

20
24



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

RED DE NIVEL II MEMORIA – 2024

PARCELA 06 Qi (CASTELLON)

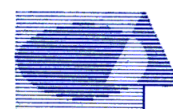


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES
Y DESERTIFICACIÓN

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



Tecmena, S.L.

TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	2
2.3. Vegetación	5
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	25
5. Deposición atmosférica	27
5.1. pH	29
5.2. Conductividad	30
5.3. Potasio	31
5.4. Calcio	32
5.5. Magnesio	34
5.6. Sodio	35
5.7. Amonio	36
5.8. Cloro	37
5.9. Nitratos	39
5.10. Sulfatos	40
5.11. Alcalinidad.....	41
5.12. Nitrógeno total	42
5.13. Carbono orgánico disuelto.....	44
5.14. Aluminio	44
5.15. Manganeseo.....	45
5.16. Hierro.....	46
5.17. Interpretación de resultados	47
6. Calidad del aire. Inmisión	49
7. Análisis foliar	51
7.1. Macronutrientes	51
7.2. Micronutrientes	55
7.3. Interpretación de resultados	56
8. Desfronde	57
9. Fenología	60
10. Cintas diamétricas	63
11. Meteorología	64
12. Índice de Área Foliar	65

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.

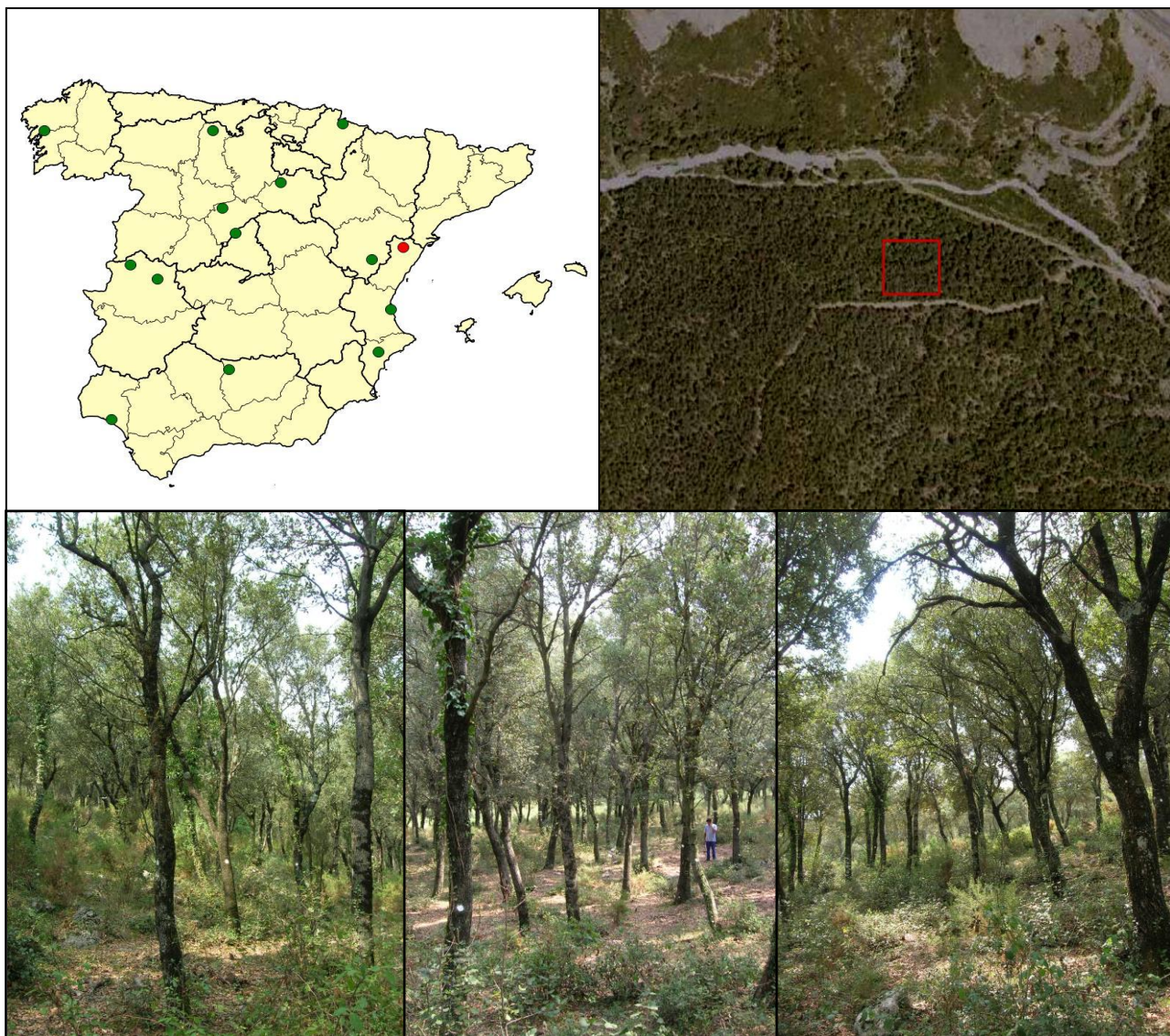
La parcela representa el encinar de *Quercus ilex* del sector Valenciano-Tarraconense de la Provincia Catalano-Valenciano-Provenzal (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	LTER
06 Qi	<i>Quercus ilex</i>	Castellón	Morella	27/08/1993	ES-013

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+40°33'00"	+00°01'00"	755.000	4.493.000	750	24	Noreste	La Balsa



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)	5,9	6,9	8,7	11,6	15	18,4	21,9	21,6	19,2	14,2	9,7	6,9	13,3
P(mm)	30	32	48	46	73	53	29	36	74	90	48	67	624
T. Media Máximas Mes más Cálido							27,6						
	1,9	T. Media Mínimas Mes más Frío											

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un VI(IV)1 *Nemoromediterráneo Genuino*. De acuerdo a la clasificación en pisos bioclimáticos, la parcela se encuentra en el *Piso Mesomediterráneo*.

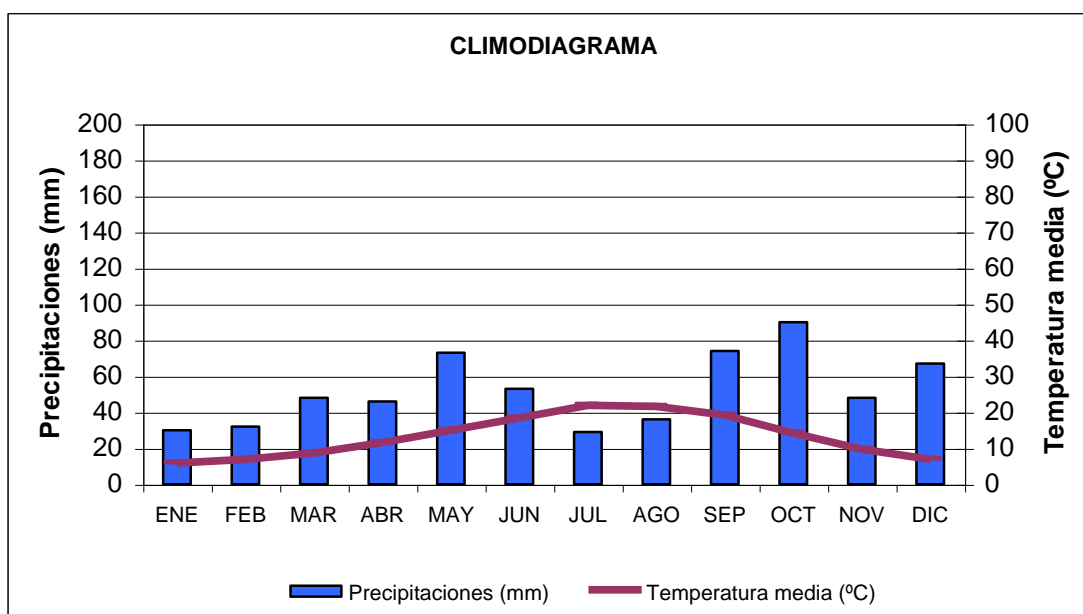


FIG 2: Climodiagrama de la parcela

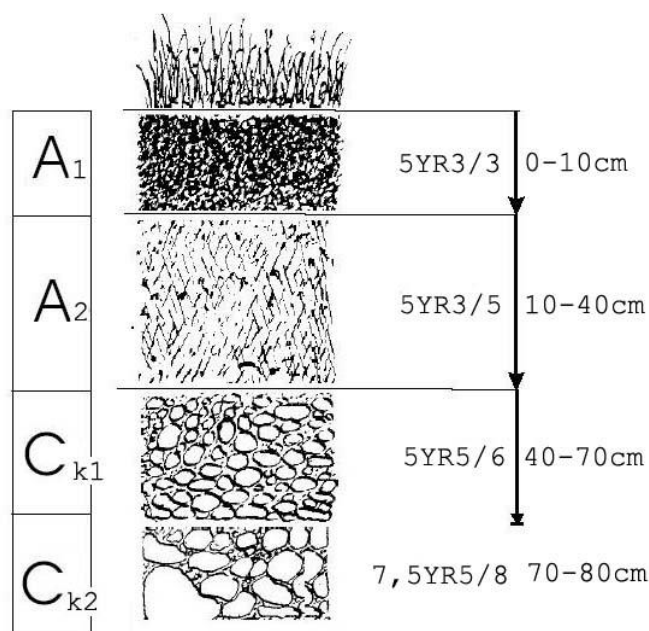
2.2. Geología y Suelos.

Litología: calizas y aluviones locales.

Edafología: *Mollic Fluvisol/Chromic Luvisol*.

