

20
25



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

RED DE NIVEL II MEMORIA – 2025

PARCELA 07 Qi (CACERES)

40
AÑOS

ICP
FORESTS

LTER
Spain
Spanish Long-Term Ecosystem Research Network

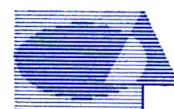


Cofinanciado por
la Unión Europea



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Tecmena, S.L.

TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES
Y DESERTIFICACIÓN

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

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	2
2.3. Vegetación	4
2.4. Caracterización forestal y dasométrica	6
3. Estado fitosanitario de la parcela	7
3.1. Defoliación y decoloración	7
3.2. Daños forestales	9
4. Instrumentación	19
5. Deposición atmosférica	21
5.1. pH	23
5.2. Conductividad	24
5.3. Potasio	25
5.4. Calcio	26
5.5. Magnesio	27
5.6. Sodio	28
5.7. Amonio	29
5.8. Cloro	30
5.9. Nitratos	31
5.10. Sulfatos	32
5.11. Alcalinidad.....	33
5.12. Nitrógeno total	34
5.13. Carbono orgánico disuelto.....	35
5.14. Aluminio	36
5.15. Manganeseo.....	37
5.16. Hierro.....	38
5.17. Interpretación de resultados	39
6. Calidad del aire. Inmisión	41
7. Análisis foliar	42
7.1. Macronutrientes	42
7.2. Micronutrientes	46
7.3. Interpretación de resultados	47
8. Desfronde	48
9. Fenología	51
10. Cintas diamétricas	53
11. Meteorología	54
12. Índice de Área Foliar	55

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. Crecimientos mensuales dendrómetros y media parcela
FIG 31:	Principales variables meteorológicas
FIG 32:	Índices de Área Foliar
FIG 33:	Fotos hemisféricas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa la dehesa de encinas de *Quercus ilex* del sector Toledano-Tagano de la provincia Luso-extremadurens (Rivas Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	LTER
07 Qi	<i>Quercus ilex</i>	Cáceres	Majadas del Tiétar	02/09/1993	ES-030

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+39°56'00"	-05°48'00"	261.000	4.424.000	247	0	Llano	Cerro de las Corruças

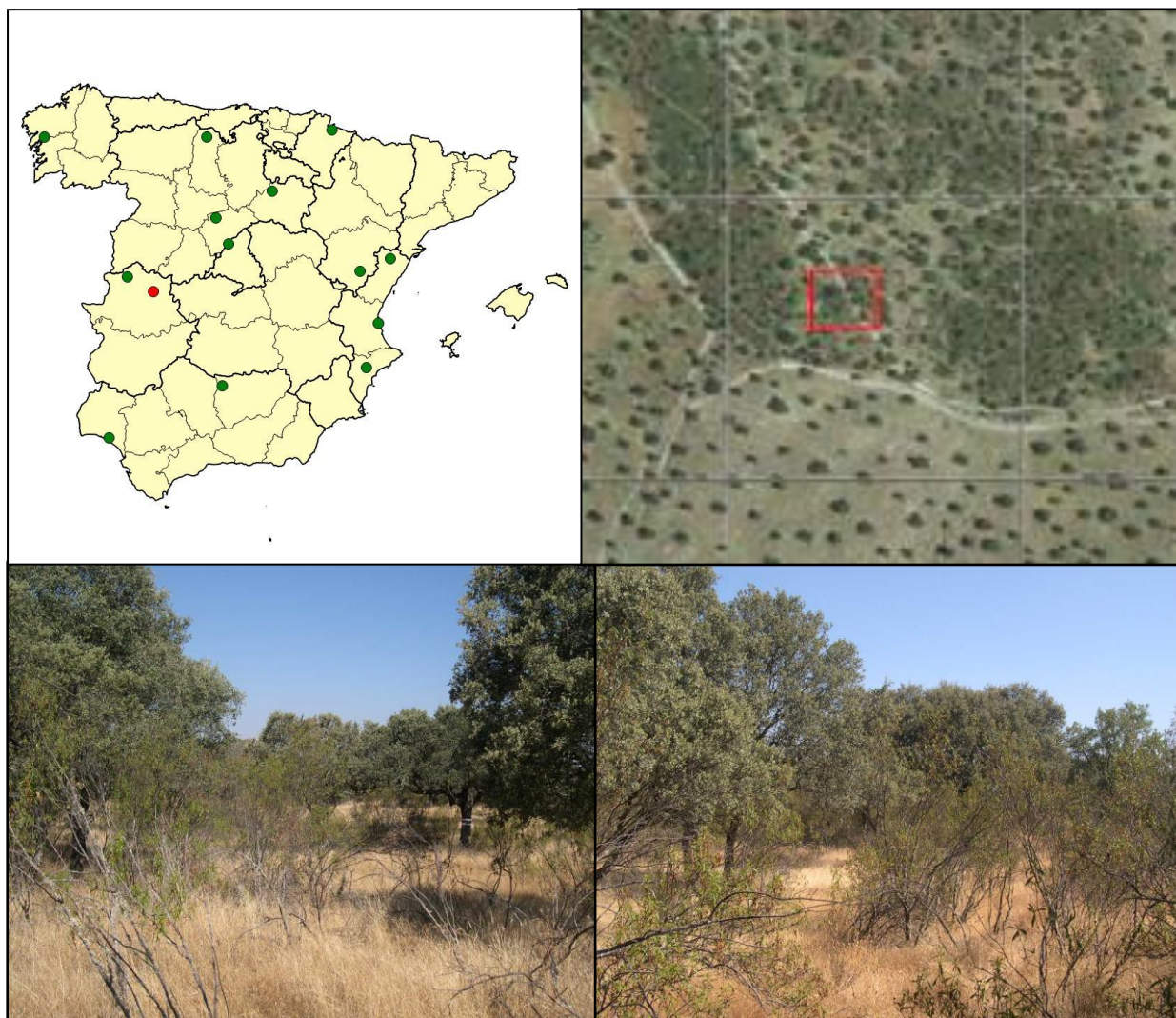


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 07Qi

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)	8,2	9,4	11,2	14,1	19,1	23,6	26,4	25,8	23,1	17,8	10,7	7,3	16,4
P(mm)	127	116	85	47	71	31	3	11	43	79	79	94	786
T. Media Máximas Mes más Cálido							36,8						
T. Media Mínimas Mes más frío												2,4	

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un IV4 *Mediterráneo genuino*.

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

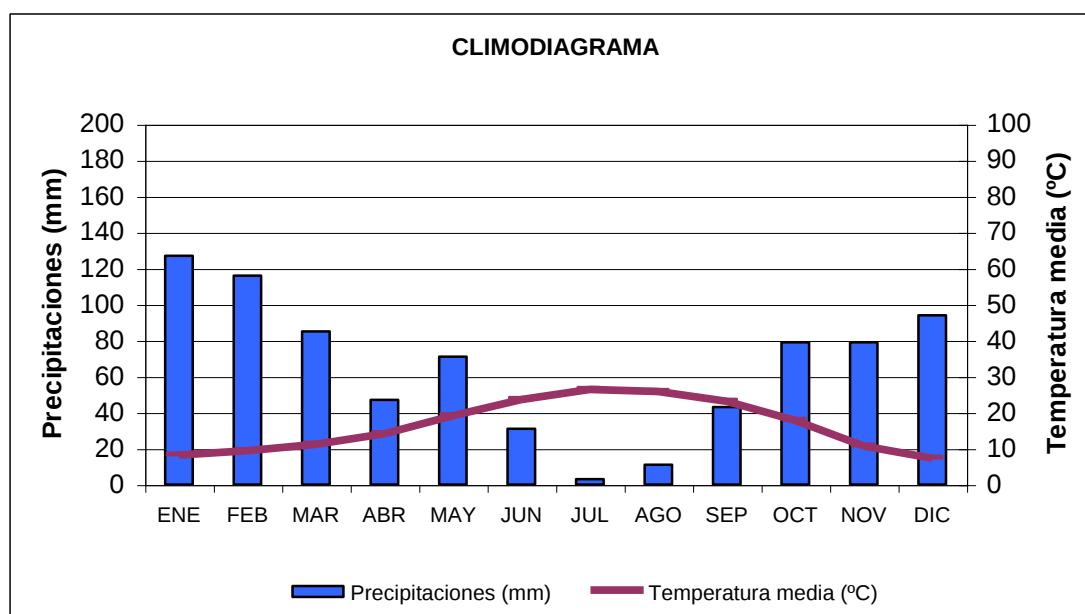


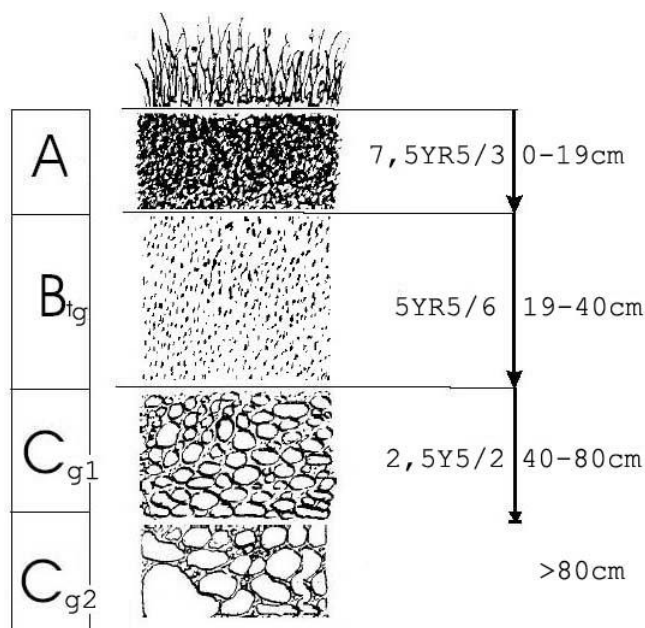
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

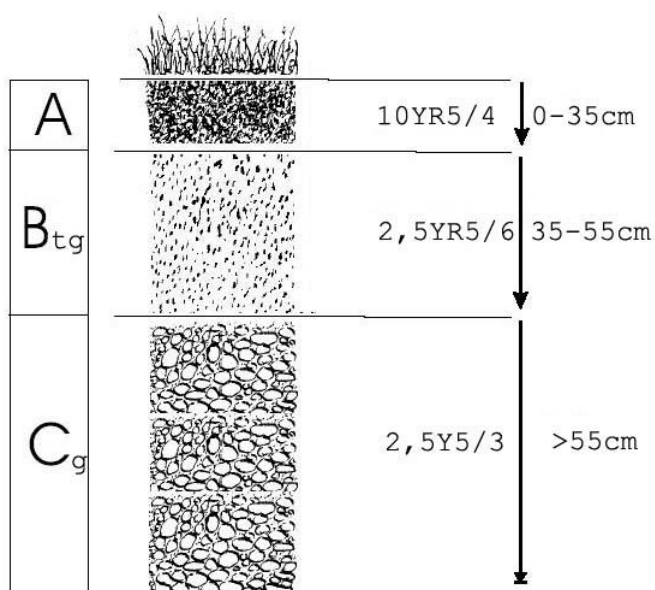
Litología: *arcosa*

Edafología: *Stagnic Alisol*

La topografía ondulada y las condiciones físicas de la *arcosa* favorecen la formación de capas freáticas de carácter temporal. De la cobertura vegetal constituida principalmente por jaras y del grado de saturación inferior al 50% se deduce que son suelos caracterizados por pobreza en elementos nutritivos y problemas hidromórficos.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-19	Pardo (7.5 YR 5/3) en seco, pardo oscuro (7.5 YR 3/4) en húmedo; areno-arcilloso; 1 % de gravillas de cuarcitas y cuarzo (3cm) ; estructura poliédrica subangular, débil, fina; muy friable en húmedo; frecuentes raíces, muy finas; muy poroso; no se observa actividad de la fauna; límite irregular y brusco.
B _{tg}	19-40	Rojo amarillento (5 YR 5/6) en húmedo; 25% de manchas grandes en caras de la estructura, indistintas-definidas, rojo débil (2.5 YR 6/2); arcilloso; estructura poliédrica, débil, moderada, mediana; muy friable en húmedo; cutanes de arcilla moderadamente espesos y continuos; muy poroso; frecuentes raíces de todos los tamaños, con clara disposición horizontal; no se observa actividad de la fauna; límite gradual y plano.
C _{g1}	40-80	Pardo grisáceo (2.5 Y 5/2) en húmedo, frecuentes manchas medianas (0.5-1 cm), definidas, rojo amarillento (5 YR 5/6); arcillo-arenoso; masivo; muy friable; pocas raíces finas; muy poroso; no se observa actividad de la fauna; límite difuso y plano.
C _{g2}	>80	Gris (5 Y 5/1) en húmedo; frecuentes manchas (10%), grandes (3cm), destacadas, pardo intenso (7.5 YR 5/6) en húmedo; masivo; muy poco poroso.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-35	Pardo amarillento (10 YR 5/4) en húmedo; arenoso; 2% de gravilla de cuarzo y cuarcita; estructura poliédrica angular, débil, mediana; muy friable en húmedo; muy pocas raíces; muy poroso; límite plano y neto.
B _{tg}	35-55	Rojo (2,5 YR 5/6) en húmedo; frecuentes manchas medianas (15%), gris verdusco (2,5 Y 5/2) definidas; arcillo-arenoso; estructura poliédrica angular, mediana, moderada; muy friable en húmedo; cutanes de arcilla delgados y zonales; pocas raíces, muy finas; pocos poros; límite gradual y plano.
C _g	>55	Pardo verdusco claro (2,5 Y 5/3) en húmedo; frecuentes manchas medianas (3%), pardo intenso (7,5 YR 5/6); areno-arcilloso; estructura masiva; muy friable en húmedo; muy poco poroso.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Se trata de un encinar claro con matorral denso de jaras (*Cistus ladanifer*), arbustivo, de unos 2 m de talla que deja claros ocupados por matas menores y un pastizal mixto de gramíneas. Aunque no se han encontrado en el interior de la parcela son muy frecuentes pies de alcornoque (*Quercus suber*) y quejigo (*Quercus faginea*) dispersos entre las encinas dominantes.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	30,0	<i>Galium parisiense</i> L.	+
<i>Quercus ilex</i> L.	30,0	<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv.	1,0
ESTRATO ARBUSTIVO	4,3	<i>Holcus setiglumis</i> Boiss. & Reuter	+
<i>Cistus ladanifer</i> L.	4,0	<i>Hypochoeris glabra</i> L.	+
<i>Quercus ilex</i> L.	0,3	<i>Jasione montana</i> L.	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	18,0	<i>Juncus bufonius</i> L.	+
<i>Aegilops neglecta</i> Req. Ex Bertol.	+	<i>Juncus capitatus</i> Weigel	+
<i>Agrostis castellana</i> Boiss. & Reuter	1,0	<i>Lathyrus angulatus</i> L.	+

	Cob		Cob
<i>Agrostis pourretii</i> Willd.	+	<i>Lavandula stoechas</i> L.	1,0
<i>Aira caryophyllaea</i> L.	+	<i>Linum trigynum</i> L.	+
<i>Anarrhinum bellidifolium</i> (L.) Willd.	+	<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ.	+
<i>Andryala integrifolia</i> L.	+	<i>Lotus conimbricensis</i> Brot.	+
<i>Anthoxanthum aristatum</i> Boiss.	12,0	<i>Lotus parviflorus</i> Desf.	+
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	+	<i>Ornithopus compressus</i> L.	+
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	+	<i>Ornithopus pinnatus</i> (Miller) Druce	+
<i>Bellis annua</i> L.	+	<i>Petrorhagia nanteuillii</i> (Burnat) P.W. Ball	+
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	+	<i>Plantago lanceolata</i> L.	+
<i>Briza maxima</i> L.	+	<i>Poa bulbosa</i> L.	+
<i>Briza minor</i> L.	+	<i>Quercus faginea</i> Lam.	+
<i>Bromus madritensis</i> L.	+	<i>Quercus ilex</i> L.	+
<i>Bromus scoparius</i> L.	+	<i>Ranunculus paludosus</i> Poiret	+
<i>Campanula lusitanica</i> L.	+	<i>Rumex acetosella</i> L.	+
<i>Carex divisa</i> Hudson	+	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	+
<i>Carlina racemosa</i> L.	+	<i>Senecio jacobaea</i> L.	+
<i>Centaurium erythraea</i> Rafn	+	<i>Stachys arvensis</i> (L.) L.	+
<i>Centaurium maritimum</i> (L.) Fritsch	+	<i>Thymelaea passerina</i> (L.) Cosson & Germ.	+
<i>Chaetopogon fasciculatus</i> (Link) Hayek	+	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertner	1,5
<i>Chamaemelum nobile</i> (L.) All.	+	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	+
<i>Cistus ladanifer</i> L.	0,3	<i>Trifolium arvense</i> L.	+
<i>Cistus salvifolius</i> L.	1,0	<i>Trifolium bocconeii</i> Savi	+
<i>Coleostephus myconis</i> (L.) Reichenb. Fil.	+	<i>Trifolium campestre</i> Schreber	+
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	+	<i>Trifolium glomeratum</i> L.	+
<i>Coronilla repanda</i> (Poiret) Guss.	+	<i>Trifolium striatum</i> L.	+
<i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.	+	<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker	+
<i>Crucianella angustifolia</i> L.	+	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	+
<i>Ctenopsis delicatula</i> (Lag.) Paunero	+	<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmelin	+
<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	+	<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	+
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	+	<i>Tuberaria macrosepala</i> (Cosson) Willk.	+
<i>Daphne gnidium</i> L.	+	ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO	+
<i>Euphorbia exigua</i> L.	+	<i>Cladonia cervicornis</i>	+
<i>Andryala integrifolia</i> L.	+	<i>Lotus conimbricensis</i> Brot.	+
<i>Anthoxanthum aristatum</i> Boiss.	12,0	<i>Lotus parviflorus</i> Desf.	+
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	+	<i>Ornithopus compressus</i> L.	+

Vegetación potencial: La parcela se encuentra en una zona de las series 24 c Serie mesomediterránea luso-extremaduraense seco-subhúmeda silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*). *Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae sigmetum*.

2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa adhesada de encina de 61-80 años de edad, cuyas características principales se resumen a continuación:

TABLA 4: Características dasométricas. Arrea 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, carbono fijado (partes aérea y radical). Existencias según IFN4

Área ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad (años)	D med (cm)	AB (m ² /ha)	D m c (cm)	Alt m (m)	Alt do (m)	Exist (m ³ cc)	C (t)
0,2500	22	88	22	0	8	61-80	25,95	5,20	27,44	7,07	7,07	2,97	6,25

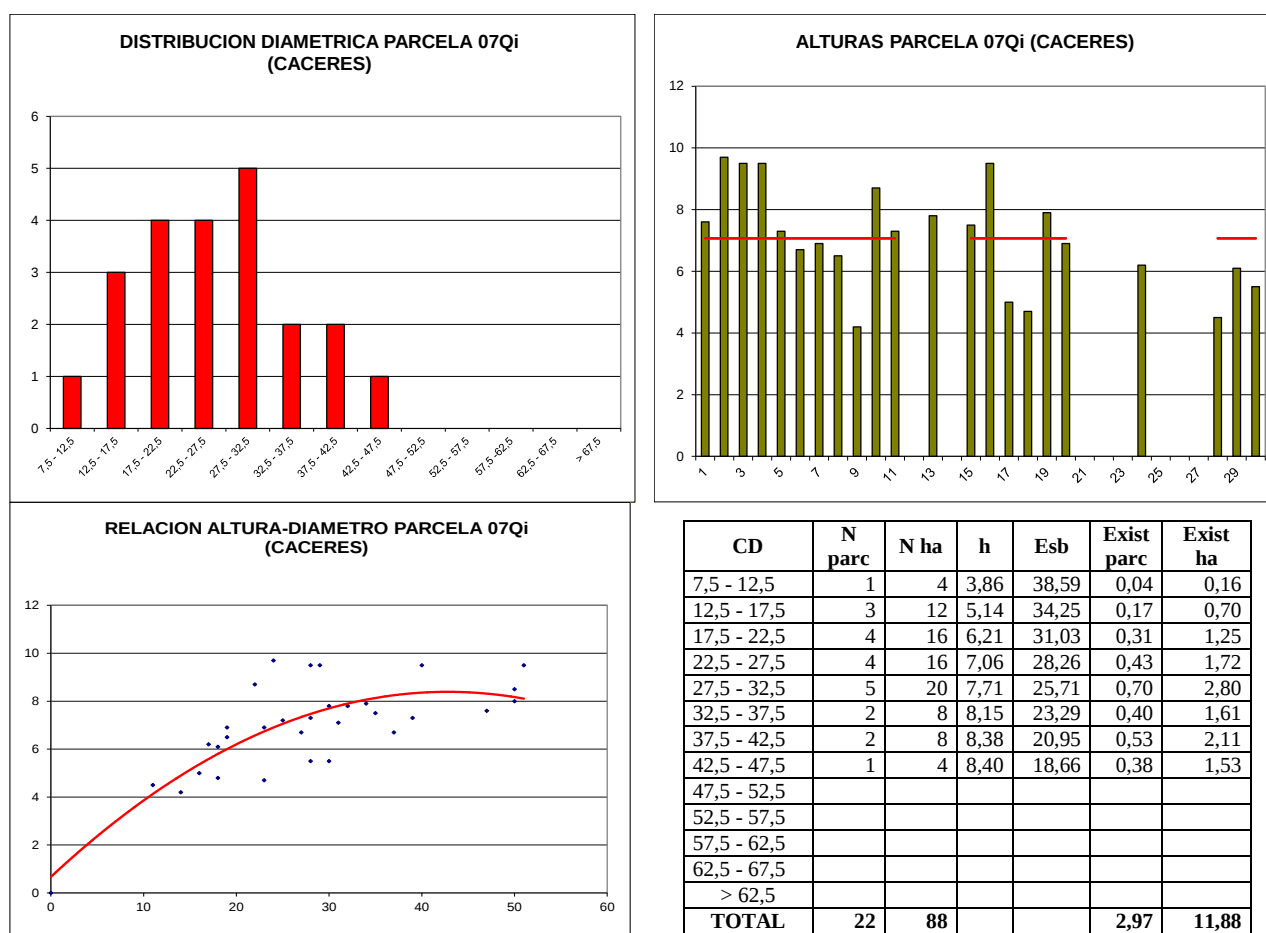


FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta mal estado fitosanitario, con una defoliación media del 36,74%, dentro ya de la escala de daños moderados, categoría esta en la que se han calificado una de cada tres encinas evaluadas, en lo que supone un marcado empeoramiento respecto a la revisión del año anterior, con un incremento del parámetro de más de nueve puntos, por encima del umbral de cinco puntos porcentuales que supondría una variación estadísticamente significativa de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales. Cabe hacer constar que la parcela se encuentra en las inmediaciones de una raña donde se observaron numerosas muertes debido a la seca de *Quercus* hace unos pocos años y que se ha reactivado en los últimos años a medida que se han ido combinando inviernos muy lluviosos con más de 500 mm acumulados hasta junio seguidos de una prolongada sequía estival; su posición en una ligera depresión del terreno parece confirmar esta teoría. Los daños se van extendiendo hacia la zona inferior de la parcela, disponiéndose a lo largo de su borde occidental, desde donde van progresando hacia el interior registrándose de nuevo pies muertos por esta causa. El incremento de los pies calificados con defoliaciones graves se debe precisamente a la expansión de este síndrome, cuyos efectos se ven de forma salpicada por todo el encinar en el que se encuentra la parcela.

Atendiendo a la serie histórica de datos, se advierte un comportamiento errático en diente de sierra, con un periodo de decaimiento muy marcado entre 1995-2003 y episodios de decaimiento más esporádicos (2006, 2009-2010, 2012) de los que pasa a recuperarse con posterioridad y un nuevo empeoramiento en los últimos años en los que se advierten daños severos en algunos pies junto con la muerte de alguno de ellos. Habiéndose apuntado al fenómeno de “seca de quercus” como uno de los principales factores de deterioro de la masa –muy frecuente en los encinares de la zona- la dinámica apuntada podría responder a oscilaciones en la enfermedad ligadas a factores climáticos, que cuando favorecen su expansión se traducen en un rápido deterioro del que puede recuperarse en años más benignos, siendo ampliamente conocida la capacidad de rebrote de la encina. En los últimos años se observa una peor distribución por clases de daño, apareciendo algún pie con defoliaciones graves que, iniciado el decaimiento, acaba por morir, así como el apeo de algún pie muy debilitado para su aprovechamiento posterior.

Se ha venido observando así la existencia de un foco de debilidad del arbolado en el límite occidental de la parcela, que va expandiéndose así en los últimos años. La existencia de antiguos tocones en la raña en zonas a menor cota indica también que se trata de un fenómeno recurrente que se ha venido observando desde hace muchos años y que se reactiva de darse unas condiciones favorables, tales como un suelo húmedo a lo largo del otoño-invierno seguido de un verano prolongado y seco, tal como ha ocurrido el último año, en el que no ha llovido de mediados de junio a mediados de septiembre.

