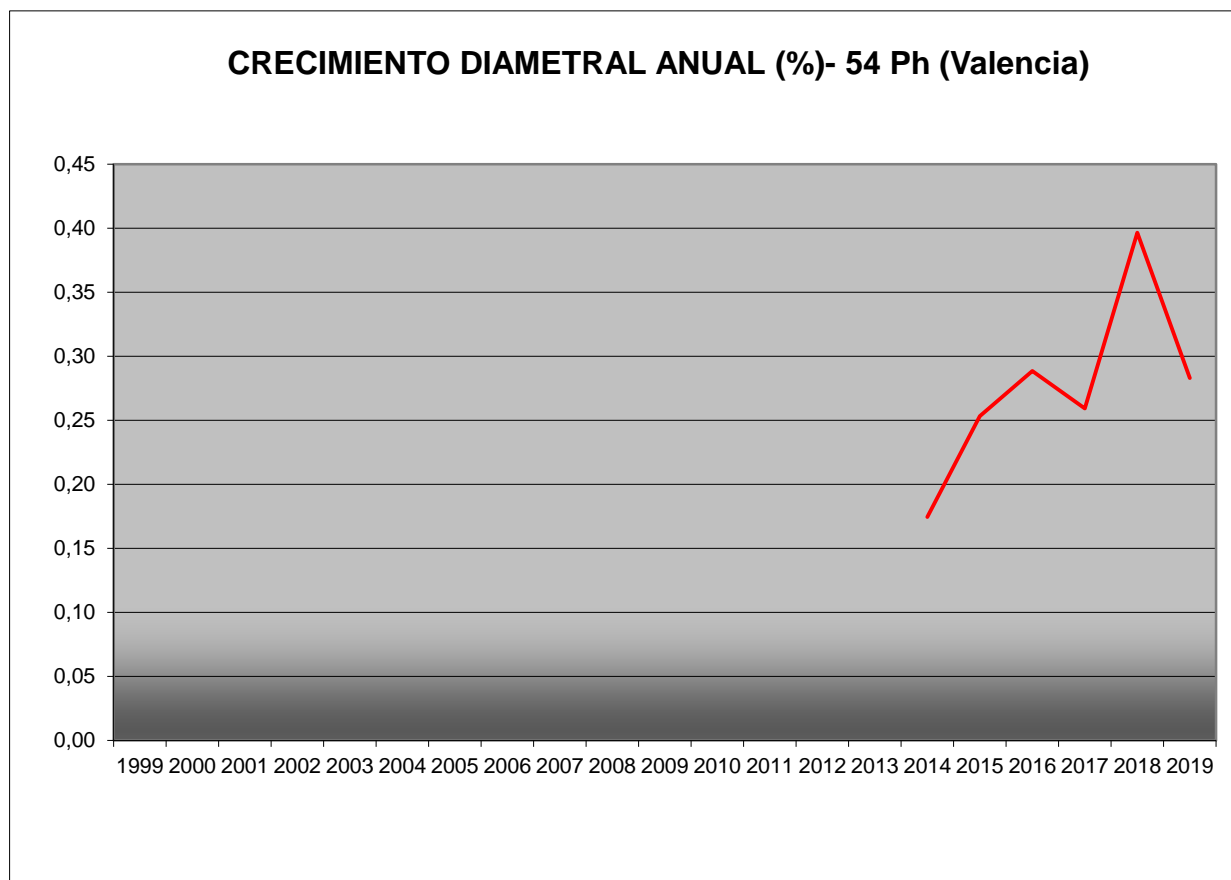


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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.

