



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2021**

PARCELA 25 Ph (ALICANTE)

20
21

 **ICP Forests**



DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN

**SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL Y LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN
ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	2
2.3. Vegetación	3
2.4. Caracterización forestal y dasométrica	4
3. Estado fitosanitario de la parcela	5
3.1. Defoliación y decoloración	5
3.2. Daños forestales	7
4. Instrumentación	15
5. Deposición atmosférica	18
5.1. pH	19
5.2. Conductividad	21
5.3. Potasio	22
5.4. Calcio	23
5.5. Magnesio	25
5.6. Sodio	26
5.7. Amonio	27
5.8. Cloro	28
5.9. Nitratos	30
5.10. Sulfatos	31
5.11. Alcalinidad.....	32
5.12. Nitrógeno total	33
5.13. Carbono orgánico disuelto.....	35
5.14. Aluminio	35
5.15. Manganeseo.....	36
5.16. Hierro.....	37
5.17. Interpretación de resultados	38
6. Calidad del aire. Inmisión	40
7. Análisis foliar	41
7.1. Macronutrientes	42
7.2. Micronutrientes	44
7.3. Interpretación de resultados	45
8. Desfronde	46
9. Fenología	48
10. Cintas diamétricas	51
11. Meteorología	52
12. Índice de Área Foliar	54

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: Caracterización alcalinidad
TABLA 21: Caracterización nitrógeno total
TABLA 22: Caracterización carbono orgánico disuelto
TABLA 23: Caracterización aluminio
TABLA 24: Caracterización manganeso
TABLA 25: Caracterización hierro
TABLA 26: Valores de referencia de inmisión atmosférica
TABLA 27: Inmisión atmosférica
TABLA 28: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Macronutrientes
TABLA 29: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes
TABLA 30: Resultados medios del análisis de desfronde
TABLA 31: Resultados de la evaluación fenológica
TABLA 32: Valor medio dendrómetros
TABLA 33: Valores medios meteorológicos
TABLA 34: Parámetros de estrés meteorológico
TABLA 35: 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 alcalinidad
FIG 19: Variación temporal de nitrógeno total
FIG 20: Variación temporal de carbono orgánico disuelto
FIG 21: Variación temporal de aluminio
FIG 22: Variación temporal de manganeso
FIG 23: Variación temporal de hierro
FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros
FIG 25: Evolución de macronutrientes
FIG 26: Evolución de micronutrientes
FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica
FIG 28: Fases fenológicas. Inicio de fase
FIG 29: Fases fenológicas
FIG 30: Crecimiento diametral anual
FIG 31: Principales variables meteorológicas
FIG 32: Índices de Área Foliar
FIG 33: Fotos hemisféricas

1. Situación de la parcela.

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

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
25 Ph	<i>Pinus halepensis</i>	Alicante	Tibi	02/09/1994	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+38°31'00"	+00°37'00"	706.000	4.266.000	760	38	Noreste	La Umbría de Petrel

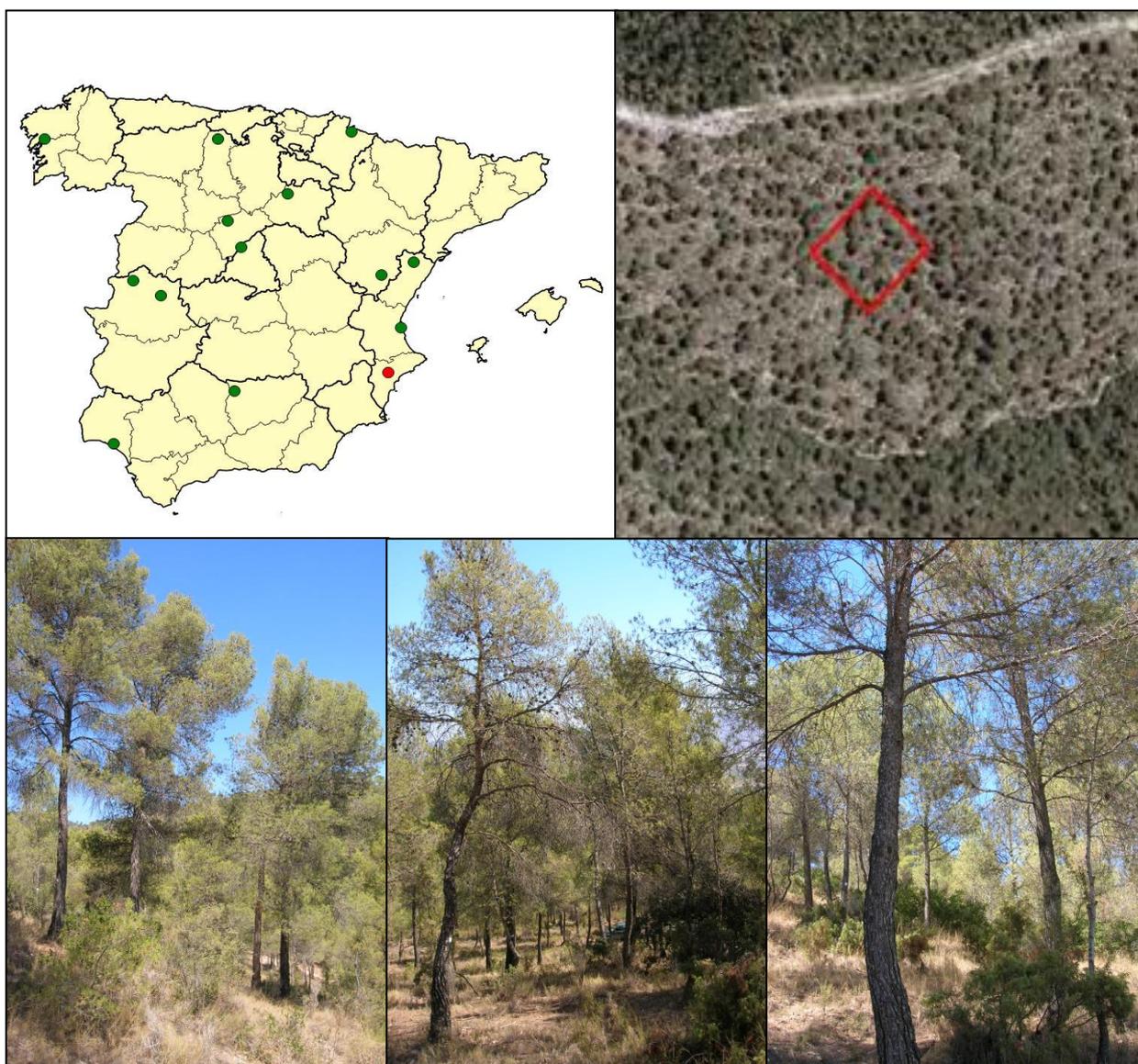


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 25Ph

2. Caracterización de la parcela.

2.1. Climatología.

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

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

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
T(°C)	6,3	7,3	9,4	11,6	15,7	18,8	23,3	23	20	14,2	10,1	7,1	13,9
P(mm)	45	35	41	50	46	32	9	13	31	61	41	58	461
T. Media Máximas Mes más Cálido							30,2						
	2,3	T. Media Mínimas Mes más Frío											

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un IV3 *Mediterráneo genuino*.

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

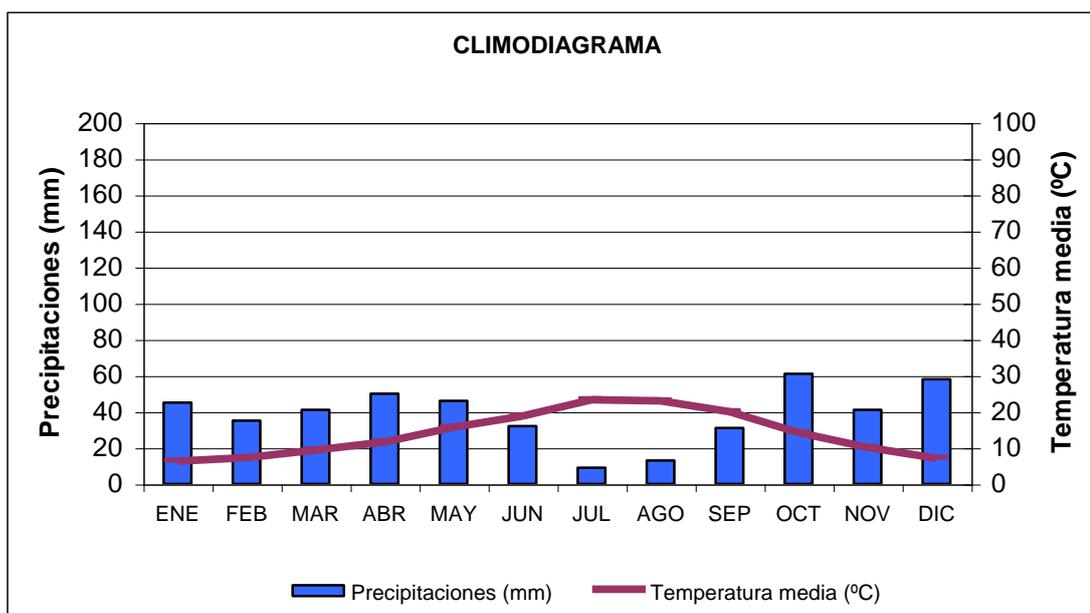


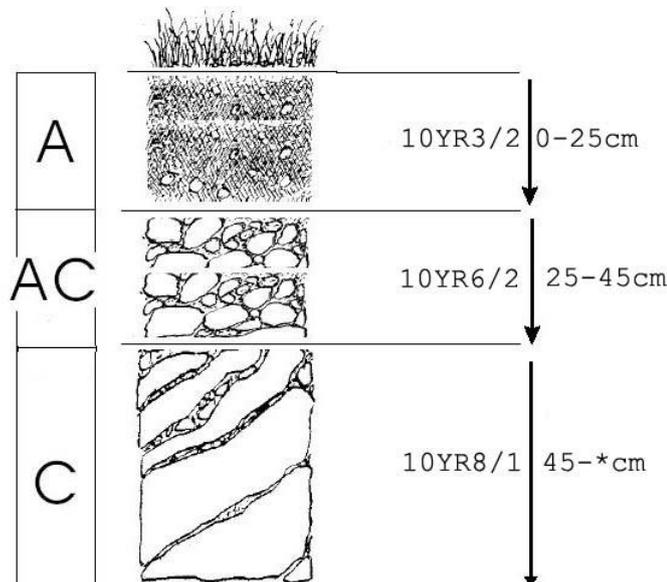
FIG 2: Climodiagrama de la parcela.

2.2. Geología y Suelos.

Litología: caliza común, margosa, blanca y fétida.

Edafología: Leptosol rendzínico.

Zona árida sobre calizas, con abundante pedregosidad presenta un suelo poco profundo y muy poco evolucionado por la presencia de carbonato cálcico. Llama la atención la abundancia de musgo en la superficie del suelo, quizá es debido al buzamiento de las calizas, por lo que el agua, antes de infiltrarse, puede correr subsuperficialmente por la ladera.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-25	Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 3/2) en seco y bastante humífero; grumoso, migajoso; franco; raíces muy abundantes finas y medias; límite neto.
AC	25-45	Gris pardusco claro (10 YR 6/2) en seco; grumoso; limoso; mas del 70 % de pedregosidad, refugándose la tierra de A en los intersticios; raíces frecuentes medias y gruesas; límite difuso.
C	45- *	Blanco (10 YR 8/1) en seco; particular; limoso; mas del 90 % de pedregosidad; sin raíces.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: El estrato arbóreo corresponde a un pinar de pino carrasco (*Pinus halepensis*) procedente de repoblación, ya maduro y en el que se han efectuado entresacas. El subvuelo corresponde a un matorral salpicado sobre un herbazal alto y denso de *gramíneas*.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

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

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

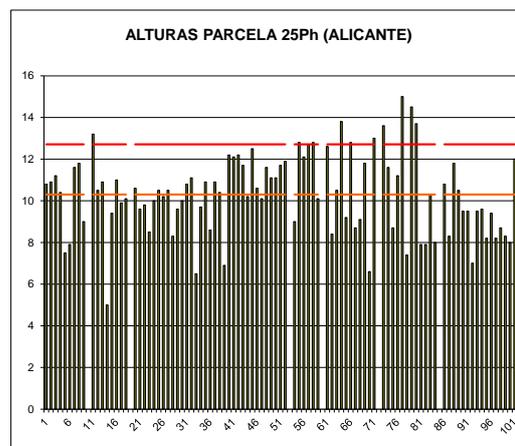
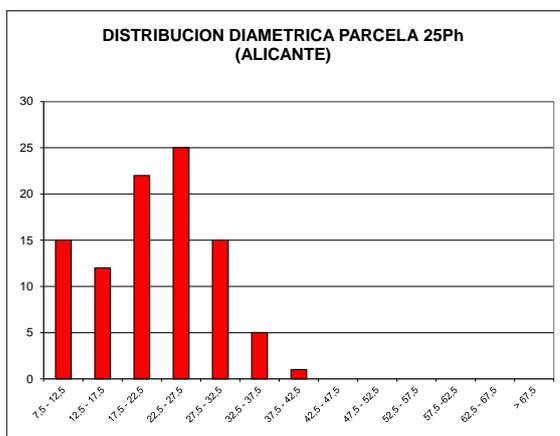
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 22 b, Serie mesomediterránea castellano-aragonesa seca basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*). Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum.

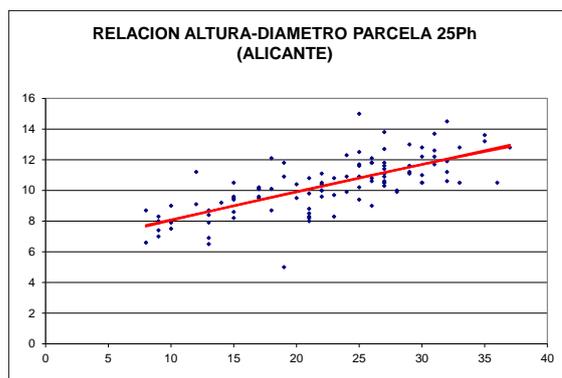
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

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

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

Parcela	Area ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad años	D med (cm)	AB m ² /ha	D m c cm	Alt m m	Alt do m	Exist m ³ cc
25 Ph	0,2500	95	380	95	0	7	41-60	21,80	15,92	23,09	10,30	12,06	15,60





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5	15	60	8,06	80,65	0,33	1,33
12,5 - 17,5	12	48	9,05	60,31	0,73	2,94
17,5 - 22,5	22	88	9,97	49,87	2,59	10,34
22,5 - 27,5	25	100	10,85	43,39	4,98	19,92
27,5 - 32,5	15	60	11,66	38,88	4,48	17,94
32,5 - 37,5	5	20	12,43	35,51	2,04	8,15
37,5 - 42,5	1	4	13,13	32,84	0,45	1,80
42,5 - 47,5						
47,5 - 52,5						
52,5 - 57,5						
57,5 - 62,5						
62,5 - 67,5						
> 62,5						
TOTAL	95	380			15,60	62,41

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

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un estado fitosanitario mediocre, con una defoliación media del 26,79% en el umbral superior de la clase de daños ligeros, categoría en la que se han calificado cerca del 75% de los pies, en lo que supone un ligero empeoramiento con respecto a la pasada revisión, con un incremento del parámetro inferior a un punto porcentual, fuera así del umbral de cinco que supone una variación estadísticamente significativa, de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales, siendo lo más destacable el aumento de los pies calificados con daños graves.

Atendiendo a la serie histórica de datos, y en contraposición con la situación estable que venía observándose en el periodo 2007-2010, se advierte que empieza a superarse el episodio de decaimiento observado en 2014-2017, similar a los de 2005-2006 y 1995-1997, seguramente debido a una mejora de las condiciones climáticas; habiéndose apuntado a la sequía como uno de los factores más desestabilizadores de la masa, en una zona de bajas precipitaciones y situada en un terreno en fuerte pendiente y de naturaleza pedregosa que no favorece la retención de agua. Se mantiene así un comportamiento bastante estable a lo largo de los últimos cuatro años, si bien con un ligero pero constante incremento de los pies calificados con daño moderado o grave.

Se reducen asimismo las decoloraciones observadas sobre el arbolado muestra, presentes de forma ligera en unos pocos pies salpicados, sin mayor trascendencia, pero ligadas en general a defoliaciones superiores.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

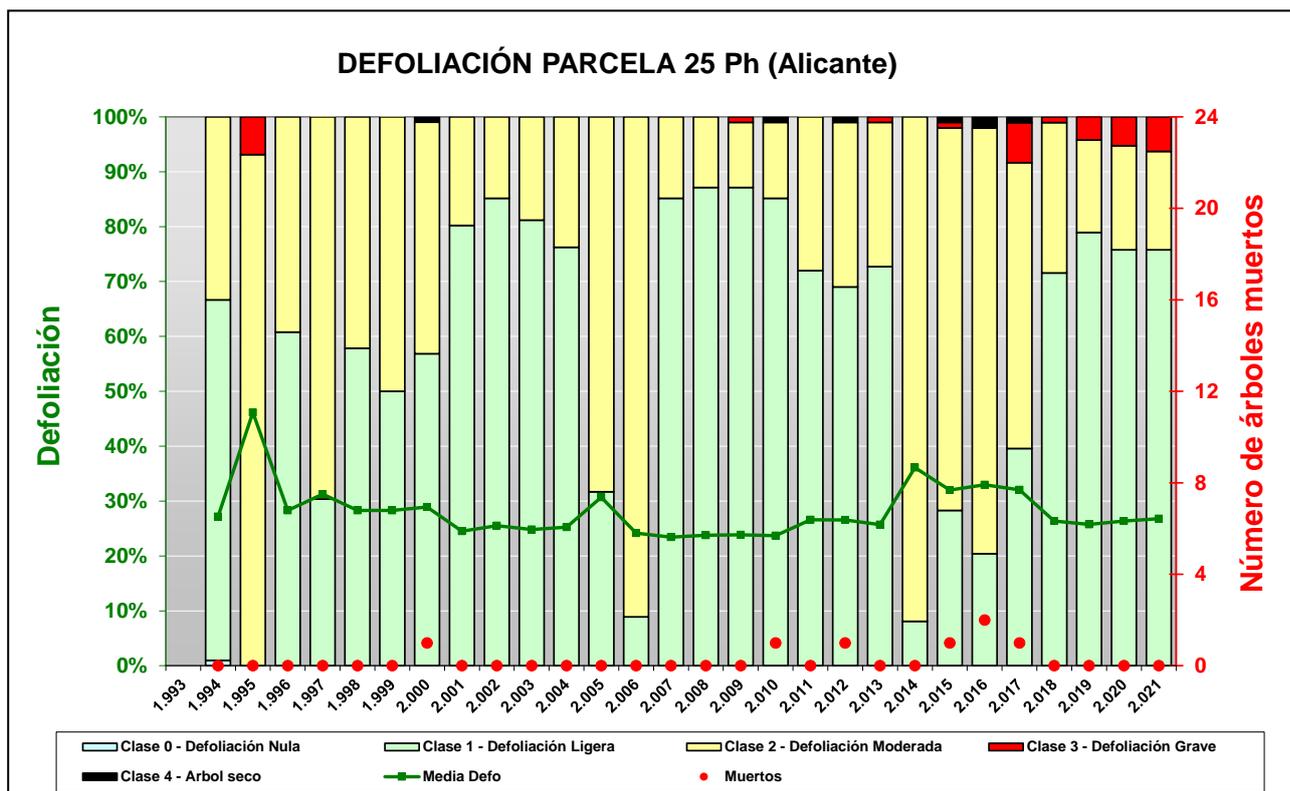


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15% , 25% y 35%

3.2. Daños forestales.

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

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

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
INSECTOS												
Defoliadores	21	1,00	84	22,11	20,48	0,05	-6,31	-0,01	25,10	10,63	3,30	0,33
Acíc. antiguas	20	1,00	80	21,05	20,25	0,00	-6,54	-0,06	24,90	10,60	3,10	0,30
<i>Brachyderes suturalis</i>	1	1,00	4	1,05	25,00	1,00	-1,79	0,94	29,00	11,20	7,20	0,90
Acíc. antiguas	1	1,00	4	1,05	25,00	1,00	-1,79	0,94	29,00	11,20	7,20	0,90
Perforadores	4	1,00	16	4,21	21,25	0,25	-5,54	0,19	22,75	10,95	0,95	0,65
<i>Tomicus destruens</i>	4	1,00	16	4,21	21,25	0,25	-5,54	0,19	22,75	10,95	0,95	0,65
Brotos del año	4	1,00	16	4,21	21,25	0,25	-5,54	0,19	22,75	10,95	0,95	0,65
Chupadores	14	1,00	56	14,74	20,00	0,07	-6,79	0,01	24,07	10,94	2,27	0,63
Acíc. antiguas	14	1,00	56	14,74	20,00	0,07	-6,79	0,01	24,07	10,94	2,27	0,63
Minadores	21	1,00	84	22,11	21,67	0,10	-5,12	0,04	24,05	11,18	2,25	0,88
Acíc. antiguas	21	1,00	84	22,11	21,67	0,10	-5,12	0,04	24,05	11,18	2,25	0,88
AG.ABIÓTICOS												
Calor	81	1,36	324	85,26	21,98	0,07	-4,81	0,01	23,59	10,77	1,79	0,47
Acíc. antiguas	81	1,36	324	85,26	21,98	0,07	-4,81	0,01	23,59	10,77	1,79	0,47
Viento/Tornado	9	1,00	36	9,47	20,00	0,00	-6,79	-0,06	26,11	11,98	4,31	1,68
Ramillos <2 cm	7	1,00	28	7,37	19,29	0,00	-7,50	-0,06	27,00	11,71	5,20	1,41
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	2,11	22,50	0,00	-4,29	-0,06	23,00	12,90	1,20	2,60
OTROS DAÑOS												
Falta luz	53	2,19	212	55,79	29,91	0,04	3,12	-0,02	20,02	10,04	-1,78	-0,27
Acíc. antiguas	1	1,00	4	1,05	35,00	0,00	8,21	-0,06	8,00	7,00	-13,80	-3,30
Acíc. todas edades	10	3,40	40	10,53	45,50	0,00	18,71	-0,06	9,10	8,14	-12,70	-2,16
Ramillos <2 cm	39	1,72	156	41,05	22,18	0,05	-4,61	-0,01	23,59	10,90	1,79	0,60
Ramas tam. variable	3	4,67	12	3,16	76,67	0,00	49,88	-0,06	14,00	6,13	-7,80	-4,17
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	69	1,33	276	72,63	24,35	0,10	-2,44	0,04	24,10	10,52	2,30	0,22
Acíc. del año	1	3,00	4	1,05	70,00	0,00	43,21	-0,06	20,00	8,20	-1,80	-2,10
Acíc. antiguas	1	3,00	4	1,05	40,00	0,00	13,21	-0,06	12,00	9,10	-9,80	-1,20
Brotos del año	47	1,00	188	49,47	22,13	0,11	-4,66	0,05	24,04	10,70	2,24	0,39
Ramillos <2 cm	6	1,33	24	6,32	30,00	0,17	3,21	0,11	26,00	10,22	4,20	-0,08
Tronco	9	2,22	36	9,47	27,22	0,11	0,43	0,05	23,56	9,80	1,76	-0,50
Tronco completo	5	2,20	20	5,26	21,00	0,00	-5,79	-0,06	26,60	11,24	4,80	0,94

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificables, destaca en primer lugar la presencia de **defoliadores** de tipo braquiderino, dando daños en forma de diente de sierra sobre los bordes de las acículas de mayor edad, en un nivel superior al observado el año pasado y sin demasiada trascendencia fitosanitaria, mientras que la presencia de insectos perforadores se reduce apreciablemente con respecto al año anterior, destacando la presencia de ramillos terminales atabacados debidos a la alimentación de maduración del escolítico *Tomicus destruens* de quien se ven también los típicos penachos caídos por el suelo y perforados

en su base, no asociados a daños forestales de consideración pues no se han observado colonizaciones larvarias en pies previamente debilitados, sobre los que el insecto se reproduce causando la muerte por anillamiento del sistema conductor del hospedante, cuando adquiere carácter de patógeno primario. Pese a ello cabe destacar la presencia de una población potencialmente peligrosa que en condiciones favorables puede llegar a expandirse suponiendo un problema para la masa. Se observan también las habituales punteaduras amarillentas en acículas de mayor edad debidas a la acción de insectos **chupadores** en aparente expansión respecto al año anterior, causadas por la entrada del aparato suctor del insecto, y que suelen quedar taponadas por un pequeño grumo de resina apreciable al tacto; aunque sin mayor trascendencia fitosanitaria.