En la presente revisión, y dentro de la idea de un mayor empeoramiento del arbolado, se han advertido algunas decoloraciones, de naturaleza ya moderada, en unas cuantas encinas salpicadas con las mayores defoliaciones.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

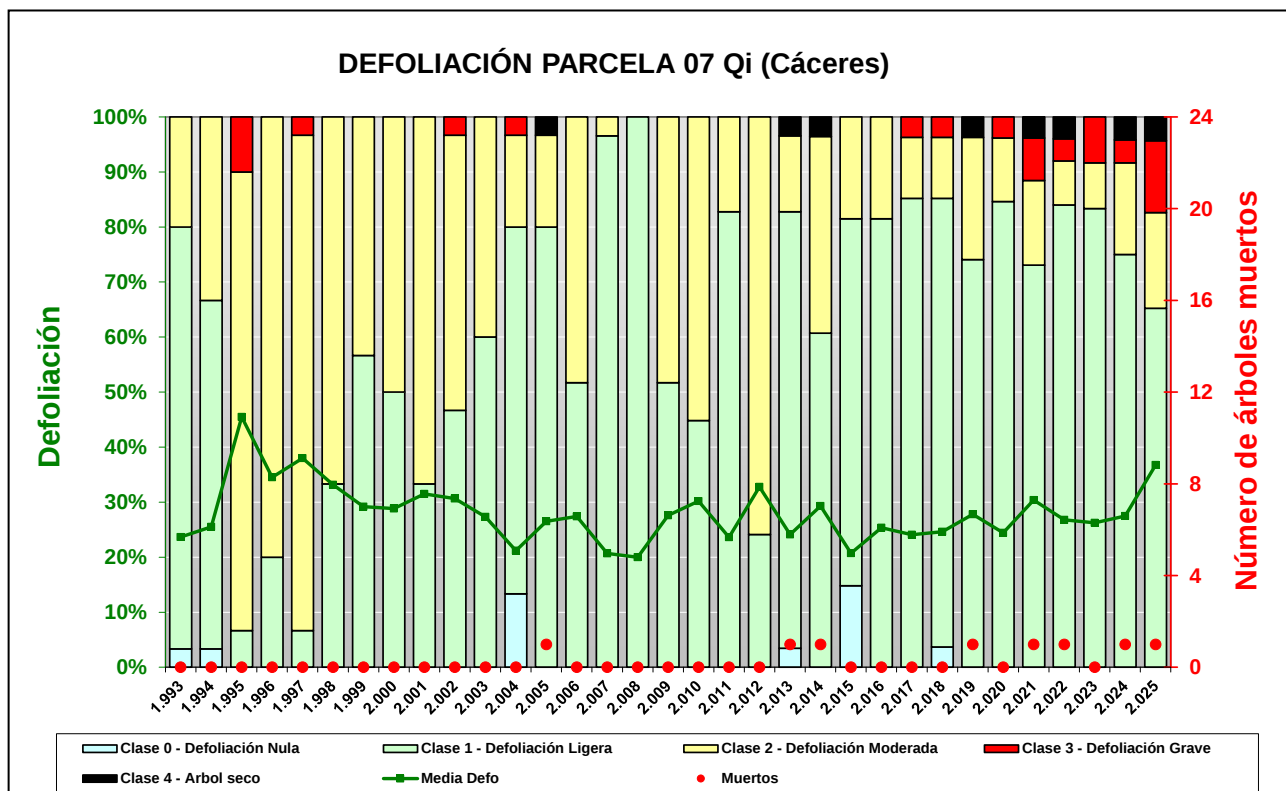


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.

FIG 5: Defoliación 15%, 30% y 50%



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	6	1,00	24	27,27	35,83	0,33	-0,91	-0,23	31,17	7,63	5,21	0,57
Hojas	6	1,00	24	27,27	35,83	0,33	-0,91	-0,23	31,17	7,63	5,21	0,57
Perforadores	4	1,50	16	18,18	36,25	0,50	-0,49	-0,06	24,25	6,10	-1,70	-0,97
Tronco	1	2,00	4	4,55	55,00	0,00	18,26	-0,56	39,00	7,30	13,05	0,23
Tronco completo	1	2,00	4	4,55	55,00	2,00	18,26	1,44	17,00	6,20	-8,95	-0,87
<i>Coroebus florentinus</i>	2	1,00	8	9,09	17,50	0,00	-19,24	-0,56	20,50	5,45	-5,45	-1,62
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	9,09	17,50	0,00	-19,24	-0,56	20,50	5,45	-5,45	-1,62
Chupadores	2	1,00	8	9,09	22,50	0,00	-14,24	-0,56	23,50	6,90	-2,45	-0,17
Hojas	2	1,00	8	9,09	22,50	0,00	-14,24	-0,56	23,50	6,90	-2,45	-0,17
Minadores	1	1,00	4	4,55	25,00	0,00	-11,74	-0,56	23,00	4,70	-2,95	-2,37
Hojas	1	1,00	4	4,55	25,00	0,00	-11,74	-0,56	23,00	4,70	-2,95	-2,37
Form. Agallas	3	1,00	12	13,64	31,67	0,67	-5,07	0,11	18,67	6,03	-7,29	-1,03
<i>Dryomyia lichtensteini</i>	3	1,00	12	13,64	31,67	0,67	-5,07	0,11	18,67	6,03	-7,29	-1,03
Hojas	3	1,00	12	13,64	31,67	0,67	-5,07	0,11	18,67	6,03	-7,29	-1,03
ENFERMEDADES												
Tizón	14	1,00	56	63,64	27,86	0,14	-8,88	-0,42	25,57	7,29	-0,38	0,22
<i>Botryosphaeria stevensii</i>	14	1,00	56	63,64	27,86	0,14	-8,88	-0,42	25,57	7,29	-0,38	0,22
Brotes del año	14	1,00	56	63,64	27,86	0,14	-8,88	-0,42	25,57	7,29	-0,38	0,22
Hongos pudrición	6	4,17	24	27,27	64,17	1,50	27,43	0,94	28,00	6,87	2,05	-0,20
<i>Phytophthora sp</i>	6	4,17	24	27,27	64,17	1,50	27,43	0,94	28,00	6,87	2,05	-0,20
Ramillos <2 cm	1	5,00	4	4,55	65,00	0,00	28,26	-0,56	30,00	7,80	4,05	0,73
Ramas tam. variable	5	4,00	20	22,73	64,00	1,80	27,26	1,24	27,60	6,68	1,65	-0,39
Otros hongos	4	1,00	16	18,18	21,25	0,00	-15,49	-0,56	24,25	7,40	-1,70	0,33
Ramillos <2 cm	3	1,00	12	13,64	23,33	0,00	-13,41	-0,56	24,67	7,57	-1,29	0,50
Tronco completo	1	1,00	4	4,55	15,00	0,00	-21,74	-0,56	23,00	6,90	-2,95	-0,17
AG.ABIÓTICOS												
Calor	19	2,05	76	86,36	28,95	0,21	-7,79	-0,35	25,89	7,24	-0,06	0,17
Hojas	19	2,05	76	86,36	28,95	0,21	-7,79	-0,35	25,89	7,24	-0,06	0,17
Viento/Tornado	2	1,00	8	9,09	20,00	0,00	-16,74	-0,56	34,50	9,50	8,55	2,43
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	9,09	20,00	0,00	-16,74	-0,56	34,50	9,50	8,55	2,43
Otros fact.abióticos	3	1,33	12	13,64	78,33	1,67	41,59	1,11	31,00	6,93	5,05	-0,13
Tronco	3	1,33	12	13,64	78,33	1,67	41,59	1,11	31,00	6,93	5,05	-0,13
OTROS DAÑOS												
Brenneria quercinea	1	1,00	4	4,55	25,00	0,00	-11,74	-0,56	11,00	4,50	-14,95	-2,57
Frutos	1	1,00	4	4,55	25,00	0,00	-11,74	-0,56	11,00	4,50	-14,95	-2,57

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Inter.físicas	1	7,00	4	4,55	15,00	0,00	-21,74	-0,56	14,00	4,20	-11,95	-2,87
Tronco	1	7,00	4	4,55	15,00	0,00	-21,74	-0,56	14,00	4,20	-11,95	-2,87
<i>Eriophyes ilicis</i>	4	1,00	16	18,18	23,75	0,00	-12,99	-0,56	19,00	6,23	-6,95	-0,84
Hojas	4	1,00	16	18,18	23,75	0,00	-12,99	-0,56	19,00	6,23	-6,95	-0,84
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	23	1,22	92	100,00	26,74	0,17	-10,00	-0,39	27,96	7,39	2,00	0,32
Hojas	5	1,60	20	22,73	27,00	0,40	-9,74	-0,16	26,60	7,58	0,65	0,51
Brotos del año	4	1,25	16	18,18	35,00	0,00	-1,74	-0,56	34,25	6,73	8,30	-0,34
Ramillos <2 cm	3	1,00	12	13,64	20,00	0,00	-16,74	-0,56	22,33	7,13	-3,62	0,07
Tronco	10	1,10	40	45,45	24,50	0,20	-12,24	-0,36	25,90	7,61	-0,05	0,54
Tronco completo	1	1,00	4	4,55	35,00	0,00	-1,74	-0,56	47,00	7,60	21,05	0,53

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados destaca en primer lugar la presencia de **defoliadores tortrícidos**, dando las habituales mordeduras y festoneados en el margen foliar, presentes en la cuarta parte de las encinas evaluadas, reduciéndose apreciablemente respecto a la revisión anterior y sin aparecer asociados a daños forestales de consideración. Tal y como es muy frecuente en los encinares de la zona, se observa presencia salpicada de agallas ocasionadas por el desarrollo de las larvas de *Dryomyia lichtensteini*, que llega a afectar casi el 15% de los pies reduciéndose también respecto al año previo, así como a algunos fogonazos de ramillos terminales debidos a la acción del perforador *Coroebus florentinus*, en un nivel de acción similar, y que causa el anillamiento del ramillo sobre el que hace la puesta por la emergencia posterior del imago. Se advierte también alguna perforación reciente en tronco sobre un par de encinas con defoliaciones considerables lo que podría indicar la entrada de algún **perforador** oportunista que aprovecha el estado de debilidad general del hospedante para colonizarlo.

En cuanto a la presencia de enfermedades, se advierte también la presencia salpicada de ramillas atabacadas asociadas a la acción del hongo *Botryosphaeria stevensii* (anamorfo *Diplodia mutila*) en dos de cada tres encinas evaluadas, aumentando respecto a revisiones anteriores, sin aparecer asociado a daños forestales de consideración. La presencia de este patógeno podría estar ligado a una disminución de la precipitación, toda vez que se menciona a la sequía como una de las causas que favorecen su proliferación. Como se ha mencionado anteriormente, cabe destacar también la presencia de un foco de seca de *Quercus* en las inmediaciones de la parcela, junto a una zona de vaguada que favorece el desarrollo del principal patógeno asociado a este síndrome, *Phytophthora sp* y que se asocia a daños graves, de los que el hospedante rara vez se puede recuperar, muriendo unos años después de la infección. En el último año se advierte así la muerte de alguna encina próxima y el progresivo decaimiento de otras pocas aisladas que presentan ya defoliaciones graves.

Mención aparte cabe hacer de los agentes abióticos, destacando los efectos de las fuertes temperaturas del verano de forma que se advierten deformaciones o plegamientos a lo largo del nervio central en una típica estrategia de reducción de superficie foliar para disminuir las pérdidas de agua por transpiración, lo que afecta a la práctica totalidad del arbolado, que se ha evaluado en plena ola de **calor** de la primera mitad de agosto y tras sufrir otros dos episodios de altas temperaturas en la segunda mitad de junio y a mediados de julio. Se advierten también algunas fendas en los troncos que pudieran deberse a oscilaciones de temperatura día/noche en las que los procesos de expansión/contracción de la corteza pudieran acabar por abrirla.

Se registra también, como es muy frecuente en los encinares de la zona, presencia salpicada de erinosis causada por *Eriophyes ilicis* en el envés de las hojas, donde puede verse el habitual recubrimiento rojizo causado por una hipertrofia del tomento foliar por inyección de secreciones hormonales a la hoja, sin

mayor importancia y en un nivel de afección similar al observado en la revisión anterior, mientras que desaparecen los melazos o secreciones en las bellotas causadas por la bacteria *Brenneria quercina* y que pueden llegar a comprometer el regenerado del encinar y su aprovechamiento para ganado al dañar la semilla.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se advierten algunos **enrojecimientos** en las hojas, **puntisecados** aislados en algunas ramas, y alguna **tumoración** o **grietas** en los troncos, no asociados a daños forestales de consideración en el momento de la revisión.

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												
Hojas	40	1,58	160	100,00	29,00	0,25	-7,74	-0,31	25,35	7,07	-0,60	0,00
Comidos/perdidos	7	1,00	28	31,82	34,29	0,29	-2,45	-0,27	30,00	7,21	4,05	0,15
Agujeros/Parc. comidas	2	1,00	8	9,09	47,50	1,00	10,76	0,44	34,00	7,50	8,05	0,43
Esqueletizadas	4	1,00	16	18,18	30,00	0,00	-6,74	-0,56	29,75	7,70	3,80	0,63
Minadas	1	1,00	4	4,55	25,00	0,00	-11,74	-0,56	23,00	4,70	-2,95	-2,37
Dec. Rojo-marrón	7	1,43	28	31,82	25,71	0,29	-11,03	-0,27	25,71	7,39	-0,24	0,32
Punteado	2	1,00	8	9,09	22,50	0,00	-14,24	-0,56	23,50	6,90	-2,45	-0,17
Parcial	5	1,60	20	22,73	27,00	0,40	-9,74	-0,16	26,60	7,58	0,65	0,51
Deformaciones	26	1,77	104	100,00	28,46	0,23	-8,28	-0,33	24,00	6,94	-1,95	-0,13
Enrolladas	19	2,05	76	86,36	28,95	0,21	-7,79	-0,35	25,89	7,24	-0,06	0,17
Agallas	3	1,00	12	13,64	31,67	0,67	-5,07	0,11	18,67	6,03	-7,29	-1,03
Otras deformaciones	4	1,00	16	18,18	23,75	0,00	-12,99	-0,56	19,00	6,23	-6,95	-0,84
RAMAS/BROTES												
Brotes del año	18	1,06	72	81,82	29,44	0,11	-7,30	-0,45	27,50	7,17	1,55	0,10
Muerto/moribundo	18	1,06	72	81,82	29,44	0,11	-7,30	-0,45	27,50	7,17	1,55	0,10
Ramillos <2 cm	11	1,36	44	50,00	24,55	0,00	-12,19	-0,56	25,55	7,44	-0,41	0,37
Signos hongos	3	1,00	12	13,64	23,33	0,00	-13,41	-0,56	24,67	7,57	-1,29	0,50
C.fructificación	3	1,00	12	13,64	23,33	0,00	-13,41	-0,56	24,67	7,57	-1,29	0,50
Rotura	2	1,00	8	9,09	20,00	0,00	-16,74	-0,56	34,50	9,50	8,55	2,43
Muerto/moribundo	6	1,67	24	27,27	26,67	0,00	-10,07	-0,56	23,00	6,68	-2,95	-0,38
Ramas tam. variable	5	4,00	20	22,73	64,00	1,80	27,26	1,24	27,60	6,68	1,65	-0,39
Muerto/moribundo	5	4,00	20	22,73	64,00	1,80	27,26	1,24	27,60	6,68	1,65	-0,39
Frutos	1	1,00	4	4,55	25,00	0,00	-11,74	-0,56	11,00	4,50	-14,95	-2,57
Aborto	1	1,00	4	4,55	25,00	0,00	-11,74	-0,56	11,00	4,50	-14,95	-2,57
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco	15	1,60	60	68,18	36,67	0,47	-0,07	-0,09	27,00	7,23	1,05	0,16
Deformaciones	8	1,13	32	36,36	25,00	0,25	-11,74	-0,31	26,75	7,70	0,80	0,63
Tumores	8	1,13	32	36,36	25,00	0,25	-11,74	-0,31	26,75	7,70	0,80	0,63
Signos insectos	1	2,00	4	4,55	55,00	0,00	18,26	-0,56	39,00	7,30	13,05	0,23
Perforaciones,serrín	1	2,00	4	4,55	55,00	0,00	18,26	-0,56	39,00	7,30	13,05	0,23
Heridas	4	1,25	16	18,18	65,00	1,25	28,26	0,69	27,25	6,45	1,30	-0,62
Grietas	4	1,25	16	18,18	65,00	1,25	28,26	0,69	27,25	6,45	1,30	-0,62

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Exudaciones	1	1,00	4	4,55	20,00	0,00	-16,74	-0,56	29,00	9,50	3,05	2,43
Inclinado	1	7,00	4	4,55	15,00	0,00	-21,74	-0,56	14,00	4,20	-11,95	-2,87
Tronco completo	3	1,33	12	13,64	35,00	0,67	-1,74	0,11	29,00	6,90	3,05	-0,17
Deformaciones	1	1,00	4	4,55	35,00	0,00	-1,74	-0,56	47,00	7,60	21,05	0,53
Tumores	1	1,00	4	4,55	35,00	0,00	-1,74	-0,56	47,00	7,60	21,05	0,53
Signos insectos	1	2,00	4	4,55	55,00	2,00	18,26	1,44	17,00	6,20	-8,95	-0,87
Perforaciones,serrín	1	2,00	4	4,55	55,00	2,00	18,26	1,44	17,00	6,20	-8,95	-0,87
Signos hongos	1	1,00	4	4,55	15,00	0,00	-21,74	-0,56	23,00	6,90	-2,95	-0,17
C.fructificación	1	1,00	4	4,55	15,00	0,00	-21,74	-0,56	23,00	6,90	-2,95	-0,17

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		Form. Agallas	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Hojas	40	6	100,00			2	100,00	1	100,00	3	100,00
Comidos/perdidos	7	6	100,00					1	100,00		
Agujero/Parc. comidas	2	2	33,33								
Esqueletizadas	4	4	66,67								
Minadas	1							1	100,00		
Dec. Rojo-marrón	7					2	100,00				
Punteado	2					2	100,00				
Parcial	5										
Deformaciones	26									3	100,00
Enrolladas	19										
Agallas	3									3	100,00
Otras deformaciones	4										
RAMAS/BROTES											
Brotes del año	18										
Muerto/moribundo	18										
Ramillos <2 cm	11			2	50,00						
Signos hongos	3										
C.fructificación	3										
Rotura	2										
Muerto/moribundo	6			2	50,00						
Ramas tam. variable	5										
Muerto/moribundo	5										
Frutos	1										
Aborto	1										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco	15			1	25,00						
Deformaciones	8										
Tumores	8										
Signos insectos	1			1	25,00						
Perforaciones,serrín	1			1	25,00						

	N par	Defoliadores		Perforadores		Chupadores		Minadores		Form. Agallas	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Heridas	4										
Grietas	4										
Exudaciones	1										
Inclinado	1										
Tronco completo	3			1	25,00						
Deformaciones	1										
Tumores	1										
Signos insectos	1			1	25,00						
Perforaciones, serrín	1			1	25,00						
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										

	N par	Tizón		Hongos pudrición		Otros hongos		Calor		Viento/ Tornado	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Hojas	40							19	100,00		
Comidos/perdidos	7										
Agujero/Parc. comidas	2										
Esqueletizadas	4										
Minadas	1										
Dec. Rojo-marrón	7										
Punteado	2										
Parcial	5										
Deformaciones	26							19	100,00		
Enrolladas	19							19	100,00		
Agallas	3										
Otras deformaciones	4										
RAMAS/BROTES											
Brotes del año	18	14	100,00								
Muerto/moribundo	18	14	100,00								
Ramillos <2 cm	11			1	16,67	3	75,00			2	100,00
Signos hongos	3					3	75,00				
C.fructificación	3					3	75,00				
Rotura	2									2	100,00
Muerto/moribundo	6			1	16,67						
Ramas tam. variable	5			5	83,33						
Muerto/moribundo	5			5	83,33						
Frutos	1										
Aborto	1										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco	15										
Deformaciones	8										
Tumores	8										
Signos insectos	1										
Perforaciones, serrín	1										
Heridas	4										

	N par	Tizón		Hongos pudrición		Otros hongos		Calor		Viento/ Tornado	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Grietas	4										
Exudaciones	1										
Inclinado	1										
Tronco completo	3					1	25,00				
Deformaciones	1										
Tumores	1										
Signos insectos	1										
Perforaciones, serrín	1										
Signos hongos	1					1	25,00				
C.fructificación	1					1	25,00				

	N par	Otros fact.abióticos		Brenneria quercinea		Inter.físicas		Eriophyes ilicis		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Hojas	40							4	100,00	5	21,74
Comidos/perdidos	7										
Agujero/Parc. comidas	2										
Esqueletizadas	4										
Minadas	1										
Dec. Rojo-marrón	7									5	21,74
Punteado	2										
Parcial	5									5	21,74
Deformaciones	26							4	100,00		
Enrolladas	19										
Agallas	3										
Otras deformaciones	4							4	100,00		
RAMAS/BROTES											
Brotes del año	18									4	17,39
Muerto/moribundo	18									4	17,39
Ramillos <2 cm	11									3	13,04
Signos hongos	3										
C.fructificación	3										
Rotura	2										
Muerto/moribundo	6									3	13,04
Ramas tam. variable	5										
Muerto/moribundo	5										
Frutos	1			1	100,00						
Aborto	1			1	100,00						
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco	15	3	100,00			1	100,00			10	43,48
Deformaciones	8									8	34,78
Tumores	8									8	34,78
Signos insectos	1										
Perforaciones, serrín	1										
Heridas	4	3	100,00							1	4,35

	N par	Otros fact.abióticos		Brenneria quercinea		Inter.físicas		<i>Eriophyes ilicis</i>		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Grietas	4	3	100,00							1	4,35
Exudaciones	1									1	4,35
Inclinado	1					1	100,00				
Tronco completo	3									1	4,35
Deformaciones	1									1	4,35
Tumores	1									1	4,35
Signos insectos	1										
Perforaciones, serrín	1										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										