Mollic Fluvisol: En la parcela encontramos dos tipos de perfiles: el primero situado en la parte inferior de la ladera, con pendiente suave. Se encuentra en una posición geomorfológica de terraza. Por ello,

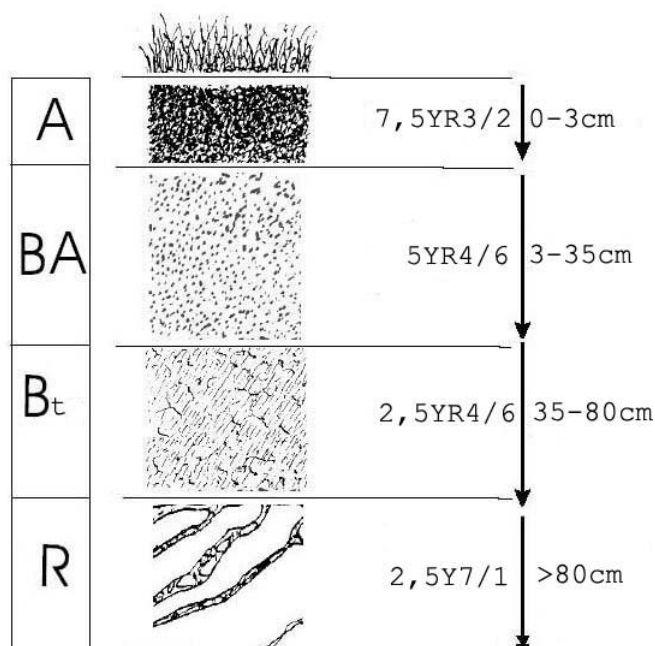
el material originario es un aluvión local constituido por diferenciados estratos limosos con variable contenido de gravillas calizas. El suelo es relativamente joven. El perfil esta compuesto por horizontes que han sido generados por los procesos de melanización y descarbonatación parcial. La superficie del terreno esta cubierta en un 25% por gravas calizas, lo que indica que existe cierta actividad de la erosión difusa. Los estratos con altos contenidos de gravillas constituyen un cierto freno para el desarrollo radicular. Pero, en general, se puede considerar que el suelo, con buen drenaje, tiene un considerable espesor efectivo.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A ₁	0-10	Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/3) en húmedo; arcillo-arenosa; 5 % de gravillas calizas angulosas; estructura grumosa, mediana/gruesa fuerte; muy friable en húmedo; raíces muy abundantes; muy poroso; buena actividad de la fauna; límite plano y neto.
A ₂	10-40	Pardo rojizo (5 YR 3/5) en húmedo; arcilloso; 25% de gravillas calizas (4cm); estructura poliédrica subangular/ grumosa, muy fina, fuerte; muy friable en húmedo; cutanes de arcilla, delgados y zonales en las caras estructurales ; abundantes raíces, desde 1mm a 4cm; muy poroso; reacción moderadamente fuerte al C1H; poca actividad de la fauna; límite plano y gradual.
C _{k1}	40-70	Pardo rojizo intenso (5 YR 5/6) en húmedo; areno-limoso; 2% de gravillas calizas; estructura poliédrica angular, mediana-fina, débil; muy friable en húmedo; cutanes de carbonato, moderadamente espesos y zonales; frecuentes raíces, desde 2mm a 1cm; muy poroso; débil reacción con C1H; no se aprecia actividad de la fauna; límite plano y brusco.

Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
C _{k2}	70-80	Pardo intenso (7.5 YR 5/8) en húmedo; arcillo-arenoso; 10% de gravillas calizas (4 cm); estructura masiva; muy friable en húmedo; cutanes de carbonato cálcico, moderadamente espesos y discontinuos en paredes de poros ; sin raíces ; muchos poros muy finos (0.5 mm); reacción moderadamente fuerte al C1H.

Chromic Luvisol: El otro perfil, se encuentra situado en la parte superior de la ladera, donde la pendiente es acusada. La roca madre es caliza o quizás dolomía. El residuo insoluble dejado queda en la superficie tras la disolución (karstificación) de la caliza o dolomía es el material originario de este suelo. La meteorización de ese material originario o residuo insoluble ha dado origen a este tipo de suelo con color rojizo y textura arcillosa, que Kubiena designa Terra Rossa. Además de ser un suelo muy viejo, otra característica importante es el contacto brusco e irregular (tipo kars) entre suelo y roca, lo que determina, bien de forma natural o por erosión, frecuentes afloramientos rocosos. Las características adversas mas destacables en este suelo son la textura netamente arcillosa, la difícil traficabilidad debida a los afloramientos rocosos y el drenaje algo excesivo ya que, muy probablemente, parte del agua de precipitación se pierda por escorrentía superficial.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-3	Negro parduzco (7.5 YR 3/2) en seco y (7.5 YR 2/2) en húmedo; areno-arcilloso; estructura grumosa, muy fina, fuerte; muy friable en húmedo; muchas raíces de todos los tamaños; muy poroso; no se aprecia actividad de la fauna; límite irregular y brusco.
BA	3-35	Pardo rojizo (5 YR 4/6) en húmedo; arcilloso; fragmentos rocosos; disolución diferencial; estructura poliédrica angular, muy fina, fuerte; muy friable en húmedo; cutanes de arcilla delgados y zonales en las caras estructurales; abundantes raíces de todos los tamaños; muy poroso; ligera reacción al CIH; límite piano y difuso.
B _t	35-80	Pardo rojizo (2.5 YR 4/6) en húmedo; arcilloso; fragmentos rocosos; disolución diferencial; estructura poliédrica angular, muy fina, fuerte; muy friable en húmedo; cutanes de arcilla en las caras estructurales, delgados y continuos; escasas raíces muy finas; abundantes poros, muy finos; no se aprecia actividad de la fauna; límite irregular y brusco.
R	>80	Gris claro (2.5 Y 7/1); dolomía.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Encinar de transformación de monte bajo, constituido por resalvos. Además de *Quercus ilex* hay *Quercus faginea* de talla semejante. En las inmediaciones hay repoblaciones y pies asilvestrados de *Pinus halepensis*.

En el sotobosque abundan renuevos y rebrotes de encina, junto con los montones de leñas finas abandonados allí tras las rozas. También presenta afloramientos rocosos con helechos. Donde se desarrolla un estrato herbáceo con predominio de hiedra (*Hedera helix*) que tapiza el suelo.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	84,0	<i>Limodorum abortivum</i> (L.) Swartz.	+
<i>Quercus faginea</i> Lam.	2,0	<i>Medicago lupulina</i> L.	+
<i>Quercus ilex</i> L.	82,0	<i>Medicago suffruticosa</i> Ramond ex DC.	+
ESTRATO ARBUSTIVO	17,0	<i>Ononis pusilla</i> L.	+
<i>Amelanchier</i> sp.	+	<i>Phillyrea latifolia</i> L.	+
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	0,5	<i>Pinus halepensis</i> Miller	+
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	+	<i>Prunus mahaleb</i> L.	+
<i>Pinus halepensis</i> Miller	+	<i>Prunus spinosa</i> L.	+
<i>Quercus ilex</i> L.	1,0	<i>Quercus faginea</i> Lam.	+
<i>Rosa elliptica</i> Tausch	+	<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	+
<i>Rubus ulmifolius</i> Schott	13,0	<i>Rhamnus alaternus</i> L.	+
<i>Ulex parviflorus</i> Pourret	0,5	<i>Rosa elliptica</i> Tausch	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	21,0	<i>Rubia peregrina</i> L.	+
<i>Acinos alpinus</i> (L.) Moench	+	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	+
<i>Brachypodium phoenicoides</i> (L.) Roemer	+	<i>Saponaria ocymoides</i> L.	+
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) Beauv.	+	<i>Sedum</i> sp.	+

	Cob		Cob
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Hudson) Beauv	+	<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	+
<i>Carex hallerana</i> Asso	+	<i>Smilax aspera</i> L.	+
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) L.C.M. Richard	+	<i>Sorbus domestica</i> L.	+
<i>Cirsium</i> sp.	+	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	+
<i>Galium parisiense</i> L.	+	<i>Thymus vulgaris</i> L.	+
<i>Hedera helix</i> L.	18,0	<i>Ulex parviflorus</i> Pourret	+
<i>Helleborus foetidus</i> L.	+	<i>Viola odorata</i> L.	+
<i>Hieracium</i> sp.	0,2	ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO	1,0
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	+	<i>Cladonia rangiformis</i>	+
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	+	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	+

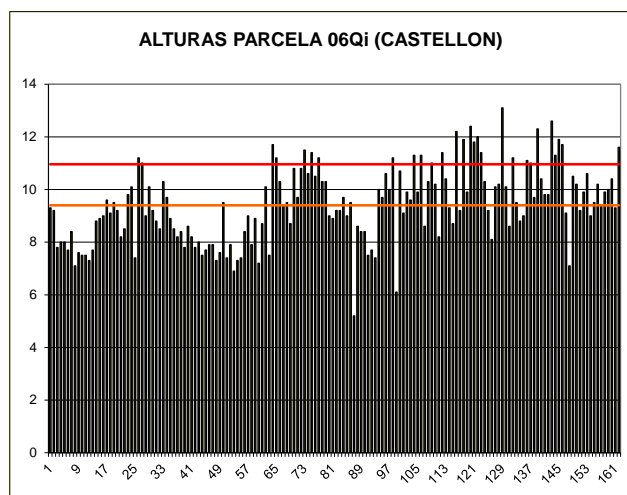
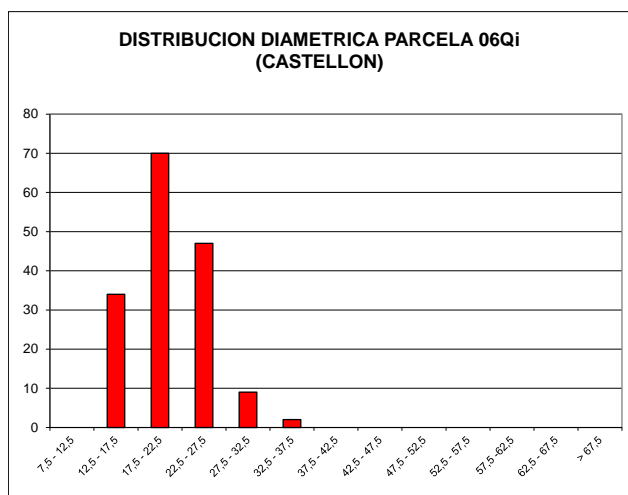
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 21b Serie mesomediterránea catalana de *Quercus ilex* o alsina (*Viburno tini-Querceto ilicis sigmetum*).