De entre los agentes abióticos, destacan los efectos de las altas temperaturas de comienzos de agosto, afectando a casi todos los pies evaluados y manifestándose como decoloraciones amarillentas de las acículas de mayor edad, que acaba acelerando los procesos de pérdida de acícula estivales de los pinos. Con una precipitación total de 353 mm, próxima a la media de la obtenida en la parcela desde su replanteo, no se advierten en la presente revisión daños por sequía, relativamente frecuentes en alguna de las revisiones previas, y que se ven ampliados por la posición de la parcela en un terreno de fuerte pendiente y abundante pedregosidad, condiciones estas que no favorecen la infiltración de agua en el terreno, en una zona de marcado clima mediterráneo, caracterizada por las precipitaciones erráticas y abundantes. Al igual que en la revisión del año previo, la mitad de la precipitación del año se ha obtenido durante la primavera, en pleno desarrollo vegetativo del arbolado, lo que ha favorecido su desarrollo y vigor fitosanitario. No se advierten así los fenómenos de microfilia en las acículas del año que caracterizan a la sequía en este pinar.

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

Se advierten también daños salpicados por alguna tormenta dando roturas en algunas de las ramas, daños por **falta de luz** o **competencia** en buena parte de los pies, lógicos en una parcela con una densidad de masa de 400 pies/ha, sobre árboles inferiores al vuelo medio y que en determinadas condiciones pueden ocasionar daños de consideración al pie afectado, sobre todo cuando queda afectada la guía principal de la copa, responsable del desarrollo del árbol. No debe olvidarse tampoco que esta debilidad puede favorecer la colonización de los pies afectados por escolítidos o perforadores oportunistas que acaben por rematar a los árboles afectados, como ha ocurrido en la propia parcela en anteriores revisiones, uniéndose a la debilidad ya causada por las condiciones climáticas.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se advierte algún apelonamiento o glomérulo de acículas en posición distal de los ramillos, algún **puntisecado** de ramillas y **aborto** de brotes, en los que tras la elongación de la metida no han llegado a emerger las acículas, junto con unas pocas **resinosis** en los troncos y **descortezamientos o malformaciones** en la corteza en la base de algunos pies; ya observados en anteriores revisiones y sin mayor trascendencia fitosanitaria, junto con alguna tumoración ya advertida hace algunos años, no asociadas a daños forestales de consideración.

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

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

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
HOJAS/ACÍCULAS												
Acíc. del año	1	3,00	4	1,05	70,00	0,00	43,21	-0,06	20,00	8,20	-1,80	-2,10
Microfilia	1	3,00	4	1,05	70,00	0,00	43,21	-0,06	20,00	8,20	-1,80	-2,10
Acíc. antiguas	139	1,22	556	100,00	21,73	0,07	-5,06	0,01	23,74	10,79	1,94	0,49
Comidos/perdidos	44	1,05	176	46,32	21,82	0,07	-4,97	0,01	23,91	10,77	2,11	0,47
Agujeros/Parc. comidas	4	1,00	16	4,21	21,25	0,25	-5,54	0,19	25,00	10,70	3,20	0,40
Muestras	17	1,00	68	17,89	20,29	0,00	-6,50	-0,06	25,12	10,61	3,32	0,31
Minadas	21	1,00	84	22,11	21,67	0,10	-5,12	0,04	24,05	11,18	2,25	0,88
Caída prematura	2	2,00	8	2,11	37,50	0,00	10,71	-0,06	10,00	8,05	-11,80	-2,25
Dec. Verde-amarillo	95	1,31	380	100,00	21,68	0,07	-5,11	0,01	23,66	10,79	1,86	0,49
Completa	81	1,36	324	85,26	21,98	0,07	-4,81	0,01	23,59	10,77	1,79	0,47
Punteado	14	1,00	56	14,74	20,00	0,07	-6,79	0,01	24,07	10,94	2,27	0,63
Acíc. todas edades	10	3,40	40	10,53	45,50	0,00	18,71	-0,06	9,10	8,14	-12,70	-2,16
Comidos/perdidos	10	3,40	40	10,53	45,50	0,00	18,71	-0,06	9,10	8,14	-12,70	-2,16
Caída prematura	10	3,40	40	10,53	45,50	0,00	18,71	-0,06	9,10	8,14	-12,70	-2,16
RAMAS/BROTES												
Brotos del año	51	1,00	204	53,68	22,06	0,12	-4,73	0,06	23,94	10,72	2,14	0,41
Muerto/moribundo	42	1,00	168	44,21	22,62	0,14	-4,17	0,08	23,24	10,54	1,44	0,24
Aborto	9	1,00	36	9,47	19,44	0,00	-7,35	-0,06	27,22	11,54	5,42	1,24
Ramillos <2 cm	52	1,58	208	54,74	22,69	0,06	-4,10	0,00	24,33	10,93	2,53	0,63
Deformaciones	2	1,00	8	2,11	25,00	0,50	-1,79	0,44	28,00	10,90	6,20	0,60
Tumores	1	1,00	4	1,05	25,00	1,00	-1,79	0,94	29,00	11,20	7,20	0,90
Escobas de bruja	1	1,00	4	1,05	25,00	0,00	-1,79	-0,06	27,00	10,60	5,20	0,30
Rotura	7	1,00	28	7,37	19,29	0,00	-7,50	-0,06	27,00	11,71	5,20	1,41
Muerto/moribundo	43	1,70	172	45,26	23,14	0,05	-3,65	-0,01	23,72	10,80	1,92	0,50
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	2,11	22,50	0,00	-4,29	-0,06	23,00	12,90	1,20	2,60
Rotura	2	1,00	8	2,11	22,50	0,00	-4,29	-0,06	23,00	12,90	1,20	2,60
Ramas tam. variable	3	4,67	12	3,16	76,67	0,00	49,88	-0,06	14,00	6,13	-7,80	-4,17
Muerto/moribundo	3	4,67	12	3,16	76,67	0,00	49,88	-0,06	14,00	6,13	-7,80	-4,17
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco	9	2,22	36	9,47	27,22	0,11	0,43	0,05	23,56	9,80	1,76	-0,50
Deformaciones	2	1,00	8	2,11	22,50	0,00	-4,29	-0,06	26,00	10,55	4,20	0,25
Tumores	2	1,00	8	2,11	22,50	0,00	-4,29	-0,06	26,00	10,55	4,20	0,25
Heridas	5	3,20	20	5,26	21,00	0,20	-5,79	0,14	23,40	10,10	1,60	-0,20
Descortezamientos	5	3,20	20	5,26	21,00	0,20	-5,79	0,14	23,40	10,10	1,60	-0,20
Resinosis	2	1,00	8	2,11	47,50	0,00	20,71	-0,06	21,50	8,30	-0,30	-2,00
Tronco completo	5	2,20	20	5,26	21,00	0,00	-5,79	-0,06	26,60	11,24	4,80	0,94
Heridas	5	2,20	20	5,26	21,00	0,00	-5,79	-0,06	26,60	11,24	4,80	0,94
Descortezamientos	5	2,20	20	5,26	21,00	0,00	-5,79	-0,06	26,60	11,24	4,80	0,94

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.

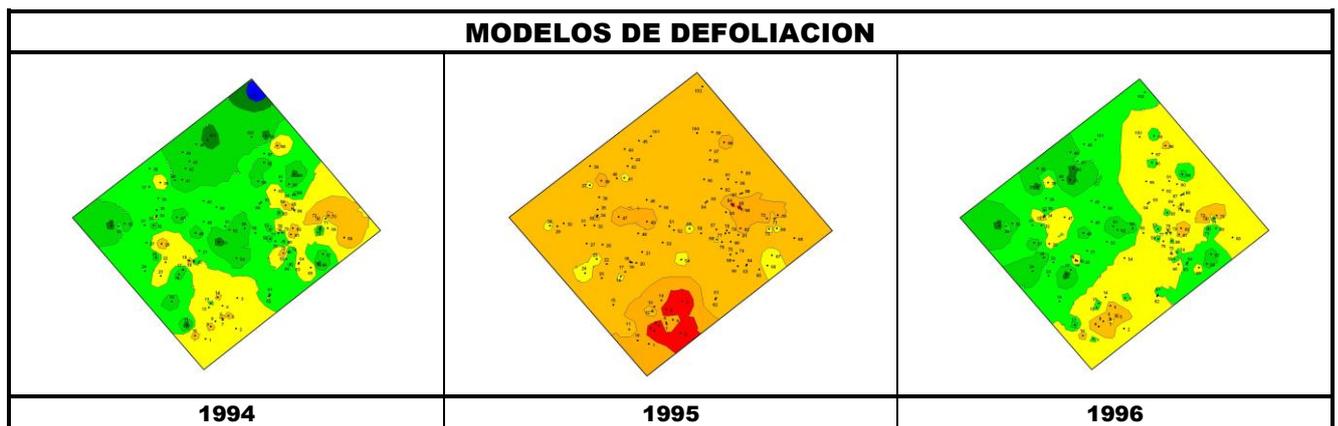
	N par	Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Minadores	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	1								
Microfilia	1								
Acíc. antiguas	139	21	100,00			14	100,00	21	100,00
Comidos/perdidos	44	21	100,00					21	100,00
Agujeros/Parc. comidas	4	4	19,05						
Muestras	17	17	80,95						
Minadas	21							21	100,00
Caída prematura	2								
Dec. Verde-amarillo	95					14	100,00		
Completa	81								
Punteado	14					14	100,00		
Acíc. todas edades	10								
Comidos/perdidos	10								
Caída prematura	10								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	51			4	100,00				
Muerto/moribundo	42			4	100,00				
Aborto	9								
Ramillos <2 cm	52								
Deformaciones	2								
Tumores	1								
Escobas de bruja	1								
Rotura	7								
Muerto/moribundo	43								
Ramas 2-10 cm	2								
Rotura	2								
Ramas tam. variable	3								
Muerto/moribundo	3								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco	9								
Deformaciones	2								
Tumores	2								
Heridas	5								
Descortezamientos	5								
Resinosis	2								
Tronco completo	5								
Heridas	5								
Descortezamientos	5								

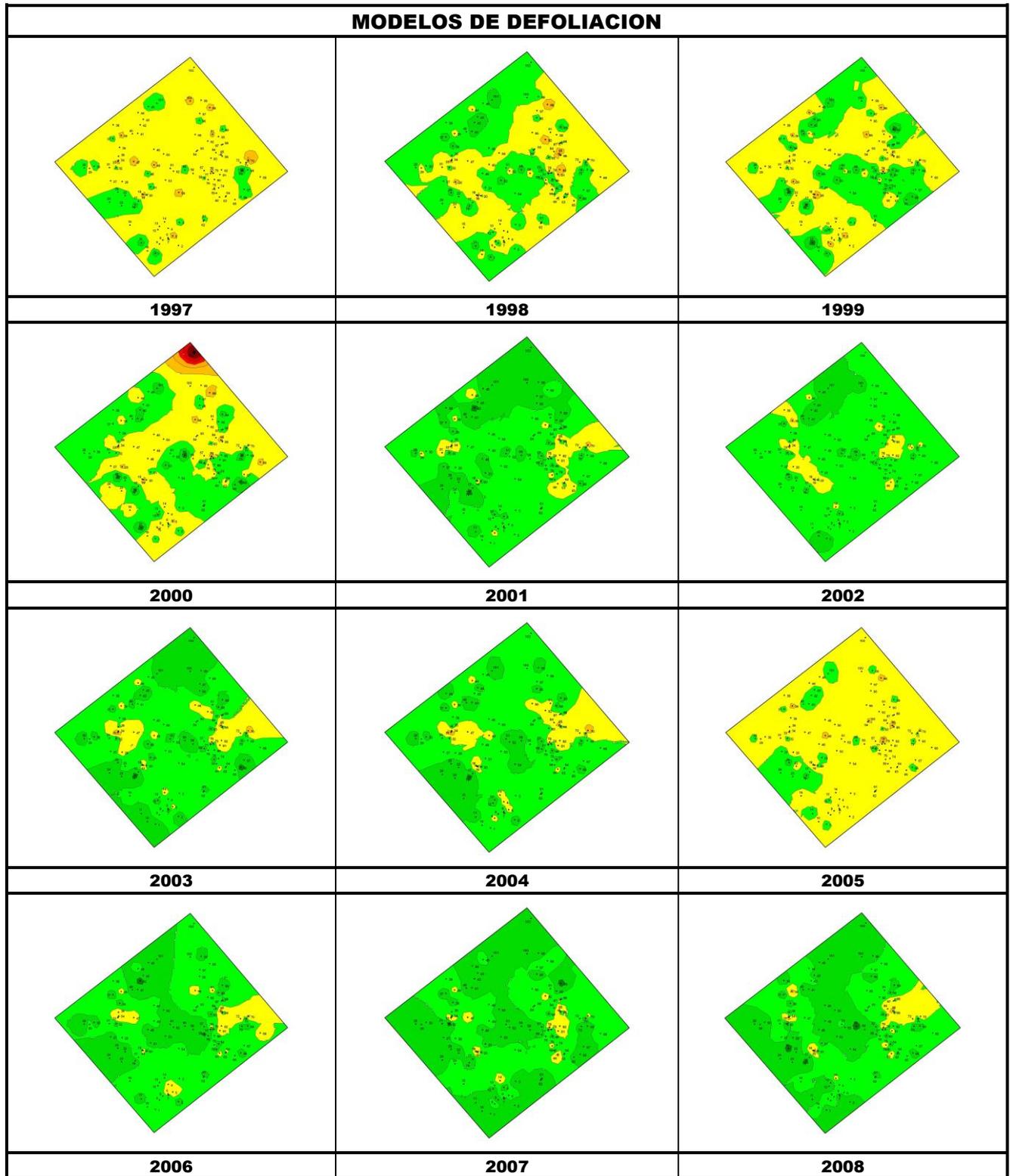
	N par	Calor		Viento/Tornado		Falta luz		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	1							1	1,45
Microfilia	1							1	1,45
Acíc. antiguas	139	81	100,00			1	1,89	1	1,45
Comidos/perdidos	44					1	1,89	1	1,45

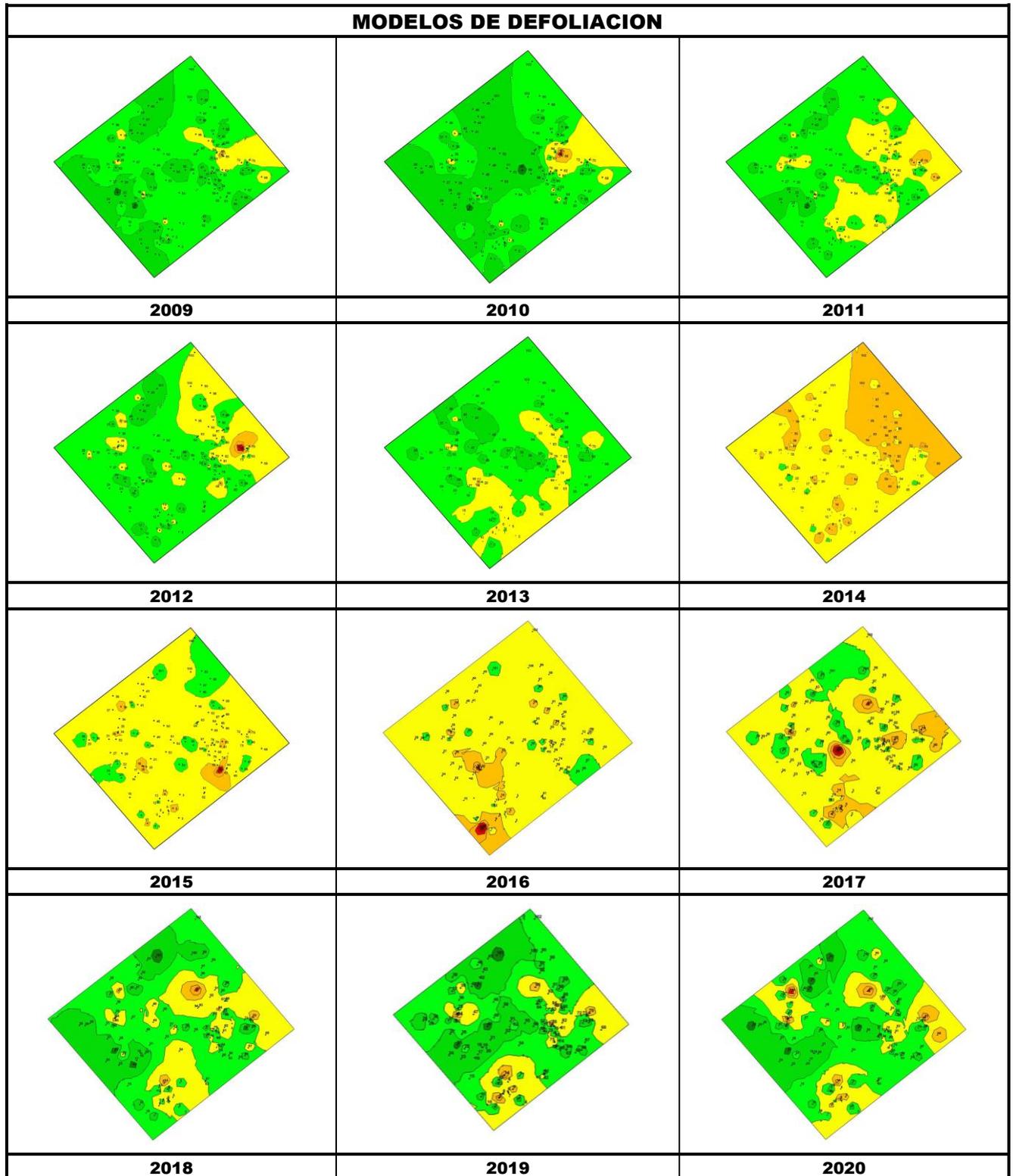
	N par	Calor		Viento/Tornado		Falta luz		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Agujeros/Parc. comidas	4								
Muecas	17								
Minadas	21								
Caída prematura	2					1	1,89	1	1,45
Dec. Verde-amarillo	95	81	100,00						
Completa	81	81	100,00						
Punteado	14								
Acíc. todas edades	10					10	18,87		
Comidos/perdidos	10					10	18,87		
Caída prematura	10					10	18,87		
RAMAS/BROTES									
Brotos del año	51							47	68,12
Muerto/moribundo	42							38	55,07
Aborto	9							9	13,04
Ramillos <2 cm	52			7	77,78	39	73,58	6	8,70
Deformaciones	2							2	2,90
Tumores	1							1	1,45
Escobas de bruja	1							1	1,45
Rotura	7			7	77,78				
Muerto/moribundo	43					39	73,58	4	5,80
Ramas 2-10 cm	2			2	22,22				
Rotura	2			2	22,22				
Ramas tam. variable	3					3	5,66		
Muerto/moribundo	3					3	5,66		
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco	9							9	13,04
Deformaciones	2							2	2,90
Tumores	2							2	2,90
Heridas	5							5	7,25
Descortezamientos	5							5	7,25
Resinosis	2							2	2,90
Tronco completo	5							5	7,25
Heridas	5							5	7,25
Descortezamientos	5							5	7,25

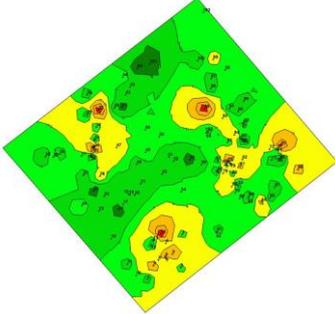


FIG 6: Decoloración de las acículas de mayor edad. Escoba de bruja. Daños en coscojas. Orobancha







MODELOS DE DEFOLIACION		
		
2021		

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Instrumentación.

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

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

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Meteorología	Torre meteorológica		1	1997	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		-		
Trascolación	Acumuladores	6		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	-			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2000	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		1999	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		1998	Quincenal/Mensual



FIG 7: Parcela exterior, torre meteorológica y captadores. Parcela interior, acumuladores de deposición y captador de desfronde. Dosímetros pasivos

5. Deposición atmosférica.

La **deposición atmosférica** es un conjunto de procesos que conducen al depósito de materiales ajenos (a través de hidrometeoros, aerosoles o movimientos de gases) sobre la superficie descubierta del suelo o sobre la superficie exterior de árboles y plantas (troncos, ramas y hojas). La deposición depende de la concentración de contaminantes en una estación y momento determinados, lo que a su vez es función de la situación y actividad de las fuentes de emisión (grandes núcleos urbanos o industrias) así como de las condiciones atmosféricas, que determinan no sólo el movimiento de los contaminantes sino la reactividad entre los mismos.

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

- ✓ **Deposición seca:** depósito directo de los contaminantes sobre la superficie del suelo, el agua y la vegetación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas próximas a los focos de emisión.
- ✓ **Deposición húmeda:** depósito arrastrado hacia el ecosistema por la lluvia o la nieve. Previa unión de los contaminantes a las nubes o gotas de precipitación. Es el tipo de deposición más abundante en las zonas alejadas de los focos de emisión.
- ✓ **Deposición por nubes, niebla y oculta:** la vegetación intercepta directamente el agua y los contaminantes de las nubes, niebla, rocío y escarcha.

Para desarrollar un programa de seguimiento de los efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud de los bosques, uno de los objetivos principales del programa, es necesario disponer de una estimación de la cantidad de contaminantes que entran periódicamente por unidad de superficie. Como sistema de medición más económico y eficaz se ha desarrollado el **método de trascolación**, empleado en todo el sistema ICP-Forests, que permite la estimación de las deposiciones total y seca, el cálculo de la deposición húmeda y la caracterización de los procesos de interacción entre los contaminantes que tienen lugar dentro del arbolado.