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)	
2004	507									
2005	347	16,8	37,0	-2,9	20,9	12,9	201,4	68,6	2,5	10,2
2006	446	18,2	33,7	-0,7	22,1	14,4			2,6	11,5
2007	772	17,5	37,1	2,7	21,4	14,0	189,2	78,1	2,6	
2008	593	17,4	36,5	0,2	21,3	13,9	230,3	78,9	0,2	5,1
2009	499	18,2	37,5	-0,1	21,4	14,2	216,0	72,8	2,3	
2010	467	16,9	40,0	0,4	20,9	13,2	186,3	72,5	2,2	40,8
2011	450	17,8	37,9	-0,4	21,9	14,1	186,2	75,7	2,1	11,0

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)	
2012										
2014	362	18,4	39,3	1,5	22,6	14,5	192,0	72,8	2,2	24,6
2015	449	18,0	40,0	1,2	22,3	14,1	190,4	74,8	2,0	9,1
2016	476	18,2	34,5	2,9	22,1	14,4	187,9	73,5	2,2	9,3
2017	337	17,9	37,9	1,6	22,2	13,9	194,5	76,7	2,1	12,0
2018	809	18,1	36,9	2,3	22,8	14,4	188,8	74,8	2,3	10,2
2019	339	18,2	41,3	1,3	23,4	14,3	192,7	71,3	2,4	11,4
Media	472	17,8	37,7	0,8	22,0	14,0	196,3	74,2	2,1	14,1

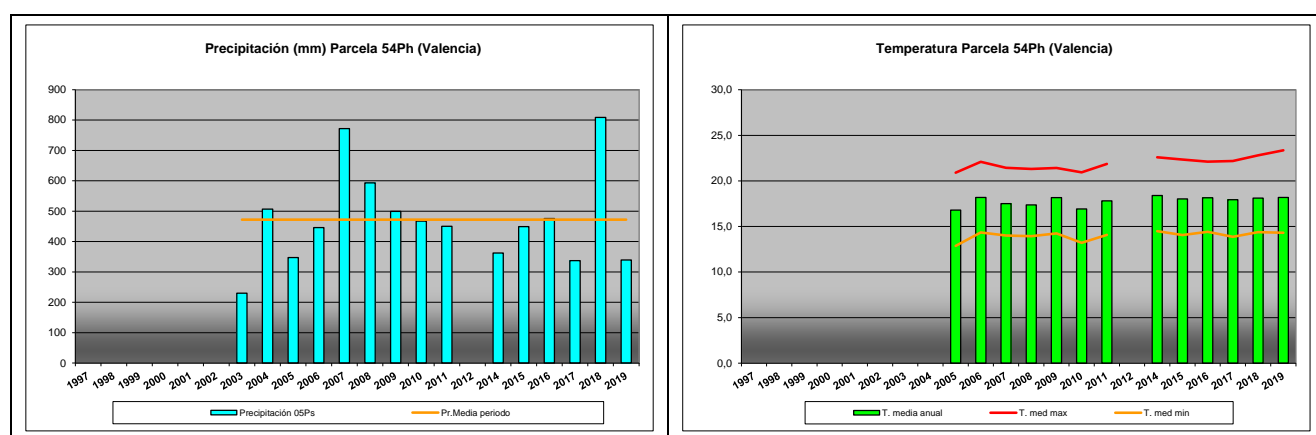


FIG 25: Principales variables meteorológicas.

Siguiendo la metodología publicada por ICP-Forests, se adjuntan a continuación varios parámetros definitorios de estrés climático, relativos a temperatura y precipitación, si bien cabe hacer constar que no todas las series meteorológicas están disponibles o completas.

TABLA 28: Parámetros de estrés meteorológico. DT: número de días con una temperatura máxima del aire superior a 30°C. DH: número de días con una temperatura máxima del aire inferior a 0°C. PMAX5: precipitación máxima acumulada a lo largo de 5 días durante el invierno (1 de enero a 28 de febrero y 1 de octubre a 31 de diciembre). PPES: días con una precipitación de más de 20 mm durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto). NOPREC: número de días seguidos sin precipitación durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto).