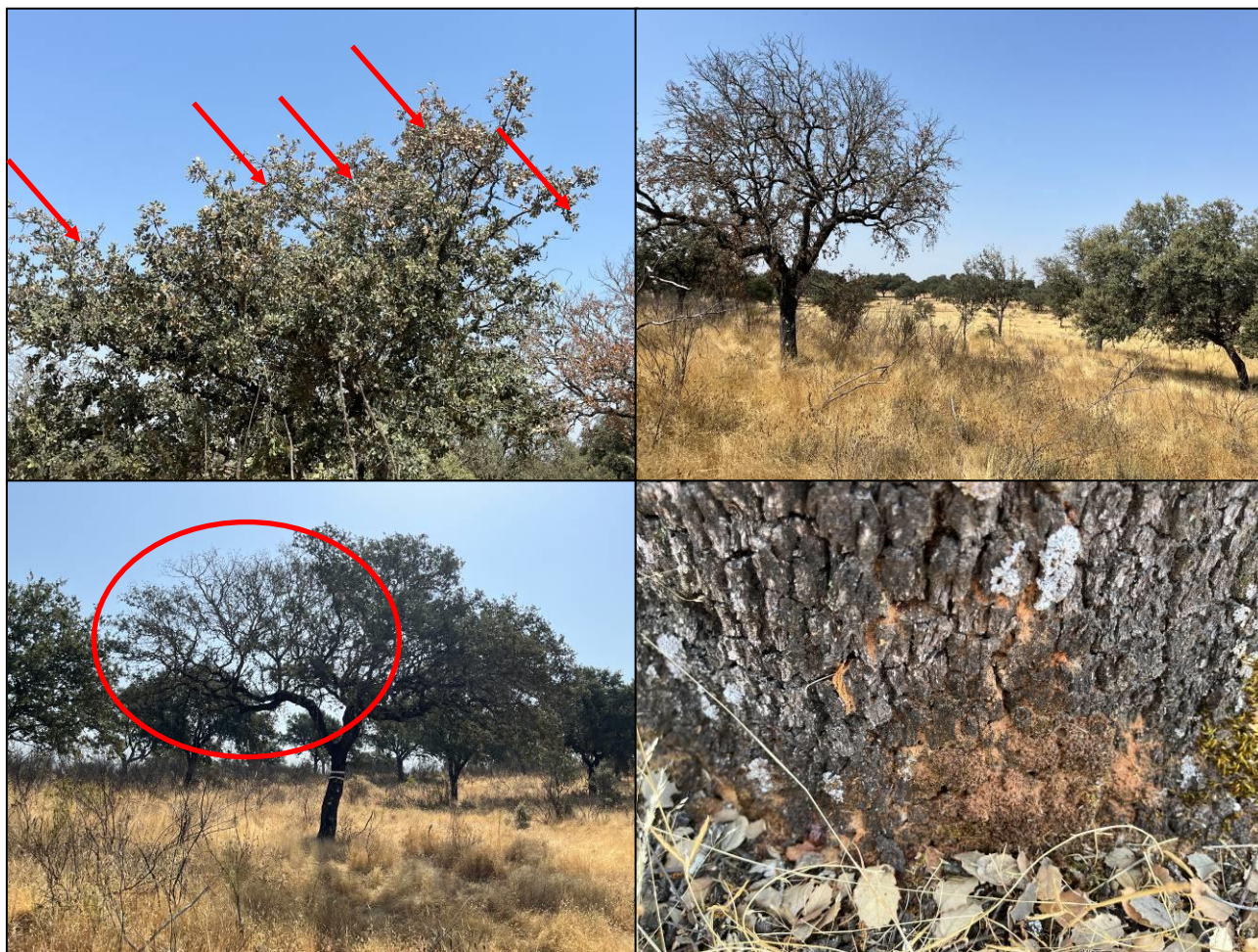
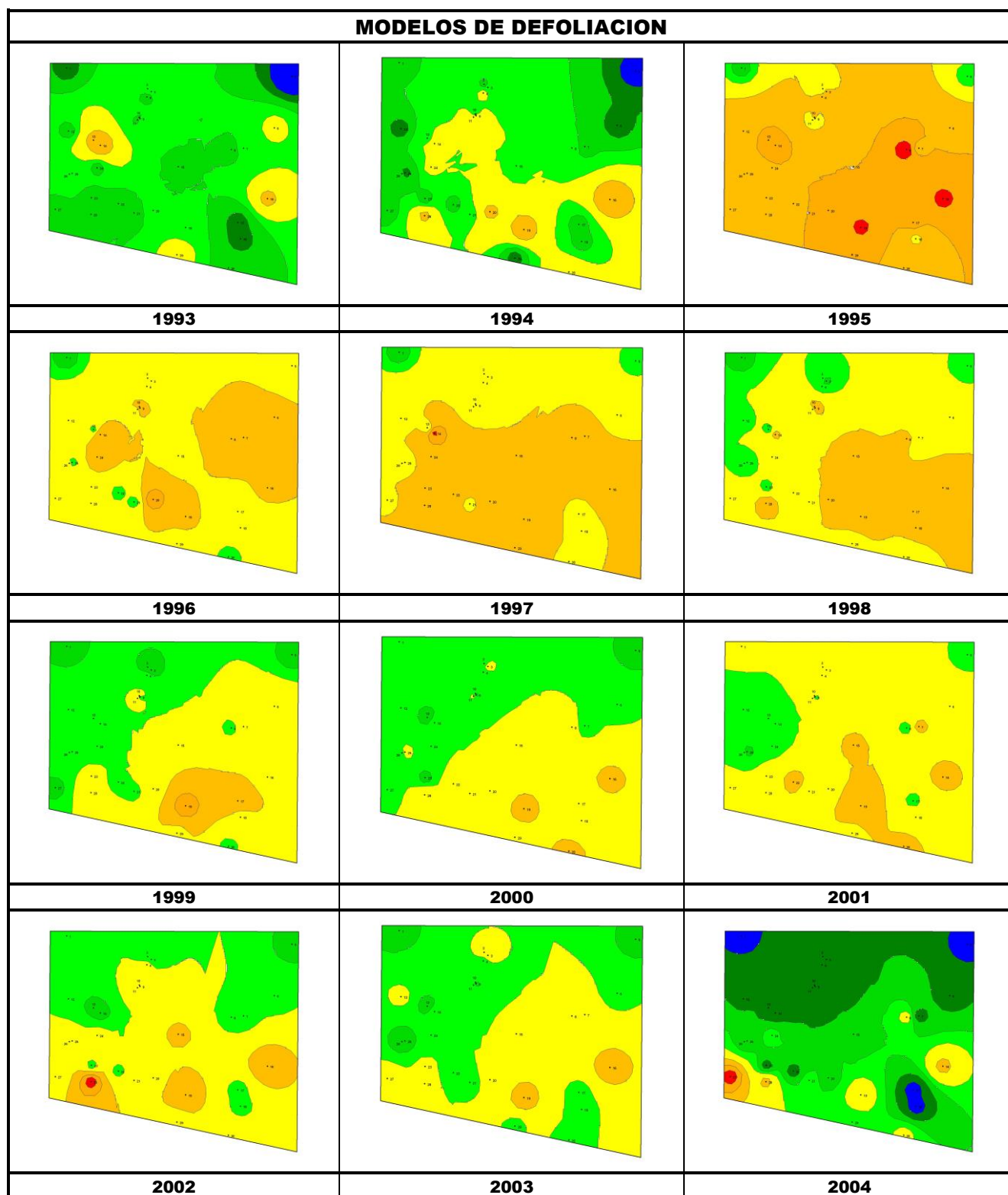
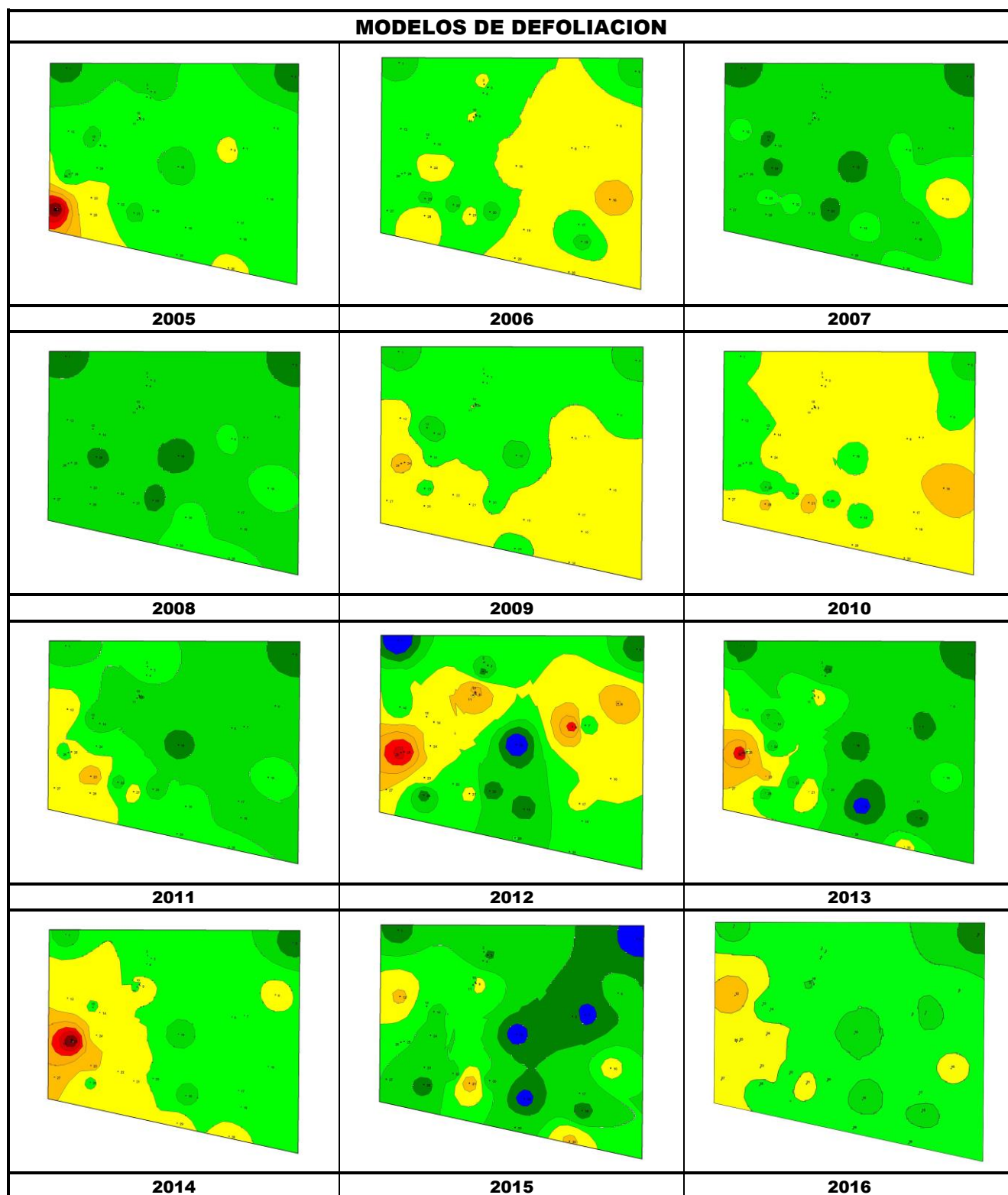
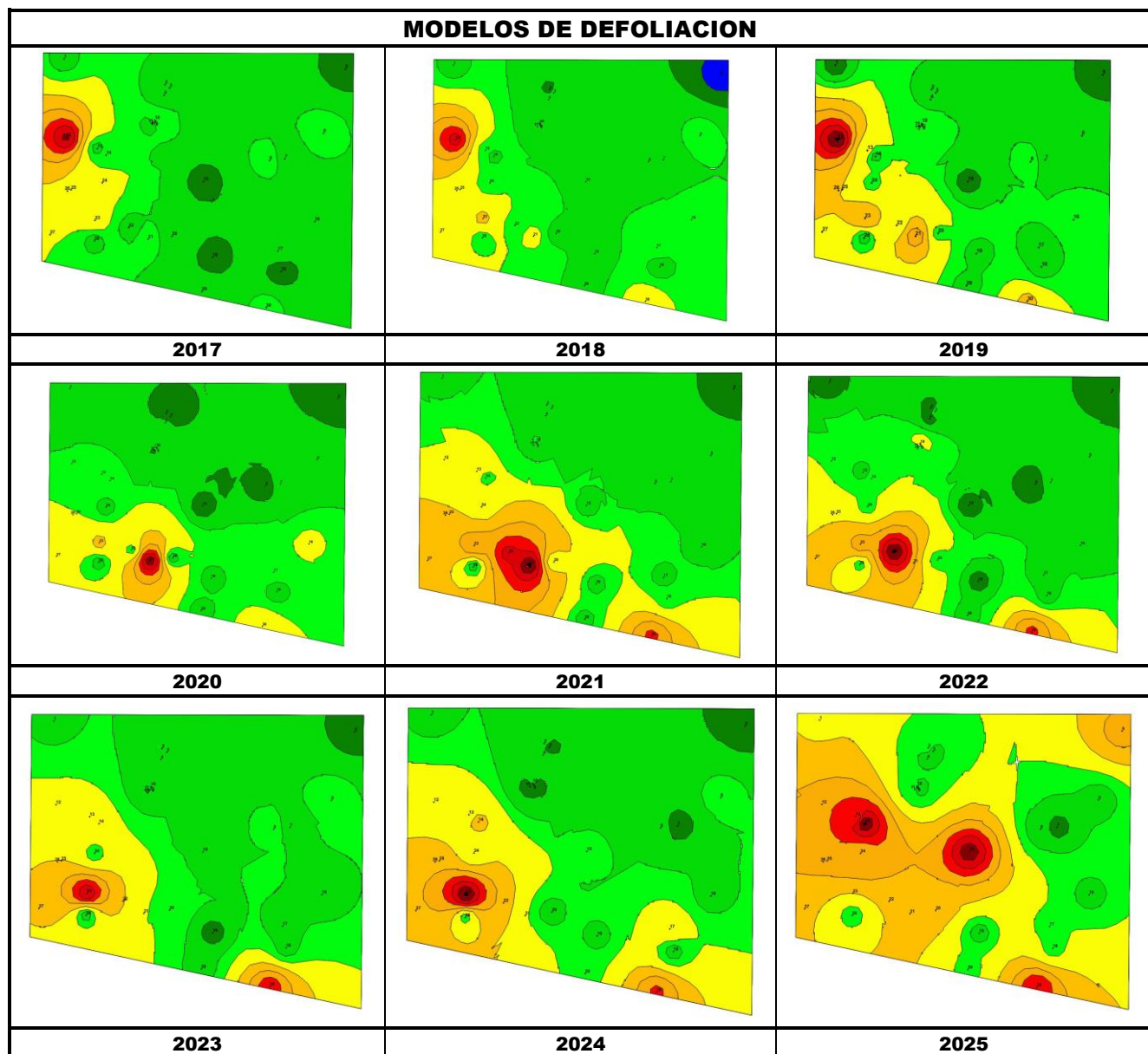


FIG 6: Seca de *Quercus*. Primeros daños, con abundantes ramillos salpicados muertos. Defoliación total reciente, con hojas aún prendidas. Daños en parte de la copa mientras que el resto permanece verde. Serrín por perforadores recientes en la base del tronco.







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

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

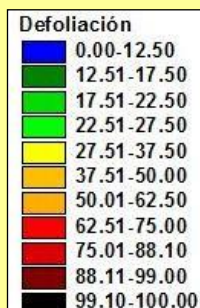
De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

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

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

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

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



4. Instrumentación.

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

TABLA 8: Equipos de medición instalados en la parcela. Periodicidad mensual

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Meteorología	Torre meteorológica		1	2014	Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	2014	Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		-		
Trascolación	Acumuladores	6		2014	Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	-			
Desfronde	Captadores desfronde	4		2014	Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2014	Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		2014	Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		2014	Mensual



FIG 7a: Parcela interior. Acumuladores de deposición. Pluviómetro y captador de desfronde. Parcela exterior, torre meteorológica y de flujos, placas solares de alimentación y dosímetros pasivos.

Esta parcela se encuentra además co-gestionada por el Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo (CEAM) y cuenta además con equipos micrometeorológicos de medición de intercambio del carbono entre el ecosistema y la atmósfera (eddy-covariance), integrados en lo que se conoce como “torre de flujos”, en la capa límite entre ambos.

Los objetivos específicos de la estación son:

- ✓ Cuantificar el balance de carbono y el balance hídrico del ecosistema.
- ✓ Estudiar los factores de control del secuestro de carbono y la productividad del ecosistema en distintas escalas temporales.
- ✓ Estudiar las interacciones entre los ciclos del agua y el carbono.

- ✓ Mejorar la capacidad de los modelos para reproducir los efectos de las variaciones climáticas sobre los ciclos del carbono y agua en ecosistemas de dehesa.
- ✓ Calibrar y/o validar los productos de teledetección relacionados con el ciclo del carbono, el agua y biomasa.

La estación ha participado en más de 10 proyectos de investigación, tanto nacionales como europeos, y ha albergado las actividades de varios grupos de investigación procedente de España y de Europa (CSIC, Universidad de Extremadura, Centro Tecnológico y Forestal de Cataluña, Universidad de Zaragoza, Instituto Nacional de Tecnología Agraria y Alimentaria, INIA, Universidad de Milano Bicocca, Universidad de Amsterdam, Alterra-Wageningen, Max Planck Institute, Forschungszentrum Jülich, etc...). Los datos producidos por la estación están utilizados por decenas de investigadores a través el mundo, generalmente para estudios de síntesis multi-site o actividades de calibración y/o validación de modelos biogeoquímicos y de productos de teledetección.

La estación contribuye a redes de internacionales de datos como ICP-Forest, SPECNET, FLUXNET, y alberga actividades prácticas tipo “escuelas de verano” (Alterra Wageningen, acción COST ES1309 OPTIMISE).

Desde 2024 la parcela forma parte del Sistema de Observación Integrada del Carbono ICOS, red de investigación desarrollada por una comunidad de científicos europeos con objeto de obtener series de datos estandarizados sobre el cambio climático y sus implicaciones en los ecosistemas europeos.



FIG 7b: Instrumentación para medición de radiación solar e infrarroja. Respirador de suelo.

5. Deposición atmosférica.

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

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

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

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

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

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

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

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

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

Variable	Descripción	Valores de referencia RTSAP (*)
pH	Medida de la acidez o basicidad. Se considera lluvia ácida con valores $\leq 5,65$.	6,5 – 9,5
Conductividad	Índice de la presencia general de solutos en el agua.	$\leq 2.500 \mu\text{S}/\text{cm}$
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 (nitrógeno en forma de)	Procede de emisiones contaminantes a la atmósfera fundamentalmente de actividades agrícolas o ganaderas. Papel en la acidificación de los suelos.	0,50 mg/l

Variable	Descripción	Valores de referencia RTSAP (*)
Nitratos (nitrógeno en forma de)	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 (azufre en forma de)		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.

La parcela 07Qi presenta la peculiaridad de haberse instrumentado en agosto de 2014, época además de sequía, por lo que apenas se han registrado resultados de deposición dignos de consideración a lo largo de dicho año.

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

5.1. pH.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2014	6,24	0,00	328	6,61	0,00	358	6,17	6,20
2015	6,24	0,00	414	6,26	0,00	505	6,08	6,18
2016	5,98	0,00	471	6,13	0,00	789	6,16	6,12
2017	5,89	27,27	294	5,88	18,18	447	6,09	6,10
2018	5,79	0,00	558	5,77	22,22	778	5,89	5,94
2019	5,82	22,22	259	5,84	11,11	470	5,99	6,04
2020	6,21	0,00	432	6,05	22,22	751	6,17	6,17
2021	6,13	12,50	378	6,01	11,11	657	6,37	6,27
2022	5,97	0,00	470	5,94	0,00	633	6,28	6,22
2023	6,14	0,00	355	5,84	20,00	670	6,34	6,21
2024	6,30	0,00	531	6,20	9,09	788	6,42	6,39
Media	6,07	5,64	408	6,05	10,36	622	6,09	6,12

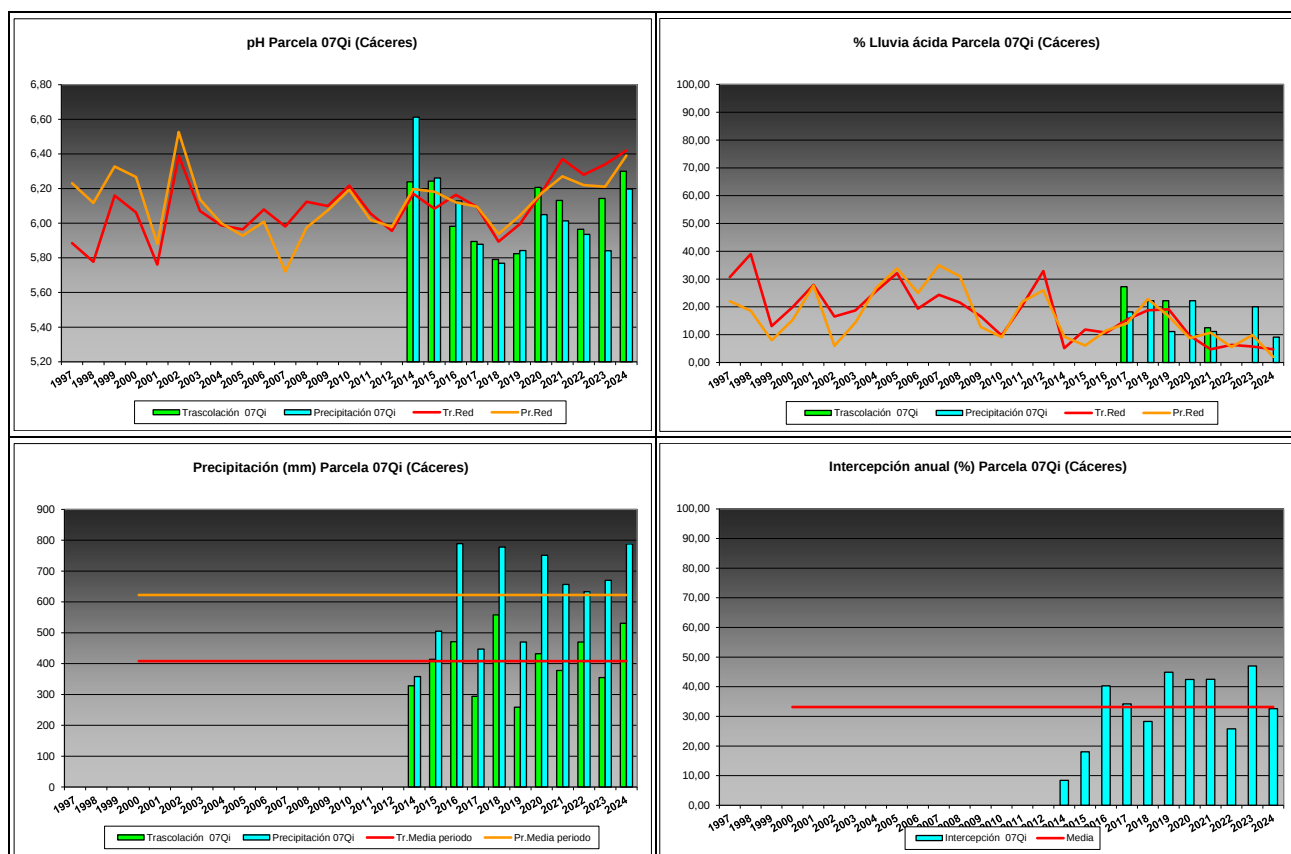


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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	Traslación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2014	18,54		328	14,35		358	27,94	15,23
2015	29,95		414	18,18		505	45,28	18,25
2016	19,17		471	14,17		789	47,39	15,22
2017	22,10		294	14,08		447	56,13	18,87
2018	23,80		558	11,56		778	38,75	16,20
2019	38,53		259	16,60		470	74,16	28,49
2020	27,53		432	13,39		751	46,43	20,40
2021	16,53		378	11,05		657	40,51	22,14
2022	24,44		470	12,35		633	44,12	20,37
2023	19,66		355	10,38		670	45,95	17,21
2024	25,08		531	10,87		788	43,89	17,33
Media	24,12		408	13,36		622	46,19	21,83

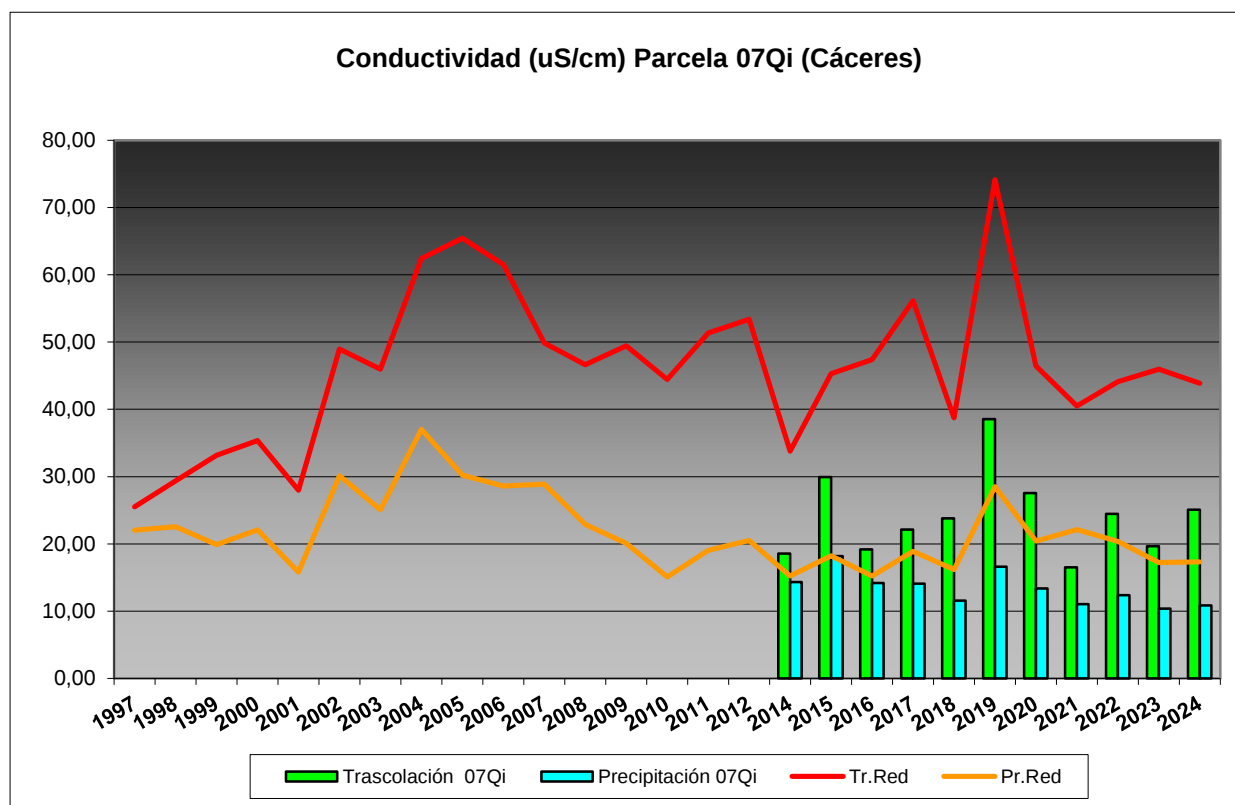


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

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	Trasc. (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)
2014	2,56	8,39	328	0,51	1,82	358	6,57	11,97	1,60
2015	5,66	23,41	414	1,09	5,49	505	17,92	18,33	4,20
2016	2,10	9,90	471	0,15	1,17	789	8,73	19,15	2,17
2017	2,39	7,01	294	0,25	1,13	447	5,88	16,19	1,94
2018	2,23	12,42	558	0,19	1,50	778	10,92	17,14	2,96
2019	3,87	10,04	259	1,31	6,16	470	3,87	17,04	3,33
2020	3,65	15,78	432	0,17	1,24	751	14,54	22,26	2,32
2021	1,85	6,99	378	0,85	1,24	657	6,07	15,69	1,94
2022	2,78	13,08	470	0,09	0,59	633	12,49	18,27	1,30
2023	2,06	7,32	355	0,20	1,32	670	6,00	20,05	0,93
2024	3,08	16,37	531	0,24	1,92	788	14,45	20,53	2,02
Media	2,93	11,88	408	0,46	2,11	622	9,77	17,23	5,21