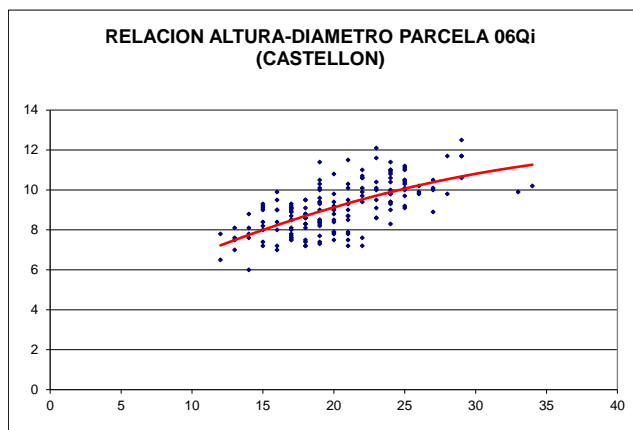
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de encina en estado de transformación de monte bajo de 41-80 años de edad, cuyas características principales se resumen a continuación:

TABLA 4: Características dasométricas. Área de la parcela, número de pies en la parcela, densidad en pies/ha, Número de pies de la especie principal, número de pies de otras especies, número de pies muertos, edad media, diámetro medio, área basimétrica, diámetro medio cuadrático, altura media, altura dominante con 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	162	648	162	0	0	41-60	21,10	23,58	21,52	9,52	11,02	12,84	26,60





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5						
12,5 - 17,5	34	136	8,09	53,92	1,42	5,69
17,5 - 22,5	70	280	9,34	46,68	4,78	19,12
22,5 - 27,5	47	188	10,41	41,62	4,95	19,79
27,5 - 32,5	9	36	11,29	37,65	1,32	5,26
32,5 - 37,5	2	8	12,00	34,30	0,38	1,53
37,5 - 42,5						
42,5 - 47,5						
47,5 - 52,5						
52,5 - 57,5						
57,5 - 62,5						
62,5 - 67,5						
> 67,5						
TOTAL	162	648			12,85	51,38

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

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión la parcela presenta mal estado fitosanitario, con una defoliación media del 32,38%, dentro de la categoría de daños moderados, en la que se han calificado más del 60% de los pies, en lo que supone un brusco empeoramiento con un incremento del parámetro de más de diez puntos porcentuales, superior al umbral de cinco que supone una variación significativa en términos estadísticos de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales. La defoliación ha resultado muy elevada en la presente revisión por un retraso considerable en la nueva brotación –presumiblemente debido a la sequía (que no ha superado los 200 mm totales desde enero hasta el momento de la evaluación ni los 100 mm en el periodo mayo-junio) junto con la caída de las hojas más viejas a lo largo del verano, a medida que iban aumentando las temperaturas. De hecho en esta parcela, tras como puede verse en el apartado de fenología, en esta parcela apenas comenzó a verse el despliegue de la nueva hoja a finales de julio, dos semanas antes de su evaluación fitosanitaria, con un retraso de cerca de dos meses respecto a su fecha habitual.

Atendiendo a la serie histórica de datos, se advierte un marcado empeoramiento del encinar que interrumpe la recuperación observada en el trienio previo, situándose en niveles similares a los de la gran sequía de 1994-1995.

En la presente revisión, y en la línea del empeoramiento del estado, se ha comportado la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio del estado fitosanitario, que se advierte en cerca de la quinta parte de la población evaluada, viéndose casos de intensidad moderada e incluso grave.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

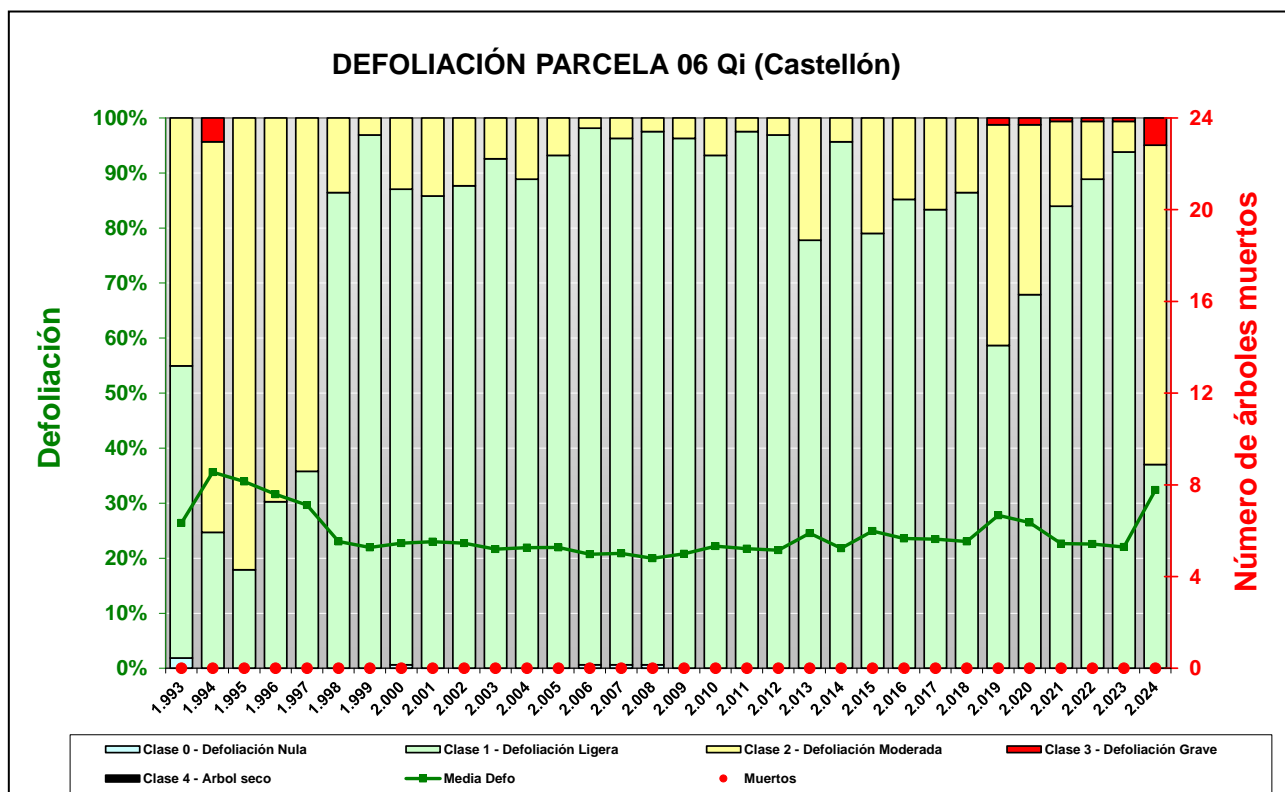


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15% , 20% y 35%

3.2. Daños forestales.

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

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

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
INSECTOS												
Defoliadores	56	1,04	224	34,57	32,32	0,27	-0,05	-0,02	20,50	9,60	-0,60	0,08
Hojas	56	1,04	224	34,57	32,32	0,27	-0,05	-0,02	20,50	9,60	-0,60	0,08
Perforadores	6	1,00	24	3,70	35,83	0,67	3,46	0,38	26,33	10,45	5,23	0,93
<i>Agrilus grandiceps</i>	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	34,00	10,20	12,90	0,68
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	34,00	10,20	12,90	0,68
<i>Coroebus florentinus</i>	5	1,00	20	3,09	37,00	0,80	4,63	0,51	24,80	10,50	3,70	0,98
Ramas 2-10 cm	5	1,00	20	3,09	37,00	0,80	4,63	0,51	24,80	10,50	3,70	0,98
Form. Agallas	6	1,17	24	3,70	31,67	0,50	-0,70	0,21	21,83	9,40	0,73	-0,12
<i>Dryomyia lichtensteini</i>	5	1,20	20	3,09	29,00	0,40	-3,37	0,11	23,60	9,76	2,50	0,24
Hojas	5	1,20	20	3,09	29,00	0,40	-3,37	0,11	23,60	9,76	2,50	0,24
<i>Plagiotrochus quercusilicis</i>	1	1,00	4	0,62	45,00	1,00	12,63	0,71	13,00	7,60	-8,10	-1,92
Hojas	1	1,00	4	0,62	45,00	1,00	12,63	0,71	13,00	7,60	-8,10	-1,92
ENFERMEDADES												
Hongos pudrición	23	1,04	92	14,20	29,57	0,13	-2,80	-0,16	23,57	9,96	2,46	0,44
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	1,23	27,50	0,00	-4,87	-0,29	21,00	10,65	-0,10	1,13
Tronco	17	1,06	68	10,49	29,71	0,18	-2,66	-0,11	24,47	9,81	3,37	0,29
Cuello raíz	2	1,00	8	1,23	25,00	0,00	-7,37	-0,29	21,50	10,95	0,40	1,43
Tronco completo	1	1,00	4	0,62	40,00	0,00	7,63	-0,29	18,00	9,20	-3,10	-0,32
<i>Ganoderma sp</i>	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	23,00	9,90	1,90	0,38
Cuello raíz	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	23,00	9,90	1,90	0,38
Deformaciones	4	1,25	16	2,47	27,50	0,00	-4,87	-0,29	22,00	9,88	0,90	0,35
<i>Taphrina kruchii</i>	4	1,25	16	2,47	27,50	0,00	-4,87	-0,29	22,00	9,88	0,90	0,35
Ramillos <2 cm	3	1,00	12	1,85	28,33	0,00	-4,04	-0,29	21,33	10,20	0,23	0,68
Ramas 2-10 cm	1	2,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	24,00	8,90	2,90	-0,62
Otros hongos	37	1,00	148	22,84	28,92	0,08	-3,45	-0,21	21,19	9,21	0,08	-0,31
<i>Fumaginas</i>	37	1,00	148	22,84	28,92	0,08	-3,45	-0,21	21,19	9,21	0,08	-0,31
Hojas	37	1,00	148	22,84	28,92	0,08	-3,45	-0,21	21,19	9,21	0,08	-0,31
AG.ABIÓTICOS												
Fact. físicos	7	1,00	28	4,32	37,14	0,57	4,77	0,28	19,86	8,97	-1,25	-0,55
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	0,62	40,00	0,00	7,63	-0,29	18,00	7,50	-3,10	-2,02
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	21,00	9,40	-0,10	-0,12
Tronco en copa	1	1,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	16,00	9,80	-5,10	0,28
Tronco	4	1,00	16	2,47	42,50	1,00	10,13	0,71	21,00	9,03	-0,10	-0,50
Sequía	157	2,56	628	96,91	32,39	0,30	0,02	0,01	21,22	9,55	0,11	0,03
Hojas	155	2,58	620	95,68	32,48	0,30	0,11	0,01	21,17	9,53	0,06	0,01
Brotos del año	2	1,00	8	1,23	25,00	0,00	-7,37	-0,29	25,00	10,65	3,90	1,13