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2005	13	0	67,2	10/11 a 14/11	0	24	19/05 a 11/06
2006	16	0	97,0	03/11 a 07/11	2	9	09/07 a 17/07
2007	7	0	198,6	22/01 a 26/01	3	22	03/07 a 24/07
2008	7	0	232,2	09/10 a 13/10	3	26	18/07 a 12/08
2009	20	0	81,3	13/12 a 17/12	0	30	08/06 a 07/07
2010	14	0	71,2	09/10 a 13/10	2	18	05/07 a 22/07
2011	17	0	84,4	18/11 a 22/11	1	22	10/08 a 31/08
2012							
2013							
2014	20	0	70,6	28/11 a 02/12	0	18	24/07 a 10/08
2015	41	0	36,8	02/11 a 06/11	1	28	24/06 a 21/07
2016	14	0	214,2	27/11 a 01/12	0	24	06/06 a 29/06
2017	16	0	117,8	19/01 a 23/01	0	24	08/07 a 31/07

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2018	52	0	170,2	15/11 a 19/11	2	33	03/07 a 04/08
2019	54	0	101,8	02/12 a 06/12	0	43	09/07 a 20/08

12. Índice de Área Foliar.

El Índice de Área Foliar (Leaf Area Index o LAI) es un parámetro adimensional que se define como el área total de la superficie superior de las hojas por área de unidad de terreno que se encuentre directamente debajo de la planta. El LAI permite estimar la capacidad fotosintética de la vegetación y ayuda a entender la relación entre acumulación de biomasa y rendimiento bajo condiciones ambientales imperantes en una región determinada.

Su medición se efectúa anualmente en época de máxima foliación (generalmente a lo largo del verano) en todas las parcelas, y adicionalmente en invierno en aquellas pobladas por frondosas, mediante fotografía hemisférica situada en 16 ubicaciones fijas en cada parcela siguiendo una cuadrícula preestablecida, tratada posteriormente mediante software específico. Las evaluaciones han quedado normalizadas a partir de 2014, incluyéndose en el presente informe los datos disponibles a partir de dicha fecha, con la salvedad de haber corregido por un algoritmo más exacto a partir de 2016, de acuerdo con las actualizaciones del manual, a lo que pueden atribuirse parte de las variaciones interanuales.

TABLA 29: Índice de Área Foliar (LAI) por punto de observación y año.

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media
S-01	1,60	1,02	1,69	1,88	1,78	1,44	1,57
S-02	2,40	1,41	1,45	1,83	2,56	1,77	1,90
S-03	2,29	1,43	1,80	1,86	2,31	1,40	1,85
S-04	2,08	1,36	1,85	2,30	2,49	1,57	1,94
S-05	1,94	1,32	1,91	2,65	2,53	1,68	2,00
S-06	1,62	1,30	2,06	2,05	2,47	1,67	1,86
S-07	1,63	1,43	2,29	2,94	2,69	2,26	2,21
S-08	1,77	1,15	1,75	2,31	2,16	1,90	1,84
S-09	2,20	1,31	1,48	2,28	2,13	1,42	1,80
S-10	2,01	0,87	1,31	2,30	1,81	1,47	1,63
S-11	2,02	1,13	1,84	2,64	4,23	2,58	2,40
S-12	1,86	1,58	2,48	2,60	2,86	2,50	2,31
S-13	2,18	1,38	2,03	2,93	2,83	1,46	2,14
S-14	1,81	1,27	1,77	1,98	2,89	1,53	1,88
S-15	1,85	1,44	1,60	2,26	2,71	1,96	1,97
S-16	1,72	1,13	1,46	2,15	1,66	1,65	1,63
Media	1,94	1,28	1,80	2,31	2,51	1,77	1,93