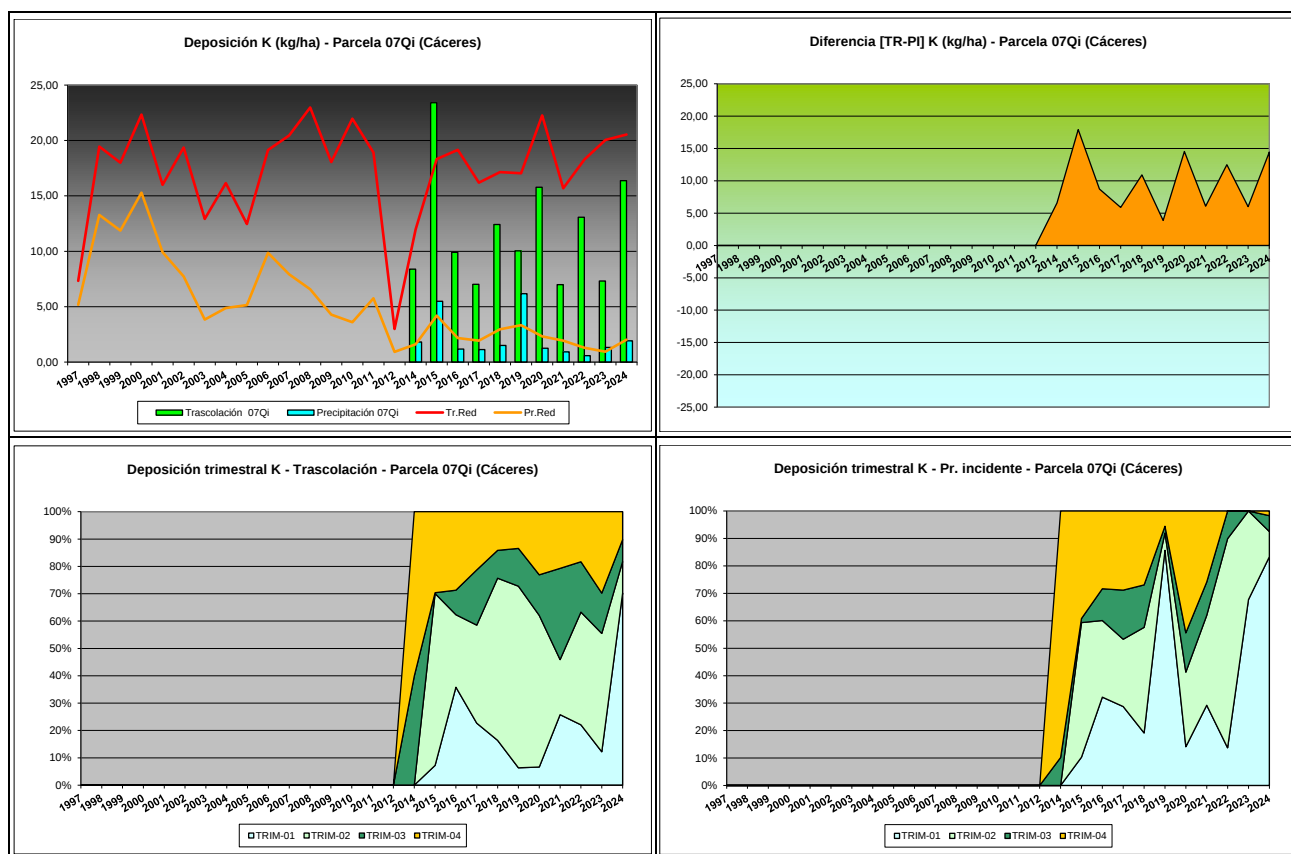


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	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)
2014	1,45	4,74	328	0,80	2,88	358	1,87	8,57	5,86
2015	3,14	13,00	414	2,63	13,30	505	-0,30	15,19	12,39
2016	1,15	5,41	471	0,69	5,42	789	0,00	14,34	8,83
2017	1,62	4,77	294	1,15	5,14	447	-0,37	13,71	10,82
2018	1,19	6,66	558	0,66	5,14	778	1,52	13,15	9,58
2019	1,49	3,85	259	0,84	3,95	470	-0,09	18,41	13,57
2020	1,40	6,06	432	0,86	6,48	751	-0,42	21,83	11,67
2021	1,13	4,28	378	0,92	6,02	657	-1,73	13,31	19,20
2022	1,84	8,64	470	1,37	8,67	633	-0,03	16,71	13,93
2023	1,15	4,08	355	0,76	5,07	670	-0,99	13,29	8,93
2024	1,91	10,15	531	1,12	8,84	788	1,31	13,85	10,52
Media	1,59	6,51	408	1,07	6,45	622	0,07	13,32	10,68

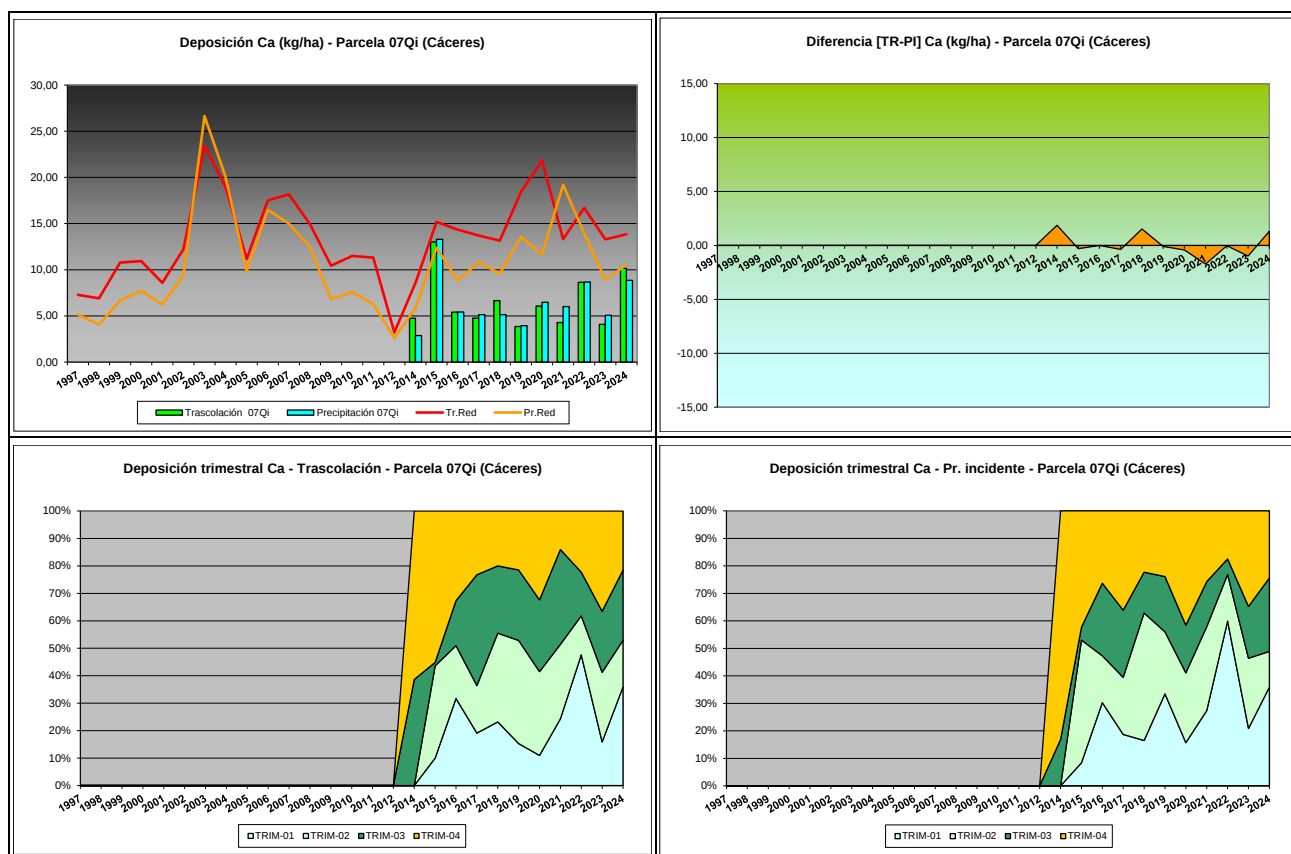


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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)
2014	0,34	1,11	328	0,11	0,41	358	0,70	1,90	0,75
2015	0,62	2,55	414	0,30	1,49	505	1,06	3,32	1,84
2016	0,33	1,53	471	0,11	0,88	789	0,65	4,44	1,71
2017	0,41	1,19	294	0,17	0,77	447	0,42	4,43	1,69
2018	0,31	1,74	558	0,10	0,81	778	0,93	4,24	2,01
2019	0,46	1,20	259	0,30	1,40	470	-0,21	3,74	2,26
2020	0,32	1,41	432	0,11	0,84	751	0,56	4,38	2,00
2021	0,23	0,88	378	0,12	0,80	657	0,07	3,16	1,97
2022	0,32	1,51	470	0,13	0,83	633	0,68	3,74	2,23
2023	0,27	0,97	355	0,11	0,72	670	0,25	3,81	1,58
2024	0,36	1,92	531	0,38	3,02	788	-1,11	3,74	2,19
Media	0,36	1,46	408	0,18	1,09	622	0,37	3,75	1,90

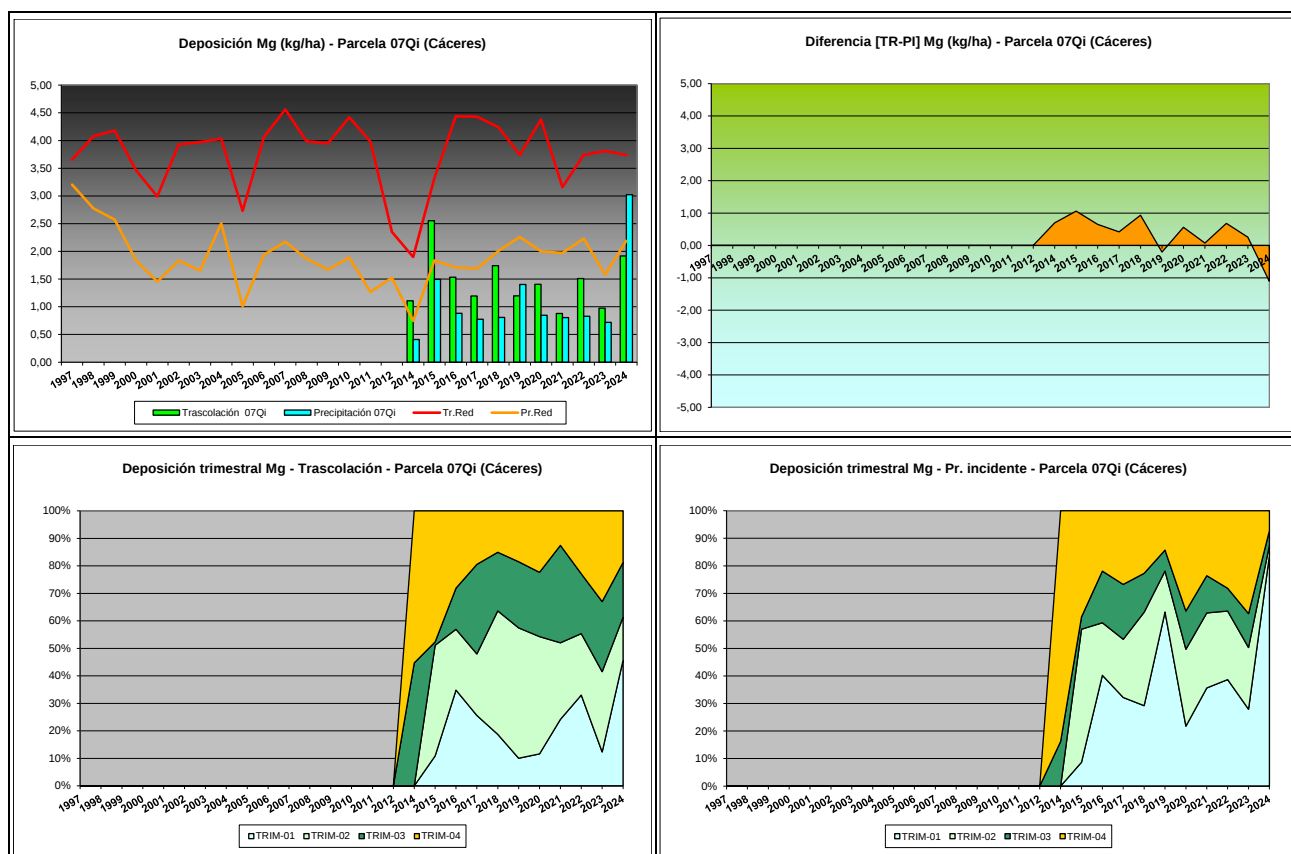


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	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)
2014	0,93	3,06	328	0,48	1,71	358	1,35	6,77	4,55
2015	0,96	3,98	414	0,96	4,83	505	-0,85	15,27	11,59
2016	1,01	4,75	471	0,73	5,75	789	-1,00	22,84	11,19
2017	1,19	3,49	294	0,92	4,12	447	-0,63	19,35	10,47
2018	1,09	6,06	558	0,73	5,69	778	0,37	22,61	14,29
2019	1,39	3,61	259	1,03	4,84	470	-1,23	19,32	13,98
2020	0,84	3,64	432	0,54	4,07	751	-0,43	20,09	11,74
2021	0,63	2,36	378	0,50	3,30	657	-0,94	12,97	10,32
2022	0,81	3,83	470	0,58	3,69	633	0,14	18,67	11,08
2023	0,88	3,11	355	0,59	3,94	670	-0,83	18,93	11,19
2024	1,08	5,73	531	0,54	4,24	788	1,49	18,56	11,05
Media	0,98	3,97	408	0,69	4,20	622	-0,23	18,36	11,34

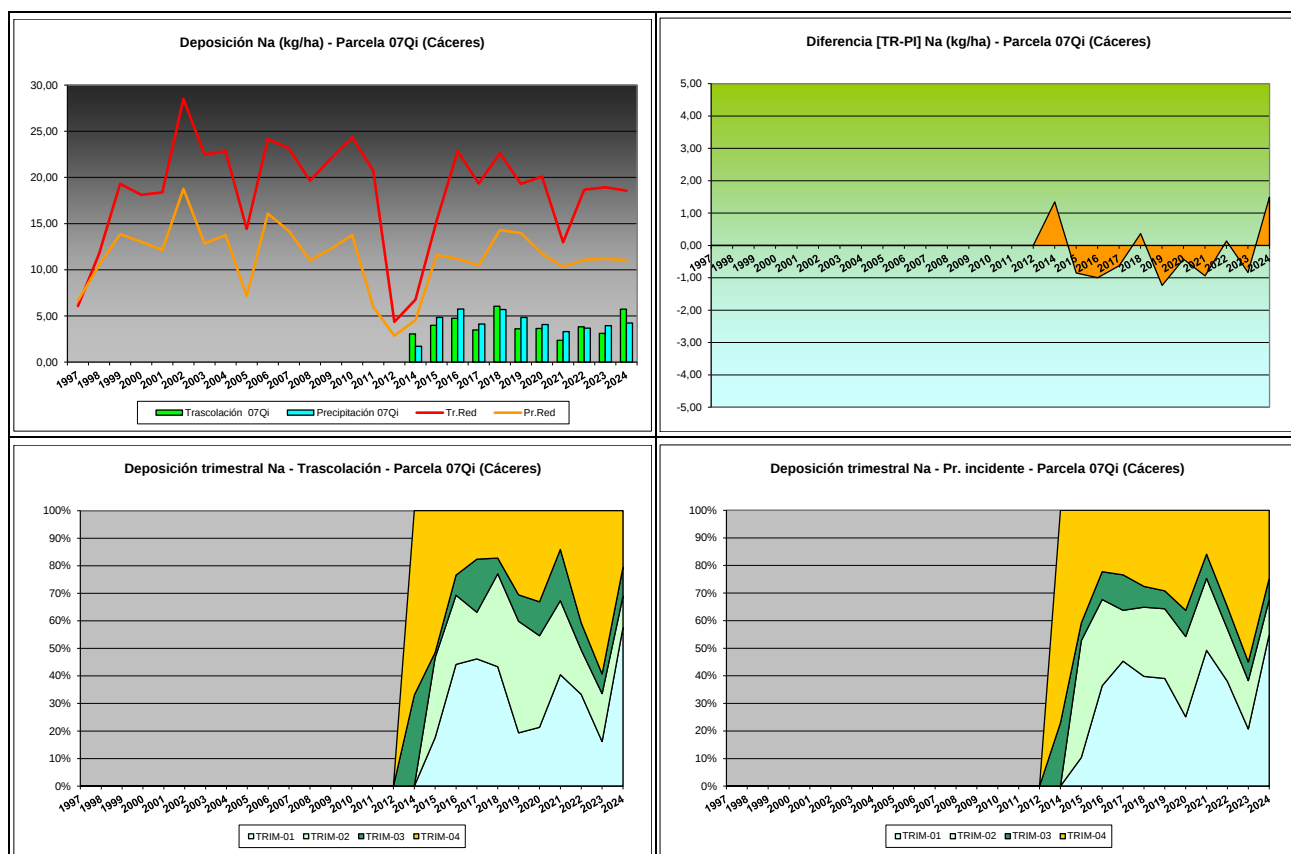


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio (nitrógeno en forma de).

TABLA 16: Caracterización Amonio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. N(NH4) ~ 0,777 NH4

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)
2014	1,04	3,41	328	1,26	4,52	358	-1,11	4,16	3,35
2015	0,46	1,90	414	1,22	6,18	505	-4,28	5,30	6,04
2016	0,43	2,00	471	0,40	3,19	789	-1,19	5,94	4,26
2017	0,26	0,76	294	0,11	0,49	447	0,27	2,40	1,52
2018	0,28	1,55	558	0,14	1,10	778	0,45	2,79	2,39
2019	0,17	0,43	259	0,18	0,86	470	-0,42	1,60	1,23
2020	0,22	0,94	432	0,23	1,75	751	-0,81	1,98	1,81
2021	0,13	0,48	378	0,13	0,86	657	-0,38	2,18	1,71
2022	0,08	0,39	470	0,10	0,63	633	-0,24	1,60	2,23
2023	0,22	0,79	355	0,21	1,39	670	-0,60	1,96	1,66
2024	0,10	0,52	531	0,14	1,13	788	-0,61	2,04	2,27
Media	0,31	1,20	408	0,38	2,01	622	-0,81	2,87	3,12

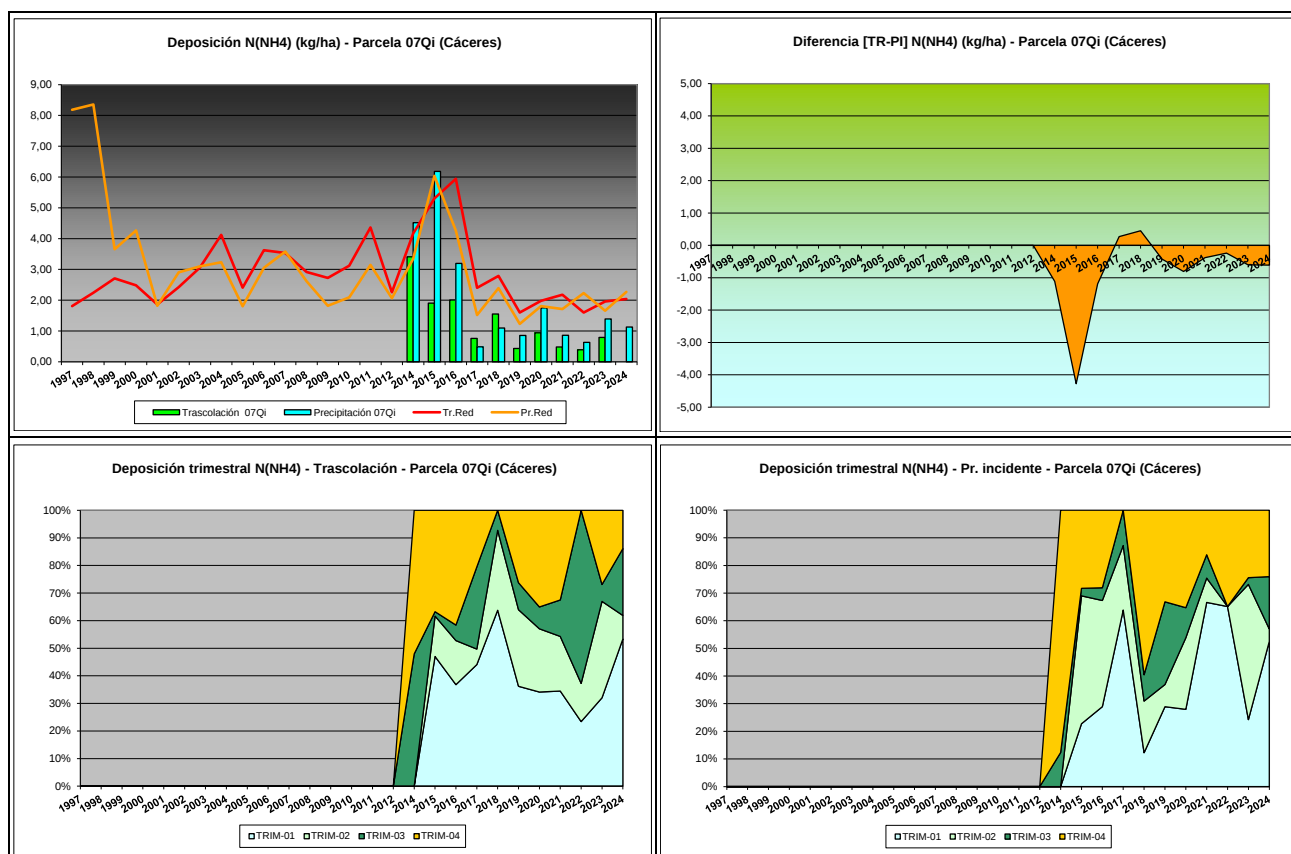


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	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)
2014	0,00	0,00	328	0,01	0,03	358	-0,03	5,78	2,90
2015	1,50	6,22	414	0,93	4,71	505	1,51	24,25	15,25
2016	1,58	7,44	471	0,84	6,62	789	0,82	37,19	18,03
2017	1,96	5,76	294	1,18	5,28	447	0,48	29,16	15,38
2018	1,52	8,49	558	0,91	7,08	778	1,41	40,34	21,30
2019	1,69	4,37	259	1,22	5,74	470	-1,37	29,98	18,87
2020	1,44	6,22	432	0,83	6,27	751	-0,04	38,79	22,86
2021	1,07	4,04	378	0,72	4,75	657	-0,71	23,04	15,99
2022	1,35	6,34	470	0,89	5,64	633	0,69	32,15	16,37
2023	1,38	4,91	355	0,74	4,96	670	-0,04	31,63	16,59
2024	1,65	8,78	531	0,88	6,90	788	1,88	34,07	18,11
Media	1,38	5,69	408	0,83	5,27	622	0,42	32,56	20,72

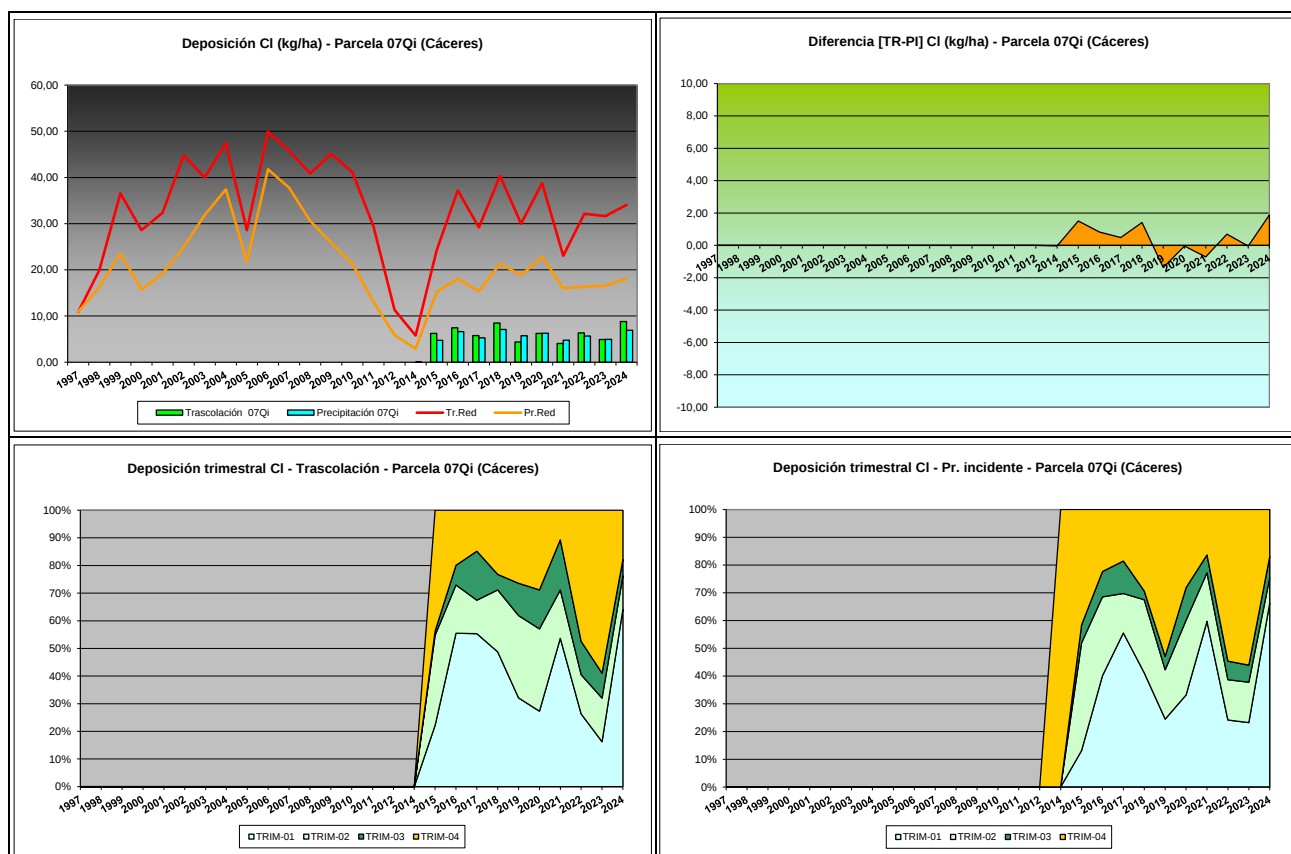


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos (nitrógeno en forma de).