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Calor	69	1,13	276	42,59	34,06	0,33	1,69	0,04	21,10	9,61	0,00	0,09
Hojas	26	1,19	104	16,05	32,12	0,23	-0,25	-0,06	19,81	9,07	-1,30	-0,45
Brotos del año	43	1,09	172	26,54	35,23	0,40	2,86	0,11	21,88	9,93	0,78	0,41
Nieve/Hielo	13	1,23	52	8,02	32,69	0,31	0,32	0,02	20,77	8,68	-0,34	-0,84
Ramas 2-10 cm	10	1,20	40	6,17	27,00	0,00	-5,37	-0,29	19,70	8,66	-1,40	-0,86
Ramas >10 cm	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	25,00	10,30	3,90	0,78
Ramas tam. variable	2	1,50	8	1,23	62,50	2,00	30,13	1,71	24,00	7,95	2,90	-1,57
Viento/Tornado	4	1,00	16	2,47	27,50	0,25	-4,87	-0,04	21,00	10,05	-0,10	0,53
Ramillos <2 cm	4	1,00	16	2,47	27,50	0,25	-4,87	-0,04	21,00	10,05	-0,10	0,53
ANTRÓPICOS												
Podas	71	1,04	284	43,83	33,24	0,31	0,87	0,02	20,75	9,18	-0,36	-0,34
Tronco	71	1,04	284	43,83	33,24	0,31	0,87	0,02	20,75	9,18	-0,36	-0,34
Daños mecánicos/vehículos	10	2,10	40	6,17	35,00	0,40	2,63	0,11	24,70	10,57	3,60	1,05
Tronco	10	2,10	40	6,17	35,00	0,40	2,63	0,11	24,70	10,57	3,60	1,05
OTROS DAÑOS												
<i>Hedera helix</i>	135	1,82	540	83,33	32,41	0,30	0,04	0,01	21,21	9,58	0,10	0,06
Tronco	78	1,13	312	48,15	32,69	0,28	0,32	-0,01	21,35	9,80	0,24	0,28
Cuello raíz	4	1,00	16	2,47	28,75	0,25	-3,62	-0,04	19,00	9,43	-2,10	-0,10
Tronco completo	53	2,91	212	32,72	32,26	0,32	-0,11	0,03	21,17	9,27	0,06	-0,25
<i>Smilax aspera</i>	7	1,14	28	4,32	33,57	0,43	1,20	0,14	19,00	8,86	-2,10	-0,66
Tronco	6	1,17	24	3,70	34,17	0,33	1,80	0,04	19,33	9,07	-1,77	-0,45
Tronco completo	1	1,00	4	0,62	30,00	1,00	-2,37	0,71	17,00	7,60	-4,10	-1,92
Bacterias	52	1,00	208	32,10	33,46	0,37	1,09	0,08	20,56	9,24	-0,55	-0,28
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	52	1,00	208	32,10	33,46	0,37	1,09	0,08	20,56	9,24	-0,55	-0,28
Ramas 2-10 cm	23	1,00	92	14,20	32,61	0,39	0,24	0,10	19,13	9,15	-1,97	-0,37
Ramas tam. variable	27	1,00	108	16,67	34,44	0,37	2,07	0,08	22,07	9,42	0,97	-0,10
Tronco	2	1,00	8	1,23	30,00	0,00	-2,37	-0,29	16,50	7,85	-4,60	-1,67
Falta luz	96	1,00	384	59,26	32,97	0,26	0,60	-0,03	21,06	9,68	-0,04	0,16
Ramillos <2 cm	12	1,00	48	7,41	36,25	0,33	3,88	0,04	20,00	9,53	-1,10	0,00
Ramas 2-10 cm	9	1,00	36	5,56	30,56	0,22	-1,81	-0,07	20,44	9,69	-0,66	0,17
Ramas >10 cm	1	1,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	25,00	11,40	3,90	1,88
Ramas tam. variable	74	1,00	296	45,68	32,84	0,26	0,47	-0,03	21,26	9,68	0,15	0,16
Inter.físicas	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	19,00	9,50	-2,10	-0,02
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	19,00	9,50	-2,10	-0,02
Compet/Espesura	10	1,60	40	6,17	32,50	0,40	0,13	0,11	21,60	9,95	0,50	0,43
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	1,23	27,50	0,00	-4,87	-0,29	23,00	10,70	1,90	1,18
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	0,62	30,00	1,00	-2,37	0,71	13,00	8,60	-8,10	-0,92
Ramas tam. variable	6	1,00	24	3,70	34,17	0,33	1,80	0,04	23,00	10,15	1,90	0,63
Tronco	1	7,00	4	0,62	35,00	1,00	2,63	0,71	19,00	8,60	-2,10	-0,92
<i>Eriophyes ilicis</i>	8	1,00	32	4,94	26,25	0,00	-6,12	-0,29	22,75	10,33	1,65	0,80
Hojas	8	1,00	32	4,94	26,25	0,00	-6,12	-0,29	22,75	10,33	1,65	0,80
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	49	1,27	196	30,25	35,20	0,41	2,83	0,12	20,49	9,20	-0,62	-0,32
Hojas	8	1,00	32	4,94	31,25	0,25	-1,12	-0,04	21,50	9,48	0,40	-0,05
Brotos del año	22	1,23	88	13,58	34,55	0,36	2,18	0,07	19,55	9,00	-1,56	-0,52
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	24,00	10,40	2,90	0,88
Ramas tam. variable	1	2,00	4	0,62	75,00	2,00	42,63	1,71	22,00	7,30	0,90	-2,22
Tronco en copa	2	1,00	8	1,23	47,50	1,00	15,13	0,71	13,50	8,40	-7,60	-1,12

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Tronco	10	1,70	40	6,17	38,00	0,60	5,63	0,31	22,20	9,59	1,10	0,07
Cuello raíz	5	1,00	20	3,09	28,00	0,00	-4,37	-0,29	21,40	9,38	0,30	-0,14

En cuanto al conjunto de agentes de daño identificados, y tal como suele ser frecuente en los encinares, se advierte una abundante presencia de insectos, entre los que destacan los **defoliadores tortricídeos** sobre la tercera parte de los pies en lo que supone una considerable reducción respecto a la pasada revisión –posiblemente debido a una reducción también del follaje que les sirve de alimento– observándose los habituales festoneados y mordeduras a lo largo del margen foliar, aunque sin aparecer asociados a daños de consideración en ningún caso, lo que tras los ataques episódicos de años anteriores, revela la existencia de una población potencial en la zona que se ha mantenido y desarrollado en los últimos años y de la que cabe esperar episodios de pico como el registrado el año 2023, matizados por la reducción de población observada en el presente año ligada a una reducción de la biomasa foliar que le sirve de sustento. Como ya se advirtiera en revisiones anteriores continúa observándose la presencia del perforador *Coroebus florentinus*, sobre un par de encinas salpicadas, y de quien se ven los típicos fogonazos rojizos en las copas causados por el anillamiento de la larva del buprestido. El fenómeno es más frecuente en las ramas superiores, mejor insoladas y preferidas por la hembra para hacer la puesta, sin que se advierta una correlación con el grado de defoliación. El perforador viene experimentado una reducción sostenida en los últimos años tras haber afectado a cerca del 15% del arbolado muestra en 2014-2015. Como es muy frecuente en los encinares mediterráneos, se advierten agallas foliares de *Dryomyia lichtensteini* en algo menos del 5% de los pies –reduciéndose ligeramente respecto al año anterior y sin mayor trascendencia fitosanitaria, junto con alguna agalla marginal causada por *Plagiotrochus quercusilicis* sin mayor importancia. Se ha observado también alguna ramilla muerta asociada a *Agrilus grandiceps*, agente este ya observado el año anterior.