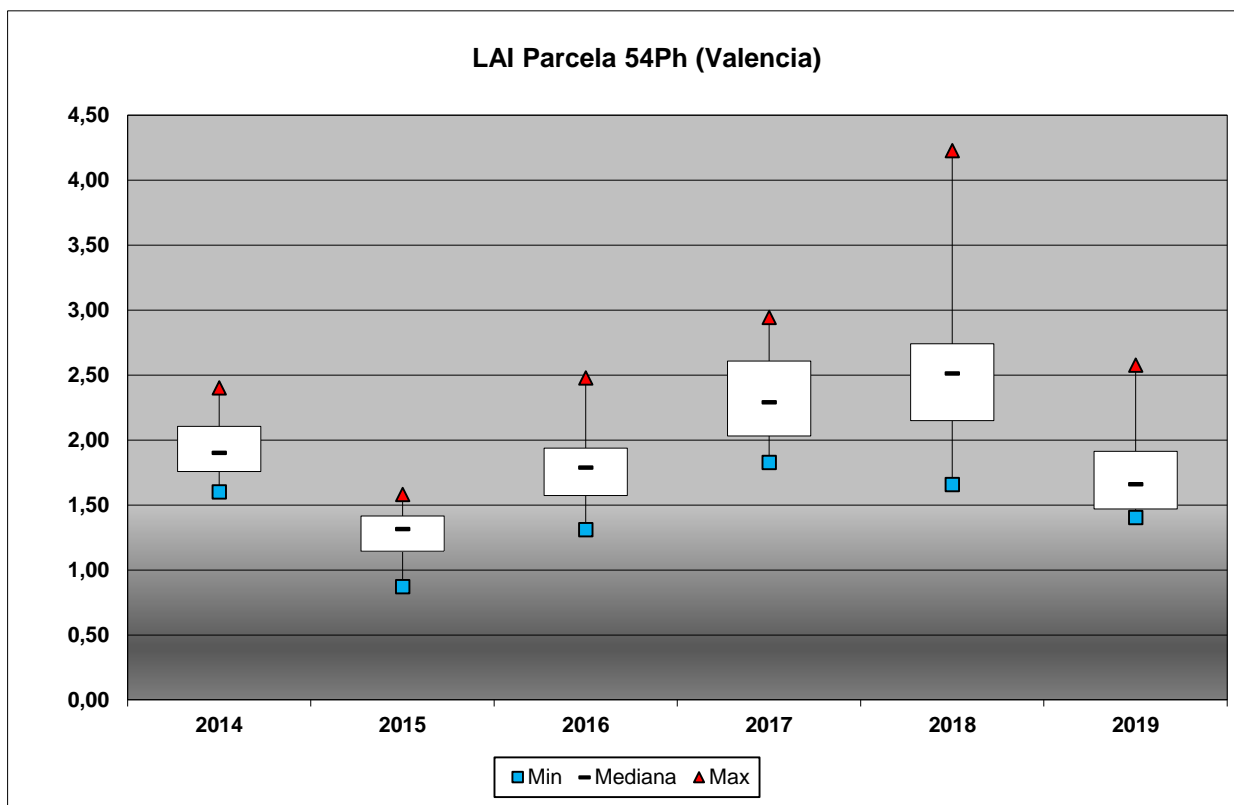
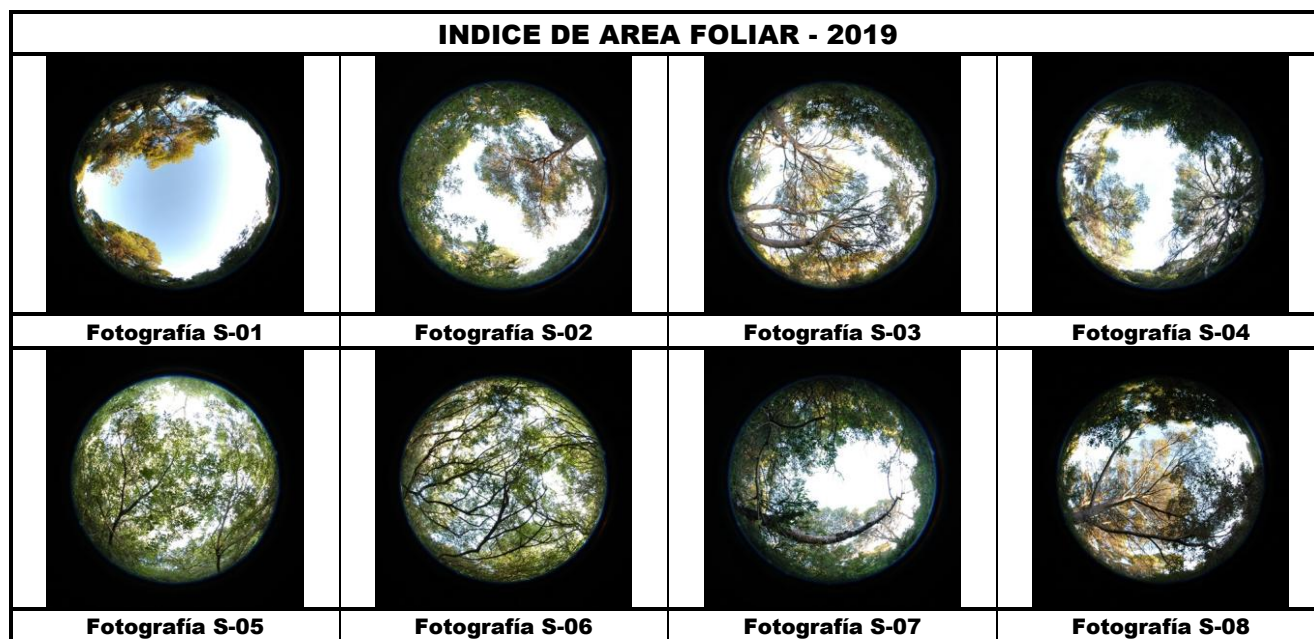