Para caracterizar la deposición se toman como vías de entrada al ecosistema:

- ✓ **Precipitación en campo abierto:** denominada también precipitación incidente o *bulk deposition*, que llega al suelo directamente desde el cielo, sin atravesar el dosel arbóreo y que se corresponde con la deposición húmeda
- ✓ **Precipitación bajo dosel arbóreo:** denominada también trascolación o *throughfall* en la que se recoge el agua que llega al suelo tras atravesar el follaje de la masa forestal, tras mojar la superficie de las copas e interactuar con ellas, arrastrando parte de la deposición seca previamente caída, así como la precipitación húmeda.

La toma de muestras se hace en una batería de colectores normalizados situados a campo abierto y bajo cubierta arbórea y se analizan en una serie de laboratorios de referencia convenientemente intercalibrados entre sí, a través de un exhaustivo sistema de control y aseguramiento de calidad, de forma que resulten intercomparables y coherentes entre sí los resultados obtenidos en los países integrantes del programa. Para el cálculo de la deposición hay que tener en cuenta tanto la cantidad de precipitación al ecosistema como la concentración de los diferentes solutos en la misma.

Como variables de medición de la deposición, el manual considera los siguientes parámetros:

TABLA 9: parámetros descriptores de la deposición atmosférica en los ecosistemas forestales del Programa ICP-Forests.

Variable	Descripción	Valores de referencia RTSAP (*)
pH	Medida de la acidez o basicidad. Se considera lluvia ácida con valores $\leq 5,65$.	6,5 – 9,5
Conductividad	Índice de la presencia general de solutos en el agua.	$\leq 2.500 \mu\text{S/cm}$
Calcio	Elementos que se encuentran en el agua de lluvia debido fundamentalmente a su origen terrígeno, al formar parte de la mayoría de los suelos, especialmente en zonas de terreno calizo.	n.d
Magnesio		n.d
Potasio		n.d
Sodio	Elementos de origen marino, dependiendo su presencia de la distancia a la línea de costa. Papel tóxico en la vegetación	200 mg/l
Cloro		250 mg/l
Amonio	Procede de emisiones contaminantes a la atmósfera fundamentalmente de actividades agrícolas o ganaderas. Papel en la acidificación de los suelos.	0,50 mg/l
Nitratos	Producidos por la actividad industrial, doméstica y de transporte, ligados a procesos de combustión y responsables de la acidificación de la deposición que llega a los ecosistemas forestales. Papel precursor (N) en la formación de ozono, contaminante secundario en forma de aerosol.	50 mg/l
Sulfatos		250 mg/l
Alcalinidad	Capacidad para neutralizar los ácidos disueltos	
Nitrógeno total	Nitrógeno total disuelto presente en la deposición	
Carbono orgánico disuelto	Carbono presente en la muestra procedente de materia orgánica	
Aluminio	Metales pesados	0,2 mg/l
Manganeso		0,05 mg/l
Hierro		0,2 mg/l

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

Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 25Ph, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

De cada parámetro se da el comportamiento del parámetro, la diferencia existente entre trascolación (bajo cubierta arbórea) y precipitación incidente (a campo abierto), lo que da idea tanto del papel del arbolado como sumidero como de la incidencia de la deposición seca, así como la distribución por trimestres de cada deposición, con objeto de caracterizar una posible tendencia temporal en el aporte de polutentes al ecosistema.

5.1. pH.

TABLA 10: Caracterización pH. Media anual ponderada por volumen (en rojo valores anuales $< 5,65$), porcentaje de muestreos en los que se ha obtenido $\text{pH} < 5,65$ (lluvia ácida), precipitación anual y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	6,34	9,09	305	6,53	0,00	352	5,89	6,23
1998	6,22	10,00	204	6,36	0,00	242	5,78	6,12
1999	6,70	0,00	241	6,78	0,00	300	6,16	6,33

25 Ph (ALICANTE)

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2000	6,61	0,00	216	6,60	0,00	278	6,06	6,27
2001	6,10	16,67	347	6,05	16,67	424	5,76	5,88
2002	6,86	0,00	279	7,03	0,00	346	6,39	6,53
2003	6,18	0,00	369	6,35	0,00	396	6,07	6,14
2004	6,55	0,00	312	6,55	0,00	392	5,99	6,00
2005	6,50	0,00	128	6,59	0,00	148	5,96	5,93
2006	6,36	7,69	339	6,44	7,14	406	6,08	6,01
2007	6,43	0,00	468	6,19	6,67	529	5,98	5,72
2008	6,56	0,00	350	6,58	0,00	389	6,12	5,97
2009	6,51	0,00	407	6,28	0,00	531	6,10	6,07
2010	6,56	0,00	381	6,68	0,00	493	6,22	6,19
2011	6,51	0,00	304	6,45	0,00	402	6,06	6,02
2012	6,46	0,00	107	6,29	16,67	150	5,96	5,98
2014	6,54	0,00	205	6,64	0,00	226	6,17	6,20
2015	6,59	0,00	287	6,53	0,00	328	6,08	6,18
2016	6,54	0,00	280	6,50	10,00	362	6,16	6,12
2017	6,48	0,00	288	6,45	0,00	359	6,09	6,10
2018	6,38	0,00	303	6,36	0,00	389	5,89	5,94
2019	6,60	0,00	341	6,68	0,00	445	5,99	6,04
2020	6,77	0,00	341	6,75	0,00	378	6,17	6,17
Media	6,49	1,89	296	6,51	2,48	359	6,05	6,09

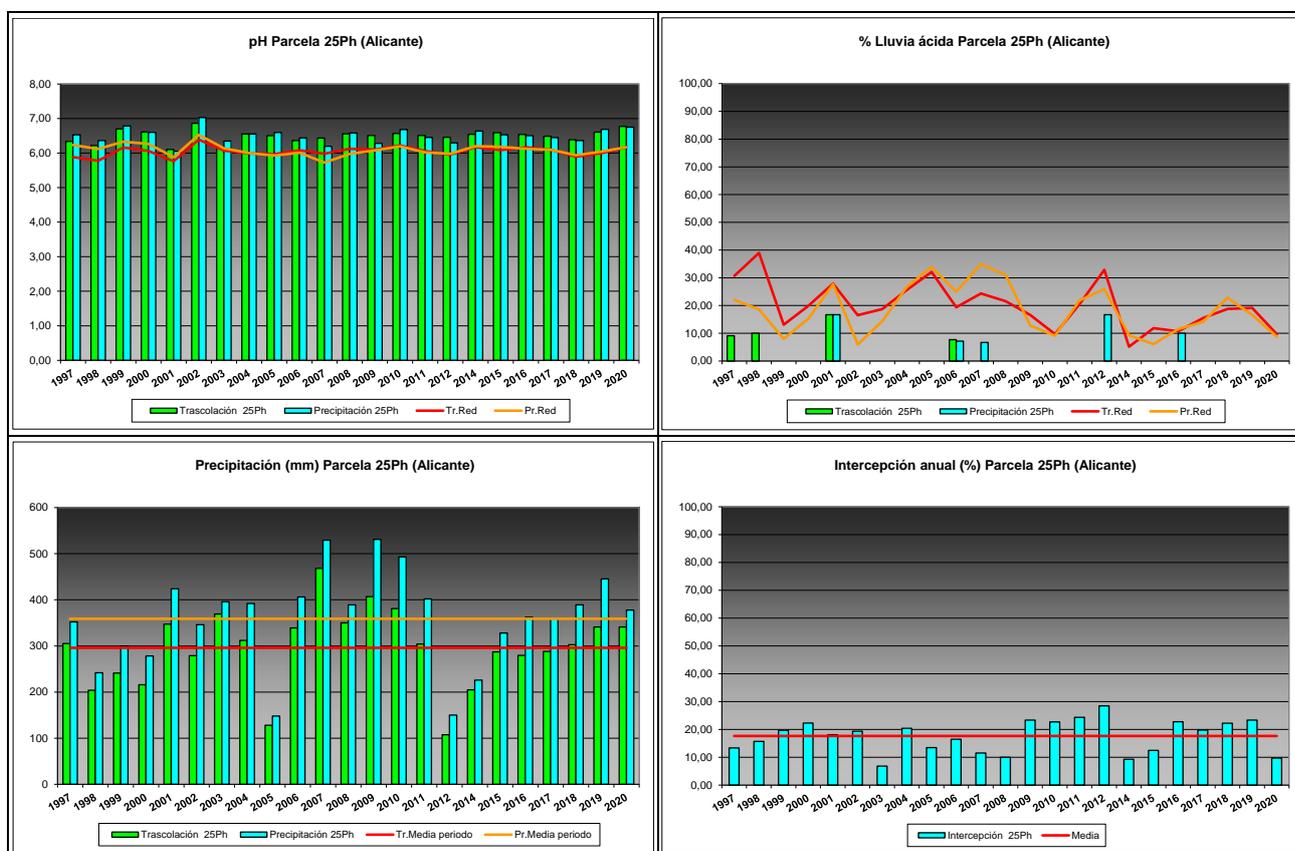


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	40,08		305	22,78		352	25,52	22,05
1998	49,60		204	20,40		242	29,37	22,53
1999	67,58		241	27,51		300	33,18	19,89
2000	76,68		216	33,85		278	35,34	22,06
2001	40,43		347	18,34		424	27,99	15,78
2002	102,53		279	47,82		346	48,98	30,11
2003	67,42		369	37,11		396	45,96	25,07
2004	85,19		312	48,13		392	62,42	37,00
2005	112,37		128	45,76		148	65,42	30,19
2006	80,44		339	42,24		406	61,52	28,60
2007	62,35		468	34,43		529	49,85	28,88
2008	81,67		350	47,29		389	46,65	22,88
2009	58,95		407	21,91		531	49,43	20,10
2010	53,03		381	19,84		493	44,44	15,09
2011	67,42		304	23,47		402	51,36	19,04
2012	62,80		107	20,74		150	53,38	20,50
2014	87,83		205	19,92		226	33,76	15,23
2015	56,63		287	36,48		328	45,28	18,25
2016	48,60		280	17,71		362	47,39	15,22
2017	52,40		288	19,42		359	56,13	18,87
2018	67,32		303	21,77		389	38,75	16,20
2019	75,12		341	43,26		445	74,16	28,49
2020	69,50		341	31,01		378	46,43	20,40
Media	68,08		296	30,49		359	46,64	22,28

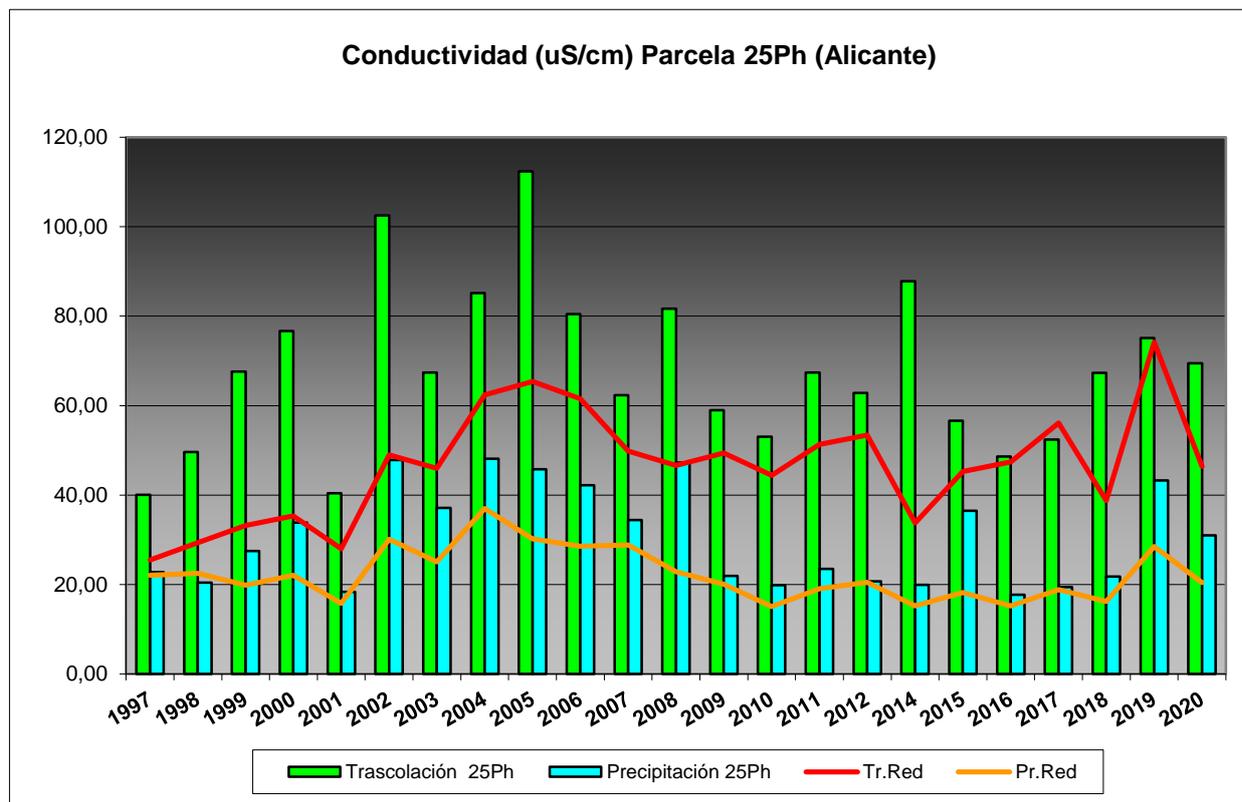


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

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	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	0,91	2,78	305	0,36	1,28	352	1,50	7,33	5,18
1998	4,55	9,28	204	3,12	7,56	242	1,73	19,45	13,28
1999	3,34	8,05	241	2,45	7,35	300	0,70	17,99	11,86
2000	3,26	7,04	216	1,84	5,13	278	1,92	22,33	15,28
2001	1,43	4,95	347	0,79	3,34	424	1,61	16,00	9,92
2002	4,55	12,70	279	0,97	3,36	346	9,34	19,36	7,73
2003	1,96	7,22	369	0,36	1,44	396	5,78	12,93	3,83
2004	1,23	3,84	312	1,29	5,06	392	-1,22	16,14	4,88
2005	4,08	5,22	128	2,56	3,78	148	1,44	12,47	5,15
2006	2,43	8,24	339	2,15	8,71	406	-0,47	19,14	9,86
2007	2,06	9,62	468	1,46	7,71	529	1,92	20,44	7,92
2008	3,03	10,60	350	1,29	5,00	389	5,60	22,97	6,57
2009	1,85	7,54	407	0,45	2,37	531	5,17	18,05	4,28
2010	2,05	7,83	381	0,30	1,50	493	6,33	21,96	3,59
2011	2,28	6,94	304	0,48	1,92	402	5,02	18,92	5,75
2012	0,30	0,32	107	0,21	0,32	150	0,00	2,99	0,92
2014	2,31	4,73	205	0,46	1,03	226	3,70	11,97	1,60
2015	1,63	4,67	287	0,31	1,02	328	3,65	18,33	4,20
2016	1,33	3,72	280	0,35	1,26	362	2,46	19,15	2,17

25 Ph (ALICANTE)

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2017	1,38	3,97	288	0,27	0,98	359	2,99	16,19	1,94
2018	1,86	5,61	303	0,24	0,94	389	4,67	17,14	2,96
2019	1,10	3,75	341	0,28	1,24	445	2,50	17,04	3,33
2020	2,03	6,91	341	0,30	1,14	378	5,77	22,26	2,32
Media	2,21	6,33	296	0,97	3,19	359	3,14	16,98	5,85

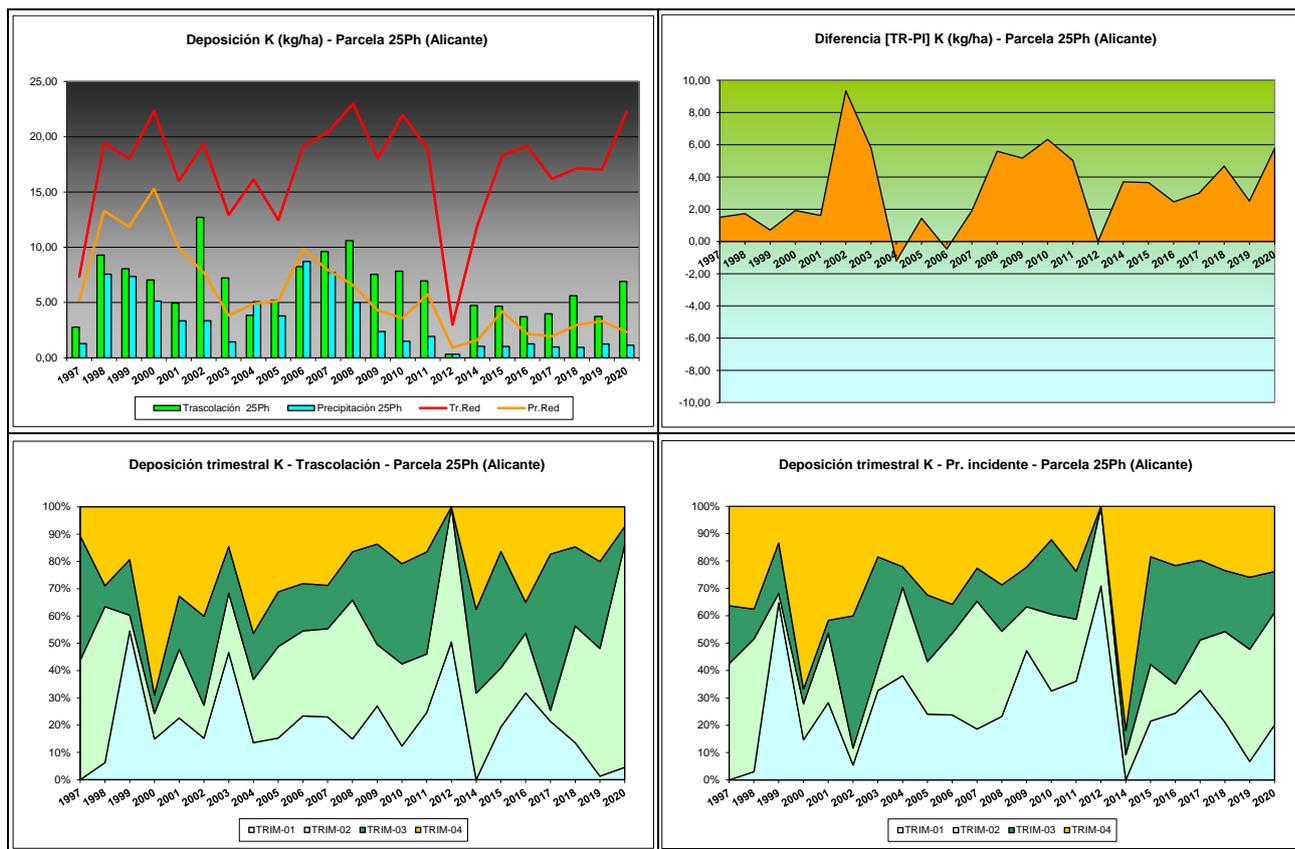


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	4,50	13,72	305	1,89	6,67	352	7,05	7,29	5,16
1998	3,59	7,32	204	1,03	2,50	242	4,83	6,91	4,05
1999	10,24	24,69	241	3,22	9,65	300	15,04	10,77	6,68
2000	8,38	18,09	216	3,13	8,70	278	9,39	10,94	7,70
2001	4,25	14,74	347	1,47	6,24	424	8,51	8,58	6,22
2002	8,33	23,23	279	3,23	11,18	346	12,04	12,23	9,40
2003	7,12	26,27	369	6,36	25,17	396	1,10	23,45	26,64

25 Ph (ALICANTE)

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2004	9,14	28,52	312	4,69	18,38	392	10,13	18,95	20,04
2005	13,21	16,91	128	4,51	6,68	148	10,24	11,17	9,81
2006	9,30	31,54	339	4,40	17,85	406	13,70	17,51	16,49
2007	7,17	33,54	468	3,40	18,00	529	15,55	18,16	14,99
2008	10,59	37,06	350	6,35	24,70	389	12,36	14,94	12,47
2009	5,14	20,90	407	1,36	7,25	531	13,66	10,43	6,81
2010	5,91	22,52	381	2,09	10,28	493	12,24	11,50	7,59
2011	6,60	20,08	304	2,35	9,45	402	10,63	11,32	6,29
2012	2,10	2,26	107	1,00	1,50	150	0,76	3,22	2,60
2014	9,78	20,06	205	2,56	5,78	226	14,28	8,57	5,86
2015	8,55	24,49	287	4,02	13,15	328	11,33	15,19	12,39
2016	4,80	13,43	280	3,23	11,70	362	1,72	14,34	8,83
2017	7,34	21,17	288	2,91	10,47	359	10,70	13,71	10,82
2018	6,82	20,62	303	2,50	9,71	389	10,90	13,15	9,58
2019	8,10	27,64	341	4,55	20,27	445	7,37	18,41	13,57
2020	5,34	18,19	341	3,73	14,08	378	4,12	21,83	11,67
Media	7,23	21,17	296	3,22	11,71	359	9,46	13,16	10,25