De entre las enfermedades continúan observándose **hongos de pudrición** de entre quienes se identifica algún cuerpo de fructificación de *Ganoderma sp* ligados sobre todo a ramillos y oquedades en los troncos sin mayor importancia; alguna escoba de bruja producida por *Taphrina kruchii* sin mayor trascendencia y en aparente estabilidad, junto a la disminución en la presencia de **fumaginas**, que pasan de observarse en el 40% al 25% de la población muestra, y de quienes se ve la habitual proliferación de mohos negruzcos sobre hojas y ramillos asociados a hongos de la familia *Capnodiaceae*, generalmente *Capnodium quercineum*, ligados a las secreciones azucaradas de insectos chupadores tales como áfidos y cóccidos, no asociados en principio a debilitamientos del arbolado hospedante.

Con respecto a los factores abióticos destaca la caída de las hojas de mayor edad en una típica estrategia de reducción de la superficie foliar para reducir la pérdida de agua por transpiración, asociados a la **sequía** estival, fenómeno que se advierte en la práctica totalidad de las encinas evaluadas, a la vez que la nueva brotación no ha terminado de emerger para compensar la biomasa foliar perdida, lógico teniendo en cuenta lo escaso de las precipitaciones, que apenas han superado los 200 mm desde el inicio del año y los 100 mm durante el periodo vegetativo. Cabe destacar también los fenómenos de acucharamiento o rizado de las hojas alrededor del nervio central debido a fenómenos puntuales de **golpe de calor** en cerca del 40% de los pies evaluados, que se superpone a los daños por falta de agua. Continúan viéndose ramas rotas debido a la **nieve** en una corta fracción del arbolado, debido a la acción de la borrasca Gloria, de finales de enero de 2020, si bien se trata ya de daños antiguos, cicatrizados y no asociados a daños forestales de consideración.

La presencia de daños antrópicos, especialmente de antiguas **podas** está muy extendida, afectando a algo menos de la mitad de la muestra, advirtiéndose heridas ya cicatrizadas en los troncos y sin afectar de forma apreciable al arbolado, mientras que continúan viéndose daños mecánicos en la base de algunos troncos, sin mayor trascendencia.

La presencia de **hiedras** sobre los troncos es muy frecuente, teniendo en cuenta que la parcela se encuentra en una zona relativamente húmeda y con abundante sombra en el nivel del suelo, de forma que la epífita encuentra unas buenas condiciones para su desarrollo, observándose en casi el 85% de los árboles evaluados –con un ligero pero sostenido incremento anual– y llegando a colonizar buena parte del tronco en más de la mitad de los casos, aunque por el momento no llega a amenazar al follaje, sin descartarse que su progresión en altura pudiera llegar a ahogar las ramas de los árboles afectados como ha ocurrido en otras parcelas. Al incremento de la actividad de las epifitas contribuye también *Smilax aspera*, en niveles similares a los del año pasado, presente sobre encinas de dimensiones inferiores al vuelo medio de la parcela. Se advierte también presencia de bacterias, tales como *Agrobacterium tumefaciens*, ya observada en años anteriores y que aumenta ligeramente respecto al año anterior, afectando a más del 30% del arbolado muestra, asociadas a tumores de distinta naturaleza en las ramillas y sin mayor trascendencia en el estado fitosanitario de los hospedantes.

Los daños por **falta de luz** se mantienen en un nivel similar a los de la pasada revisión, afectando a algo más de la mitad del arbolado muestra, junto con daños más salpicados por **interacciones físicas** en los que el pie afectado recibe insolación directa pero tiene dificultades para expandir sus ramas al impedirlo los pies próximos. En algún caso se ha observado debilitamiento del pie afectado por esta causa, aunque no parece dañar de forma significativa al conjunto de la parcela. Como en años anteriores se observa también la presencia salpicada del ácaro *Eriophyes ilicis* (*Aceria ilicis*), que se reduce respecto a la revisión anterior, advirtiéndose las habituales manchas rojizas en el envés de las hojas causadas por la hipertrofia del tomento estimulada por la secreción hormonal del chupador.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se advierten algunas **decoloraciones** rojizas salpicadas en las hojas, **aborto** de los brotes del año en una fracción apreciable de los pies evaluados y **heridas y deformaciones** de distinta naturaleza en los troncos, ya cicatrizadas y sin mayor trascendencia fitosanitaria.

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

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

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
HOJAS/ACÍCULAS												
Hojas	296	1,85	1184	100,00	31,76	0,26	-0,61	-0,03	20,99	9,48	-0,12	-0,04
Comidos/perdidos	203	2,09	812	100,00	31,21	0,23	-1,16	-0,06	21,00	9,58	-0,11	0,06
Agujeros/Parc. comidas	56	1,04	224	34,57	32,32	0,27	-0,05	-0,02	20,50	9,60	-0,60	0,08
Caída prematura	147	2,49	588	90,74	30,78	0,22	-1,59	-0,07	21,18	9,57	0,08	0,05
Dec. Verde-amarillo	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	20,00	7,70	-1,10	-1,82
Parcial	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	20,00	7,70	-1,10	-1,82
Dec. Rojo-marrón	18	2,67	72	11,11	46,39	1,00	14,02	0,71	21,17	9,27	0,06	-0,25
Completa	16	2,88	64	9,88	48,75	1,13	16,38	0,84	21,31	9,23	0,21	-0,29
Punteado	1	1,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	23,00	9,70	1,90	0,18
Parcial	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	17,00	9,50	-4,10	-0,02
Microfilia	2	1,00	8	1,23	30,00	0,00	-2,37	-0,29	19,00	7,70	-2,10	-1,82
Deformaciones	35	1,06	140	21,60	30,57	0,23	-1,80	-0,06	20,80	9,47	-0,30	-0,05
Rizadas	21	1,05	84	12,96	31,90	0,24	-0,47	-0,05	19,76	9,17	-1,34	-0,35

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Agallas	6	1,17	24	3,70	31,67	0,50	-0,70	0,21	21,83	9,40	0,73	-0,12
Otras deformaciones	8	1,00	32	4,94	26,25	0,00	-6,12	-0,29	22,75	10,33	1,65	0,80
Signos hongos	37	1,00	148	22,84	28,92	0,08	-3,45	-0,21	21,19	9,21	0,08	-0,31
Descortezamientos	37	1,00	148	22,84	28,92	0,08	-3,45	-0,21	21,19	9,21	0,08	-0,31
RAMAS/BROTES												
Brotos del año	67	1,13	268	41,36	34,70	0,37	2,33	0,08	21,21	9,64	0,10	0,12
Aborto	67	1,13	268	41,36	34,70	0,37	2,33	0,08	21,21	9,64	0,10	0,12
Ramillos <2 cm	25	1,00	100	15,43	32,40	0,20	0,03	-0,09	21,16	9,76	0,06	0,24
Deformaciones	3	1,00	12	1,85	28,33	0,00	-4,04	-0,29	21,33	10,20	0,23	0,68
Escobas de bruja	3	1,00	12	1,85	28,33	0,00	-4,04	-0,29	21,33	10,20	0,23	0,68
Rotura	6	1,00	24	3,70	30,00	0,17	-2,37	-0,12	20,17	9,53	-0,94	0,01
Muerto/moribundo	16	1,00	64	9,88	34,06	0,25	1,69	-0,04	21,50	9,77	0,40	0,25
Ramas 2-10 cm	52	1,06	208	32,10	31,06	0,31	-1,31	0,02	20,10	9,33	-1,01	-0,20
Deformaciones	23	1,04	92	14,20	32,39	0,39	0,02	0,10	19,57	9,16	-1,54	-0,36
Tumores	22	1,00	88	13,58	32,73	0,41	0,36	0,12	19,36	9,17	-1,74	-0,35
Escobas de bruja	1	2,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	24,00	8,90	2,90	-0,62
Signos hongos	2	1,00	8	1,23	27,50	0,00	-4,87	-0,29	21,00	10,65	-0,10	1,13
C.fructificación	2	1,00	8	1,23	27,50	0,00	-4,87	-0,29	21,00	10,65	-0,10	1,13
Rotura	11	1,18	44	6,79	26,82	0,00	-5,55	-0,29	19,82	8,73	-1,29	-0,79
Muerto/moribundo	16	1,00	64	9,88	32,50	0,44	0,13	0,15	20,94	9,81	-0,17	0,29
Ramas >10 cm	2	1,00	8	1,23	27,50	0,00	-4,87	-0,29	25,00	10,85	3,90	1,33
Rotura	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	25,00	10,30	3,90	0,78
Muerto/moribundo	1	1,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	25,00	11,40	3,90	1,88
Ramas tam. variable	110	1,02	440	67,90	34,23	0,34	1,86	0,05	21,61	9,59	0,50	0,07
Deformaciones	27	1,00	108	16,67	34,44	0,37	2,07	0,08	22,07	9,42	0,97	-0,10
Tumores	27	1,00	108	16,67	34,44	0,37	2,07	0,08	22,07	9,42	0,97	-0,10
Rotura	2	1,50	8	1,23	62,50	2,00	30,13	1,71	24,00	7,95	2,90	-1,57
Muerto/moribundo	81	1,01	324	50,00	33,46	0,28	1,09	-0,01	21,40	9,68	0,29	0,16
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	3	1,00	12	1,85	40,00	0,67	7,63	0,38	14,33	8,87	-6,77	-0,65
Deformaciones	2	1,00	8	1,23	45,00	1,00	12,63	0,71	14,50	8,85	-6,60	-0,67
Fendas longitudinales	2	1,00	8	1,23	45,00	1,00	12,63	0,71	14,50	8,85	-6,60	-0,67
Heridas	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	14,00	8,90	-7,10	-0,62
Otras heridas	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	14,00	8,90	-7,10	-0,62
Tronco	199	1,20	796	100,00	33,24	0,32	0,87	0,03	21,48	9,54	0,38	0,02
Deformaciones	8	1,13	32	4,94	35,00	0,50	2,63	0,21	21,50	9,01	0,40	-0,51
Otras deformaciones	3	1,00	12	1,85	28,33	0,33	-4,04	0,04	22,67	9,73	1,56	0,21
Tumores	2	1,00	8	1,23	30,00	0,00	-2,37	-0,29	16,50	7,85	-4,60	-1,67
Fendas longitudinales	3	1,33	12	1,85	45,00	1,00	12,63	0,71	23,67	9,07	2,56	-0,45
Otros signos	84	1,13	336	51,85	32,80	0,29	0,43	0,00	21,20	9,75	0,10	0,23
Heridas	88	1,16	352	54,32	34,26	0,36	1,89	0,07	21,18	9,34	0,08	-0,18
Descortezamientos	15	1,73	60	9,26	38,00	0,60	5,63	0,31	24,13	10,41	3,03	0,89
Grietas	3	1,00	12	1,85	45,00	1,00	12,63	0,71	19,67	8,87	-1,44	-0,65
Otras heridas	70	1,04	280	43,21	33,00	0,29	0,63	0,00	20,61	9,13	-0,49	-0,39
Pudriciones	17	1,06	68	10,49	29,71	0,18	-2,66	-0,11	24,47	9,81	3,37	0,29
Inclinado	2	7,00	8	1,23	30,00	0,50	-2,37	0,21	21,00	9,70	-0,10	0,18
Cuello raíz	12	1,00	48	7,41	27,92	0,08	-4,45	-0,21	20,75	9,70	-0,35	0,18
Deformaciones	4	1,00	16	2,47	28,75	0,00	-3,62	-0,29	22,75	9,88	1,65	0,35