TABLA 18: Caracterización Nitratos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. N(NO3) ~ 0,226 NO3

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)
2014	0,14	0,45	328	0,21	0,75	358	-0,30	2,54	1,43
2015	0,39	1,62	414	0,41	2,07	505	-0,45	3,25	2,17
2016	0,21	0,98	471	0,17	1,38	789	-0,40	3,58	1,83
2017	0,48	1,42	294	0,31	1,40	447	0,02	3,32	1,74
2018	0,23	1,26	558	0,16	1,23	778	0,03	3,41	2,08
2019	0,32	0,83	259	0,24	1,14	470	-0,31	2,46	1,61
2020	0,20	0,85	432	0,24	1,77	751	-0,91	2,02	1,64
2021	0,05	0,19	378	0,13	0,85	657	-0,66	2,15	1,43
2022	0,15	0,71	470	0,16	1,04	633	-0,33	2,09	1,49
2023	0,18	0,64	355	0,19	1,28	670	-0,64	2,00	1,29
2024	0,13	0,67	531	0,19	1,51	788	-0,84	2,12	1,45
Media	0,22	0,87	408	0,22	1,31	622	-0,44	3,62	2,21

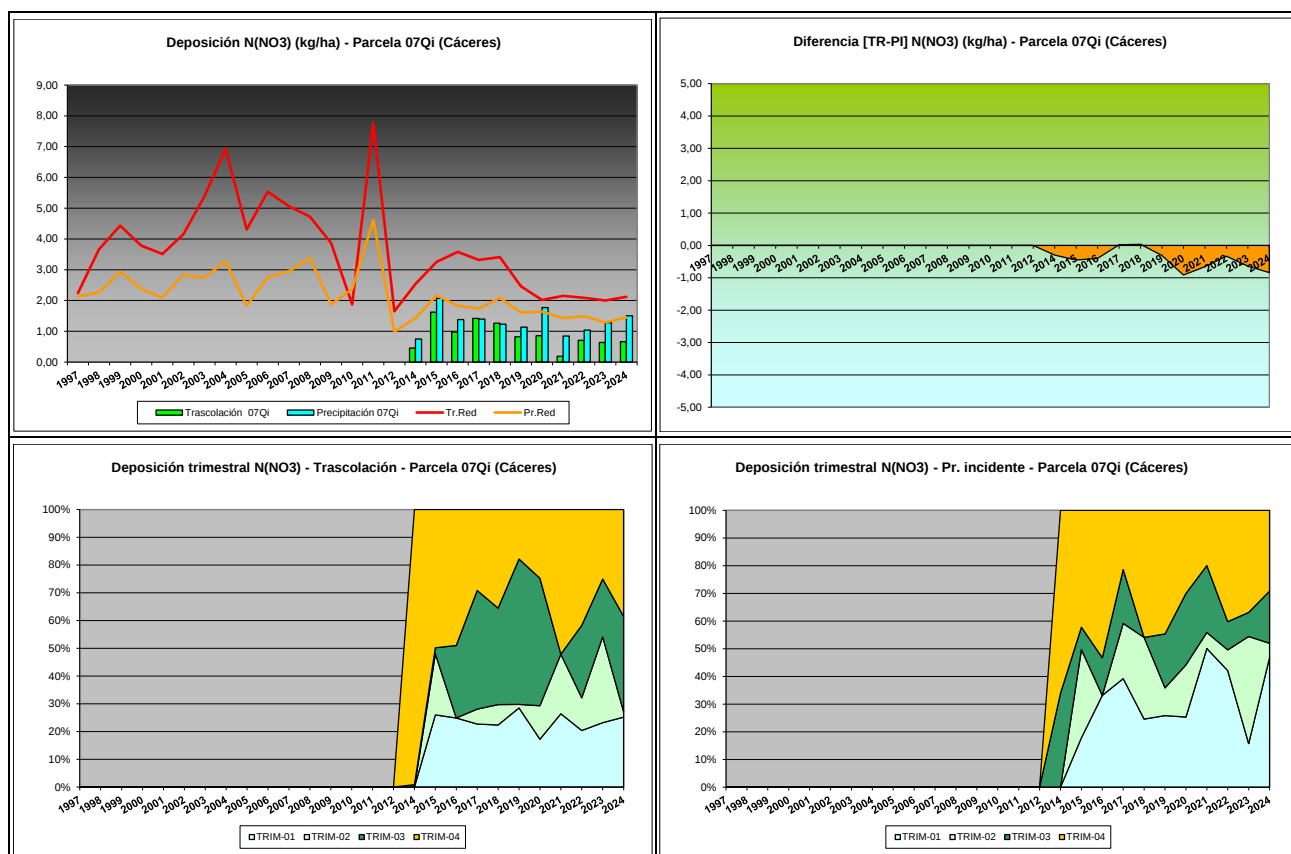


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos (azufre en forma de).

TABLA 19: Caracterización Sulfatos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. S(SO₄) ~ 0,333 SO₄

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)
2014	0,23	0,75	328	0,30	1,06	358	-0,31	2,14	2,00
2015	0,33	1,35	414	0,65	3,27	505	-1,92	3,56	2,95
2016	0,18	0,84	471	0,22	1,74	789	-0,90	4,08	2,76
2017	0,39	1,13	294	0,39	1,74	447	-0,61	4,28	2,71
2018	0,19	1,09	558	0,19	1,45	778	-0,36	4,28	3,39
2019	0,26	0,67	259	0,26	1,20	470	-0,53	3,75	3,13
2020	0,18	0,79	432	0,27	2,04	751	-1,26	3,59	3,24
2021	0,13	0,51	378	0,20	1,31	657	-0,80	2,60	2,69
2022	0,21	1,01	470	0,22	1,37	633	-0,36	3,19	2,67
2023	0,16	0,58	355	0,17	1,17	670	-0,58	3,07	2,32
2024	0,24	1,29	531	0,20	1,60	788	-0,31	3,13	3,04
Media	0,23	0,91	408	0,28	1,63	622	-0,72	4,78	3,70

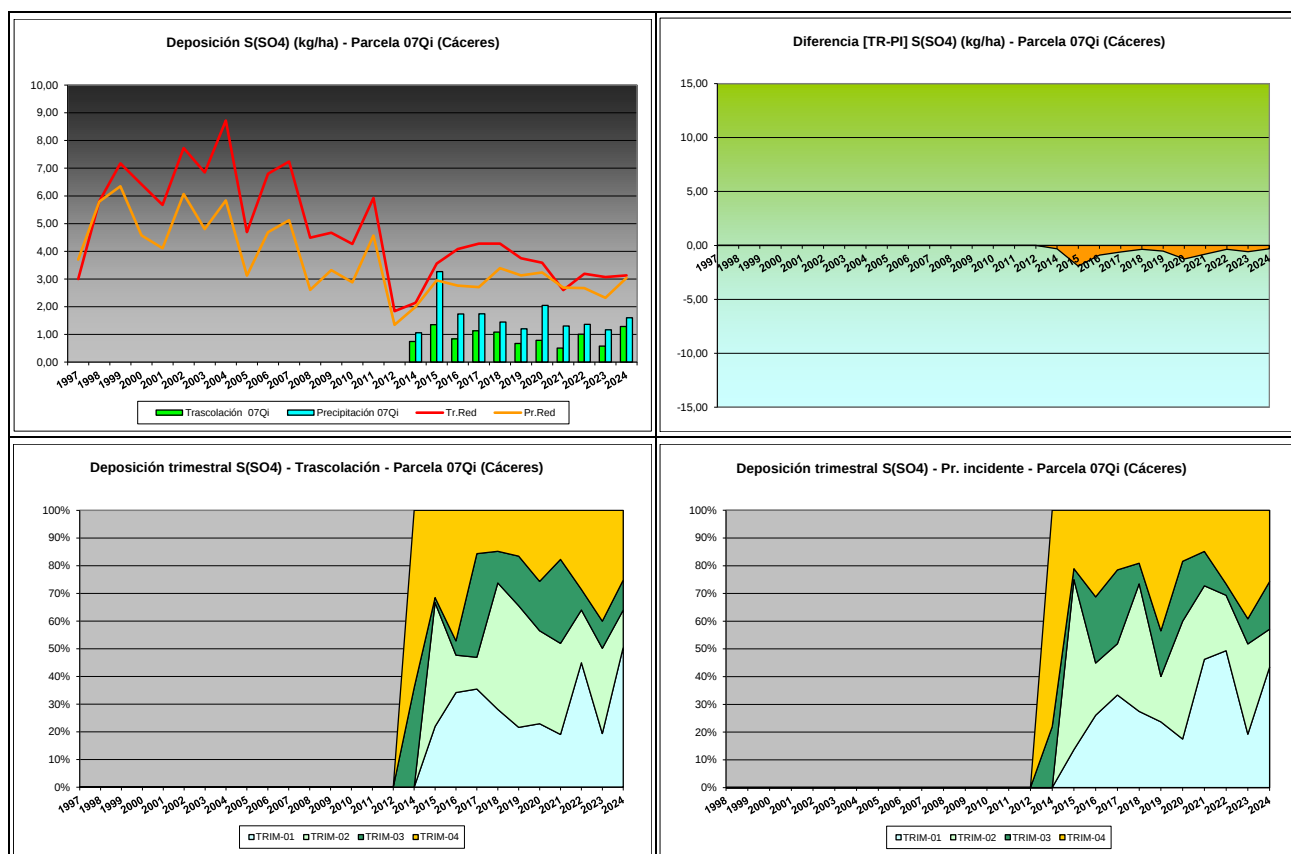


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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
2014	156,90		328	241,47		358	136,23	120,02
2015	99,26		414	60,46		505	114,70	71,81
2016	64,74		471	25,04		789	108,18	61,70
2017	85,66		294	34,51		447	132,93	56,84
2018	70,05		558	34,78		778	94,72	48,11
2019	52,57		259	28,02		470	101,80	58,32
2020	66,50		432	24,89		751	86,06	49,71
2021	58,50		378	31,74		657	117,39	82,82
2022	79,98		470	40,02		633	105,33	59,15
2023	55,45		355	19,53		670	90,82	45,63
2024	96,95		531	41,55		788	99,50	60,55
Media	80,60		408	52,91		622	101,75	70,87

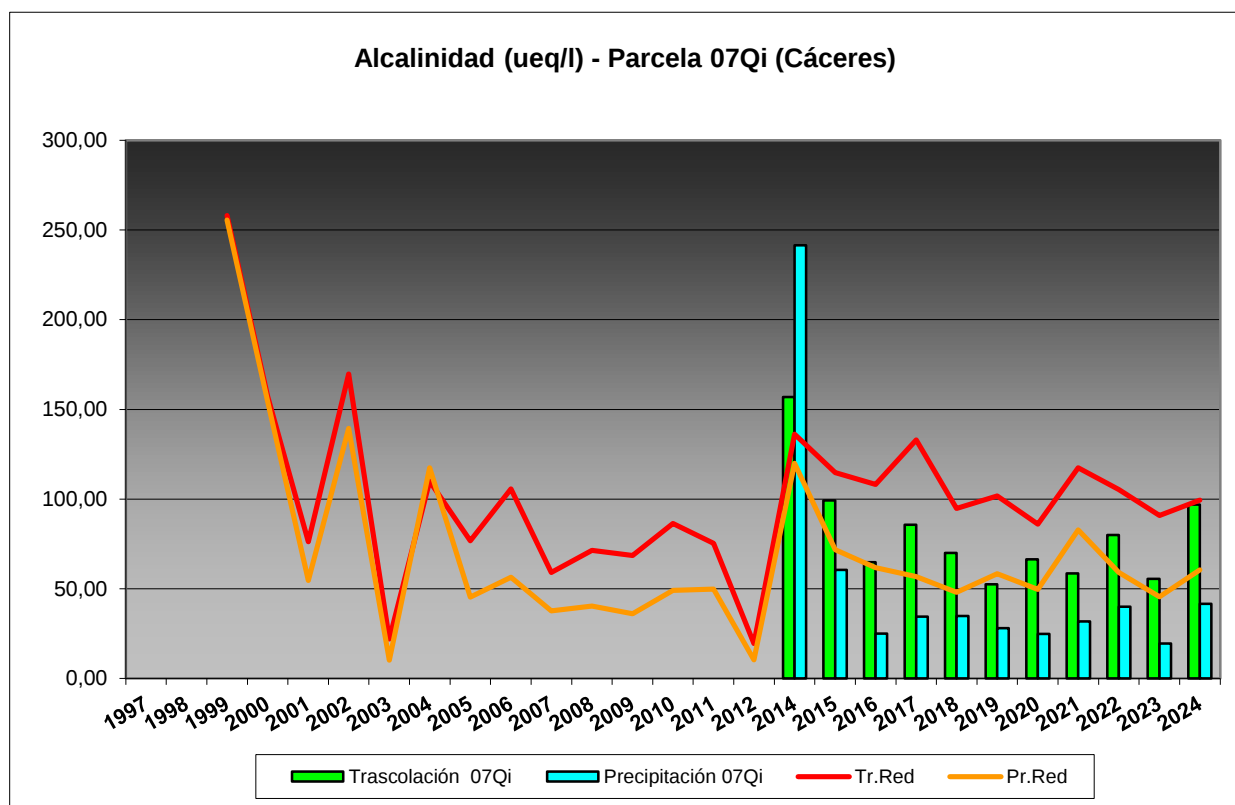


FIG 18: Variación temporal de la alcalinidad.

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	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)
2020	0,64	2,76	432	0,41	3,08	751	-0,32	5,40	4,36
2021	0,62	2,36	378	0,46	3,02	657	-0,67	8,83	5,67
2022	0,72	3,41	470	0,66	4,18	633	-0,77	6,71	6,31
2023	0,81	2,89	355	0,57	3,79	670	-0,90	7,06	4,94
2024	0,67	3,58	531	0,47	3,69	788	-0,11	7,08	5,43
Media	0,70	3,00	433	0,51	3,55	700	-0,55	7,02	5,34

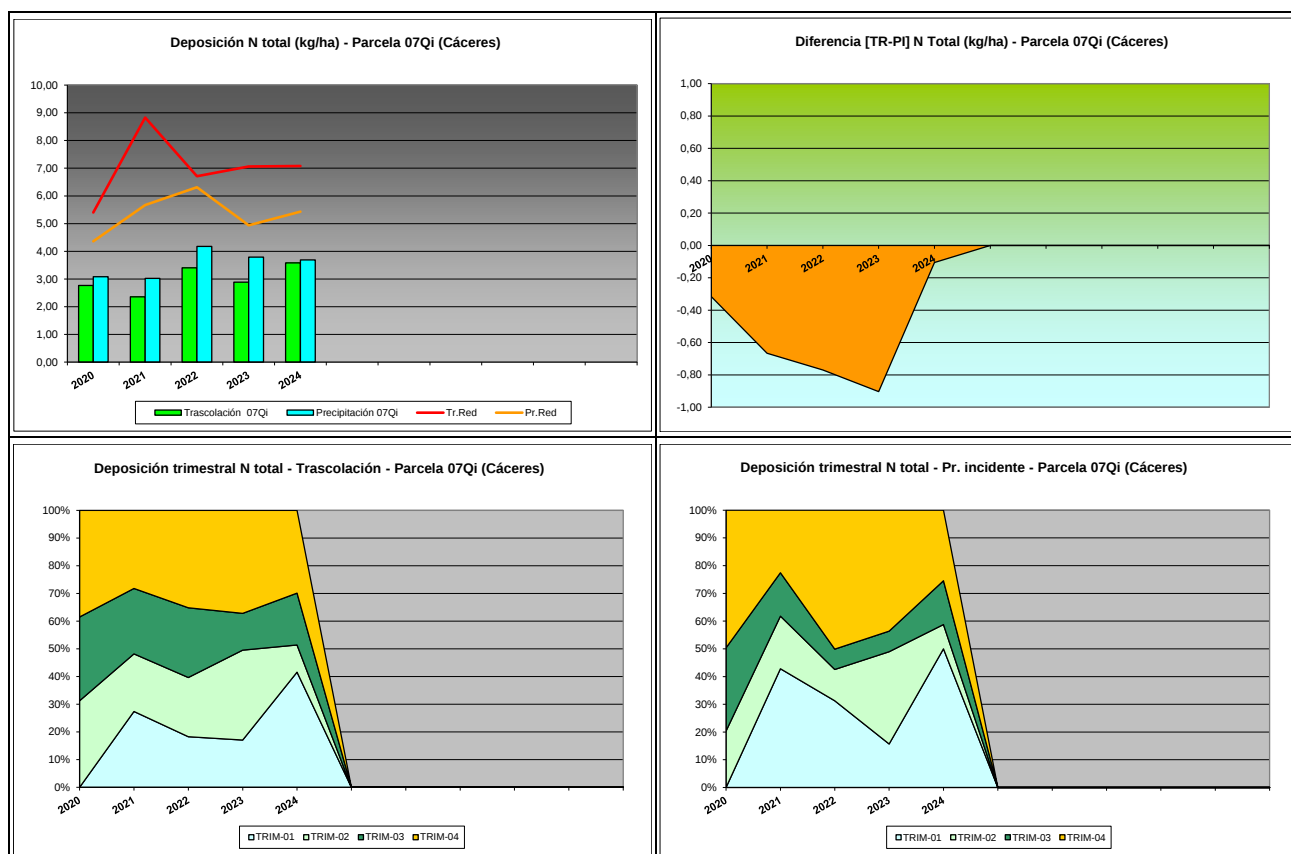


FIG 19: Variación temporal de deposición de Ntotal, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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

TABLA 22: Caracterización Carbono orgánico disuelto. 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
2020	18,64		432	6,03		751	13,09	7,05
2021	10,78		378	6,91		657	14,46	8,48
2022	11,46		470	7,05		633	11,86	5,70
2023	9,45		355	3,99		670	12,56	3,79
2024	14,43		531	3,30		788	12,14	3,09
Media	12,95		433	5,45		700	12,82	5,62

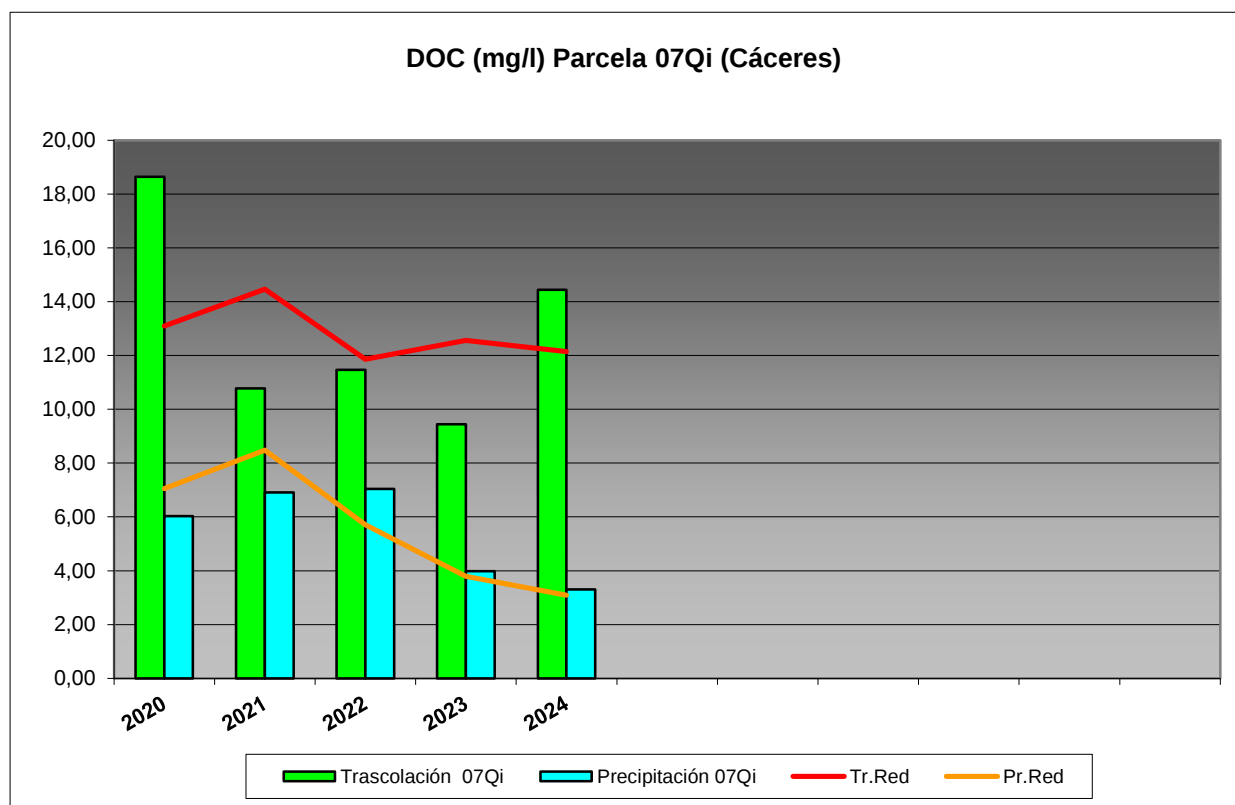


FIG 20: Variación temporal de DOC.