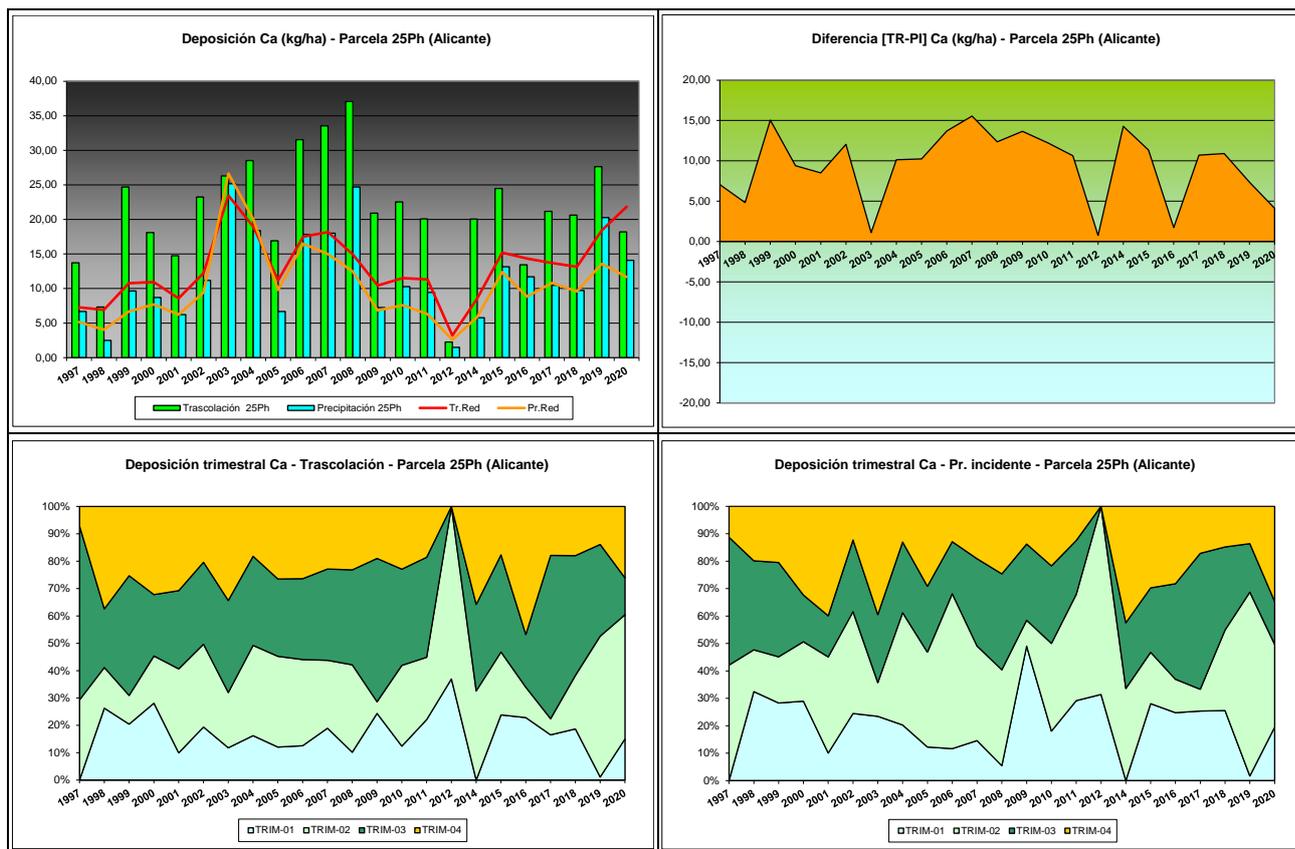
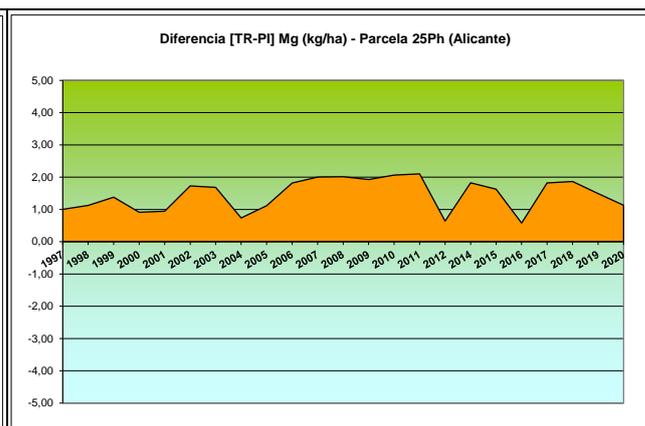
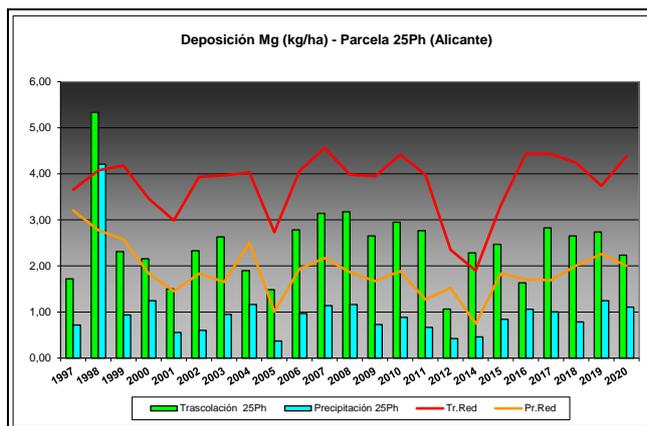


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,56	1,72	305	0,20	0,72	352	1,00	3,66	3,20
1998	2,61	5,33	204	1,74	4,21	242	1,12	4,07	2,78
1999	0,96	2,31	241	0,31	0,94	300	1,38	4,18	2,58
2000	1,00	2,16	216	0,45	1,25	278	0,91	3,46	1,84
2001	0,43	1,50	347	0,13	0,56	424	0,94	2,99	1,45
2002	0,83	2,33	279	0,17	0,60	346	1,73	3,93	1,83
2003	0,71	2,63	369	0,24	0,95	396	1,68	3,97	1,65
2004	0,61	1,90	312	0,30	1,16	392	0,74	4,03	2,51
2005	1,16	1,49	128	0,25	0,37	148	1,12	2,73	1,01
2006	0,82	2,78	339	0,24	0,97	406	1,82	4,06	1,94
2007	0,67	3,14	468	0,21	1,14	529	2,00	4,56	2,17
2008	0,91	3,17	350	0,30	1,16	389	2,01	3,99	1,87
2009	0,65	2,65	407	0,14	0,73	531	1,93	3,95	1,67
2010	0,77	2,95	381	0,18	0,88	493	2,06	4,42	1,89
2011	0,91	2,77	304	0,17	0,67	402	2,10	3,98	1,27
2012	0,99	1,06	107	0,28	0,42	150	0,64	2,35	1,52
2014	1,11	2,28	205	0,20	0,46	226	1,82	1,90	0,75
2015	0,86	2,47	287	0,26	0,84	328	1,63	3,32	1,84
2016	0,59	1,64	280	0,29	1,06	362	0,58	4,44	1,71
2017	0,98	2,82	288	0,28	1,00	359	1,82	4,43	1,69
2018	0,88	2,65	303	0,20	0,79	389	1,86	4,24	2,01
2019	0,80	2,74	341	0,28	1,25	445	1,49	3,74	2,26
2020	0,65	2,23	341	0,29	1,10	378	1,13	4,38	2,00
Media	0,89	2,47	296	0,31	1,01	359	1,46	3,77	1,89



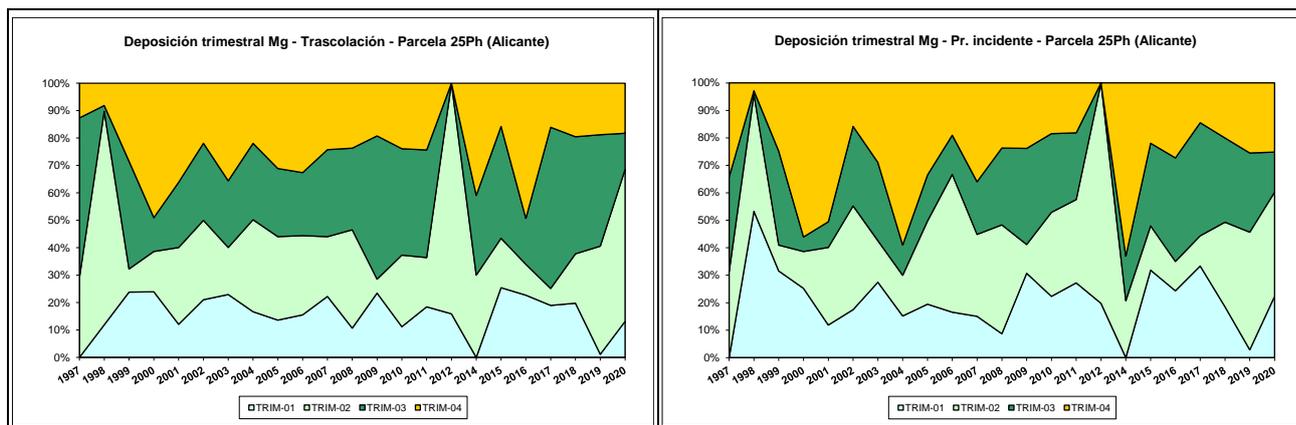


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	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	1,23	3,76	305	0,55	1,95	352	1,82	6,07	6,65
1998	2,03	4,15	204	1,02	2,47	242	1,68	11,74	10,50
1999	3,03	7,31	241	1,88	5,64	300	1,67	19,31	13,85
2000	2,31	4,98	216	1,52	4,23	278	0,75	18,12	13,02
2001	1,44	5,00	347	0,87	3,68	424	1,32	18,38	12,14
2002	4,04	11,26	279	2,21	7,63	346	3,63	28,50	18,75
2003	2,51	9,28	369	1,77	7,00	396	2,27	22,49	12,86
2004	1,86	5,80	312	1,14	4,48	392	1,31	22,85	13,75
2005	3,07	3,93	128	1,54	2,28	148	1,65	14,42	7,16
2006	2,59	8,79	339	1,69	6,87	406	1,92	24,17	16,07
2007	1,98	9,25	468	1,01	5,36	529	3,89	23,14	14,21
2008	2,21	7,73	350	0,93	3,61	389	4,12	19,63	11,01
2009	1,58	6,44	407	0,64	3,41	531	3,04	22,09	12,27
2010	1,66	6,32	381	0,77	3,82	493	2,50	24,37	13,76
2011	2,57	7,81	304	0,49	1,98	402	5,84	20,72	5,97
2012	0,65	0,70	107	0,36	0,53	150	0,16	4,35	2,86
2014	2,57	5,27	205	0,71	1,61	226	3,66	6,77	4,55
2015	2,21	6,33	287	1,07	3,49	328	2,84	15,27	11,59
2016	1,43	3,98	280	0,88	3,20	362	0,79	22,84	11,19
2017	2,42	6,99	288	1,19	4,28	359	2,72	19,35	10,47
2018	2,01	6,08	303	0,70	2,74	389	3,33	22,61	14,29
2019	2,00	6,83	341	1,23	5,48	445	1,36	19,32	13,98
2020	1,53	5,23	341	1,13	4,27	378	0,96	20,09	11,74
Media	2,13	6,23	296	1,10	3,91	359	2,31	18,55	11,42

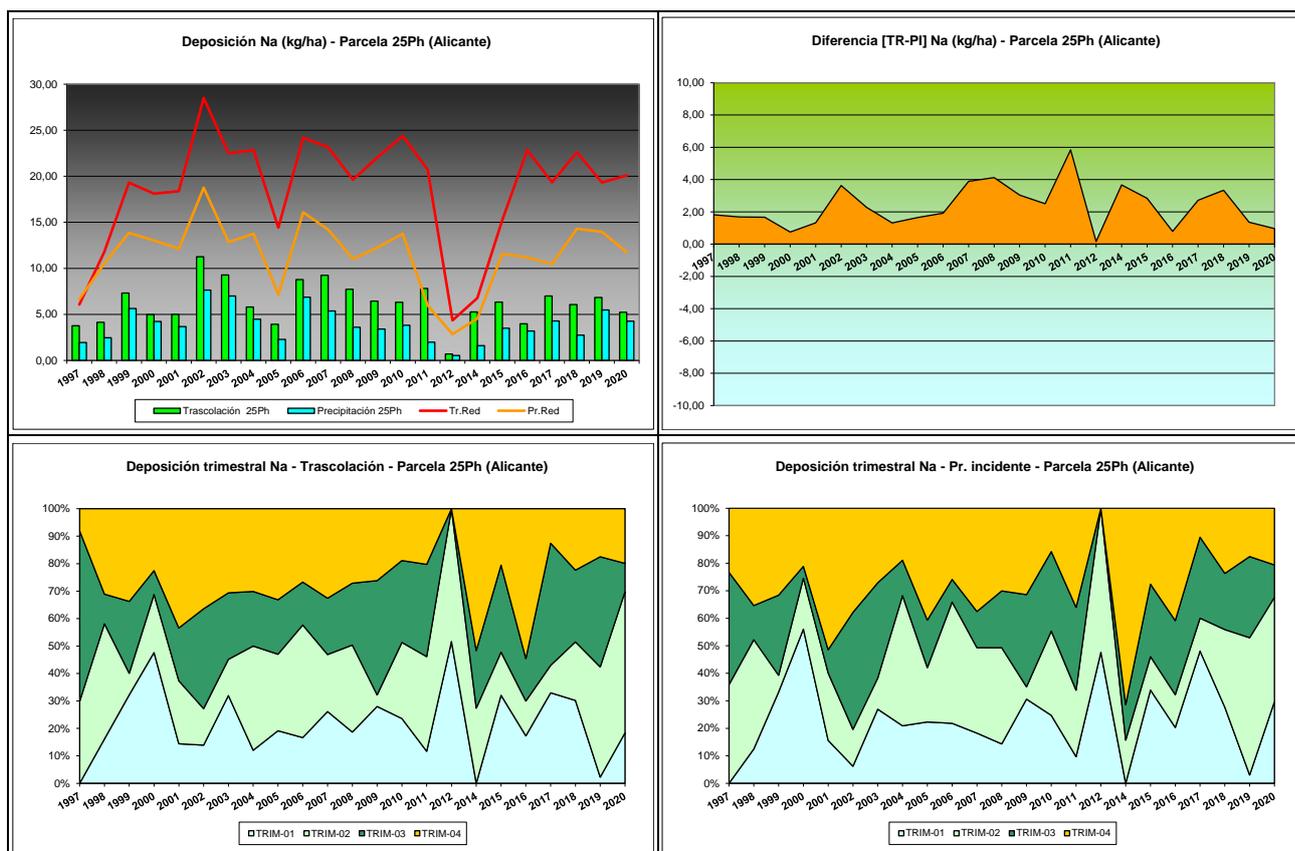


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,89	2,71	305	0,30	1,06	352	1,65	1,81	8,19
1998	1,29	2,62	204	0,51	1,24	242	1,39	2,24	8,36
1999	1,54	3,71	241	0,41	1,24	300	2,47	2,71	3,66
2000	1,26	2,72	216	0,41	1,15	278	1,57	2,48	4,26
2001	0,67	2,34	347	0,37	1,56	424	0,78	1,86	1,82
2002	0,67	1,88	279	0,34	1,16	346	0,71	2,43	2,91
2003	0,94	3,45	369	0,29	1,13	396	2,32	3,06	3,10
2004	0,94	2,95	312	0,24	0,94	392	2,00	4,12	3,23
2005	1,82	2,33	128	0,50	0,73	148	1,59	2,41	1,80
2006	1,18	3,99	339	0,46	1,86	406	2,13	3,62	3,05
2007	0,69	3,24	468	0,40	2,14	529	1,10	3,53	3,58
2008	0,58	2,03	350	0,38	1,49	389	0,54	2,91	2,62
2009	0,90	3,65	407	0,25	1,33	531	2,32	2,73	1,82
2010	0,66	2,53	381	0,30	1,46	493	1,07	3,12	2,09
2011	1,53	4,66	304	0,43	1,72	402	2,94	4,36	3,15
2012	2,62	2,81	107	1,18	1,78	150	1,04	2,26	2,06
2014	1,83	3,75	205	0,42	0,94	226	2,81	4,16	3,35

25 Ph (ALICANTE)

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2015	1,98	5,68	287	0,70	2,30	328	3,38	5,30	6,04
2016	1,76	4,91	280	0,51	1,86	362	3,05	5,94	4,26
2017	0,80	2,30	288	0,22	0,79	359	1,51	2,40	1,52
2018	0,84	2,53	303	0,17	0,64	389	1,88	2,79	2,39
2019	0,29	0,99	341	0,14	0,61	445	0,37	1,60	1,23
2020	0,38	1,31	341	0,19	0,72	378	0,59	1,98	1,81
Media	1,13	3,00	296	0,40	1,30	359	1,70	3,04	3,32

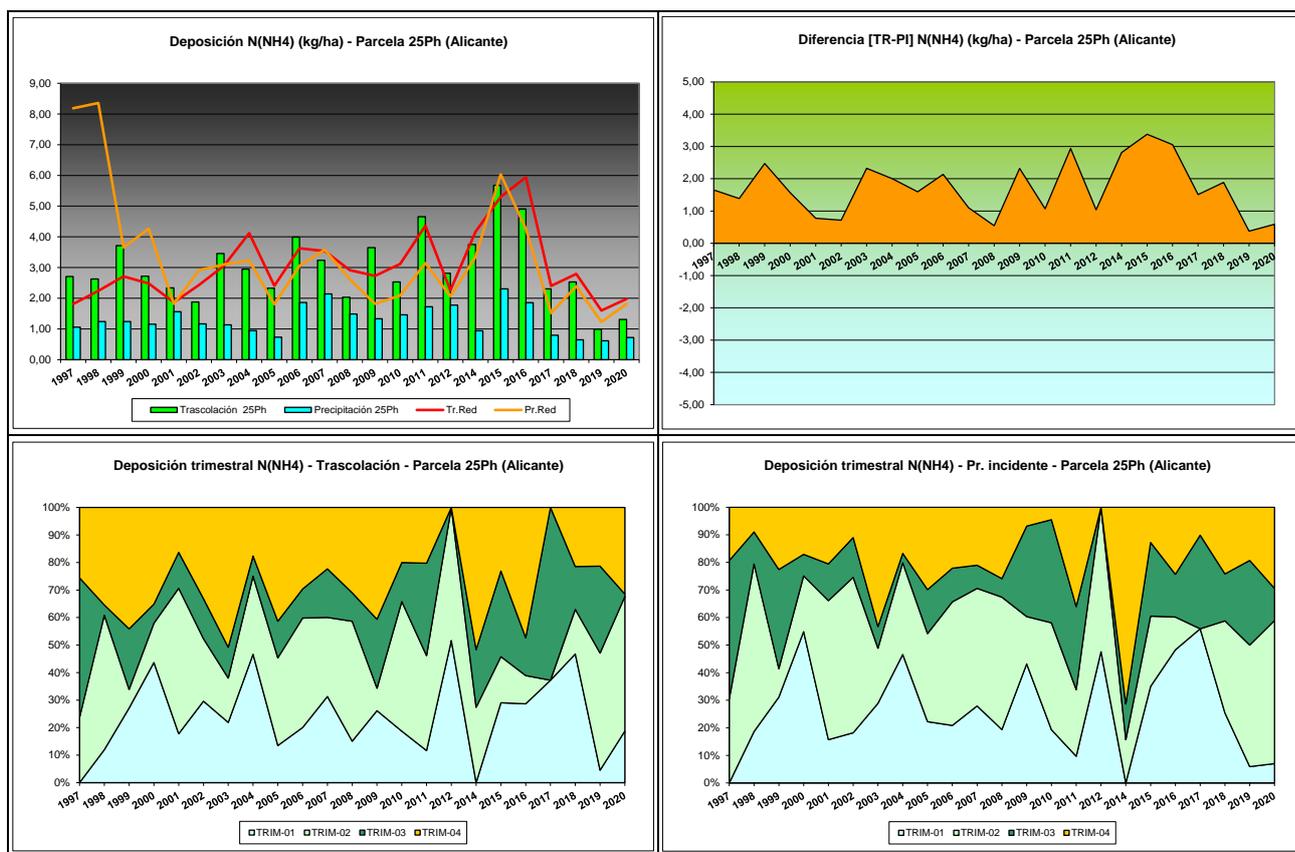


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	2,00	6,11	305	0,87	3,07	352	3,04	10,88	10,93
1998	4,09	8,35	204	1,07	2,58	242	5,77	19,88	16,27
1999	6,90	16,64	241	1,78	5,34	300	11,30	36,56	23,56
2000	4,53	9,79	216	1,19	3,30	278	6,49	28,62	15,70
2001	3,56	12,36	347	1,39	5,91	424	6,45	32,37	19,20

25 Ph (ALICANTE)

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2002	5,37	14,99	279	2,93	10,14	346	4,85	44,79	24,88
2003	6,18	22,79	369	6,65	26,35	396	-3,56	39,97	31,89
2004	5,17	16,13	312	4,99	19,57	392	-3,44	47,45	37,43
2005	9,19	11,76	128	6,53	9,66	148	2,10	28,61	21,76
2006	7,42	25,15	339	6,14	24,94	406	0,20	49,90	41,76
2007	5,61	26,25	468	4,26	22,55	529	3,71	45,78	37,79
2008	8,89	31,12	350	7,11	27,66	389	3,46	40,90	30,60
2009	3,45	14,03	407	2,42	12,87	531	1,17	45,08	25,80
2010	3,31	12,61	381	1,18	5,83	493	6,78	41,17	21,32
2011	5,05	15,36	304	1,12	4,52	402	10,84	29,44	13,12
2012	2,60	2,79	107	0,64	0,96	150	1,84	11,34	5,87
2014	2,40	4,91	205	0,25	0,56	226	4,35	5,78	2,90
2015	4,31	12,35	287	1,46	4,78	328	7,58	24,25	15,25
2016	3,34	9,33	280	1,26	4,58	362	4,76	37,19	18,03
2017	4,42	12,76	288	1,58	5,68	359	7,08	29,16	15,38
2018	3,58	10,84	303	1,03	4,02	389	6,82	40,34	21,30
2019	3,21	10,96	341	1,32	5,89	445	5,07	29,98	18,87
2020	3,33	11,35	341	1,73	6,52	378	4,83	38,79	22,86
Media	4,69	13,86	296	2,56	9,45	359	4,41	32,97	21,41

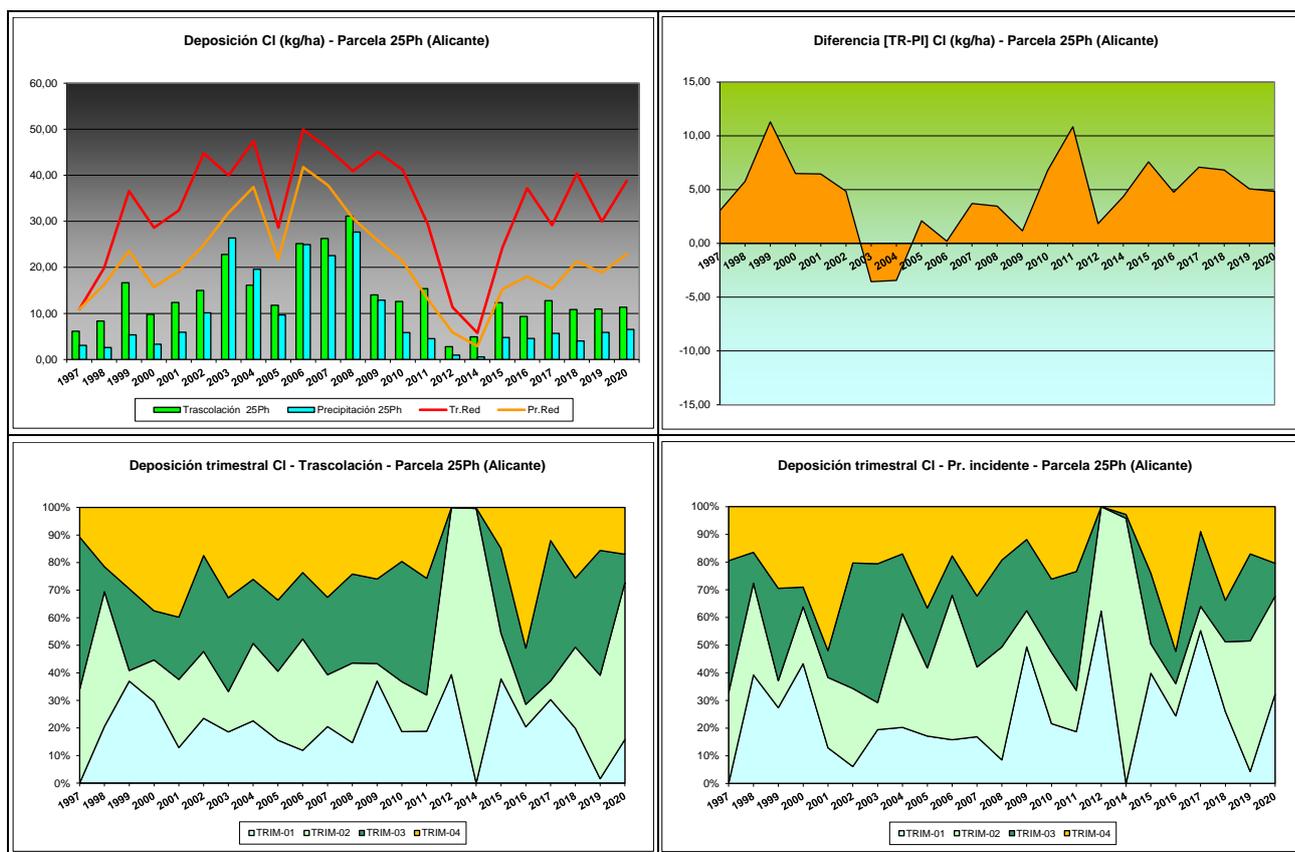
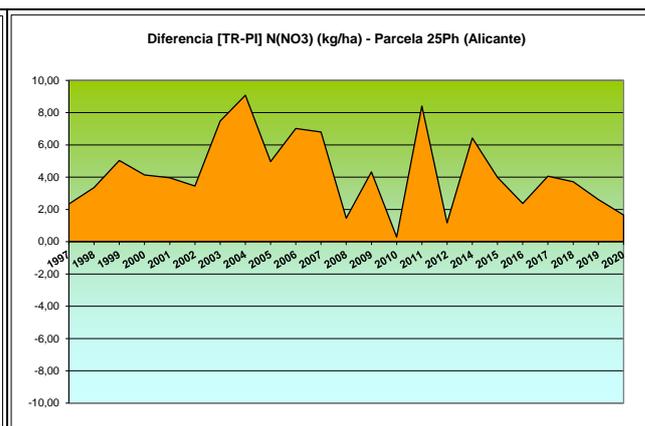
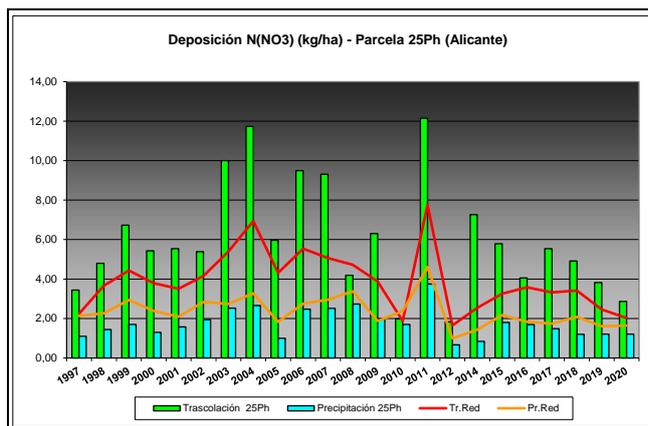