FIG 26: Diagrama de cajas LAI anual.



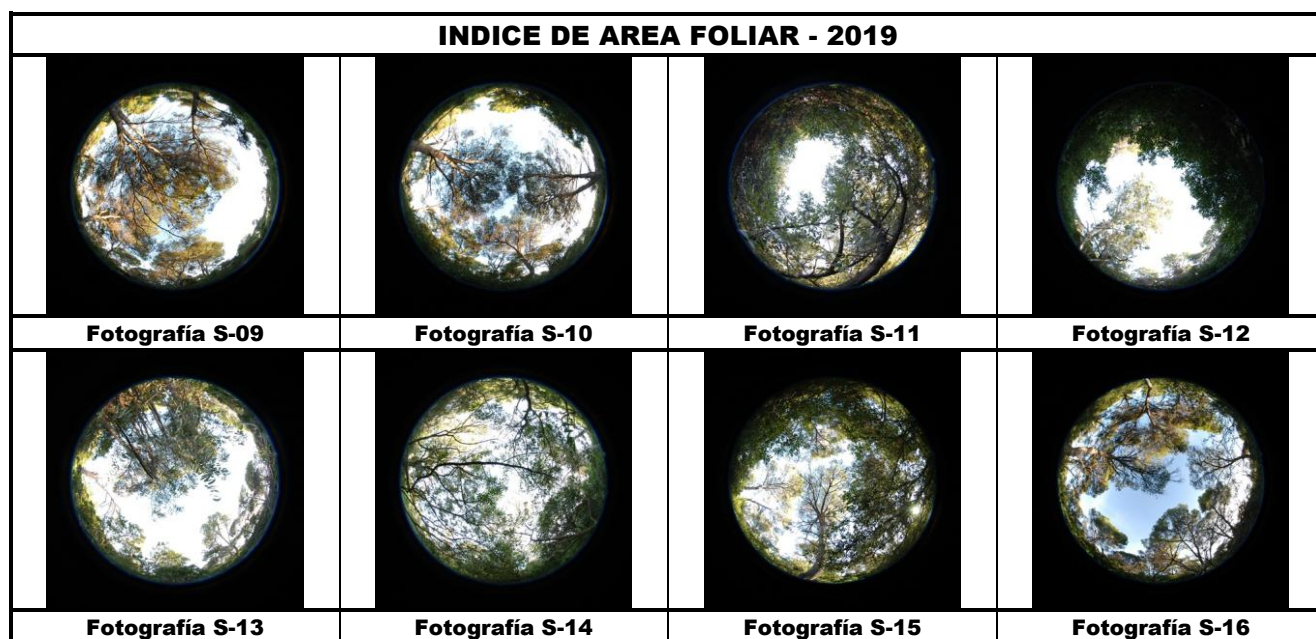


FIG 27: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.