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	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	0,04	0,18	432	0,02	0,14	751	0,03	0,38	0,25
2021	0,03	0,11	378	0,01	0,09	657	0,02	0,28	0,19
2022	0,00	0,01	470	0,00	0,00	633	0,01	0,05	0,11
2023	0,02	0,09	355	0,01	0,08	670	0,01	0,25	0,08
2024	0,02	0,13	531	0,00	0,00	788	0,13	0,19	0,01
Media	0,02	0,10	433	0,01	0,06	700	0,04	0,23	0,13

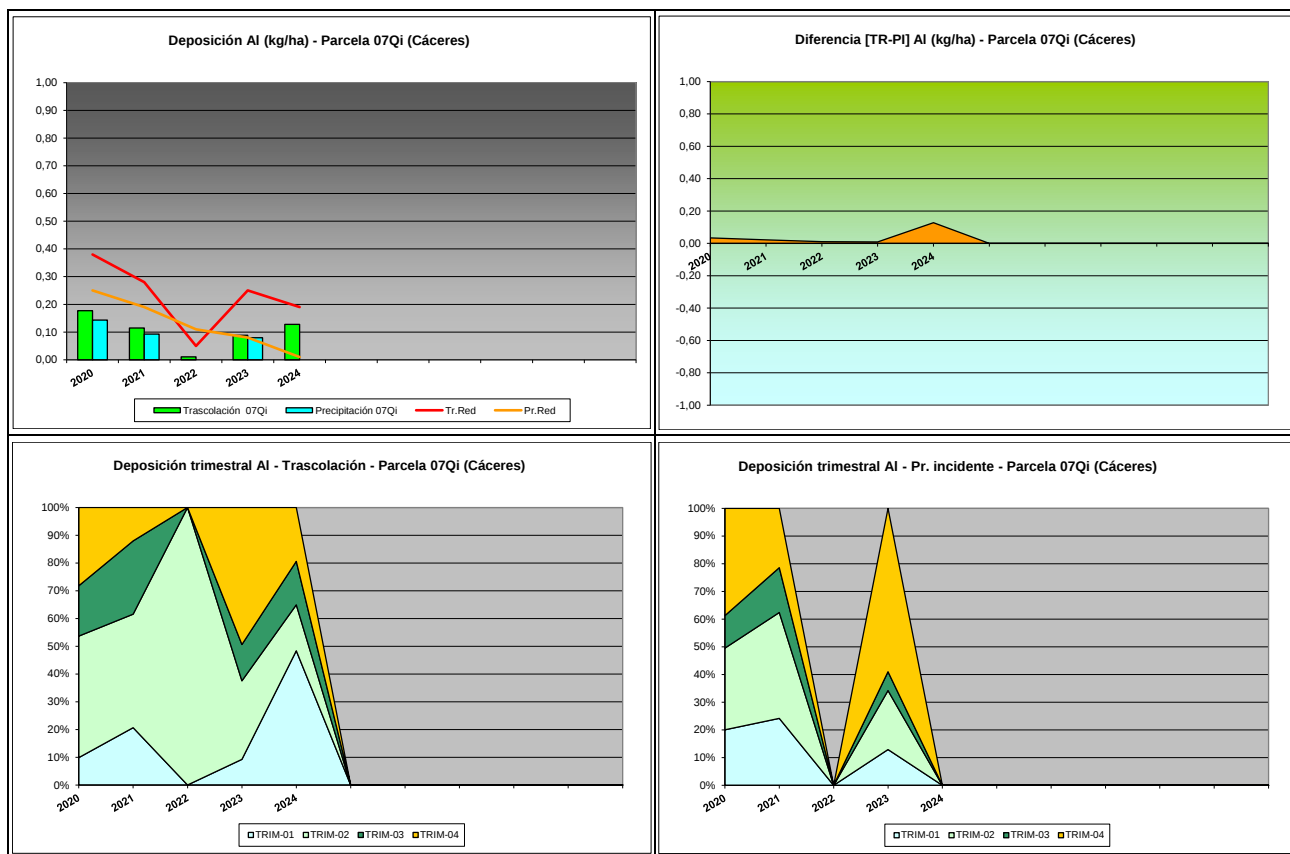


FIG 21: Variación temporal de deposición de Al, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	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	0,21	432	0,00	0,03	751	0,18	0,21	0,05
2021	0,02	0,06	378	0,00	0,03	657	0,03	0,17	0,04
2022	0,02	0,10	470	0,00	0,01	633	0,09	0,21	0,05
2023	0,03	0,09	355	0,01	0,07	670	0,02	0,26	0,05
2024	0,04	0,19	531	0,00	0,01	788	0,18	0,20	0,02
Media	0,03	0,13	433	0,00	0,03	700	0,10	0,21	0,04

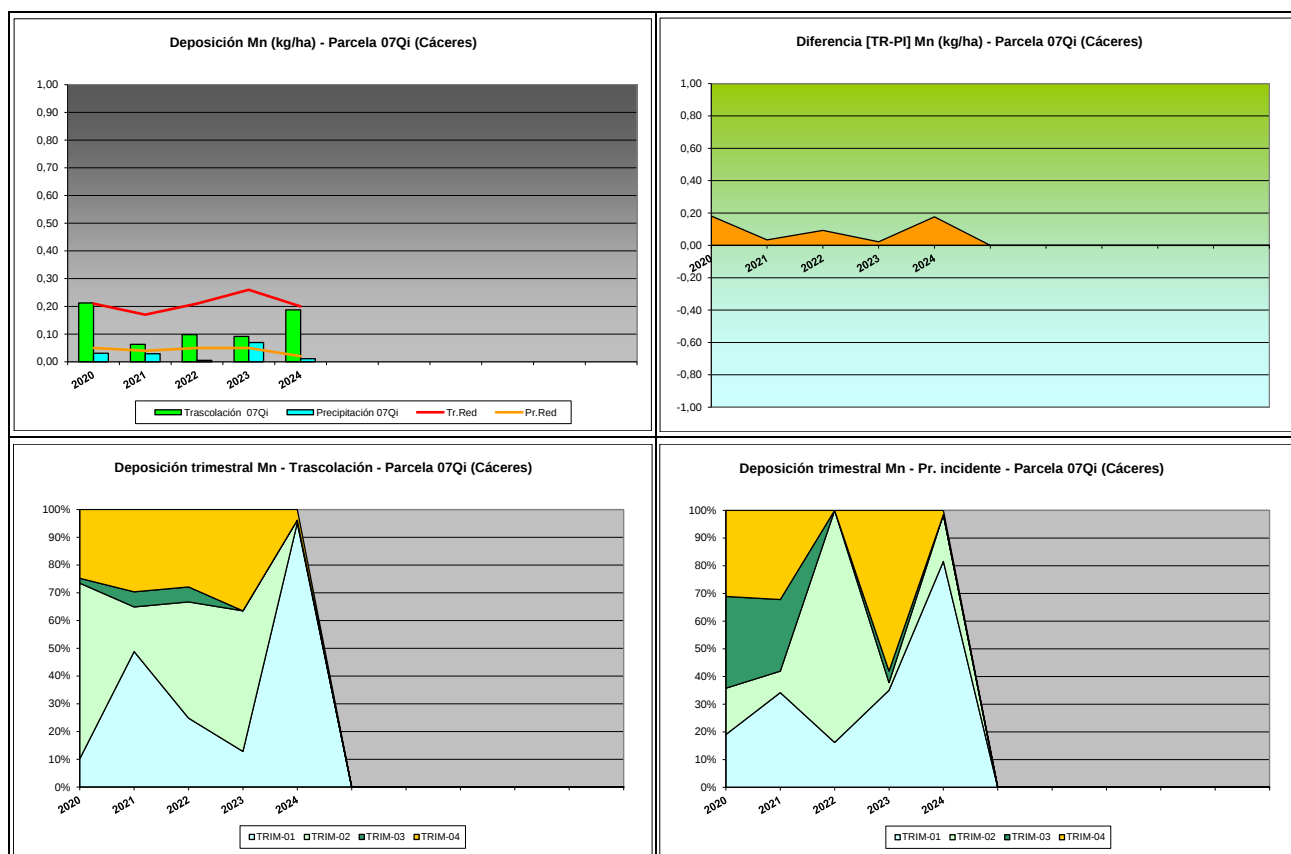


FIG 22: Variación temporal de deposición de Mn, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,10	432	0,01	0,06	751	0,04	0,15	0,08
2021	0,01	0,05	378	0,01	0,04	657	0,01	0,11	0,14
2022	0,02	0,08	470	0,01	0,03	633	0,04	0,12	0,06
2023	0,01	0,05	355	0,01	0,06	670	0,00	0,13	0,04
2024	0,02	0,09	531	0,00	0,01	788	0,08	0,08	0,01
Media	0,02	0,07	433	0,01	0,04	700	0,03	0,12	0,07

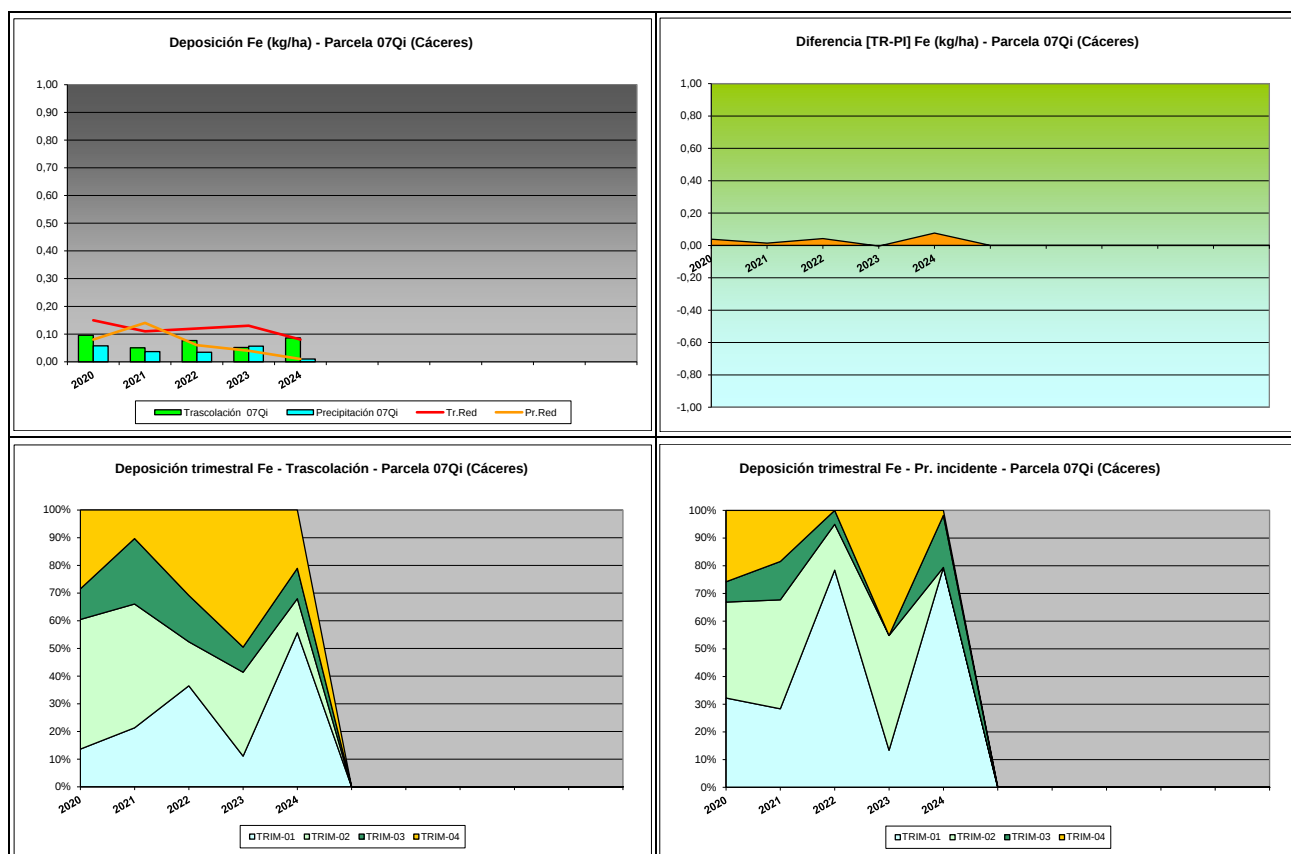


FIG 23: Variación temporal de deposición de Fe, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.17. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 07Qi, cabe destacar:

En lo que se refiere al **pH** se advierten en general valores inferiores a la media de la Red y que tras una progresiva acidificación desde el comienzo de la serie que culmina en el mínimo de 2018-2019 comienza a repuntar de nuevo durante los últimos años incrementándose los valores en ambas vías durante la pasada revisión con uno de los resultados más básicos de la serie. Los valores obtenidos en trascolación tienden a ser ligeramente superiores a los habidos a campo abierto. El valor de la **intercepción** debida a la cubierta arbórea se ha situado en el 33%. A lo largo del último año analizado se observa también una de las precipitaciones mayores de la serie, en el entorno de los 800 mm anuales.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores generalmente por debajo del resto de la Red a lo largo de la serie de años, en el entorno de los 20-30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y un ligero incremento durante el último año, lejos del máximo de 2019.

En cuanto al **potasio**, presenta también en general valores inferiores a la media de la Red, salvo por el repunte registrado en 2015, incrementándose apreciablemente respecto al año previo, hasta alcanzar una de las tasas más altas de los últimos años, sobre todo en trascolación donde se han superado los 15 kg/ha en uno de los registros más elevados de la serie. Se advierte también un cierto comportamiento en diente de sierra en el aporte bajo cubierta en el que van alternándose incrementos y decrementos del aporte. Como en buena parte de los solutos examinados y debido a los efectos de la deposición seca, se obtienen mayores tasas bajo el arbolado que a cielo abierto. Los mayores aportes han tendido a producirse en primavera y

otoño, con un importante depósito durante el invierno del último año, cuando se han registrado las mayores lluvias.

El **calcio** presenta también valores inferiores a la media de la Red, situándose en el entorno de los 10 kg/ha, incrementándose considerablemente respecto al mínimo local del año previo, y sin demasiadas diferencias entre las dos vías de entrada al sistema. No se advierte una tendencia estacional marcada, teniendo en cuenta la reducida serie histórica en la que nos movemos.

Por lo que respecta al **magnesio**, los niveles son por regla general inferiores a los medios de la Red, excepción hecha de la pasada revisión en que se han incrementado apreciablemente, sobre todo por lo que se refiere a la precipitación a campo abierto, que con cerca de 3 kg/ha alcanza el máximo de la serie y superando al valor medio de la Red mientras que también aumenta el aporte bajo cubierta si bien de forma más atenuada. Por regla general los aportes en trascolación son superiores a los de la precipitación incidente, tendencia esta que se invierte durante el último año.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores por debajo de la media de la Red, ligeramente superiores a los de la revisión anterior, presentando un comportamiento muy estable a lo largo de la serie sin que apenas se sobrepasen los 5 kg/ha; y sin que se adviertan tendencias claras entre las dos vías de entrada al ecosistema, si bien parece que se obtienen mayores tasas a cielo descubierto. Durante el último año el aporte del invierno ha sido el de mayor importancia, suponiendo más de la mitad del depósito, relacionado con las mayores precipitaciones caídas.

El **amonio** presenta tasas comparativamente elevadas, superándose en algún caso los valores medios de la Red en años anteriores, mientras que en la presente revisión se reducen apreciablemente respecto al año anterior, sobre todo por lo que se refiere a la trascolación que apenas alcanza 0,5 kg/ha. Por regla general los aportes se han situado en el entorno de 1 kg/ha, alejados del máximo de la serie de 2014-2016 en que se llegaron a registrar tasas de 3-6 kg/ha, obteniéndose los mayores aportes en ausencia de dosel arbóreo, tendencia esta que se manifiesta a lo largo de toda la serie analizada. Debe hacerse constar que la parcela se encuentra en zona de dehesa con actividad ganadera, lo que sin duda influye en el comportamiento de este compuesto. Por regla general los mayores aportes se han producido a lo largo del invierno.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, presenta un comportamiento paralelo al del sodio si bien en mayores tasas, en relación 1,5, moviéndose en el entorno de 6 kg/ha, siempre por debajo de los valores medios de la Red y con escasas diferencias entre las dos vías de entrada al ecosistema, incrementándose los aportes con respecto al año previo sobre todo por lo que respecta a la trascolación que alcanza el máximo de la serie con tasas próximas a 9 kg/ha. Las mayores deposiciones se han obtenido a lo largo del otoño-invierno.

Las tasas de deposición de **nitratos** son también inferiores a la media de la Red, y se incrementan ligeramente con respecto al año anterior en ambas vías de entrada al ecosistema, obteniéndose niveles en general muy bajos, en torno a 1-2 kg/ha, siempre superiores en la deposición obtenida a cielo abierto, obteniéndose generalmente los mayores aportes durante el otoño, tendencia esta que se mantiene durante la revisión del año en curso.

En referencia a los **sulfatos** se advierte un comportamiento muy similar al de los nitratos: depósitos inferiores a la media de la Red, ligero incremento durante el último año sobre todo a campo abierto, en torno a tasas de 1-2 kg/ha, mayores valores en la deposición incidente que en la trascolación y mayor aporte a lo largo del primer semestre, si bien durante 2024 las mayores tasas se han producido a lo largo del invierno.

Por lo que respecta a la **alcalinidad**, se advierten en general valores inferiores a las medias de la Red, superiores bajo cubierta arbórea, con una tendencia descendente desde los valores más altos habidos al comienzo de la serie histórica, hasta situarse en el entorno de los 50-100 µeq/l, valor en el que se tienden a

estabilizar los valores durante el último tramo de la serie, con un marcado incremento durante el último año, sobre todo por lo que se refiere a la trascolación.

Desde 2020 se ha incorporado la medición del **carbono orgánico disuelto** que se mantiene en niveles similares a la media de la red, **nitrógeno total** muy estable en torno a 3-4 kg/ha, **aluminio, manganeso y hierro**, en valores siempre inferiores a la media de la Red e incrementándose ligeramente los elementos metálicos durante el último año, en una tendencia ya observada durante la revisión anterior y sin depósito apreciable de aluminio a campo abierto.

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. Al igual que en el caso anterior, en esta parcela se instalaron dosímetros en el año 2014, por lo que no se dispone de datos anteriores.

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)
2014	0,94	4,44	1,14	29,98	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	0,92	5,21	1,42	25,77	1,32	3,73	1,24	26,27
2016	0,94	4,50	1,48	26,91	1,12	3,37	1,28	28,68
2017	0,92	5,79	1,62	27,14	1,00	3,57	1,47	30,55
2018	1,00	3,83	1,93	26,22	1,32	3,02	1,85	27,00
2019	0,99	4,02	2,15	23,90	1,11	2,98	1,85	24,94
2020	0,63	3,65	1,98	24,38	0,73	2,73	1,98	23,42

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)
2021	0,68	3,80	1,35	23,05	0,76	2,63	1,47	25,19
2022	0,61	4,03	1,79	19,36	0,68	2,88	1,75	21,13
2023	0,43	4,35	2,74	19,72	0,50	2,58	2,06	22,45
2024	0,82	3,52	1,70	21,74	0,94	2,35	1,60	22,14
2025	0,60	2,34	1,31	31,14	0,80	1,81	1,25	36,99
Media	0,79	4,12	1,72	24,94	1,24	2,48	1,57	29,33

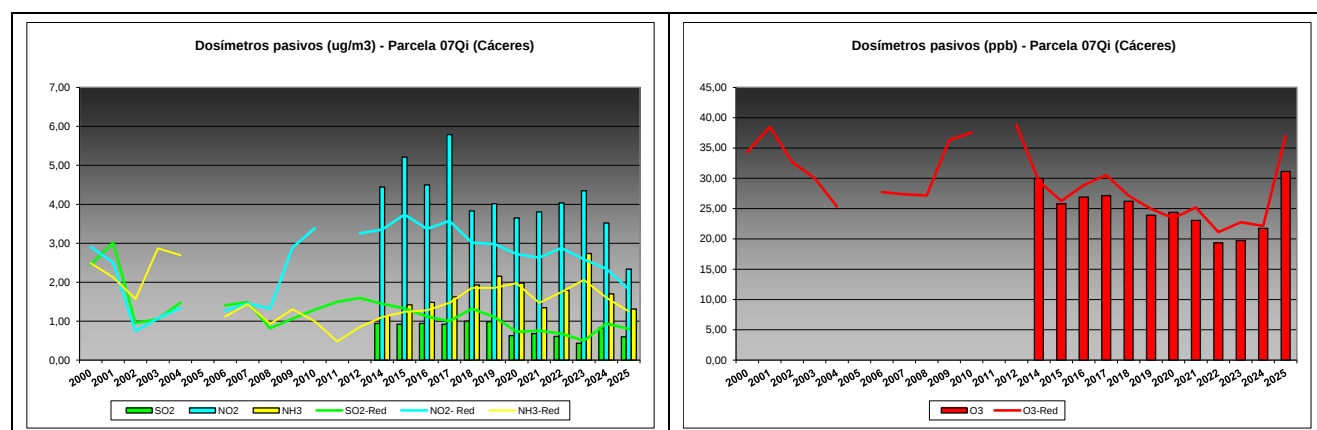


FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, se advierten tasas considerables de **óxidos de nitrógeno**, superiores a las habidas en la media de la Red, mientras que **óxidos de azufre** y **amoníaco** se mantienen en valores más similares a aquella. Se advierte una disminución de las concentraciones a lo largo del último año, muy marcada en el caso de los óxidos de nitrógeno que alcanzan el mínimo de la serie. Los valores alcanzados se sitúan por debajo de los niveles de referencia, salvo por lo que se refiere al amoníaco, que supera el nivel de protección de los líquenes e incluso de las plantas superiores al superarse esporádicamente los 2 µg/m³, mientras que la inmisión de **ozono** tiende a disponerse en la línea de la media de la Red, con un importante repunte durante el último año, en que se alcanza el máximo de la serie, superándose los 30 ppb.