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Otras deformaciones	4	1,00	16	2,47	28,75	0,00	-3,62	-0,29	22,75	9,88	1,65	0,35
Signos hongos	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	23,00	9,90	1,90	0,38
C.fructificación	1	1,00	4	0,62	30,00	0,00	-2,37	-0,29	23,00	9,90	1,90	0,38
Otros signos	4	1,00	16	2,47	28,75	0,25	-3,62	-0,04	19,00	9,43	-2,10	-0,10
Heridas	1	1,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	16,00	7,40	-5,10	-2,12
Otras heridas	1	1,00	4	0,62	25,00	0,00	-7,37	-0,29	16,00	7,40	-5,10	-2,12
Pudriciones	2	1,00	8	1,23	25,00	0,00	-7,37	-0,29	21,50	10,95	0,40	1,43
Tronco completo	55	2,84	220	33,95	32,36	0,33	-0,01	0,04	21,04	9,24	-0,07	-0,28
Otros signos	54	2,87	216	33,33	32,22	0,33	-0,15	0,04	21,09	9,24	-0,01	-0,28
Pudriciones	1	1,00	4	0,62	40,00	0,00	7,63	-0,29	18,00	9,20	-3,10	-0,32

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		Form. Agallas		Hongos pudrición		Deformaciones	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Hojas	296	56	100,00			6	100,00				
Comidos/perdidos	203	56	100,00								
Agujeros/Parc. comidas	56	56	100,00								
Caída prematura	147										
Dec. Verde-amarillo	1										
Parcial	1										
Dec. Rojo-marrón	18										
Completa	16										
Punteado	1										
Parcial	1										
Microfilia	2										
Deformaciones	35					6	100,00				
Rizadas	21										
Agallas	6					6	100,00				
Otras deformaciones	8										
Signos hongos	37										
Descortezamientos	37										
RAMAS/BROTES											
Brotes del año	67										
Aborto	67										
Ramillos <2 cm	25			1	16,67					3	75,00
Deformaciones	3									3	75,00
Escobas de bruja	3									3	75,00
Rotura	6										
Muerto/moribundo	16			1	16,67						
Ramas 2-10 cm	52			5	83,33			2	8,70	1	25,00
Deformaciones	23									1	25,00
Tumores	22										

	N par	Defoliadores		Perforadores		Form. Agallas		Hongos pudrición		Deformaciones	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Escobas de bruja	1									1	25,00
Signos hongos	2							2	8,70		
C.fructificación	2							2	8,70		
Rotura	11										
Muerto/moribundo	16			5	83,33						
Ramas >10 cm	2										
Rotura	1										
Muerto/moribundo	1										
Ramas tam. variable	110										
Deformaciones	27										
Tumores	27										
Rotura	2										
Muerto/moribundo	81										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	3										
Deformaciones	2										
Fendas longitudinales	2										
Heridas	1										
Otras heridas	1										
Tronco	199							17	73,91		
Deformaciones	8										
Otras deformaciones	3										
Tumores	2										
Fendas longitudinales	3										
Otros signos	84										
Heridas	88										
Descortezamientos	15										
Grietas	3										
Otras heridas	70										
Pudriciones	17							17	73,91		
Inclinado	2										
Cuello raíz	12							3	13,04		
Deformaciones	4										
Otras deformaciones	4										
Signos hongos	1							1	4,35		
C.fructificación	1							1	4,35		
Otros signos	4										
Heridas	1										
Otras heridas	1										
Pudriciones	2							2	8,70		
Tronco completo	55							1	4,35		
Otros signos	54										
Pudriciones	1							1	4,35		

	N par	Otros hongos		Fact. físicos		Sequía		Calor		Nieve/Hielo	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Hojas	296	37	100,00			155	98,73	26	37,68		
Comidos/perdidos	203					146	92,99	1	1,45		
Agujeros/Parc. comidas	56										
Caída prematura	147					146	92,99	1	1,45		
Dec. Verde-amarillo	1							1	1,45		
Parcial	1							1	1,45		
Dec. Rojo-marrón	18					7	4,46	3	4,35		
Completa	16					7	4,46	3	4,35		
Punteado	1										
Parcial	1										
Microfilia	2					2	1,27				
Deformaciones	35							21	30,43		
Rizadas	21							21	30,43		
Agallas	6										
Otras deformaciones	8										
Signos hongos	37	37	100,00								
Descortezamientos	37	37	100,00								
RAMAS/BROTES											
Brotos del año	67					2	1,27	43	62,32		
Aborto	67					2	1,27	43	62,32		
Ramillos <2 cm	25			1	14,29						
Deformaciones	3										
Escobas de bruja	3										
Rotura	6			1	14,29						
Muerto/moribundo	16										
Ramas 2-10 cm	52			1	14,29					10	76,92
Deformaciones	23										
Tumores	22										
Escobas de bruja	1										
Signos hongos	2										
C.fructificación	2										
Rotura	11			1	14,29					10	76,92
Muerto/moribundo	16										
Ramas >10 cm	2									1	7,69
Rotura	1									1	7,69
Muerto/moribundo	1										
Ramas tam. variable	110									2	15,38
Deformaciones	27										
Tumores	27										
Rotura	2									2	15,38
Muerto/moribundo	81										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	3			1	14,29						
Deformaciones	2			1	14,29						
Fendas longitudinales	2			1	14,29						
Heridas	1										

	N par	Otros hongos		Fact. físicos		Sequía		Calor		Nieve/Hielo	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Otras heridas	1										
Tronco	199			4	57,14						
Deformaciones	8			2	28,57						
Otras deformaciones	3										
Tumores	2										
Fendas longitudinales	3			2	28,57						
Otros signos	84										
Heridas	88			2	28,57						
Descortezamientos	15										
Grietas	3			2	28,57						
Otras heridas	70										
Pudriciones	17										
Inclinado	2										
Cuello raíz	12										
Deformaciones	4										
Otras deformaciones	4										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Otros signos	4										
Heridas	1										
Otras heridas	1										
Pudriciones	2										
Tronco completo	55										
Otros signos	54										
Pudriciones	1										

	N par	Viento/ Tornado		Podas		Daños mec/ vehículos		<i>Hedera helix</i>		<i>Smilax aspera</i>	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Hojas	296										
Comidos/perdidos	203										
Agujeros/Parc. comidas	56										
Caída prematura	147										
Dec. Verde-amarillo	1										
Parcial	1										
Dec. Rojo-marrón	18										
Completa	16										
Punteado	1										
Parcial	1										
Microfilia	2										
Deformaciones	35										
Rizadas	21										
Agallas	6										
Otras deformaciones	8										
Signos hongos	37										
Descortezamientos	37										

	N par	Viento/ Tornado		Podas		Daños mec/ vehículos		<i>Hedera helix</i>		<i>Smilax aspera</i>	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
RAMAS/BROTES											
Brotos del año	67										
Aborto	67										
Ramillos <2 cm	25	4	100,00								
Deformaciones	3										
Escobas de bruja	3										
Rotura	6	4	100,00								
Muerto/moribundo	16										
Ramas 2-10 cm	52										
Deformaciones	23										
Tumores	22										
Escobas de bruja	1										
Signos hongos	2										
C.fructificación	2										
Rotura	11										
Muerto/moribundo	16										
Ramas >10 cm	2										
Rotura	1										
Muerto/moribundo	1										
Ramas tam. variable	110										
Deformaciones	27										
Tumores	27										
Rotura	2										
Muerto/moribundo	81										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	3										
Deformaciones	2										
Fendas longitudinales	2										
Heridas	1										
Otras heridas	1										
Tronco	199			71	100,00	10	100,00	78	57,78	6	85,71
Deformaciones	8										
Otras deformaciones	3										
Tumores	2										
Fendas longitudinales	3										
Otros signos	84							78	57,78	6	85,71
Heridas	88			71	100,00	10	100,00				
Descortezamientos	15			2	2,82	10	100,00				
Grietas	3										
Otras heridas	70			69	97,18						
Pudriciones	17										
Inclinado	2										
Cuello raíz	12							4	2,96		
Deformaciones	4										
Otras deformaciones	4										
Signos hongos	1										