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,13	3,44	305	0,31	1,10	352	2,33	2,24	2,13
1998	2,35	4,80	204	0,60	1,44	242	3,36	3,67	2,27
1999	2,79	6,73	241	0,57	1,70	300	5,03	4,43	2,94
2000	2,52	5,43	216	0,47	1,30	278	4,14	3,79	2,38
2001	1,60	5,54	347	0,37	1,58	424	3,96	3,51	2,09
2002	1,93	5,39	279	0,56	1,94	346	3,45	4,15	2,84
2003	2,71	10,00	369	0,64	2,53	396	7,47	5,39	2,74
2004	3,76	11,73	312	0,68	2,66	392	9,08	6,93	3,28
2005	4,66	5,96	128	0,67	1,00	148	4,97	4,31	1,83
2006	2,80	9,49	339	0,61	2,48	406	7,02	5,54	2,75
2007	1,99	9,31	468	0,47	2,51	529	6,80	5,06	2,96
2008	1,20	4,19	350	0,70	2,73	389	1,46	4,72	3,38
2009	1,55	6,31	407	0,37	1,98	531	4,32	3,87	1,87
2010	1,45	1,98	381	0,34	1,70	493	0,29	1,87	2,37
2011	4,00	12,15	304	0,93	3,75	402	8,40	7,76	4,61
2012	1,71	1,83	107	0,44	0,66	150	1,17	1,65	0,99
2014	3,54	7,26	205	0,37	0,84	226	6,42	2,54	1,43
2015	2,02	5,79	287	0,55	1,80	328	3,98	3,25	2,17
2016	1,45	4,06	280	0,47	1,69	362	2,37	3,58	1,83
2017	1,92	5,54	288	0,41	1,48	359	4,06	3,32	1,74
2018	1,62	4,92	303	0,31	1,20	389	3,71	3,41	2,08
2019	1,12	3,82	341	0,27	1,21	445	2,61	2,46	1,61
2020	0,84	2,86	341	0,32	1,21	378	1,65	2,02	1,64
Media	2,20	6,02	296	0,50	1,76	359	4,26	3,89	2,34



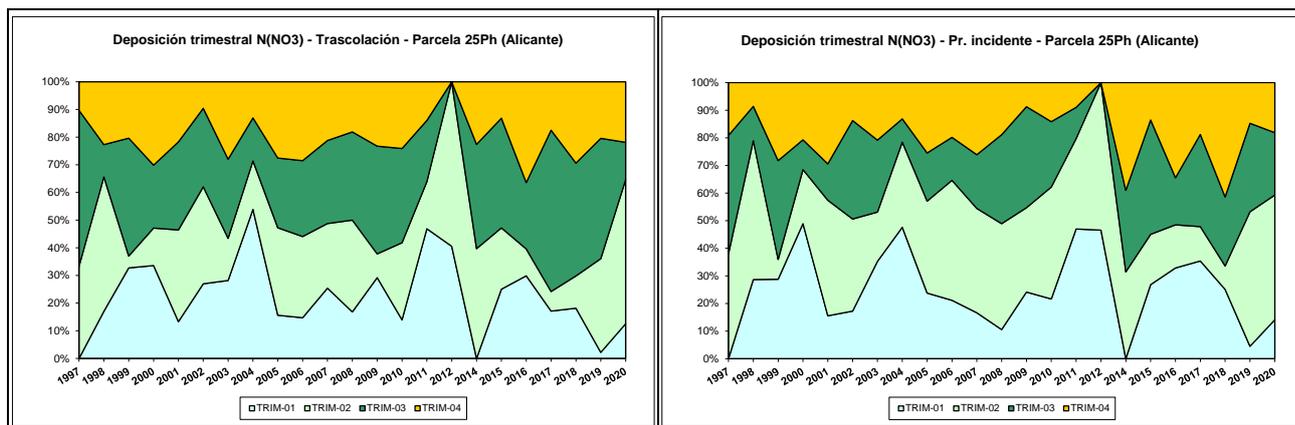


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	Trascalación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,85	2,60	305	0,51	1,79	352	0,81	3,00	3,70
1998	1,63	3,32	204	0,76	1,84	242	1,48	5,81	5,79
1999	2,13	5,13	241	0,91	2,74	300	2,38	7,17	6,35
2000	1,91	4,12	216	0,69	1,91	278	2,22	6,42	4,57
2001	1,15	3,98	347	0,62	2,64	424	1,34	5,68	4,11
2002	1,62	4,53	279	0,86	2,96	346	1,57	7,73	6,07
2003	1,70	6,26	369	0,91	3,62	396	2,64	6,85	4,80
2004	2,43	7,59	312	1,52	5,95	392	1,65	8,72	5,84
2005	2,32	2,97	128	0,86	1,28	148	1,69	4,69	3,12
2006	1,84	6,23	339	0,82	3,32	406	2,92	6,80	4,69
2007	1,34	6,28	468	0,70	3,70	529	2,58	7,24	5,12
2008	2,19	7,65	350	0,48	1,87	389	5,78	4,49	2,61
2009	0,69	2,81	407	0,62	3,29	531	-0,48	4,67	3,32
2010	0,57	2,17	381	0,37	1,82	493	0,35	4,27	2,88
2011	1,25	3,81	304	1,06	4,26	402	-0,45	5,93	4,57
2012	0,73	0,79	107	0,38	0,57	150	0,21	1,84	1,35
2014	0,97	1,99	205	0,42	0,95	226	1,04	2,14	2,00
2015	1,06	3,04	287	0,56	1,83	328	1,21	3,56	2,95
2016	0,55	1,55	280	0,42	1,51	362	0,04	4,08	2,76
2017	0,93	2,68	288	0,56	2,00	359	0,67	4,28	2,71
2018	0,68	2,06	303	0,42	1,63	389	0,43	4,28	3,39
2019	1,33	4,54	341	1,10	4,89	445	-0,34	3,75	3,13
2020	0,66	2,25	341	0,60	2,27	378	-0,02	3,59	3,24
Media	1,33	3,84	296	0,70	2,55	359	1,29	5,09	3,87

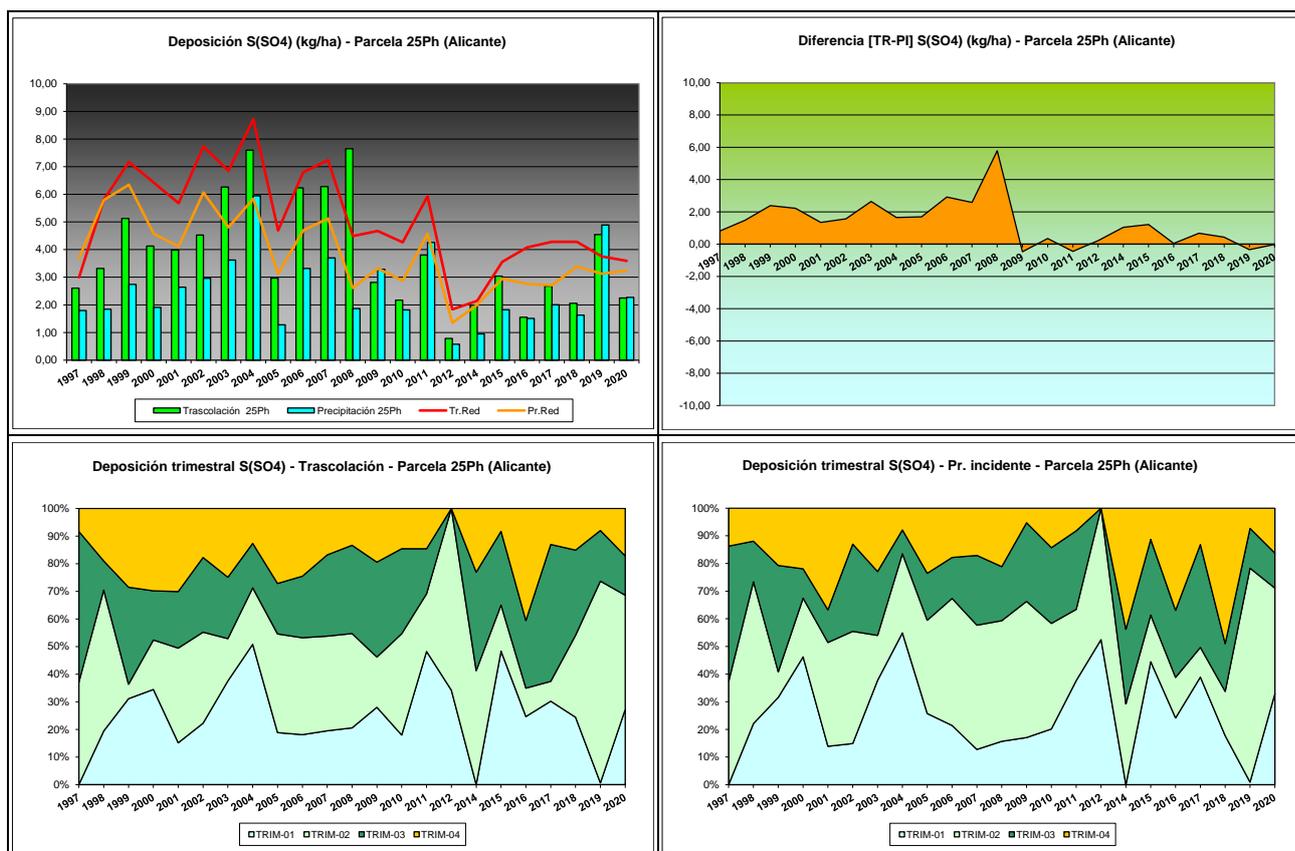


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Alcalinidad ($\mu\text{eq/l}$).

TABLA 20: Caracterización Alcalinidad. Media anual ponderada por volumen, precipitación anual y media de la Red

Año	Traslación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997			305			352		
1998			204			242		
1999	380,65		241	562,70		300	258,14	255,59
2000	347,29		216	332,14		278	157,24	154,47
2001	106,33		347	70,85		424	76,17	54,64
2002	416,19		279	301,69		346	169,83	139,42
2003	17,25		369	12,78		396	21,95	10,18
2004	258,57		312	119,09		392	109,89	117,44
2005	198,75		128	117,20		148	76,86	45,33
2006	134,49		339	104,58		406	105,76	56,48
2007	111,47		468	77,85		529	59,09	37,75
2008	184,68		350	126,01		389	71,35	40,35
2009	93,79		407	33,02		531	68,62	36,01
2010	145,43		381	97,69		493	86,39	49,13
2011	124,29		304	97,02		402	75,33	49,79
2012			107			150	19,53	10,46
2014	274,74		205	337,71		226	136,23	120,02
2015	166,52		287	142,43		328	114,70	71,81

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
2016	163,55		280	112,30		362	108,18	61,70
2017	190,17		288	75,06		359	132,93	56,84
2018	182,71		303	91,78		389	94,72	48,11
2019	183,14		341	114,45		445	101,80	58,32
2020	150,50		341	100,32		378	86,06	49,71
Media	191,53		296	151,33		359	101,47	72,55

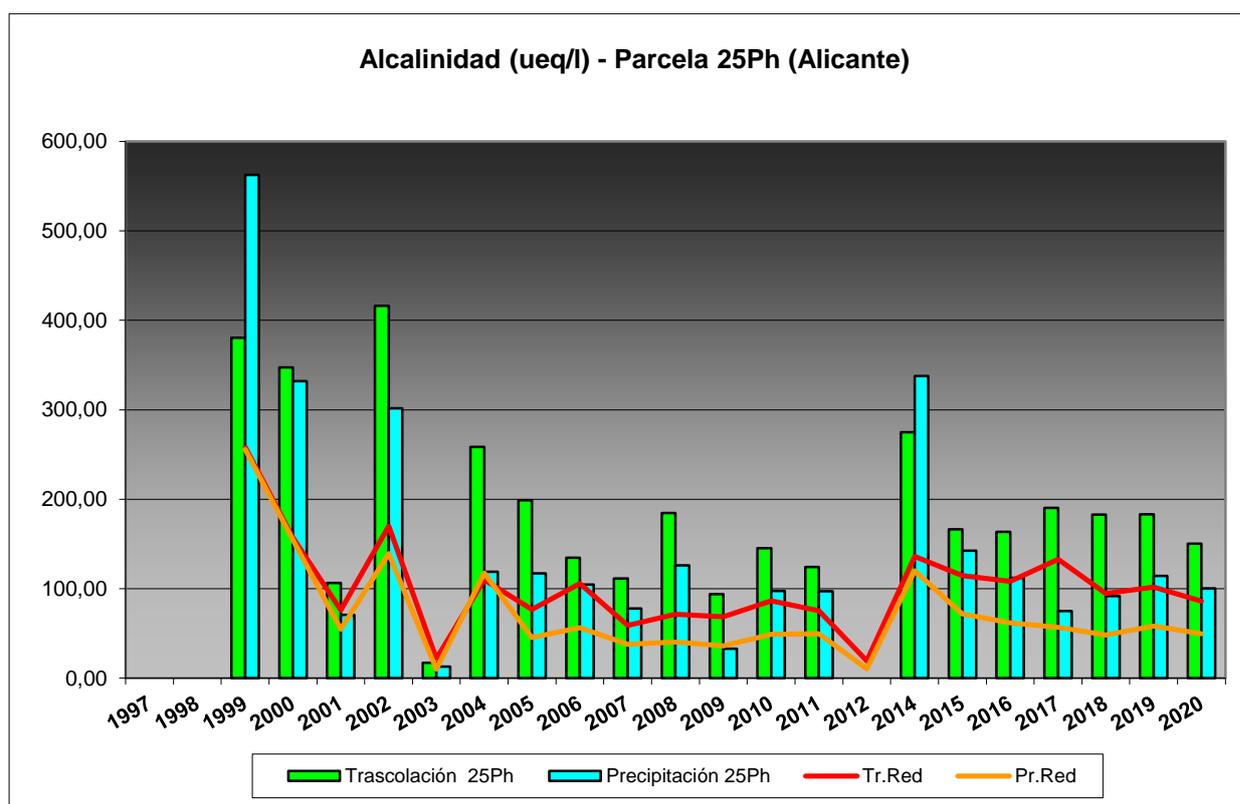


FIG 18: Variación temporal de la alcalinidad.

5.12. Nitrógeno total.

TABLA 21: Caracterización Nitrógeno total. 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			305			352			
1998			204			242			
1999	4,33	10,44	241	0,98	2,94	300	7,50	7,14	6,59
2000	3,77	8,15	216	0,88	2,45	278	5,70	6,27	6,64
2001	2,27	7,87	347	0,74	3,14	424	4,74	5,37	3,91
2002	2,60	7,26	279	0,90	3,10	346	4,16	6,58	5,75
2003	3,65	13,45	369	0,92	3,66	396	9,80	8,44	5,84

25 Ph (ALICANTE)

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2004			312			392			
2005	6,47	8,28	128	1,17	1,74	148	6,54	4,96	2,97
2006	3,96	13,43	339	1,04	4,24	406	9,19	9,06	5,73
2007	2,65	12,40	468	0,86	4,56	529	7,84	8,53	6,45
2008			350			389			
2009			407			531			
2010			381			493			
2011			304			402			
2012			107			150			
2014			205			226			
2015			287			328			
2016			280			362			
2017			288			359			
2018			303			389			
2019			341			445			
2020	1,33	4,53	341	0,78	2,93	378	1,60	5,40	4,36
Media	3,45	9,54	296	0,92	3,19	359	6,34	6,86	5,36

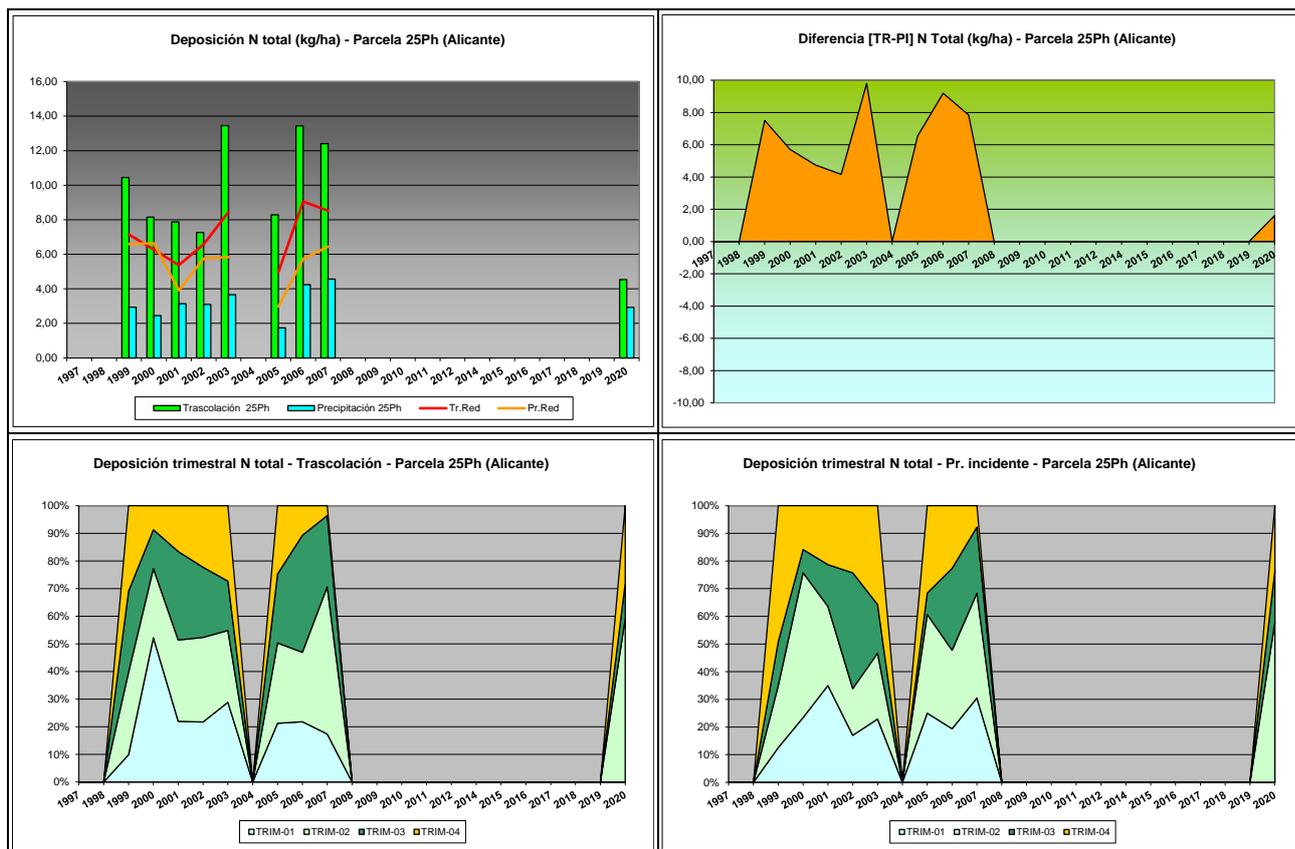


FIG 19: Variación temporal de deposición de Ntotal, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.13. Carbono orgánico disuelto – DOC (mg/l).

TABLA 22: Caracterización Alcalinidad. 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
2020	13,32		341	15,62		378	54,88	57,75
Media	13,32		341	15,62		378	54,88	57,75

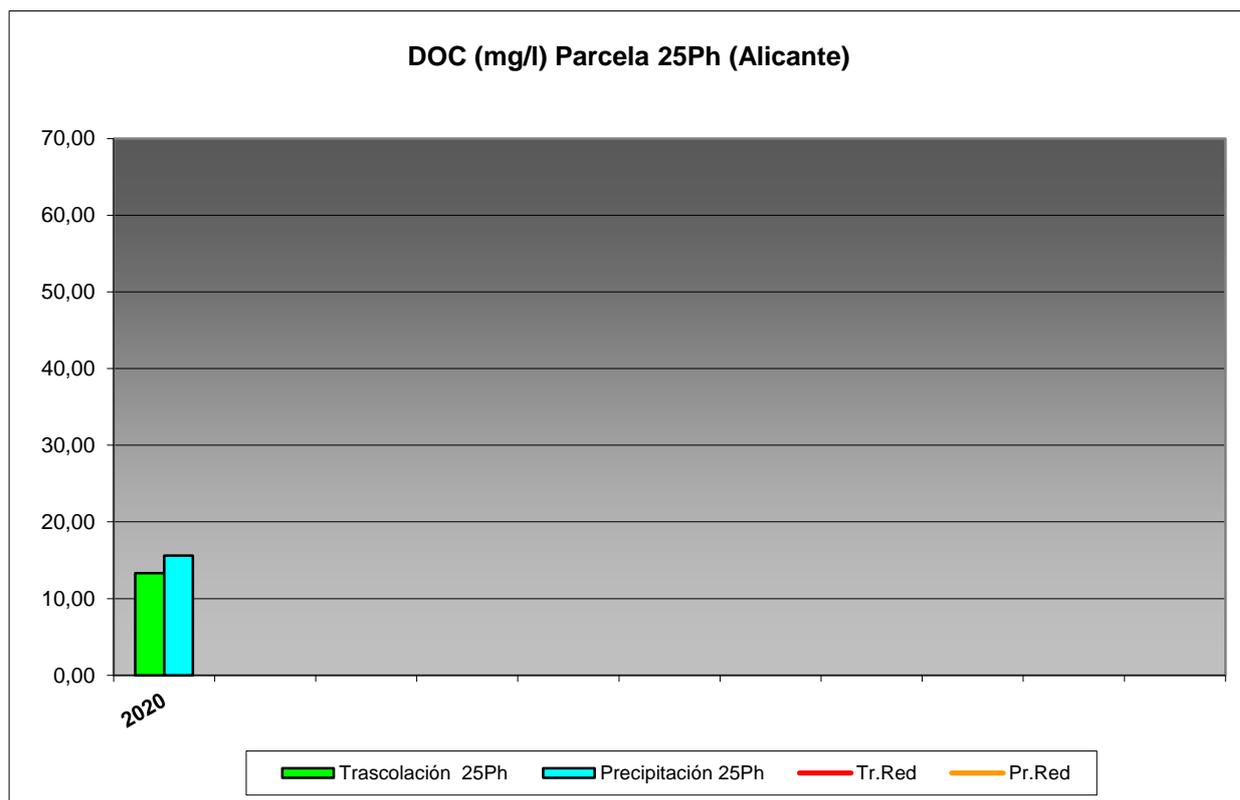


FIG 20: Variación temporal de DOC.