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) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1995-1996	01 Qi	Santander	7,00	17,24	1,12	0,99	7,50	1,22	5,22	
	06 Qi	Castellón	7,00	17,35	1,39	0,99	5,90	1,27	6,40	
	07 Qi	Cáceres	6,00	12,90	0,87	0,74	5,94	1,47	4,82	
	12 Qi	Badajoz	7,00	15,87	1,11	0,88	6,60	1,65	4,35	
	16 Qi	Sevilla	7,00	13,82	0,94	0,81	7,32	1,52	5,84	
	18 Qi	Barcelona	5,00	16,10	1,23	0,97	7,72	1,68	4,50	
	26 Qi	Jaén	5,00	12,64	0,92	0,88	6,06	1,61	7,26	
	28 Qi	Granada	5,00	14,35	1,07	1,06	6,65	1,56	5,03	
	32 Qi	Burgos	5,00	14,83	1,08	0,92	6,05	0,75	6,12	
	35 Qi	Zamora	6,00	15,28	1,15	0,73	4,47	1,10	6,14	
	40 Qi	Baleares	6,00	16,15	1,40	1,21	9,38	1,28	5,68	
	49 Qi	Toledo	6,00	12,82	0,81	0,69	5,97	2,03	5,34	
	<i>Q.ilex</i>	Red	6,00	14,95	1,09	0,91	6,63	1,43	5,56	
1997-1998	01 Qi	Santander	9,50	14,95	1,09	1,12	8,88	1,51	4,55	
	06 Qi	Castellón	7,50	13,75	1,20	0,96	11,60	1,11	6,35	
	07 Qi	Cáceres	6,00	13,18	0,95	1,04	8,28	1,58	3,26	
	12 Qi	Badajoz	7,00	14,54	1,04	0,79	8,08	1,43	4,08	
	16 Qi	Sevilla	9,50	13,05	0,91	0,87	9,48	1,47	4,11	
	18 Qi	Barcelona	7,00	13,41	1,10	0,82	7,93	1,49	5,21	
	26 Qi	Jaén	8,50	15,13	1,04	1,26	11,34	1,87	3,82	
	28 Qi	Granada	6,50	11,99	0,86	0,85	8,71	2,08	4,77	
	32 Qi	Burgos	6,00	15,07	1,19	1,10	7,89	0,86	5,85	
	35 Qi	Zamora	5,50	12,98	1,14	0,89	6,64	1,17	4,08	
	40 Qi	Baleares	6,50	13,03	1,09	1,02	12,69	1,51	5,84	
	49 Qi	Toledo	7,50	14,44	1,01	0,97	9,18	1,58	3,31	
	<i>Q.ilex</i>	Red	7,25	13,79	1,05	0,97	9,22	1,47	4,60	
1999-2000	01 Qi	Santander	7,00	16,38	1,17	1,23	6,62	1,37	4,52	
	06 Qi	Castellón	8,00	15,74	1,16	1,06	5,49	1,32	5,69	
	07 Qi	Cáceres	5,00	14,03	1,00	1,05	6,34	1,49	3,64	
	12 Qi	Badajoz	6,00	15,27	1,11	0,94	6,83	1,49	4,89	
	16 Qi	Sevilla	8,00	14,55	1,09	1,13	10,33	1,41	4,55	
	18 Qi	Barcelona	6,00	15,42	1,30	0,93	7,57	1,66	4,56	
	26 Qi	Jaén	5,00	15,91	1,20	1,10	8,94	1,31	4,58	
	28 Qi	Granada	6,00	12,63	1,17	0,90	10,26	1,99	4,19	
	32 Qi	Burgos	5,00	14,48	1,04	0,86	4,85	0,78	4,34	
	35 Qi	Zamora	5,00	14,42	1,07	0,88	4,30	0,97	4,23	
	40 Qi	Baleares	7,00	14,18	1,20	0,89	10,43	0,98	4,83	
	49 Qi	Toledo	9,00	14,12	0,98	0,91	4,03	1,24	4,03	
	<i>Q.ilex</i>	Red	6,42	14,76	1,12	0,99	7,17	1,33	4,50	
2001-2002	01 Qi	Santander	7,00	16,29	1,19	1,15	6,58	1,38	5,00	
	06 Qi	Castellón	6,00	16,39	1,36	1,00	6,60	1,26	5,76	
	07 Qi	Cáceres	6,00	14,62	1,09	1,00	7,23	1,48	2,83	
	12 Qi	Badajoz	6,00	15,62	1,17	0,94	6,14	1,60	4,44	
	16 Qi	Sevilla	9,00	15,56	1,14	1,15	7,32	1,25	4,51	
	18 Qi	Barcelona	5,00	14,94	1,31	0,98	5,96	1,36	5,11	
	26 Qi	Jaén	7,00	15,88	1,15	1,19	8,23	1,45	4,39	
	28 Qi	Granada	6,00	13,83	1,14	0,98	7,05	1,68	4,91	
	32 Qi	Burgos	6,00	15,05	1,14	0,98	5,70	0,76	5,99	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	35 Qi	Zamora	6,00	15,26	1,28	0,87	5,03	0,86	5,43	
	40 Qi	Baleares	6,00	14,72	1,30	0,97	10,34	1,13	4,17	
	49 Qi	Toledo	9,00	14,96	1,12	0,88	6,59	1,23	3,78	
	<i>Q.ilex</i>	Red	6,58	15,26	1,20	1,01	6,90	1,29	4,69	
2003-2004	01 Qi	Santander	11,00	16,11	1,20	1,14	6,08	1,52	4,88	
	06 Qi	Castellón	12,00	17,47	1,48	1,17	6,08	1,53	6,75	
	07 Qi	Cáceres	7,00	14,52	1,10	1,11	6,20	1,50	3,79	
	12 Qi	Badajoz	8,00	15,81	1,17	1,05	6,08	1,54	4,70	
	16 Qi	Sevilla	11,00	15,16	1,07	1,15	7,00	1,44	4,56	
	18 Qi	Barcelona	9,00	15,33	1,22	0,92	5,95	1,75	5,16	
	26 Qi	Jaén	8,00	15,31	1,14	1,17	6,82	1,51	4,37	
	28 Qi	Granada	10,00	12,88	1,09	1,08	6,40	1,71	5,20	
	32 Qi	Burgos	7,00	17,05	1,26	1,18	6,13	1,05	6,43	
	35 Qi	Zamora	8,00	16,85	1,33	1,00	4,41	1,01	6,04	
	40 Qi	Baleares	15,00	16,52	1,29	1,14	7,67	1,34	4,96	
	49 Qi	Toledo	10,00	14,65	1,08	1,01	5,26	1,36	4,01	
	<i>Q.ilex</i>	Red	9,67	15,64	1,20	1,09	6,17	1,44	5,07	
2005-2006	01 Qi	Santander	7,00	15,40	1,29	0,90	7,98	1,65	3,81	
	06 Qi	Castellón	8,00	17,86	1,46	0,90	7,93	1,12	5,75	
	07 Qi	Cáceres	7,00	13,38	1,19	0,90	7,74	1,62	3,43	
	12 Qi	Badajoz	7,50	14,93	1,17	0,92	8,01	1,87	3,90	
	16 Qi	Sevilla	8,50	14,60	1,03	0,97	8,43	1,41	3,97	
	18 Qi	Barcelona	8,50	14,29	1,26	0,87	5,93	1,45	4,72	
	26 Qi	Jaén	7,00	14,25	1,13	1,03	7,43	1,58	4,17	
	28 Qi	Granada	10,00	10,95	0,95	0,84	8,29	1,92	3,77	
	32 Qi	Burgos	6,50	14,73	1,22	0,75	8,03	0,73	5,85	
	35 Qi	Zamora	6,00	13,96	1,42	0,65	5,22	0,74	4,43	
	40 Qi	Baleares	10,50	15,52	1,34	0,91	10,47	1,26	3,98	
	49 Qi	Toledo	7,50	13,99	1,19	0,82	6,38	1,27	3,23	
	<i>Q.ilex</i>	Red	7,73	14,49	1,22	0,87	7,61	1,37	4,20	
2007-2008	01 Qi	Santander	8,00	15,24	1,20	0,80	7,78	1,57	3,88	
	06 Qi	Castellón	11,00	14,97	1,14	0,72	6,32	1,10	5,92	
	07 Qi	Cáceres	7,50	13,06	1,54	0,84	7,73	1,46	3,50	
	12 Qi	Badajoz	9,00	16,64	1,47	0,85	6,88	1,38	4,63	
	16 Qi	Sevilla	10,50	14,35	1,10	0,92	9,31	1,46	3,93	
	18 Qi	Barcelona	8,00	13,50	1,31	0,74	6,66	1,03	4,43	
	26 Qi	Jaén	9,00	14,16	1,22	0,93	6,04	1,49	4,29	
	28 Qi	Granada	10,00	12,14	1,06	0,76	5,19	1,83	4,66	
	32 Qi	Burgos	7,00	14,88	1,25	0,69	8,60	0,58	4,54	
	35 Qi	Zamora	5,00	13,75	1,53	0,55	5,52	0,58	4,45	
	40 Qi	Baleares	8,00	15,22	1,42	0,81	4,92	2,02	3,97	
	49 Qi	Toledo	11,00	13,68	1,29	0,65	6,26	1,13	3,54	
	<i>Q.ilex</i>	Red	8,53	14,38	1,31	0,76	7,01	1,25	4,22	
2013-2014	06 Qi	Castellón	6,88	22,93	1,04	0,68	9,06	1,10	6,49	51,34
	07 Qi	Cáceres	13,92	15,62	1,01	0,93	6,87	1,28	5,44	50,06
	26 Qi	Jaén	9,11	14,67	0,97	0,94	10,00	1,35	5,33	50,48
	<i>Q.ilex</i>	Red	10,59	16,70	1,00	0,89	8,56	1,27	5,61	50,48
2015-2016	06 Qi	Castellón	6,50	16,65	1,34	0,95	8,50	1,27	6,45	50,52
	07 Qi	Cáceres	13,20	12,67	0,94	0,97	9,82	1,16	4,19	49,49
	26 Qi	Jaén	9,25	15,10	1,14	1,01	12,11	1,36	3,78	50,22
	<i>Q.ilex</i>	Red	10,28	14,44	1,10	0,98	10,47	1,26	4,48	49,99

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
2017-2018	06 Qi	Castellón	8,42	15,97	0,99	0,83	8,85	1,19	5,87	50,54
	07 Qi	Cáceres	11,11	12,81	0,90	0,91	9,61	1,45	3,96	49,99
	26 Qi	Jaén	12,06	14,31	0,93	1,05	6,99	1,35	4,46	49,43
	Q.ilex	Red	10,67	13,97	0,93	0,92	8,76	1,36	4,56	49,99
2019-2020	06 Qi	Castellón	7,11	12,50	1,21	0,93	10,35	1,21	4,62	50,87
	07 Qi	Cáceres	10,30	11,65	0,81	0,68	7,82	1,19	3,03	50,11
	26 Qi	Jaén	9,47	14,04	0,89	0,85	8,03	1,32	4,42	49,75
	Q.ilex	Red	9,33	12,78	0,92	0,80	8,41	1,24	3,91	50,12
2021-2022	06 Qi	Castellón	6,71		0,42	0,87	13,05	1,03	5,23	
	07 Qi	Cáceres	9,51		0,38	0,92	9,69	1,41	3,83	
	26 Qi	Jaén	6,13		0,48	1,10	8,68	1,42	4,11	
	Q.ilex	Red	7,45		0,43	0,96	10,47	1,29	4,39	
2023-2024	06 Qi	Castellón	7,31	13,65	1,03	0,76	10,36	1,19	4,86	47,88
	07 Qi	Cáceres	8,53	14,40	0,93	0,92	9,91	1,47	3,80	46,47
	26 Qi	Jaén	6,99	14,30	1,09	1,05	7,82	1,43	4,21	47,92
	Q.ilex	Red	7,61	14,12	1,02	0,91	9,36	1,36	4,29	47,42
2024-2025	06 Qi	Castellón	7,19	17,12	1,80	0,99	10,33	1,21	5,04	52,05
	07 Qi	Cáceres	10,97	14,85	1,34	0,88	8,34	1,13	3,37	50,37
	26 Qi	Jaén	11,78	15,12	1,16	0,99	8,98	1,65	4,35	50,47
	Q.ilex	Red	9,98	15,69	1,43	0,95	9,22	1,33	4,25	50,96

En **rojo**, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 0,959 mg/g, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por compuestos sulfurosos. 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.

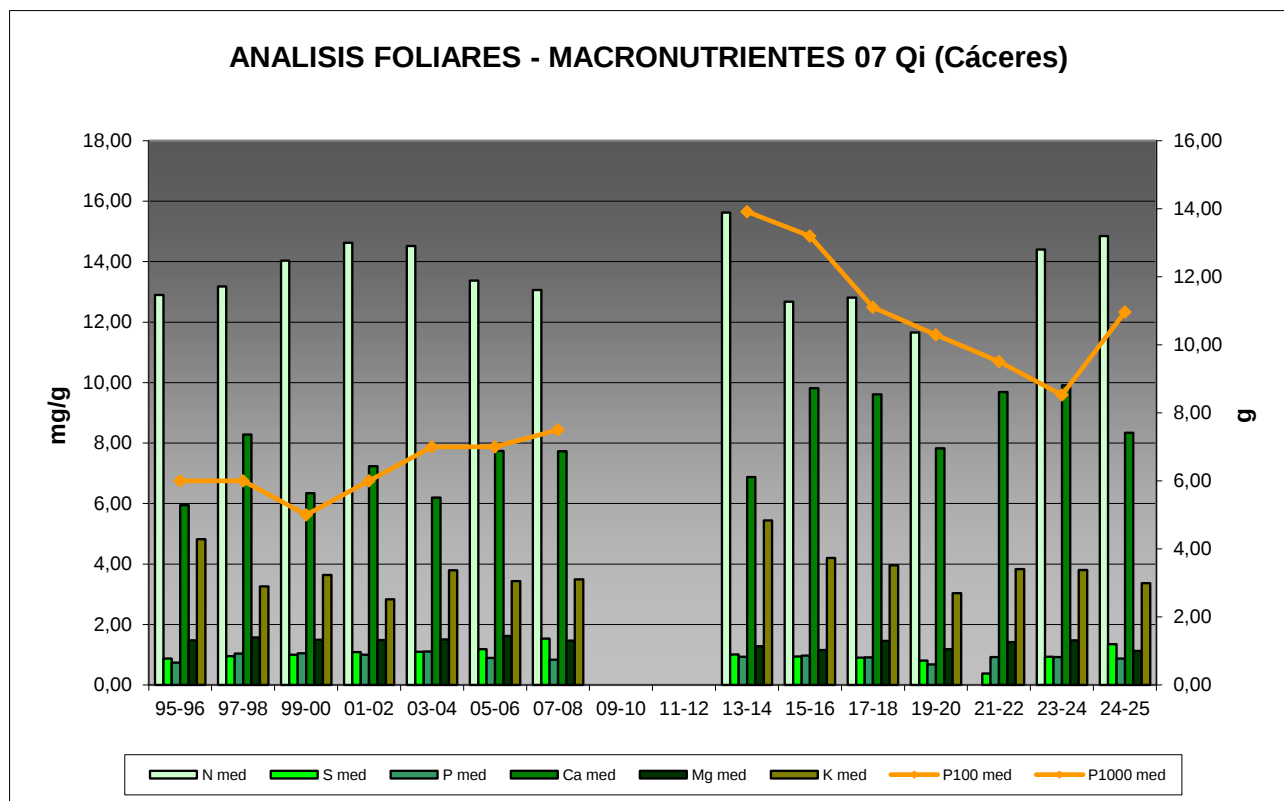


FIG 25: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

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	01 Qi	Santander		32,00	3443,00	85,00	
	06 Qi	Castellón		41,00	640,00	355,00	
	07 Qi	Cáceres		25,00	2345,00	358,00	
	12 Qi	Badajoz		24,00	1024,00	344,00	
	16 Qi	Sevilla		25,00	1068,00	329,00	
	18 Qi	Barcelona		35,00	4416,00	568,00	
	26 Qi	Jaén		22,00	620,00	240,00	
	28 Qi	Granada		27,00	1595,00	761,00	
	32 Qi	Burgos		24,00	1934,00	132,00	
	35 Qi	Zamora		29,00	5906,00	444,00	
	40 Qi	Baleares		31,00	1494,00	635,00	
	49 Qi	Toledo		19,00	2364,00	230,00	
	<i>Q.ilex</i>	<i>Red</i>		27,83	2237,42	373,42	
1997-1998	01 Qi	Santander	2197,00	31,50	1505,50	71,00	
	06 Qi	Castellón	2726,50	33,50	563,00	212,00	
	07 Qi	Cáceres	2641,50	20,50	1847,00	145,00	
	12 Qi	Badajoz	3170,00	22,50	607,00	355,00	
	16 Qi	Sevilla	3140,50	23,00	868,00	220,50	
	18 Qi	Barcelona	102,00	28,00	2074,00	143,50	
	26 Qi	Jaén	78,00	29,00	739,50	177,50	
	28 Qi	Granada	77,50	34,50	1039,50	293,00	
	32 Qi	Burgos	56,00	42,00	1637,00	196,00	
	35 Qi	Zamora	173,00	27,00	4043,50	103,00	
	40 Qi	Baleares	999,50	32,50	551,00	211,50	
	49 Qi	Toledo	254,50	30,50	2243,00	126,00	
	<i>Q.ilex</i>	<i>Red</i>	1301,33	29,54	1476,50	187,83	
2013-2014	06 Qi	Castellón		25,79	530,57	104,21	3,66
	07 Qi	Cáceres		19,73	1068,97	83,45	3,54
	26 Qi	Jaén		24,74	699,64	144,79	3,99
	<i>Q.ilex</i>	<i>Red</i>		22,95	813,56	112,14	3,75
2015-2016	06 Qi	Castellón		35,68	825,39	184,39	5,51
	07 Qi	Cáceres		17,58	1959,46	158,05	3,28
	26 Qi	Jaén		27,19	843,91	177,58	6,63
	<i>Q.ilex</i>	<i>Red</i>		25,04	1286,43	171,13	5,06
2017-2018	06 Qi	Castellón		32,24	416,27	133,38	3,92
	07 Qi	Cáceres		21,62	1928,00	157,52	3,13
	26 Qi	Jaén		23,73	560,50	115,32	4,53
	<i>Q.ilex</i>	<i>Red</i>		24,80	1208,19	140,93	3,68
2019-2020	06 Qi	Castellón		27,94	512,58	125,62	4,34
	07 Qi	Cáceres		16,18	1420,16	121,71	2,65
	26 Qi	Jaén		25,51	576,98	173,45	4,61
	<i>Q.ilex</i>	<i>Red</i>		22,26	901,37	143,19	3,77
2021-2022	06 Qi	Castellón		39,18	706,04	332,36	5,00
	07 Qi	Cáceres		19,67	1555,09	154,32	3,85
	26 Qi	Jaén		27,99	708,54	277,84	5,06

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
	<i>Q.ilex</i>	<i>Red</i>		28,95	989,89	254,84	4,64
2023-2024	06 Qi	Castellón		31,16	676,44	134,70	3,82
	07 Qi	Cáceres		15,41	1182,83	172,63	3,55
	26 Qi	Jaén		25,58	588,38	274,93	5,33
	<i>Q.ilex</i>	<i>Red</i>		24,05	815,88	194,09	4,23
2024-2025	06 Qi	Castellón		35,11	495,62	211,10	5,17
	07 Qi	Cáceres		19,18	1125,10	273,83	4,38
	26 Qi	Jaén		25,25	668,04	281,48	4,27
	<i>Q.ilex</i>	<i>Red</i>		26,51	762,92	255,47	4,61

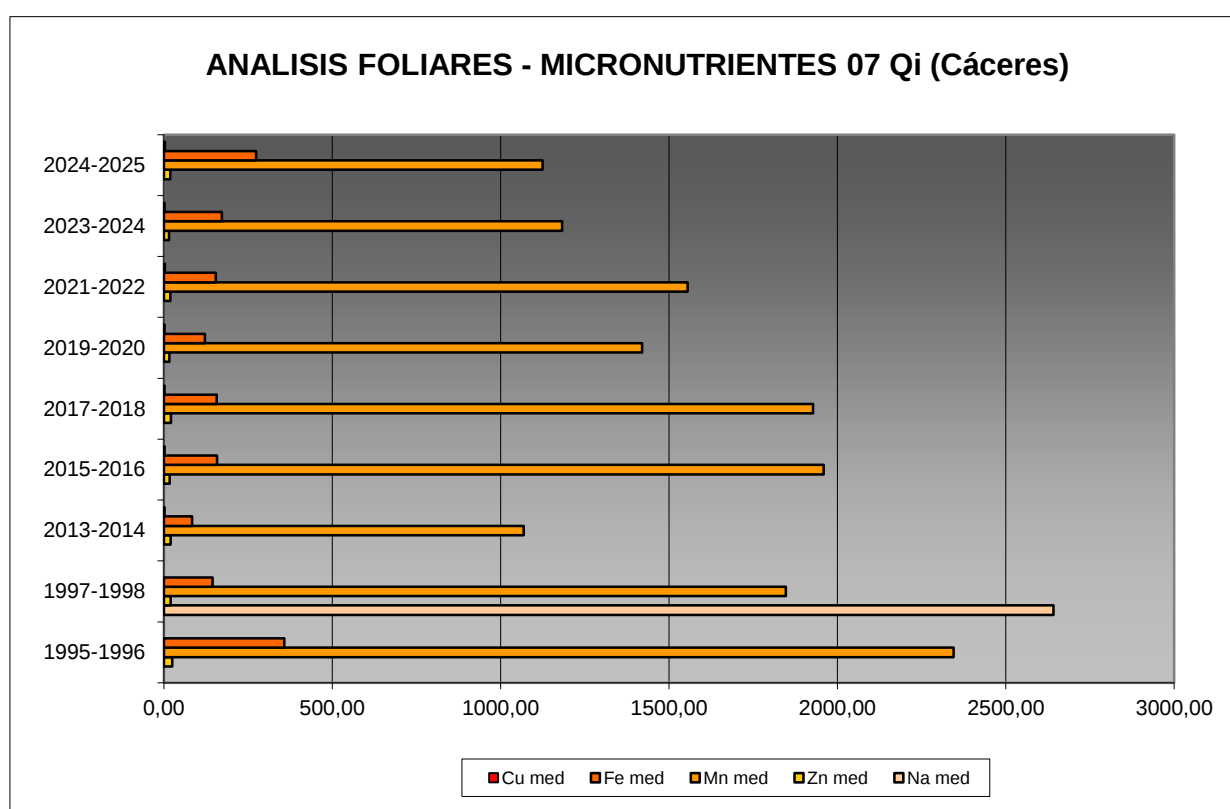


FIG 26: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.2. 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 esta parcela se estuvo analizando desde 1995 hasta 2008 y no ha sido hasta 2013 cuando se han retomado las mediciones.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 07Qi podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con la encina como especie dominante:

El **peso** medio de la muestra analizada prácticamente se ha duplicado respecto a mediciones anteriores, incrementándose considerablemente desde el inicio de los trabajos. El peso seco obtenido para la parcela en 2024-2025 es de 11 g/100 hojas; incrementándose apreciablemente respecto a las dos campañas anteriores.

Respecto a los **macronutrientes** se advierte, con carácter general, un ligero descenso en la mayoría de los elementos durante la última revisión. Por lo que se refiere al **nitrógeno**, el elemento más representado, se sitúa en la banda de 12-16 mg/g y con un incremento apreciable en los últimos años tras los comparativamente bajos valores que venían obteniéndose desde 2015. El **azufre** se incrementa también de forma significativa tras el mínimo de 2021-2022, como ha ocurrido en otras parcelas de la Red, de tal forma que vuelven a superarse los valores patrón para la especie, como era habitual durante los primeros años de evaluación. El **fósforo** es el macronutriente menos representado y apenas experimenta variaciones a lo largo de las campañas efectuadas, situándose en el entorno de 1 mg/g. **Calcio, potasio y magnesio** se reducen ligeramente con respecto a la campaña anterior. Por último, el contenido en **carbono** de las hojas ha empezado a medirse en las últimas campañas, situándose, como otras especies forestales, en el entorno del 50%.

Los **micronutrientes** se han analizado con menos regularidad y no siempre todos ellos, lo que dificulta abordar su evolución temporal, si bien tienden a mantener cierta regularidad durante los últimos años. Durante la última campaña se ha incrementado apreciablemente el contenido en **hierro**, de forma más tenue el **zinc y cobre** mientras se reduce ligeramente el **manganeso** que se aproxima al mínimo histórico de la serie.

8. Desfronde.

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

Esta parcela, como se ha mencionado anteriormente, se instrumentó a lo largo del verano de 2014, disponiéndose por tanto únicamente de los valores correspondientes a este año.

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)
2014	Hojas	375	49,69	9,62	0,91	0,63	13,39	1,17	2,66
	Ramillas	546							
	Otras	1.370							
2015	Hojas	2.259	50,09	8,70	0,85	0,79	13,79	1,20	3,39
	Ramillas	849							
	Otras	1.612	47,35	15,63	1,42	1,30	7,76	1,28	4,97

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2016	Hojas	2.112	50,05	10,26	1,05	0,91	15,49	1,23	3,11
	Ramillas	1.154							
	Otras	1.114	48,29	15,55	0,92	1,01	5,65	1,44	8,18
2017	Hojas	2.394	49,66	10,40	0,88	0,89	13,81	1,32	3,66
	Ramillas	1.258							
	Otras	2.220							
2018	Hojas	1.254	49,87	10,60	0,92	0,94	13,41	1,28	3,69
	Ramillas	833							
	Otras	1.481							
2019	Hojas	1.593	49,97	8,25	0,80	0,75	11,59	1,15	3,54
	Ramillas	749							
	Otras	988							
2020	Hojas	2.164			0,86	0,33	13,23	1,09	3,24
	Ramillas	1.352							
	Otras	1.108							
2021	Hojas	2.093			1,38	1,09	12,88	1,39	3,33
	Ramillas	1.327							
	Otras	1.937							
2022	Hojas	1.298	50,12	9,23	1,56	0,78	16,51	1,04	4,17
	Ramillas	1.054							
	Otras	1.127							
2023	Hojas	1.550	47,04	9,97	0,98	0,74	14,00	1,21	3,66
	Ramillas	658							
	Otras	2.371							
2024	Hojas	2.814	50,70	11,95	2,04	1,22	8,10	2,54	4,45
	Ramillas	3.520							
	Otras	1.618							
Media	Hojas	1.810	49,69	9,89	1,11	0,83	13,29	1,33	3,54
	Ramillas	1.209							
	Otras	1.541	47,82	15,59	1,17	1,16	6,71	1,36	6,57

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	24,19	939,58	215,25	2,87				
	Ramillas								
	Otras								
2015	Hojas	23,62	1170,18	187,92	2,79				
	Ramillas								
	Otras	26,01	389,19	318,55	7,52				
2016	Hojas	17,44	1256,77	265,89	2,86				
	Ramillas								
	Otras	20,05	316,37	360,20	7,51				
2017	Hojas	24,24	1257,22	177,29	3,12				
	Ramillas								
	Otras								

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)
2018	Hojas	25,92	1146,52	182,21	5,01				
	Ramillas								
	Otras								
2019	Hojas	18,10	993,14	158,51	2,48				
	Ramillas								
	Otras								
2020	Hojas	23,95	979,95	179,07	2,97	0,65	0,12	1,32	41,29
	Ramillas								
	Otras								
2021	Hojas	24,15	986,00	205,09	3,71				
	Ramillas								
	Otras								
2022	Hojas	35,37	898,55	303,58	3,62				
	Ramillas								
	Otras								
2023	Hojas	21,13	1053,35	199,50	2,88				
	Ramillas								
	Otras								
2024	Hojas	12,64	78,35	171,19	2,69				
	Ramillas								
	Otras								
Media	Hojas	22,80	978,15	204,14	3,18	0,65	0,12	1,32	41,29
	Ramillas								
	Otras	23,03	352,78	339,37	7,51				

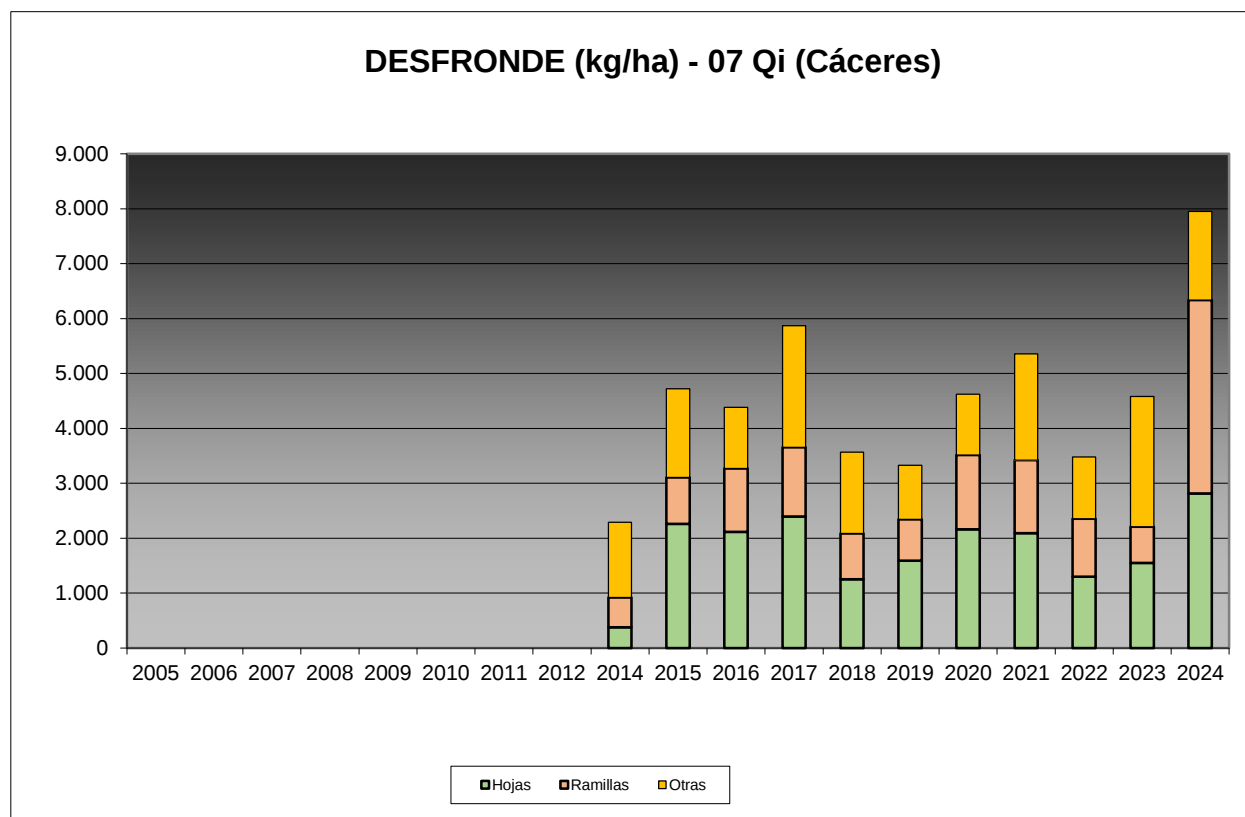


FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

En la presente revisión, se advierte un considerable incremento del desfronde, que en su conjunto alcanza los 8.000 kg/ha, duplicando lo que sería el aporte de un año medio, debido sobre todo a la gran cantidad caída tras la tormenta de granizo del mes de marzo, en torno a 5.000 kg/ha con aportes similares en las tres fracciones. Como tónica general hay un aporte considerable de las fracciones leñosas al conjunto, ligada quizá al fenómeno de dieback o muerte y caída de ramillas finas tan habitual en los encinares de clima mediterráneo y que tiende a incrementarse en periodos de sequía. El comportamiento en general en diente de sierra podría explicarse en parte por oscilaciones en la precipitación y temperatura. Cabe destacar la creciente incidencia de la seca de *Quercus* en la parcela, como se ha mencionado anteriormente, que contribuye también a la muerte y posterior caída de ramillas y hojas. Con un contenido en carbono próximo al 50% se pone de manifiesto la capacidad de fijación de CO₂ atmosférico y su contribución a la fijación de gases de efecto invernadero.