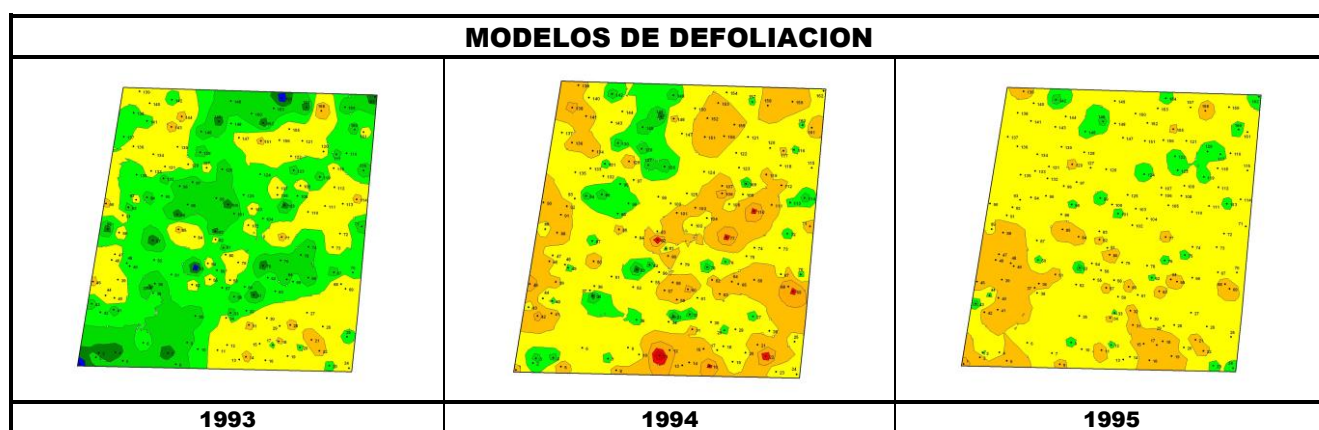
	N par	Viento/ Tornado		Podas		Daños mec/ vehículos		Hedera helix		Smilax aspera	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C.fructificación	1										
Otros signos	4							4	2,96		
Heridas	1										
Otras heridas	1										
Pudriciones	2										
Tronco completo	55							53	39,26	1	14,29
Otros signos	54							53	39,26	1	14,29
Pudriciones	1										

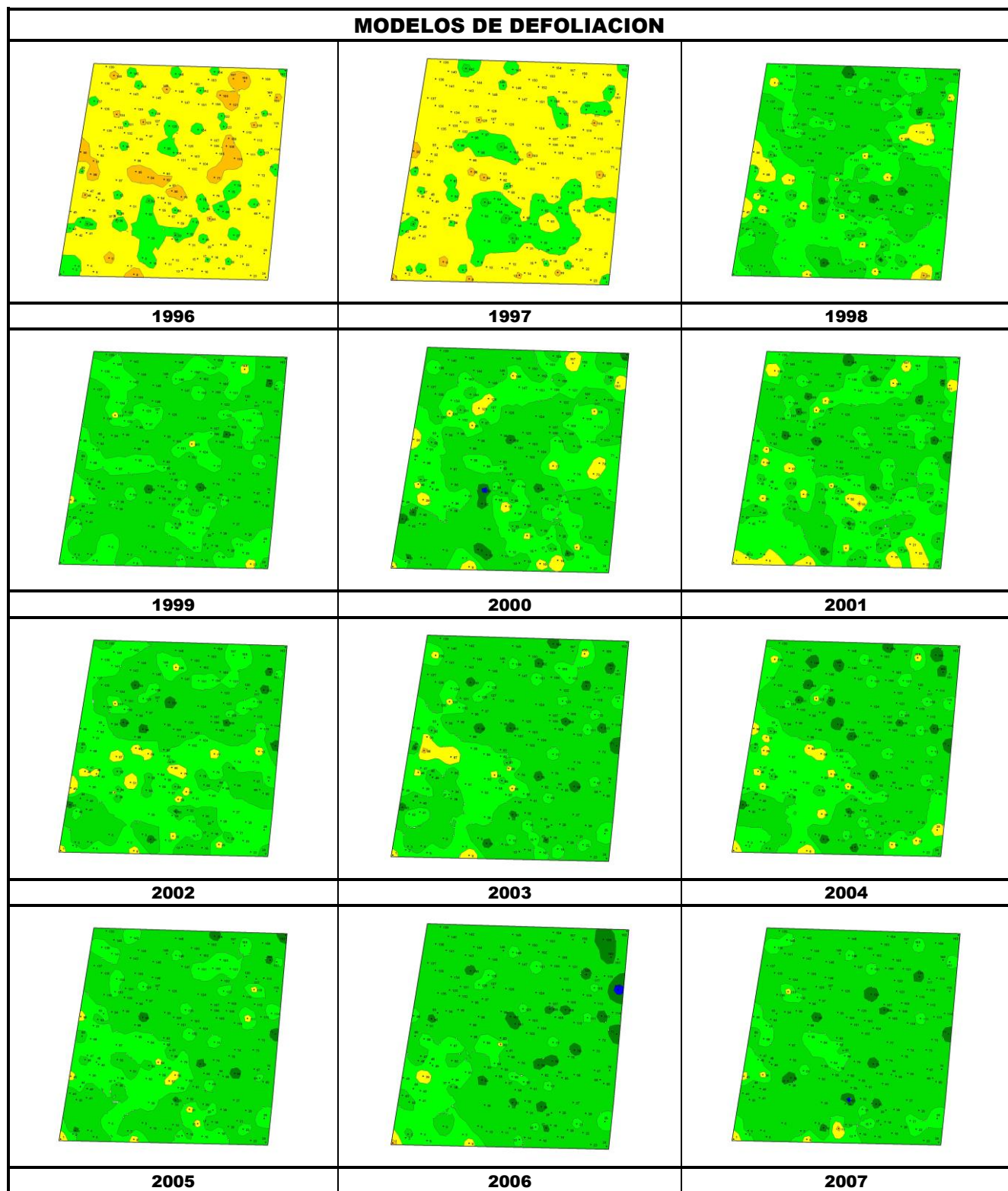
	N par	Bacterias		Falta luz		Inter. físicas		Compet/ Espesura		Eriophyes ilicis		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS													
Hojas	296									8	100,00	8	16,33
Comidos/perdidos	203												
Agujeros/Parc. comidas	56												
Caída prematura	147												
Dec. Verde-amarillo	1												
Parcial	1												
Dec. Rojo-marrón	18											8	16,33
Completa	16											6	12,24
Punteado	1											1	2,04
Parcial	1											1	2,04
Microfilia	2												
Deformaciones	35									8	100,00		
Rizadas	21												
Agallas	6												
Otras deformaciones	8									8	100,00		
Signos hongos	37												
Descortezamientos	37												
RAMAS/BROTES													
Brotes del año	67											22	44,90
Aborto	67											22	44,90
Ramillos <2 cm	25			12	12,50	1	100,00	2	20,00			1	2,04
Deformaciones	3												
Escobas de bruja	3												
Rotura	6					1	100,00						
Muerto/moribundo	16			12	12,50			2	20,00			1	2,04
Ramas 2-10 cm	52	23	44,23	9	9,38			1	10,00				
Deformaciones	23	22	42,31										
Tumores	22	22	42,31										
Escobas de bruja	1												
Signos hongos	2												
C.fructificación	2												
Rotura	11												
Muerto/moribundo	16	1	1,92	9	9,38			1	10,00				