5.14. Aluminio.

TABLA 23: Caracterización Aluminio. 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)
2020	0,05	0,19	341	0,03	0,10	378	0,09	0,38	0,25
Media	0,05	0,19	341	0,03	0,10	378	0,09	0,38	0,25

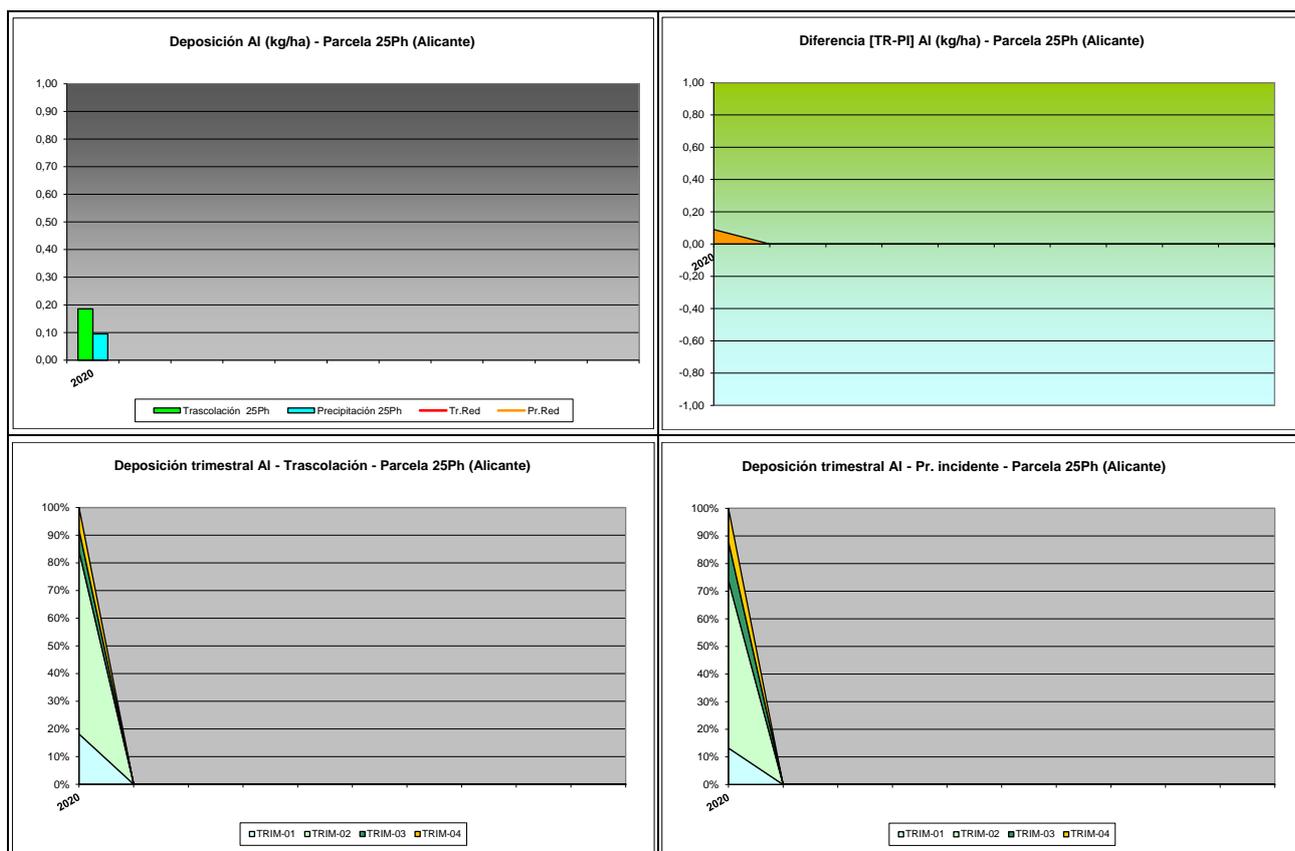


FIG 21: Variación temporal de deposición de Al, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.15. Manganeso.

TABLA 24: Caracterización Manganeso. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Traslación (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)
2020	0,01	0,02	341	0,00	0,01	378	0,01	0,21	0,05
Media	0,01	0,02	341	0,00	0,01	378	0,01	0,21	0,05

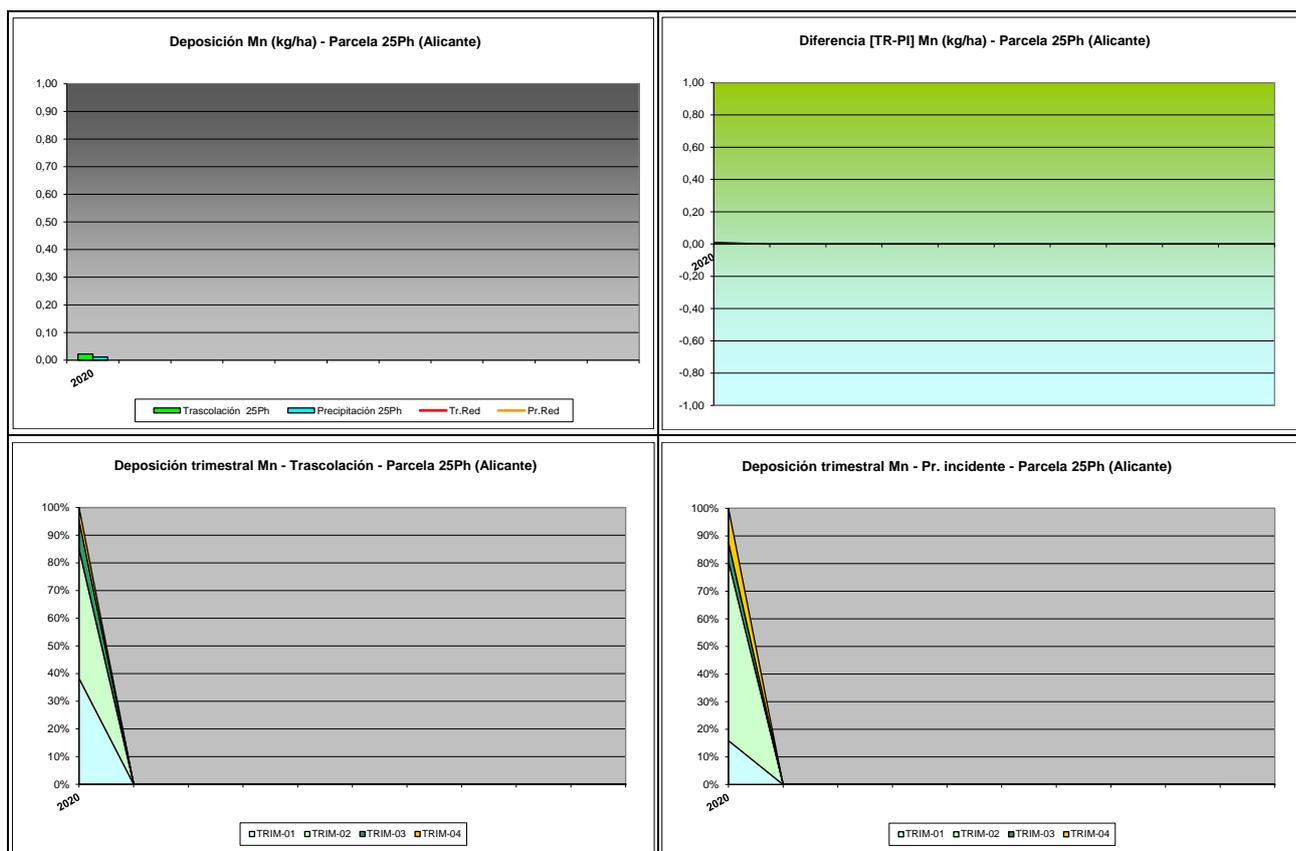


FIG 22: Variación temporal de deposición de Mn, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.16. Hierro.

TABLA 25: Caracterización Hierro. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Traslación (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)
2020	0,02	0,07	341	0,01	0,04	378	0,03	0,15	0,08
Media	0,02	0,07	341	0,01	0,04	378	0,03	0,15	0,08

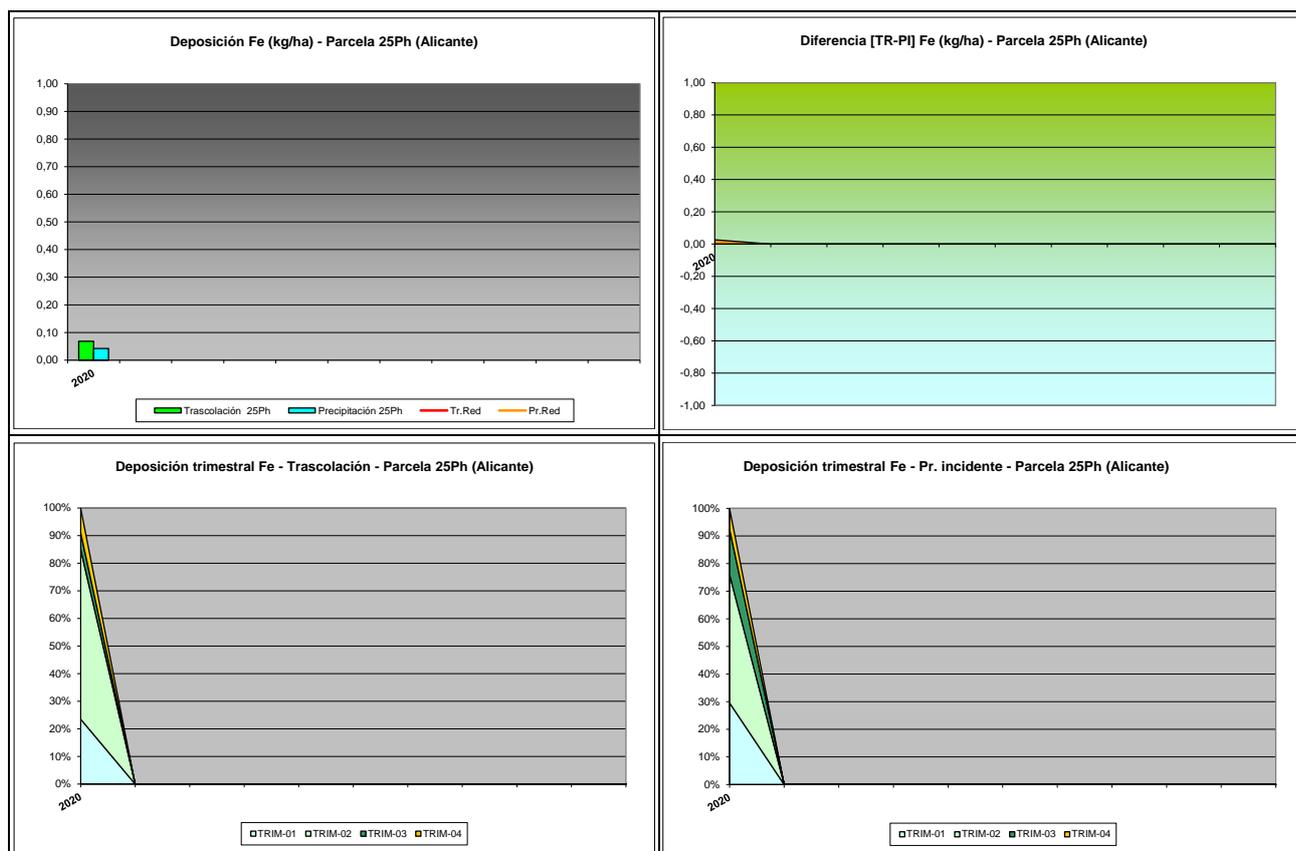


FIG 23: Variación temporal de deposición de Fe, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.17. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 25Ph, cabe destacar:

Se observa un comportamiento muy estable del valor del **pH** a lo largo de las series de medición en torno a valores de 6,00-6,50, superiores siempre a la media de la red y sin que se hayan registrado valores significativos por debajo del umbral de lo que correspondería a la lluvia ácida, fuera de alguna precipitación aislada. En cuanto a la precipitación, el año ha resultado más seco que el precedente, con una precipitación total de 378 mm, en la línea de lo registrado durante los últimos años. El valor de la intercepción se ha situado en torno al 18%.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores netamente superiores a la media de la red, sobre todo en lo que se refiere a la deposición bajo cubierta, relacionada posiblemente con efectos de la deposición seca, de forma que frecuentemente se superan los 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En la última revisión se han reducido ligeramente los valores, que se mantienen próximos a los de la revisión anterior y alejados en todo caso de los máximos de la serie, en torno a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, habidos en 2002 y 2005.

En cuanto al **potasio**, presenta en general tasas inferiores a la media de la red, sin que se hayan superado los 10 kg/ha salvo en 2002 y 2008, advirtiéndose un comportamiento bastante estabilizado a lo largo de los últimos años, por debajo del nivel de 5 kg/ha, incrementándose respecto a la última revisión. Las tasas obtenidas en trascolación son también superiores en todos los casos a los resultados habidos a cielo abierto, posiblemente debido a los efectos de la deposición seca, en la que un largo periodo sin precipitaciones genera una acumulación de solutos en ramas y follaje que precipita tras una lluvia,

umentando bruscamente su depósito. En zonas de lluvia irregular típica del clima mediterráneo, donde periodos prolongados de sequía se interrumpen por episodios de lluvias intensas se acentúa el fenómeno.

El **calcio** presenta sin embargo tasas notablemente superiores a la media de la red posiblemente debido a la naturaleza caliza de la zona, destacando el aporte habido en el periodo 2006-2008, momento a partir del cual la deposición de este soluto se estabiliza en torno a valores de 15-20 kg/ha, reduciéndose durante la presente revisión tras el máximo local observado en el año precedente, si bien las tasas obtenidas a campo abierto continúan siendo de cierta consideración. Como suele ser habitual, las tasas obtenidas bajo cubierta arbórea resultan ser superiores a las habidas a campo abierto.

Por lo que respecta al **magnesio**, elemento también de carácter terrígeno, los depósitos obtenidos son, excepto en 1998, inferiores a los habidos en el conjunto de la red, comportándose de forma muy estable en torno a valores de 2-3 kg/ha y con tasas en trascolación superiores a las habidas en la precipitación incidente, con una ligera reducción a lo largo del último año.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, se sitúa también por debajo de los niveles medios, y se mueve en torno a la banda de 5-10 kg/ha, destacando de forma muy ligera los valores correspondientes a 2002 y como en solutos anteriores reduciéndose ligeramente respecto al último año. Al igual que en el caso anterior, los aportes bajo cubierta han sido superiores a los habidos a cielo abierto.

El **amonio**, ligado a la actividad agrícola y ganadera, y que se mueve también en el entorno de los 3-5 kg/ha, se reduce considerablemente a lo largo de los últimos años, particularmente durante el último bienio analizado en que se marca el mínimo de la serie histórica, tal como se ha observado en otras parcelas de la red, alejándose del periodo 2015-2016 en que se registraron las mayores tasas. Como viene siendo habitual, se han obtenido mayores niveles bajo cubierta arbórea que a campo abierto, a diferencia de otras parcelas de la red en las que se obtienen menores aportes en trascolación.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la sal marina, se registran también depósitos inferiores a la media de la red y superiores a los de sodio, el segundo gran componente de la sal, destacando el periodo 2006-2008 en el que se han alcanzado los mayores valores para después reducirse hasta la evaluación del año en curso, con un comportamiento muy estable a lo largo de los últimos años. Salvo en algún caso concreto, las tasas correspondientes a la trascolación han superado a las habidas a cielo abierto.

Las tasas de deposición de **nitratos** son sin embargo notablemente superiores a las habidas en el conjunto de la red, sobre todo por lo que se refiere a la trascolación, destacando los resultados habidos en 2003-2004 y 2011, si bien tienden a estabilizarse a la baja durante la última parte de la serie en torno a 2-4 kg/ha.

Tras el considerable incremento de los **sulfatos** habido durante la pasada revisión, el aporte por ambas vías de entrada se reduce apreciablemente durante el año en curso, situándose en el entorno de los 2 kg/ha, valor más parecido al de los últimos años, alejado en todo caso de los depósitos correspondientes a 2003-2007 en que se registraron las mayores tasas de la serie. Como en años anteriores, apenas se han registrado diferencias entre los aportes correspondientes a la trascolación y la precipitación incidente.

Por lo que respecta a la **alcalinidad**, se advierten en general valores superiores a las medias de la Red, mayores bajo cubierta arbórea, con una tendencia progresivamente descendente desde los valores más altos habidos al comienzo de la serie histórica, excepción hecha del pico de 2014, situándose en el entorno de los 200 $\mu\text{eq/l}$ y una ligera reducción durante el último año.

A lo largo del último año se retoma el análisis del **nitrógeno total**, interrumpido en 2007, y que se sitúa en el entorno de los 4 kg/ha, con mayores tasas bajo cubierta y en todo caso inferiores a las habidas durante el inicio de la serie, mucho mayores. Se han analizado también el **carbono orgánico disuelto** con valores por debajo de la red, **aluminio, manganeso y hierro**, también con aportes mayores bajo arbolado y en tasas traza en todos los casos, sin superar 0,2 kg/ha.

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

6. Calidad del aire. Inmisión.

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

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

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

TABLA 26: 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 27: 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	2,05	2,23	2,72	44,88	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	2,79	2,11	1,83	49,14	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	0,93	0,61	1,84	42,19	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	1,06	0,81	4,01	39,49	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	1,16	0,97	2,17	31,17	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	1,12	1,05	1,02	36,12	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	1,19	1,18	1,22	34,50	1,49	1,45	1,44	27,36

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)
2008	0,79	1,06	0,84	34,83	0,82	1,32	0,93	27,18
2009	1,10	2,52	1,15	46,76	1,06	2,89	1,30	36,30
2010	1,09	2,57	0,93	46,61	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	1,56				1,50		0,48	
2012	1,64	2,29	0,80	49,46	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	1,27	2,65	1,04	38,01	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	1,12	2,74	1,10	30,31	1,32	3,73	1,24	26,27
2016	1,02	2,63	1,22	39,52	1,12	3,37	1,28	28,68
2017	0,83	2,49	1,31	35,07	1,00	3,57	1,47	30,55
2018	1,26	2,23	1,56	32,08	1,32	3,02	1,85	27,00
2019	1,06	2,29	1,74	30,26	1,11	2,98	1,85	24,94
2020	0,69	1,88	1,45	33,36	0,73	2,73	1,98	23,42
2021	0,75	1,92	1,67	33,72	0,76	2,63	1,47	25,19
Media	1,22	1,91	1,56	38,29	1,35	2,50	1,56	30,07

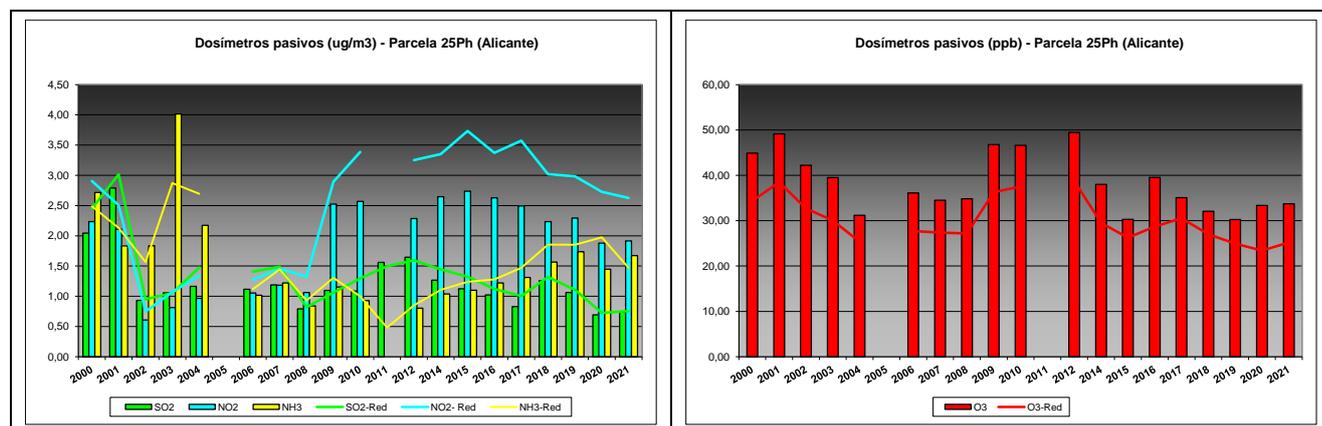


FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, y como se ha observado ya en otras parcelas, se observa en general una reducción del nivel de inmisión de amoníaco que se ve reemplazado por el óxido de nitrógeno como el contaminante más abundante en los últimos años, en un ligero pero sostenido crecimiento, si bien el amoníaco se incrementa en el último tramo de la serie, así como un cierto descenso de los niveles de dióxido de azufre hacia el final de la serie, en niveles por regla general inferiores a la inmisión media de la red, y que salvo por el nivel de protección de líquenes frente a amoníaco, no superan los umbrales de referencia antedichos. Durante la última revisión se han incrementado ligeramente las concentraciones en aire de estos compuestos. Se han registrado por el contrario una situación muy estable por lo que se refiere a los niveles de ozono durante la última evaluación. Como suele ser habitual en esta parcela, se registran niveles de ozono superiores a la media de la red, influenciada quizá por su posición en el levante español, habitual zona de concentración de este contaminante.

7. Análisis foliar.

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

forestales; así como la detección de tendencias temporales y sus patrones geográficos de distribución y con ello contribuir al conocimiento y cuantificación del estado de los bosques en Europa.