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, y se evaluaron 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.

En la parcela 07Qi, instrumentada como se ha indicado anteriormente en agosto de 2014, solamente se cuenta con resultados correspondientes a 2015.

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 07Qi, 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 ≥ 50% Población					Floración ≥ 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)
2015	27/04/15	25/05/15	28	116	1265	27/04/15	25/05/15	28	116	1265

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)
2016	28/03/16	25/04/16	28	87	873	25/04/16	06/06/16	42	115	1240
2017	05/04/17	24/04/17	19	94	941	05/04/17	24/04/17	19	94	941
2018	23/04/18	02/07/18	70	112	1095	23/04/18	30/07/18	98	112	1095
2019	22/04/19	03/06/19	42	111	1166	18/03/19	03/06/19	77	76	697
2020	21/04/20	26/05/20	35	111	1271	21/04/20	26/05/20	35	111	1271
2021	29/04/21	24/05/21	25	118	1344	22/03/21	29/04/21	38	80	768
2022	30/03/22	23/05/22	54	88	871	30/03/22	23/05/22	54	88	871
2023	31/05/23	24/04/23	24	89	891	24/04/23	26/06/23	63	113	1306
2024	03/04/24	05/06/24	63	93	1055	03/04/24	05/06/24	63	93	1055
2025	22/04/25	02/06/25	41	111	1238	22/04/25	02/06/25	41	111	1238
Media			39	103	1092			51	101	1068

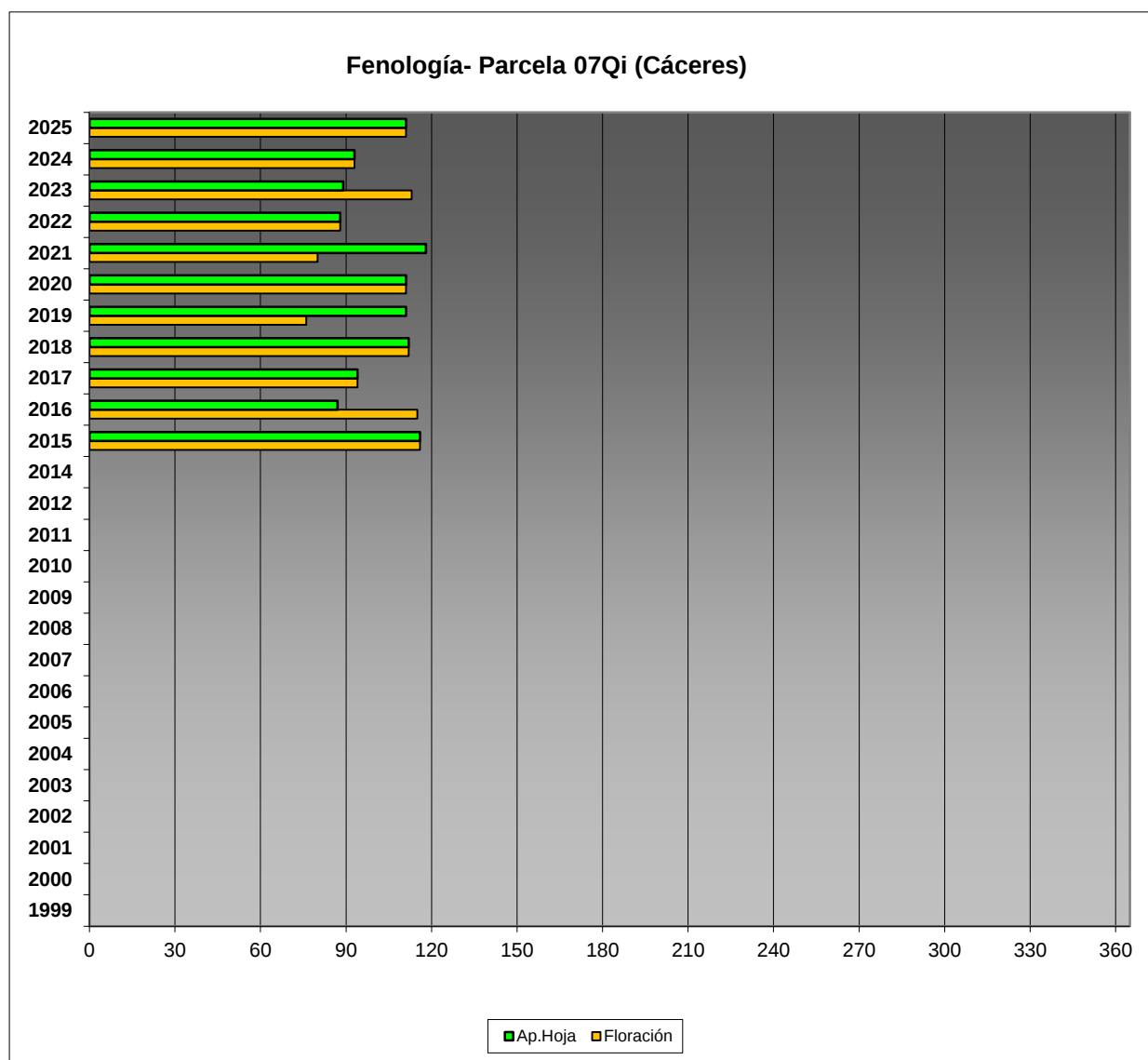


FIG 28: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, el comienzo de ambas fases ha tenido lugar hacia fines del mes de marzo-abril, en un comportamiento muy estable del arbolado, tendencia que se repite durante la revisión del año en curso.

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. La parcela 07Qi fue instrumentada más tarde, por lo que no se dispone de una serie histórica suficiente.

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 (%)
2015	0,19	0,40	0,19	0,36
2016	0,33	0,69	0,33	0,61
2017	0,29	0,62	0,29	0,58
2018	0,28	0,58	0,28	0,55
2019	0,31	0,65	0,31	0,64
2020	0,28	0,59	0,28	0,59
2021	0,32	0,68	0,32	0,23
2022	0,28	0,62	0,28	0,43
2023	0,24	0,50	0,24	0,45
2024	0,29	0,61	0,29	0,45
2025	0,30	0,68	0,30	0,64
Media	0,28	0,60	0,28	0,50

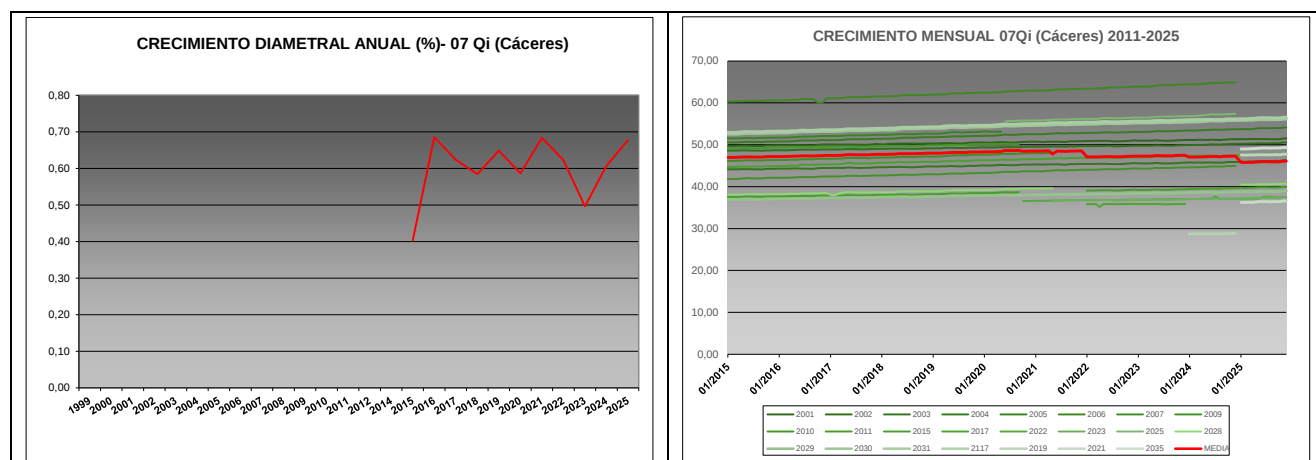


FIG 30: Crecimiento diametral anual y porcentaje sobre el inicio. Crecimientos mensuales dendrómetros y media parcela

A lo largo del último año se han registrado valores similares a los del año precedente si bien ligeramente superiores, dentro del habitual comportamiento en diente de sierra en el entorno de valores de 0,60%.

11. Meteorología.

Se presenta a continuación un resumen de las principales variables meteorológicas recogidas en la estación de la parcela, de los datos disponibles en el sistema en el momento de la redacción del presente informe.

TABLA 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)	
2014	358	16,8	41,0	-6,2	23,7	10,5	191,4	67,8	2,5	10,1
2015	505	17,5	44,1	-5,8	25,1	10,6	200,3	61,4	2,4	10,4
2016	789	16,9	43,5	-4,1	23,7	10,5	196,9	65,8	1,8	6,6
2017	447	17,5	42,9	-6,0	25,4	10,1	208,6	59,0	1,8	8,1
2018	778	16,5	44,6	-5,7	23,3	10,4	197,7	66,0	1,8	24,2
2019	470	17,1	41,4	-5,4	24,3	10,4	210,7	61,2	1,8	12,8
2020	751	17,4	41,6	-4,1	24,1	11,1	196,6	66,3	1,8	14,6
2021	657	16,9	45,2	-6,8	24,0	10,3	204,9	64,3	1,8	6,4
2022	633	18,1	44,6	-4,8	25,0	11,6	200,4	62,5	1,8	19,2
2023	670	17,7	43,6	-4,5	24,8	11,0	205,6	62,4	1,7	25,1
2024	788	17,7	43,2	-3,3	24,5	11,3	200,3	65,4	1,7	6,6
2025	758	17,8	43,9	-6,1	24,8	11,2	197,3	65,2	1,7	13,6
Media	634	17,3	43,3	-5,2	24,4	10,8	200,9	63,9	1,9	13,1

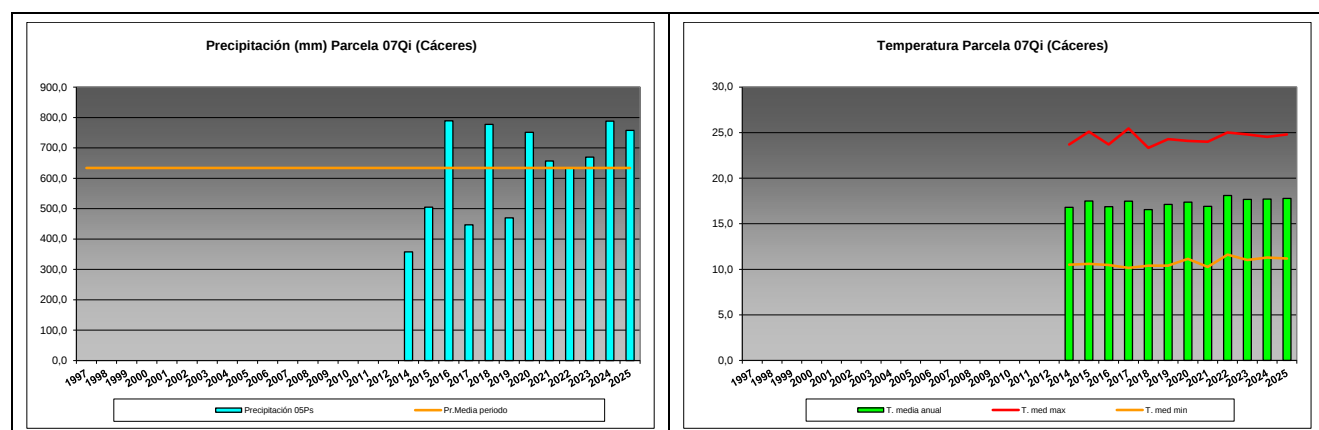


FIG 31: Principales variables meteorológicas.

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 período 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
2014	93	0	98,4	09/10 a 13/10	0	43	20/07 a 31/08
2015	116	0	93,2	31/10 a 04/11	2	34	18/07 a 20/08
2016	113	0	63,6	23/11 a 27/11	2	35	12/07 a 15/08
2017	133	0	50,3	10/02 a 14/02	3	32	26/07 a 26/08
2018	108	0	72,6	24/02 a 28/02	0	55	08/07 a 31/08
2019	113	0	90,8	17/12 a 21/12	0	31	07/06 a 07/07
2020	104	0	107,6	19/10 a 23/10	1	27	16/05 a 11/06
2021	97	0	168,4	29/10 a 02/11	1	39	12/07 a 19/08
2022	120	0	134,6	08/12 a 12/12	0	46	24/06 a 23/05
2023	118	0	71,7	19/10 a 23/10	3	45	14/07 a 28/07
2024	105	0	303,7	19/01 a 23/01	1	42	29/06 a 09/08
2025	120	0	102,2	13/11 a 17/11	2	24	05/05 a 28/05

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	2022	2023	2024	2025	Media
S-01	0,92	0,83	0,96	0,90	0,68	0,86	0,90	0,64	0,58	0,90	0,71	0,63	0,79
S-02	1,08	1,09	1,19	1,09	0,73	0,98	1,31	1,03	1,02	0,98	1,01	0,72	1,02
S-03	0,85	0,92	0,89	0,93	0,73	0,79	0,88	0,68	0,88	0,70	0,74	0,47	0,79
S-04	0,70	0,86	0,70	0,78	0,62	0,70	0,64	0,60	0,83	0,82	0,74	0,79	0,73
S-05	0,68	0,53	0,58	0,69	0,52	0,61	0,57	0,49	0,49	0,54	0,50	0,75	0,58
S-06	0,76	0,73	0,83	0,81	0,59	0,70	0,68	0,84	0,68	0,66	0,73	0,54	0,71
S-07	0,68	0,68	0,74	0,92	0,75	0,81	0,72	0,61	0,93	0,63	0,71	0,61	0,73
S-08	1,21	1,20	1,65	1,29	1,41	1,33	1,09	1,12	1,26	1,12	1,16	1,10	1,24
S-09	0,66	0,50	0,57	0,70	0,54	0,69	0,61	0,56	0,76	0,61	0,64	0,72	0,63
S-10	0,85	0,84	0,93	0,74	0,80	0,86	0,90	0,84	1,20	0,80	0,93	0,56	0,85

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Media
S-11	0,83	0,85	0,87	0,93	0,81	1,04	0,84	0,99	1,01	0,78	0,92	0,90	0,90
S-12	0,98	1,09	1,23	0,96	0,99	1,03	1,08	1,30	1,54	1,13	1,32	1,08	1,14
S-13	0,69	0,58	0,74	0,64	0,61	0,63	0,81	0,73	0,78	0,61	0,71	0,63	0,68
S-14	0,51	0,47	0,54	0,65	0,65	0,65	0,66	0,90	1,67	0,52	0,97	0,68	0,74
S-15	0,78	0,76	0,89	0,84	0,86	0,85	0,96	2,26	2,86	0,86	1,90	0,93	1,23
S-16	0,78	0,69	0,72	0,72	0,90	0,90	1,36	3,61	4,02	0,75	2,47	0,87	1,48
Media	0,81	0,79	0,88	0,85	0,76	0,84	0,88	1,08	1,28	0,78	1,01	0,75	0,89

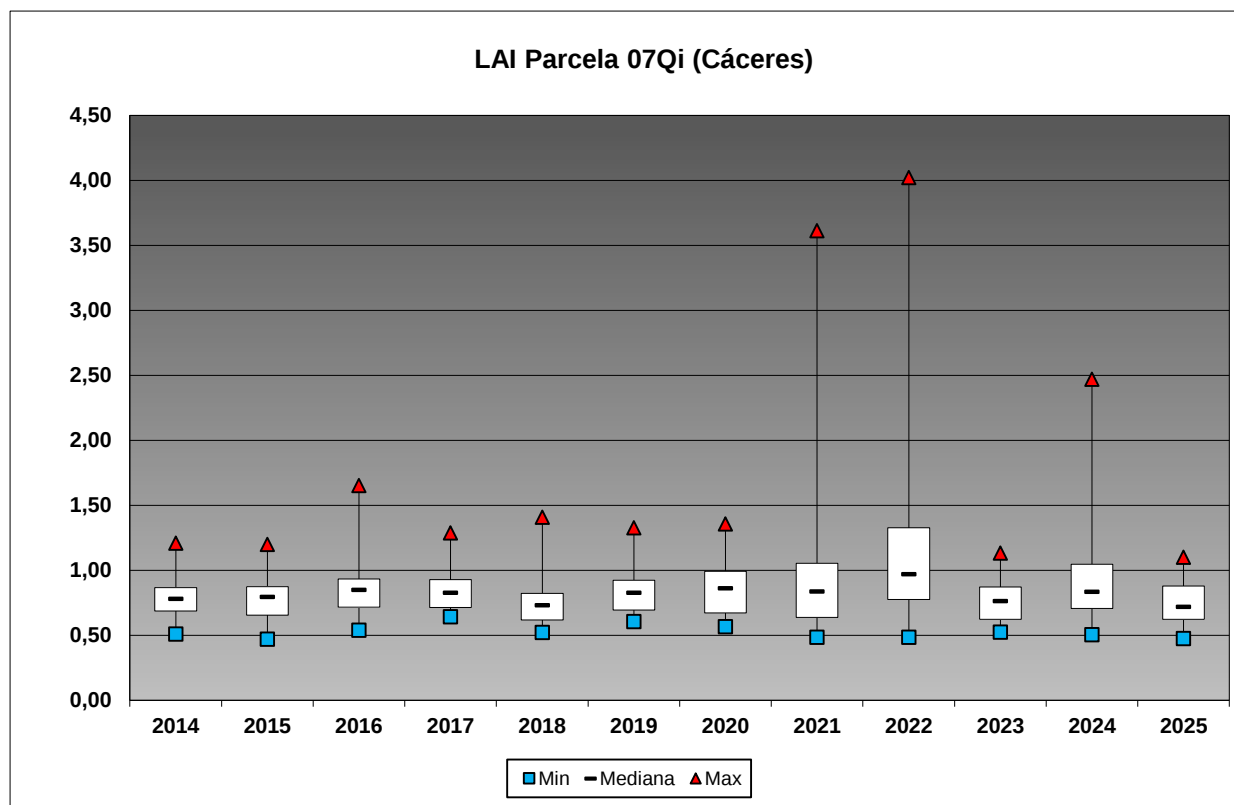


FIG 32: Diagrama de cajas LAI anual.



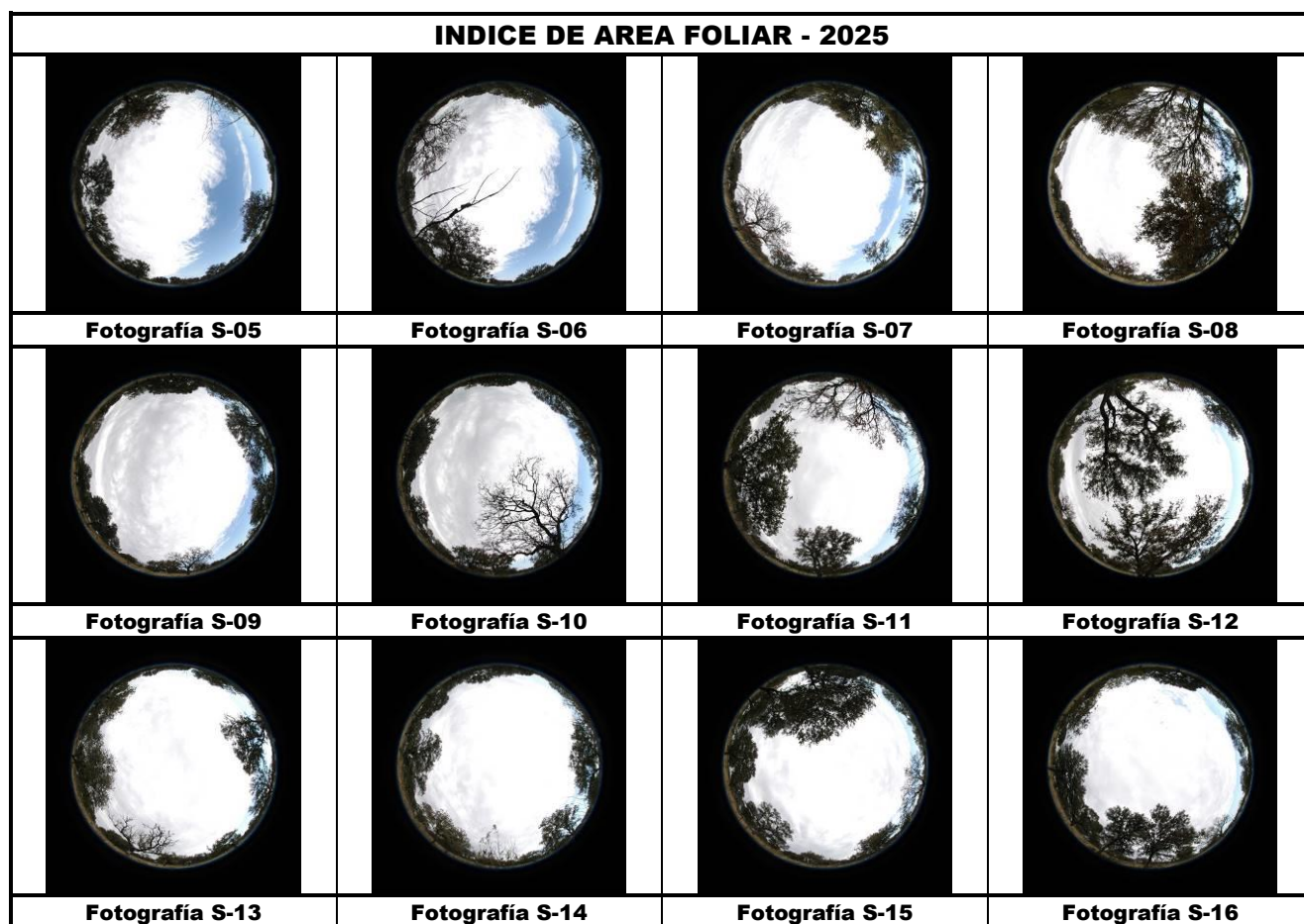


FIG 33: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.