7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

TABLA 28: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

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

25 Ph (ALICANTE)

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	54 Ph	Valencia	17,50	13,70	2,17	0,88	5,11	1,73	3,79	
	208 Ph	Jaén	16,00	8,84	1,23	0,88	5,31	2,60	3,50	
	<i>P.halepensis</i>	Red	15,90	11,68	1,61	0,91	6,10	1,89	3,96	
2009-2010	25 Ph	Alicante	14,00	10,51	1,77	0,84	9,70	2,22	3,39	
	54 Ph	Valencia	13,50	12,83	1,41	0,97	6,65	2,11	3,67	
	<i>P.halepensis</i>	Red	13,80	11,44	1,63	0,89	8,48	2,17	3,50	
2011-2012	25 Ph	Alicante	15,05	10,42	1,57	0,82	7,81	2,00	3,57	
	54 Ph	Valencia	15,50	13,27	1,79	0,92	5,88	1,92	3,73	
	<i>P.halepensis</i>	Red	15,23	11,56	1,66	0,86	7,04	1,97	3,63	
2013-2014	25 Ph	Alicante	13,22	9,25	1,35	0,67	7,75	1,95	2,89	52,98
	54 Ph	Valencia	12,55	10,05	1,08	0,71	6,20	2,15	3,13	54,86
	<i>P.halepensis</i>	Red	12,95	9,57	1,24	0,69	7,13	2,03	2,99	53,73
2015-2016	25 Ph	Alicante	15,73	13,25	1,75	0,97	6,97	2,62	3,92	53,04
	54 Ph	Valencia	12,67	14,38	1,44	0,93	5,63	2,10	3,64	54,95
	<i>P.halepensis</i>	Red	14,20	13,81	1,60	0,95	6,30	2,36	3,78	53,99
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
2019-2020	25 Ph	Alicante	14,08	9,66	1,31	0,84	8,83	2,08	3,32	53,21
	54 Ph	Valencia	13,27	9,62	1,38	0,99	3,69	1,89	5,43	52,61
	<i>P.halepensis</i>	Red	13,76	9,64	1,34	0,90	6,77	2,00	4,16	52,97

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.

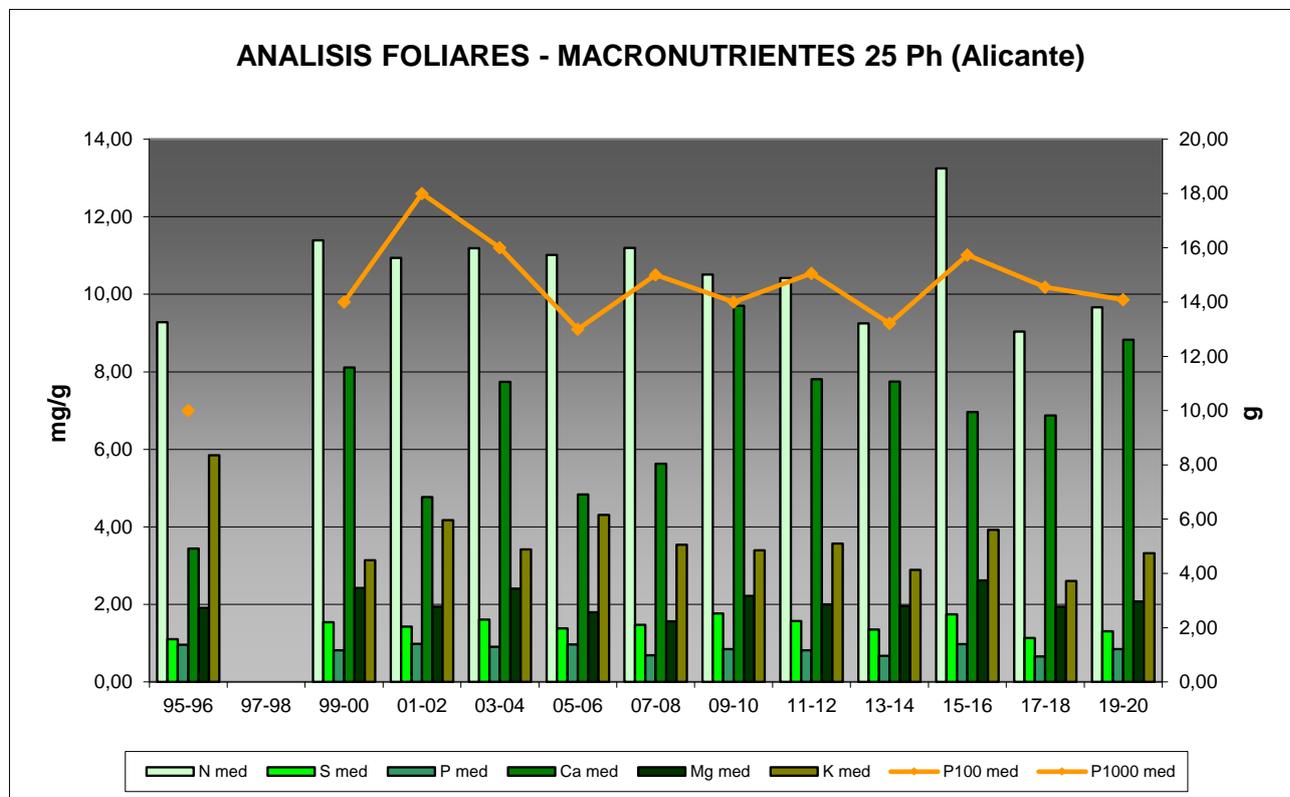


FIG 25: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 29: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y comparación con el resto de las 54 parcelas de la Red de Nivel II pobladas con la misma especie y la media de la especie. A partir de 2009-2010 sólo se miden las 14 parcelas instrumentadas.

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
1995-1996	19 Ph	Tarragona		36,00	89,00	236,00	
	25 Ph	Alicante		24,00	40,00	280,00	
	54 Ph	Valencia		23,00	85,00	497,00	
	208 Ph	Jaén		31,00	32,00	230,00	
	<i>P.halepensis</i>	Red		28,50	61,50	310,75	
1997-1998	19 Ph	Tarragona					
	25 Ph	Alicante					
	54 Ph	Valencia					
	208 Ph	Jaén					
	<i>P.halepensis</i>	Red					
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>	Red		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>	Red		24,43	7,51	108,39	3,42
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>	Red		19,96	8,32	93,83	2,09
2019-2020	25 Ph	Alicante		23,35	5,91	109,63	2,80
	54 Ph	Valencia		20,03	9,76	84,54	2,46
	<i>P.halepensis</i>	Red		22,02	7,45	99,59	2,66

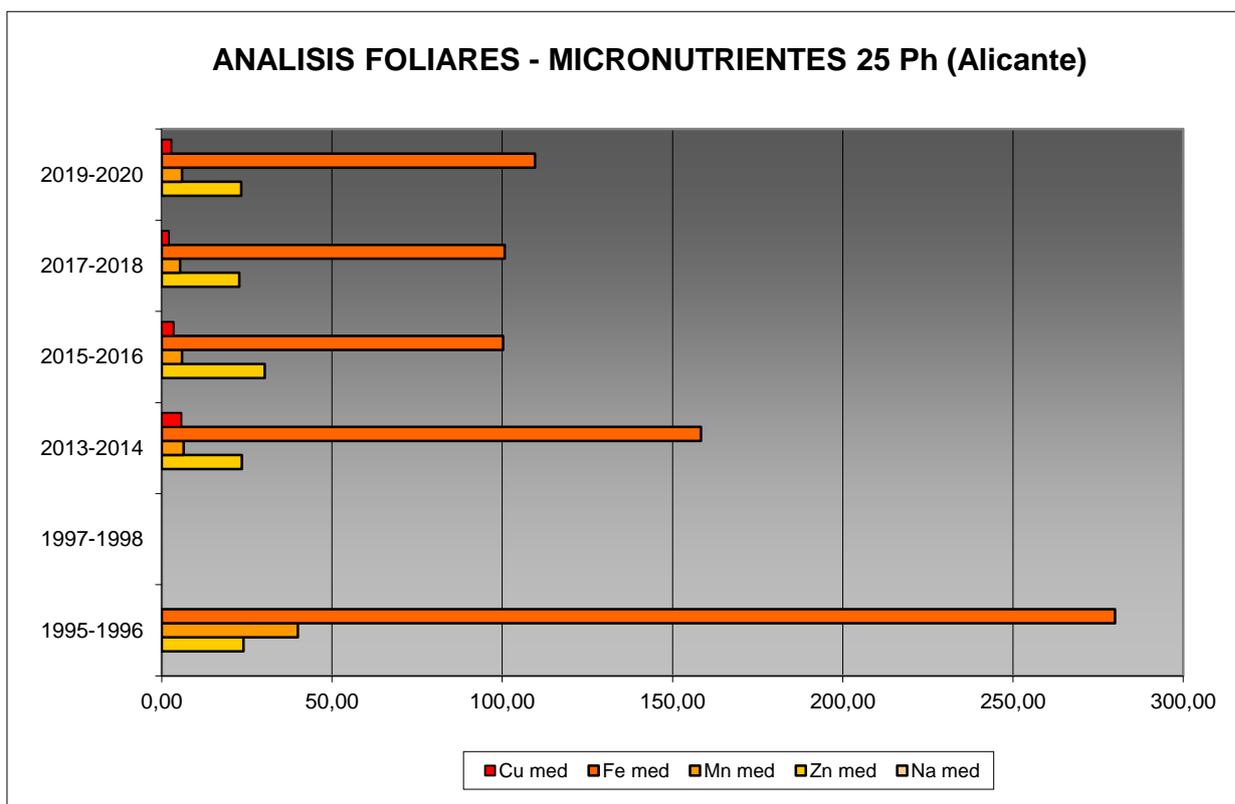


FIG 26: Evolución de micronutrientes ($\mu\text{g/g}$) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 25Ph no se realizó el análisis foliar en 1997-1998.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 25Ph podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino carrasco como especie dominante:

El **peso** medido en la parcela y el obtenido como media para la especie registró el mínimo histórico en 1995 (10 g/1000 acículas en la parcela) para mantenerse muy estable a lo largo de los años en torno a 14-15 g/1000 acículas.

Respecto a los **macronutrientes**; en general se ha observado un ligero incremento en sus contenidos a lo largo de la última campaña de evaluación, de forma que el **nitrógeno**, el elemento más abundante, supera por poco el mínimo histórico registrado en la campaña anterior, tendiendo a situarse en valores comparativamente bajos; como también ocurre con el **fósforo** que es elemento más limitante por ser el más escaso en la muestra foliar. Incremento similar presenta el **azufre** que supera ligeramente próximo al valor patrón de la especie, lo que indicaría cierta incidencia de la contaminación de origen sulfúrico. **Calcio**,

magnesio y potasio se incrementan también situándose en el entorno de los valores medios de la serie. El contenido en carbono del follaje, medido desde fecha más reciente, se ha situado en el entorno del 53%.

Los *micronutrientes* sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996 y 2013-2014 y no siempre se han evaluado todos ellos: sodio no se ha medido en ninguno, cobre sólo en el muestreo de 2013-2014 y zinc, manganeso y hierro en ambos. Esta situación conlleva que no se pueda abordar la valoración de la evolución temporal de los nutrientes en acículas. El conjunto de micronutrientes analizado presenta valores muy similares aunque ligeramente superiores a los habidos en la campaña anterior.

8. Desfronde.

Con periodicidad mensual se ha recogido el desfronde en la parcela mediante captadores normalizados que recogen la caída correspondiente a 1 m² de superficie. La muestra así tomada se divide en sus principales componentes (hojas, ramillas de diámetro inferior a 2 cm y otras, que incluyen frutos, líquenes, musgos,...) y se analiza en el laboratorio.

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

8.1. Análisis Macronutrientes.

TABLA 30: Resultados medios del análisis de desfronde en sus distintas fracciones. Aporte anual en kg/ha; porcentaje de carbono y contenido en mg/g de materia seca de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, magnesio y potasio.

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	1.012	53,34	9,69	1,15	0,24	11,40	1,64	1,23
	Ramillas	23			0,86	0,38	16,84	0,86	1,82
	Otras	330	50,73	10,56	0,76	0,41	16,67	1,16	1,76
2006	Hojas	1.149	53,83	5,65	1,15	0,28	12,39	1,64	1,25
	Ramillas	185	52,02	5,41	0,18	0,23	17,18	0,85	0,97
	Otras	466	50,12	6,60	0,82	0,38	20,64	1,05	1,24
2007	Hojas	1.109	53,35	6,34	1,06	0,28	8,22	4,23	1,33
	Ramillas	178	50,95	4,58	0,68	0,28	10,94	5,32	1,36
	Otras	550	50,28	7,86	0,83	0,43	11,96	6,22	1,91
2008	Hojas	1.178	47,92	5,88	0,92	0,39	9,45	1,42	1,36
	Ramillas	30	45,57	3,99	0,69	0,31	11,23	0,96	1,73
	Otras	670	44,42	6,05	0,86	0,46	18,27	1,11	2,85
2009	Hojas	939	53,92	4,89	0,95	0,28	9,72	1,30	1,19
	Ramillas	75	52,72	4,36	0,72	0,22	14,76	0,90	1,03
	Otras	570	50,60	6,72	0,80	0,38	18,15	0,98	1,37
2010	Hojas	1.482	55,70	6,80	1,08	0,32	12,01	1,19	1,38
	Ramillas	131	54,74	4,84	0,71	0,28	15,18	1,00	0,97
	Otras	400	51,83	6,97	0,91	0,52	16,52	0,89	1,40
2011	Hojas	1.082	52,98	5,80	1,03	0,32	8,08	4,15	1,39
	Ramillas	124	51,85	4,83	0,60	0,29	11,38	5,05	1,25
	Otras	343	49,48	7,43	0,83	0,43	13,99	5,04	1,69
2012	Hojas	358	54,03	6,27	1,06	0,33	9,41	2,19	1,49
	Ramillas	92	53,05	4,65	0,66	0,26	13,56	2,48	1,08

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	325	50,62	6,76	0,82	0,39	15,45	2,00	1,49
2014	Hojas	1.204	53,19	5,72	1,22	0,38	10,75	1,68	1,32
	Ramillas	31							
	Otras	249							
2015	Hojas	900	53,82	6,34	1,10	0,28	9,02	1,62	1,36
	Ramillas	151							
	Otras	519	48,41	7,47	1,23	0,73	22,22	1,24	1,36
2016	Hojas	1.013	53,84	6,34	1,26	0,32	9,97	1,88	1,21
	Ramillas	161							
	Otras	490	49,32	5,72	1,16	0,69	10,36	1,14	4,22
2017	Hojas	927	51,96	5,64	1,05	0,28	10,39	1,73	1,17
	Ramillas	46							
	Otras	387							
2018	Hojas	1.350	54,38	4,65	1,04	0,27	8,02	1,60	1,24
	Ramillas	120							
	Otras	778							
2019	Hojas	935	54,61	5,12	1,16	0,40	7,36	1,56	1,66
	Ramillas	118							
	Otras	605							
2020	Hojas	1.258			0,85	0,59	9,18	1,37	1,25
	Ramillas	205							
	Otras	523							
Media	Hojas	1.060	53,35	6,08	1,07	0,33	9,69	1,95	1,32
	Ramillas	111	51,56	4,67	0,64	0,28	13,88	2,18	1,27
	Otras	480	49,58	7,21	0,90	0,48	16,42	2,08	1,93

8.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 30b: Resultados medios del análisis de desfronde en sus distintas fracciones. Contenido en µg/g de materia seca de zinc, manganeso, hierro, cobre, plomo, cobalto, níquel y cadmio (ng/g)

Año	Fracción	Zn (µg/g)	Mn (µg/g)	Fe (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cd (ng/g)
2014	Hojas	17,87	10,46	332,32	1,96				
	Ramillas								
	Otras								
2015	Hojas	18,75	4,97	155,36	1,47				
	Ramillas								
	Otras	41,89	23,50	1048,44	6,85				
2016	Hojas	18,22	1,28	290,30	2,09				
	Ramillas								
	Otras	25,43	968,24	196,38	5,46				
2017	Hojas	18,72	7,14	211,71	1,67				
	Ramillas								
	Otras								
2018	Hojas	15,18	6,06	217,79	2,01				
	Ramillas								
	Otras								
2019	Hojas	25,16	7,25	134,54	1,56				

Año	Fracción	Zn (µg/g)	Mn (µg/g)	Fe (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cd (ng/g)
	Ramillas								
	Otras								
	Hojas	16,30	4,76	183,37	1,35	0,49	0,06	0,41	17,05
2020	Ramillas								
	Otras								
	Hojas	18,60	5,99	217,91	1,73	0,49	0,06	0,41	17,05
Media	Ramillas								
	Otras	33,66	495,87	622,41	6,16				
	Hojas								

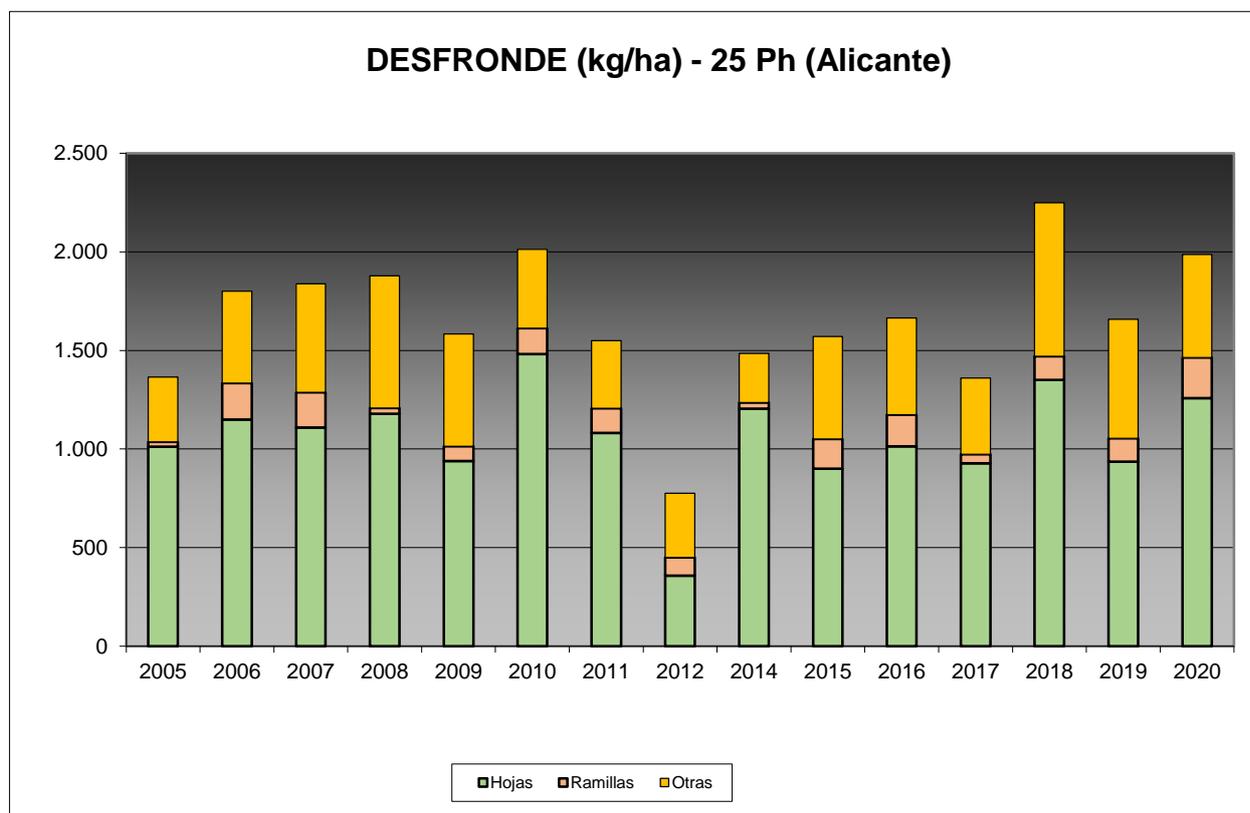


FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 1.500 kg/ha con valores comparativamente bajos debido probablemente a la menor productividad forestal de la parcela, muy condicionada por las bajas precipitaciones; la aportación de las ramillas es generalmente baja, siempre teniendo en cuenta que hace referencia a las ramillas con diámetro inferior a 2 cm, mientras que el aporte foliar se incrementa con respecto a la revisión anterior, lo que supone uno de las tasas más elevadas de la serie; y que los contenidos en carbono de estos aportes superan el 50% del desfronde total, lo que puede suponer una importante contribución a la fijación de CO₂ atmosférico.

9. Fenología.

La fenología estudia la relación entre los fenómenos climáticos y las características morfológicas del desarrollo anual de los vegetales. Tras las observaciones de series anuales suficientemente representativas,

puede obtenerse una valiosa información sobre la respuesta de la vegetación frente a variaciones climáticas, acrecentar el papel de las especies forestales como bioindicadoras y explicar el estado actual de la vegetación. El conocimiento de las fases fenológicas del arbolado es también una importante herramienta de gestión fitosanitaria de las masas forestales, pues el ciclo biológico y la capacidad de daño de buena parte de las plagas forestales van ligadas al desarrollo de una determinada fase, particularmente en el caso de los insectos defoliadores. Los cambios fenológicos en la vegetación juegan además un importante papel en la modelación del paisaje.

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

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

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 25Ph, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

TABLA 31: Resultados de la evaluación fenológica. Comienzo, final y amplitud de la fase. Días desde el 1 de enero hasta el comienzo de fase. Temperatura acumulada (grados-día) hasta el inicio de fase.

Año	Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población					Floración \geq 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
1999	31/05/99	17/08/99	78	150	1518	14/04/99	14/07/99	91	103	886
2000	13/04/00	01/06/00	49	103	1047					
2001	04/04/01	16/05/01	42	93	1146					
2002	03/04/02	12/06/02	70	92	915					
2003	02/04/03	04/06/03	63	91	606					
2004	28/04/04	20/10/04	175	118	1123					
2005	15/06/05	31/08/05	77	165	1855	14/04/05	27/04/05	13	103	784
2006	12/07/06	26/07/06	14	192	2540					
2007	25/04/07	08/08/07	105	114	1140	11/04/07	25/04/07	14	100	958
2008	21/05/08	06/08/08	77	141	1582	05/03/08	16/04/08	42	64	600
2009	21/05/09	05/08/09	76	140	1409	06/05/09	21/05/09	15	125	1137
2010	24/03/10	16/06/10	84	82	567	28/04/10	12/05/10	14	117	976
2011	25/05/11	29/06/11	35	144	1600	30/03/11	27/04/11	28	88	756
2012	26/04/12	30/05/12	34	116	810	26/04/12	30/05/12	34	116	810
2014	25/06/14	30/07/14	35	175	2195	23/04/14	28/05/14	35	112	1129
2015	27/05/15	24/06/15	28	146	1704	29/04/15	27/05/15	28	118	1183
2016	27/04/16	06/07/16	70	117	1195	08/06/16	06/07/16	28	159	1859
2017	26/04/17	29/06/17	64	115	1151	03/04/17	26/04/17	23	92	843
2018	30/05/18	05/07/18	36	149	1524	26/04/18	05/07/18	70	115	1034
2019	25/04/19	26/06/19	62	114	1159	21/03/19	05/06/19	76	79	769
2020	24/04/20	26/06/20	63	114	1186	28/02/20	24/04/20	56	58	594
2021	28/04/21	30/06/21	63	117	1133	24/03/21	28/04/21	35	82	739
Media			64	127	1323			38	102	941

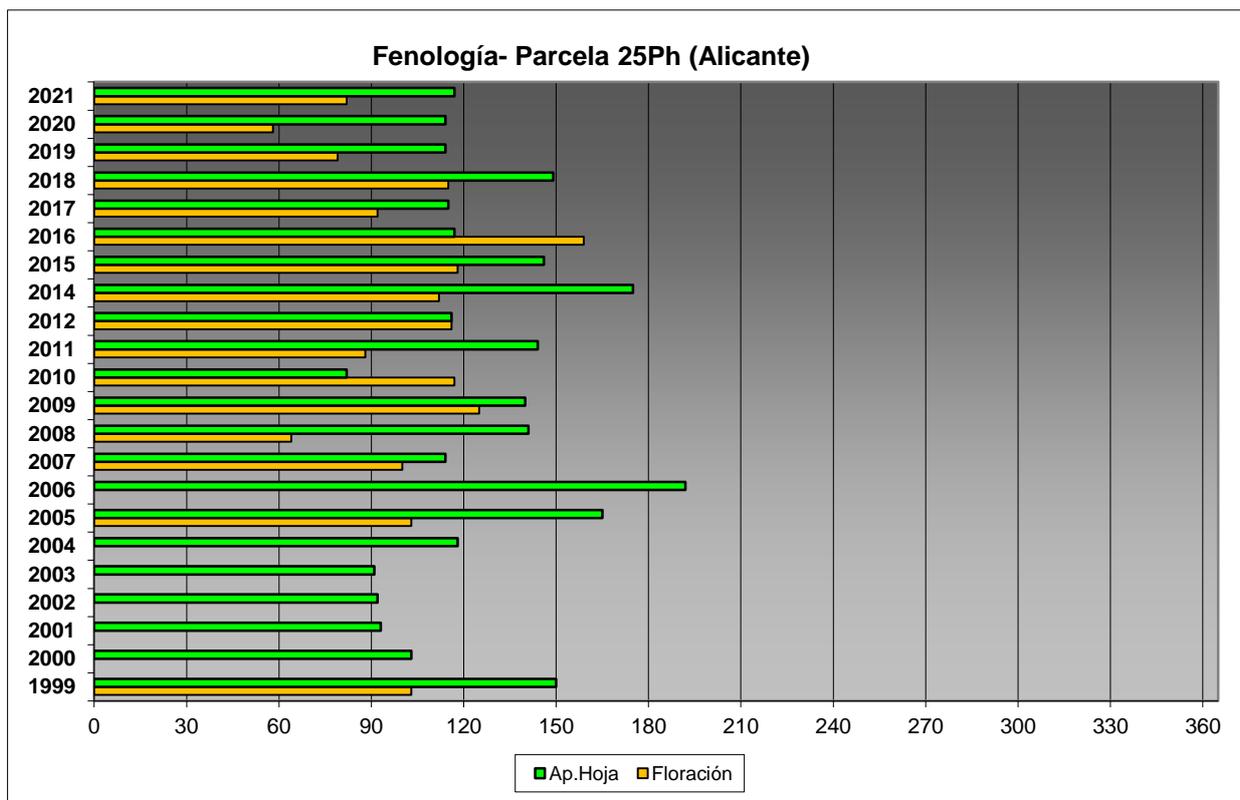


FIG 28: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración precede en la mayoría de los casos a la aparición de las acículas de la nueva metida, registrándose la mayor actividad vegetativa en torno a marzo-abril, tendencia que se recupera durante la última revisión tras el adelantamiento habido en 2020, observándose la floración hacia finales de marzo y la brotación a finales de abril



FIG 29: Floración masculina. Elongación metida y aparición acícula (abril)

10. Cintas diamétricas.

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

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

TABLA 32: Valor medio dendrómetros. Crecimiento medio: diferencia en cm y porcentaje entre el máximo y mínimo del año. Oscilación media: diferencia y porcentaje entre los valores de enero y diciembre (o comienzo/fin de año en años incompletos)

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
2006	0,06	0,24	0,06	0,11
2007	0,36	1,40	0,36	0,79
2008	0,23	0,93	0,23	0,85
2009	0,14	0,57	0,14	0,35
2010	0,27	1,09	0,27	0,91
2011	0,32	1,36	0,32	0,91
2012	0,12	0,49	0,12	0,47
2014	0,08	0,33	0,08	0,30
2015	0,13	0,53	0,13	0,27
2016	0,13	0,50	0,13	0,42
2017	0,15	0,59	0,15	0,52
2018	0,16	0,63	0,16	0,62
2019	0,17	0,64	0,17	0,58
2020	0,15	0,59	0,15	0,54
2021	0,16	0,60	0,16	0,57
Media	0,18	0,70	0,18	0,55

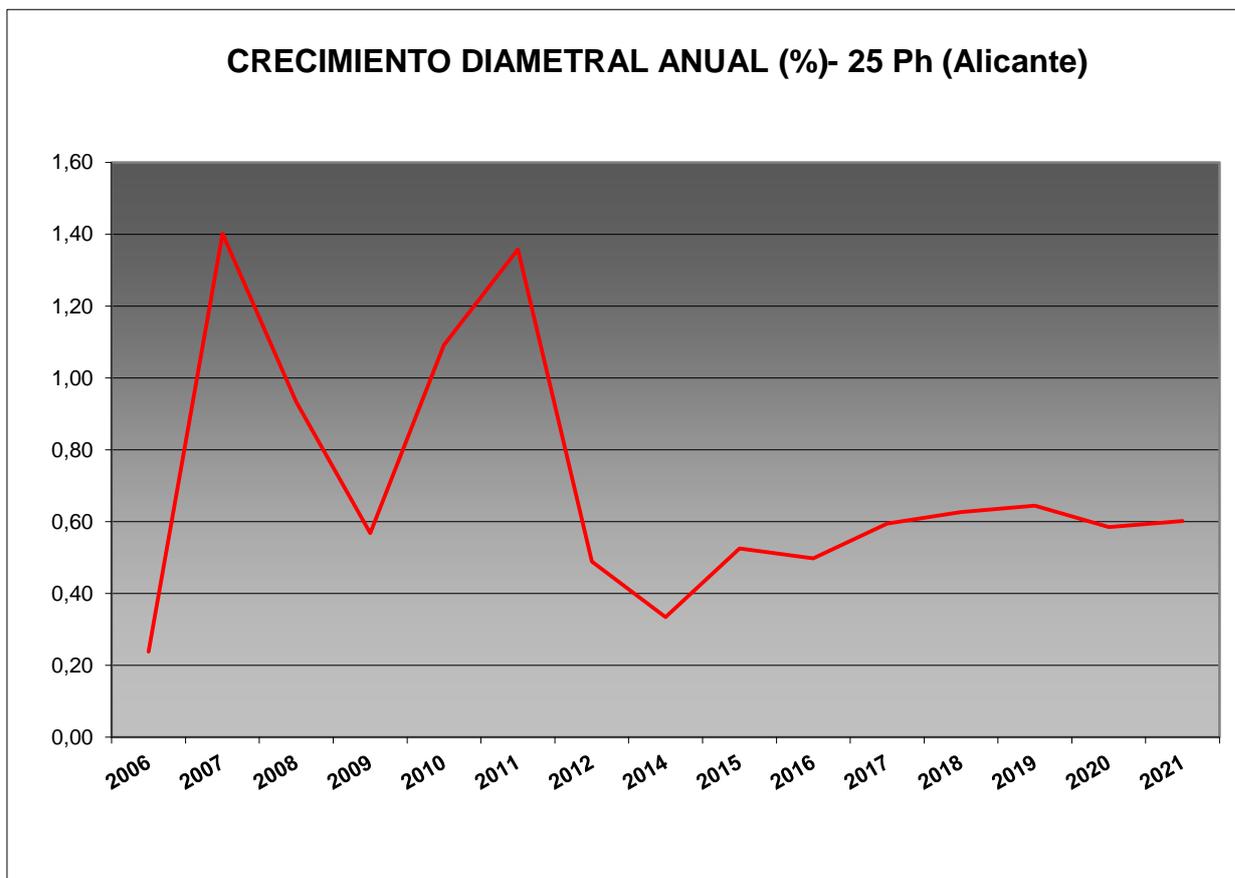


FIG 30: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, excepción hecha del primer año de evaluación, entre el 0,33% de 2014 y el 1,40% de 2007, situándose por regla general en inferiores al 1% anual, y con un comportamiento muy estable a lo largo del último tramo de la serie.

11. Meteorología.

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

TABLA 33: Parámetros meteorológicos básicos. Precipitación anual. Temperatura media anual, máxima de las máximas, mínima de las mínimas, media de las máximas, media de las mínimas. Radiación solar media. Humedad relativa media. Velocidad del viento media y máxima.

Año	Prec	T med	T MAX	T MIN	T max	T min	Rad med	HR med	V viento med	V viento max
	(mm)	(°C)					(W/m ²)	(%)	(m/s)	
1997	352									
1998	242									

Año	Prec	T med	T MAX	T MIN	T max	T min	Rad med	HR med	V viento med	V viento max
	(mm)	(°C)					(W/m ²)	(%)	(m/s)	
1999	300	13,8	32,9	2,6	18,5	10,1	264,6	50,6	2,5	20,5
2000	278	17,1	38,3	-6,9	20,5	4,8	211,2	51,7	2,7	24,2
2001	424	16,4	36,2	-6,8	19,8	6,0	204,9	56,6	2,7	25,0
2002	346	15,8	33,0	0,0	20,1	12,5	196,3	59,3	2,3	22,0
2003	396	15,8	33,0	0,0	20,1	12,5	196,3	59,3	2,3	22,0
2004	392	14,5	36,1	-2,5	18,7	11,1		59,0	2,2	22,0
2005	148	14,2	36,1	-6,5	18,7	10,7		59,6	2,0	23,8
2006	406	14,8	35,1	-3,4	19,0	11,6	188,6	65,2	2,1	26,8
2007	529	14,5	35,8	-0,9	18,6	11,2		67,9	2,1	
2008	389	14,3	34,6	-2,5	18,5	11,0	190,4	70,5	2,1	25,3
2009	531	15,8	36,0	-2,3	20,2	12,3	208,3	68,1	2,3	29,1
2010	493	14,3	39,5	-3,8	18,5	11,0		64,4	2,3	25,0
2011	402	15,1	34,1	-1,6	19,4	11,8	154,2	66,3		
2012	150	14,5	38,5	-5,8	19,0	10,6	185,1	67,3	2,3	14,5
2014	226	15,1	34,6	-4,9	20,5	10,1	136,1	68,1	1,7	22,7
2015	328	15,6	37,3	-1,9	20,0	12,2	155,3	79,5	1,8	25,7
2016	362	14,9	36,4	0,0	19,5	11,2	170,0	83,2	2,1	24,2
2017	359	15,1	36,2	-3,5	19,6	11,6	149,4	65,1	2,0	24,2
2018	389	14,6	34,2	-0,8	19,0	11,2	140,6	68,8	2,1	23,8
2019	445	15,4	36,2	0,1	19,9	11,5	152,3	63,3	2,2	28,0
2020	378	15,3	38,0	-0,8	19,8	11,9	144,0	76,6	1,9	24,6
2021	354	15,1	38,9	-2,5	19,4	11,5	146,7	71,2	2,0	26,5
Media	359	15,1	36,0	-2,5	19,4	10,8	177,5	65,4	2,2	24,0

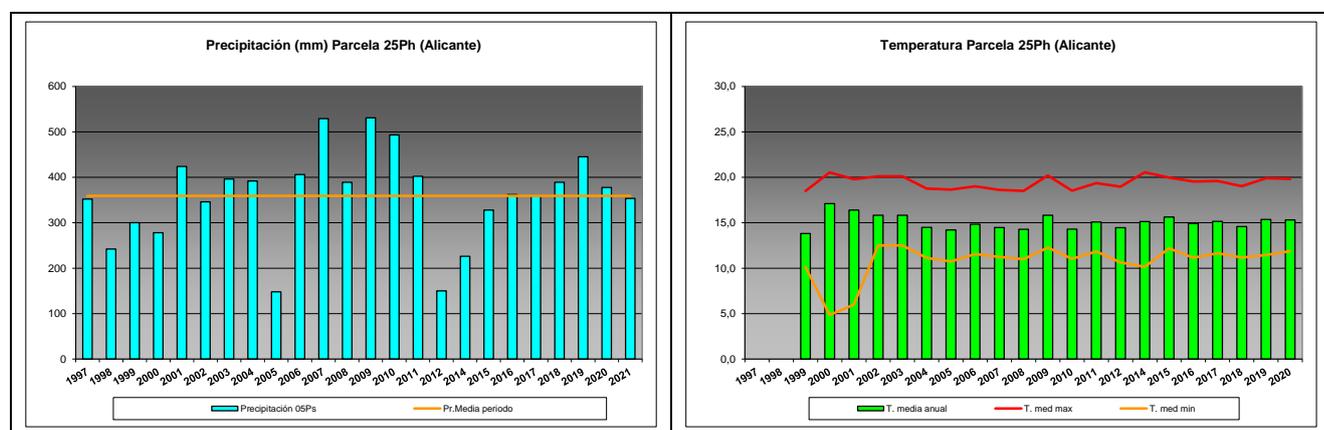


FIG 31: Principales variables meteorológicas.

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 34: 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
2000	30	0	231,0	12/10 a 16/10	5	49	13/07 a 30/08
2001	27	0	36,7	05/11 a 09/11	1	34	12/06 a 15/07
2002	15	0	20,0	14/11 a 18/11	3	21	09/06 a 29/06
2003							
2004	25	0	20,2	24/02 a 28/02	0	78	15/06 a 31/08
2005	24	0	21,4	07/11 a 11/01	0	115	01/05 a 23/08
2006	16	0	20,2	18/02 a 22/02	0	82	11/06 a 31/08
2007	15	0					
2008	17	0	69,4	21/10 a 25/10	0		
2009	29	0	41,4	31/01 a 04/02	0	23	12/07 a 03/08
2010	17	0	36,5	27/11 a 01/12	2	31	23/06 a 23/07
2011	25	0	43,8	19/11 a 23/11	0	21	01/07 a 21/07
2012	18	0					
2013							
2014	26	0	56,2	27/11 a 01/12	0	54	24/06 a 16/08
2015	33	0	54,3	01/11 a 05/11	0	18	01/05 a 18/05
2016	26	0	59,3	15/12 a 19/12	0	24	15/07 a 09/08
2017	30	0	48,7	19/01 a 23/01	1	28	01/05 a 28/05
2018	20	0	38,7	15/11 a 19/11	1	20	06/07 a 25/07
2019	36	0	38,8	19/10 a 23/10	1	33	09/07 a 10/08
2020	30	0	57,2	19/01 a 23/01	0	24	09/06 a 02/07
2021	25	0	30,0	07/01 a 11/01	1	17	01/08 a 17/08

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

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media
S-01	1,35	1,24	2,19	1,88	1,76	1,17	1,76	1,33	1,59
S-02	1,49	1,16	2,25	1,71	1,69	1,47	1,51	1,32	1,58
S-03	1,46	1,24	2,14	1,81	1,73	1,50	1,72	1,22	1,60

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Media
S-04	1,30	1,25	1,97	2,03	1,79	1,50	1,62	1,62	1,63
S-05	1,34	1,37	2,18	1,90	1,66	1,60	1,78	1,38	1,65
S-06	1,30	1,39	2,12	1,77	1,58	1,36	1,73	1,13	1,55
S-07	1,58	1,52	2,30	1,80	1,71	1,50	1,71	1,27	1,67
S-08	1,36	1,62	2,15	1,87	1,65	1,21	1,80	1,28	1,62
S-09	1,47	1,67	2,47	2,10	1,91	1,93	2,13	1,54	1,90
S-10	1,46	1,75	2,21	1,98	1,60	1,82	2,00	1,27	1,76
S-11	1,23	1,75	2,17	1,66	1,65	1,44	2,20	1,23	1,67
S-12	1,47	2,33	2,43	1,85	1,66	2,02	1,36	1,46	1,82
S-13	1,52	2,21	2,63	1,85	1,84	1,62	1,26	1,37	1,79
S-14	1,53	2,44	2,64	1,81	1,47	1,65	1,13	1,29	1,75
S-15	1,45	2,82	2,81	1,73	1,76	1,87	1,19	1,58	1,90
S-16	1,39	3,42	2,94	1,74	1,65	1,63	1,39	1,71	1,98
Media	1,42	1,82	2,35	1,84	1,69	1,58	1,64	1,37	1,72

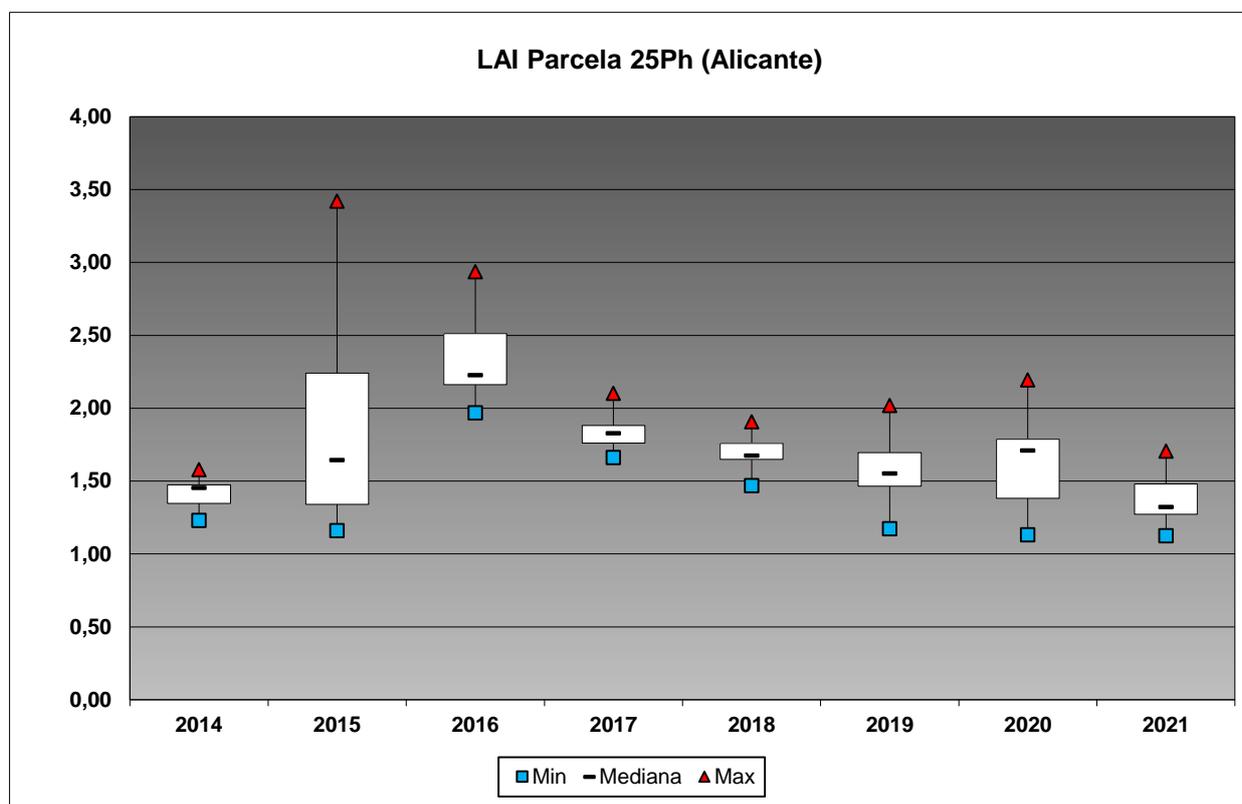


FIG 32: Diagrama de cajas LAI anual.

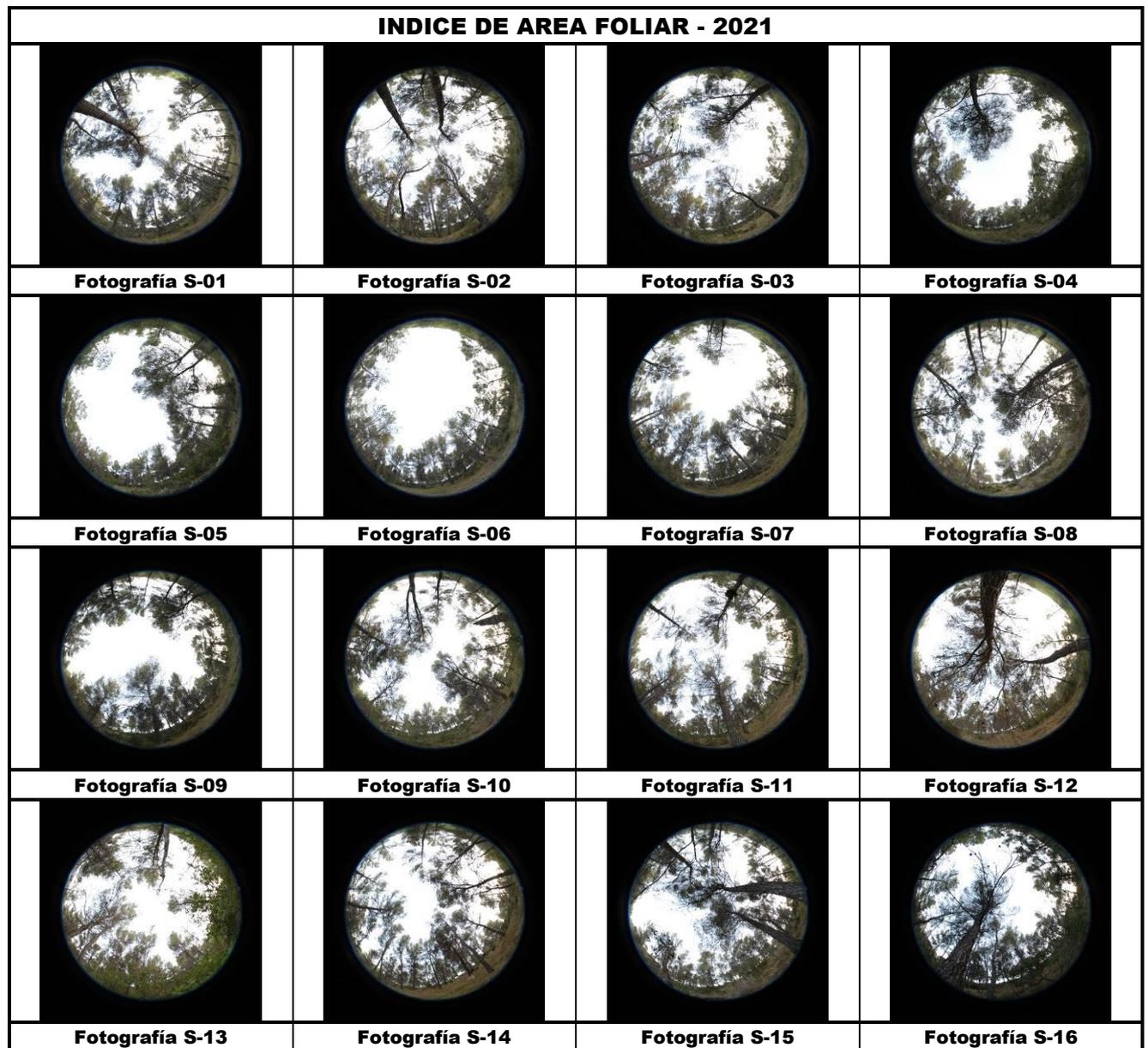


FIG 33: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.