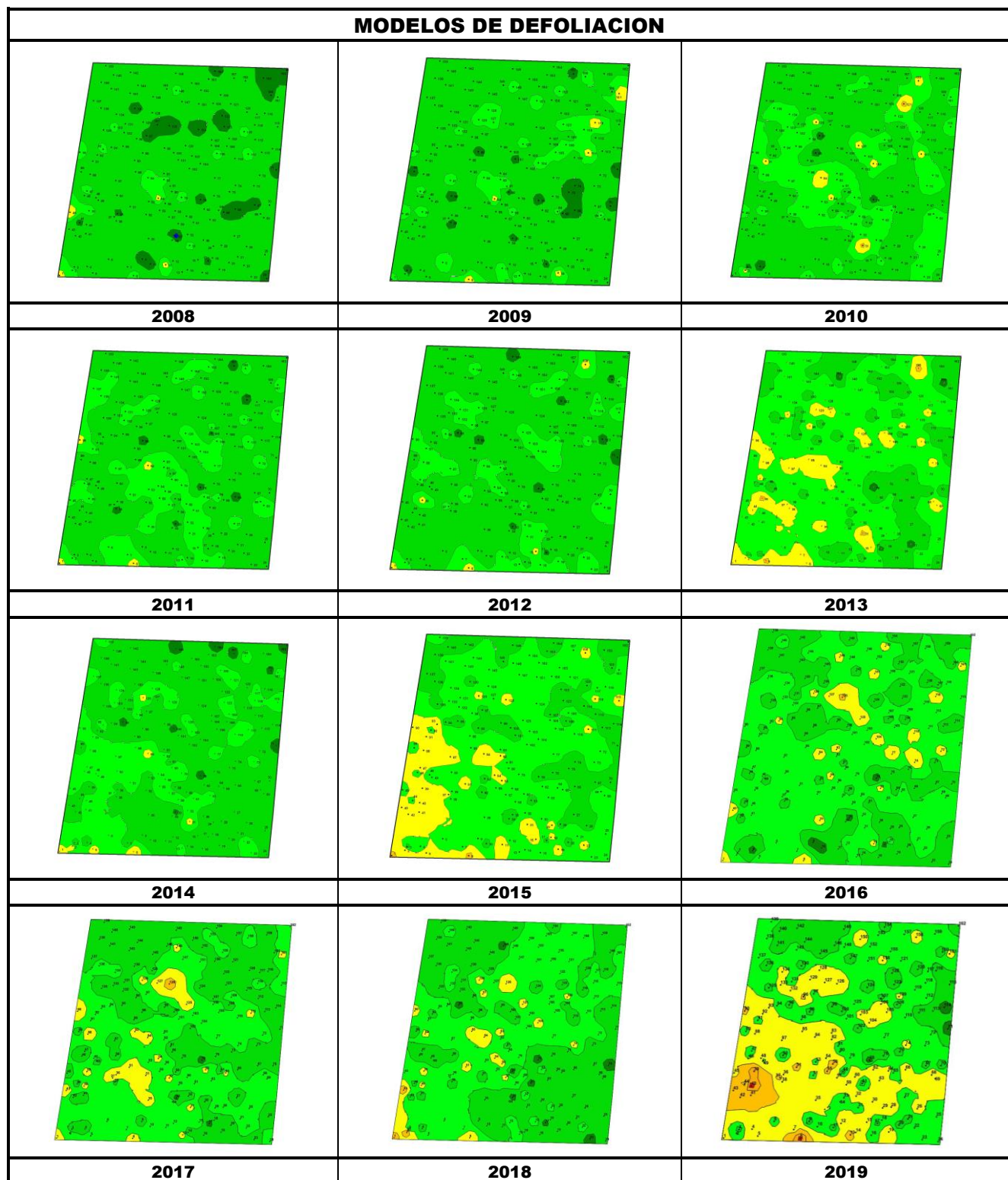
	N par	Bacterias		Falta luz		Inter. físicas		Compet/ Espesura		Eriophyes ilicis		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ramas >10 cm	2			1	1,04								
Rotura	1												
Muerto/moribundo	1			1	1,04								
Ramas tam. variable	110	27	51,92	74	77,08			6	60,00			1	2,04
Deformaciones	27	27	51,92										
Tumores	27	27	51,92										
Rotura	2												
Muerto/moribundo	81			74	77,08			6	60,00			1	2,04
TRONCO/C.RAÍZ													
Tronco en copa	3											2	4,08
Deformaciones	2											1	2,04
Fendas longitudinales	2											1	2,04
Heridas	1											1	2,04
Otras heridas	1											1	2,04
Tronco	199	2	3,85					1	10,00			10	20,41
Deformaciones	8	2	3,85									4	8,16
Otras deformaciones	3											3	6,12
Tumores	2	2	3,85										
Fendas longitudinales	3											1	2,04
Otros signos	84												
Heridas	88											5	10,20
Descortezamientos	15											3	6,12
Grietas	3											1	2,04
Otras heridas	70											1	2,04
Pudriciones	17												
Inclinado	2							1	10,00			1	2,04
Cuello raíz	12											5	10,20
Deformaciones	4											4	8,16
Otras deformaciones	4											4	8,16
Signos hongos	1												
C.fructificación	1												
Otros signos	4												
Heridas	1											1	2,04
Otras heridas	1											1	2,04
Pudriciones	2												
Tronco completo	55												
Otros signos	54												
Pudriciones	1												

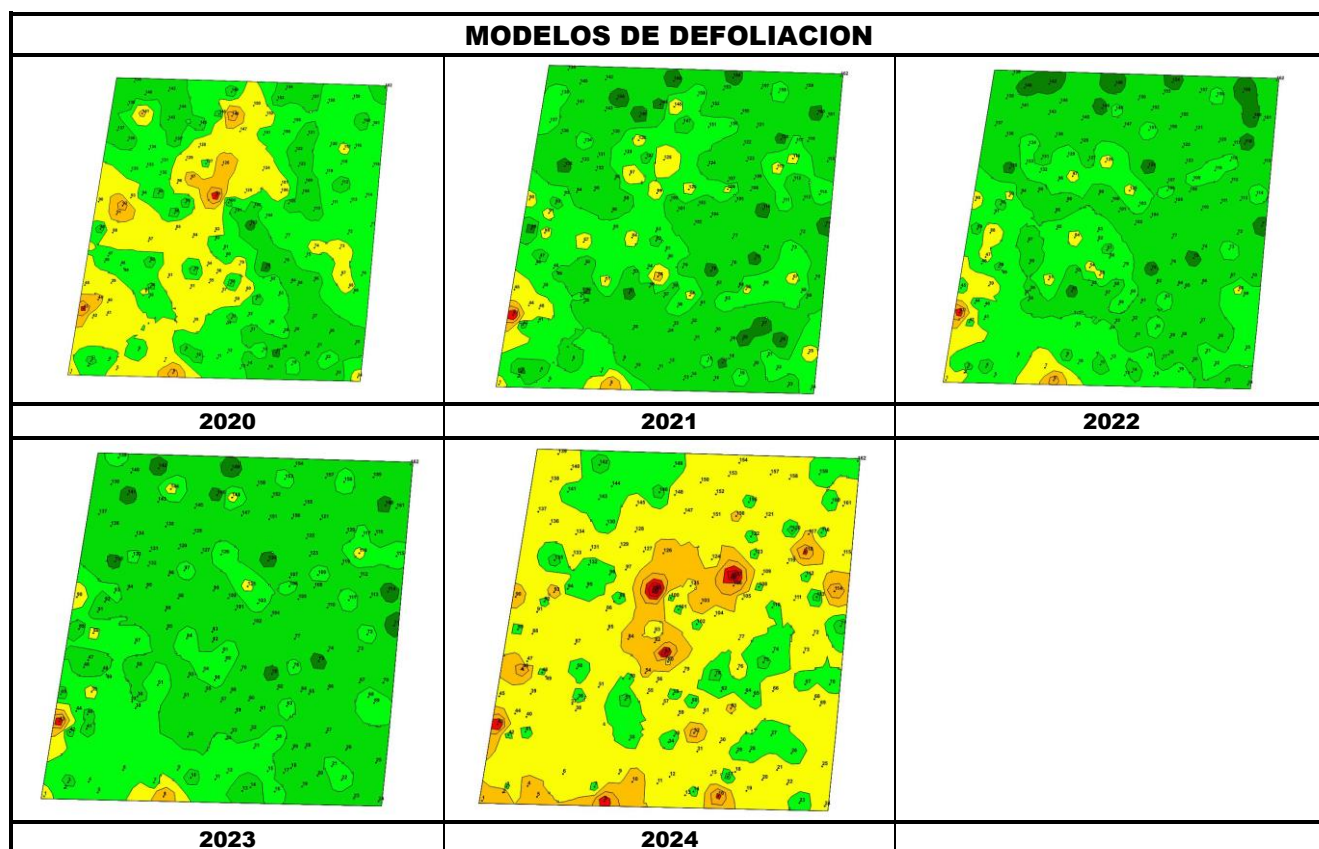


FIG 6: Daños y refugio de defoliador tortricó. Retraso en la formación de la hoja (foto tomada el 12/08/24). Hongo de pudrición









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

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

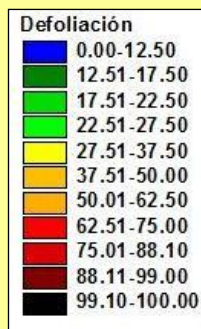
De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

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

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

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

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



4. Instrumentación.

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

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

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



FIG 7: Parcela exterior. Torre meteorológica y captadores. Parcela interior. Acumuladores de deposición. Captador de desfronde. Pluviómetro. Dieldendro

5. Deposición atmosférica.

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

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

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

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

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

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

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

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

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

Variable	Descripción	Valores de referencia RTSAP (*)
pH	Medida de la acidez o basicidad. Se considera lluvia ácida con valores $\leq 5,65$.	6,5 – 9,5
Conductividad	Índice de la presencia general de solutos en el agua.	$\leq 2.500 \mu\text{S}/\text{cm}$
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
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.

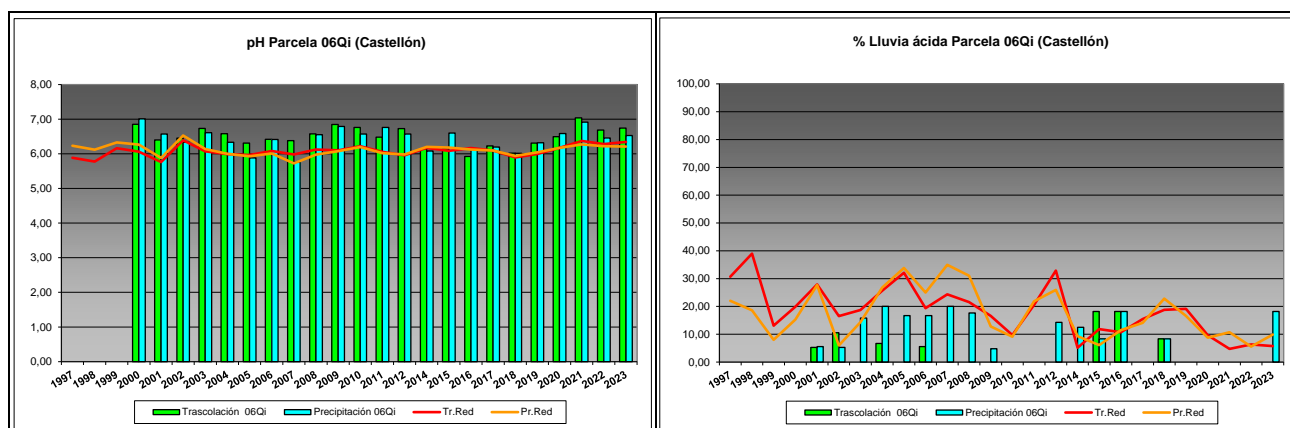
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 06Qi, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías. En esta parcela la deposición se empezó a medir a partir del año 2000, no disponiéndose por tanto de datos anteriores.

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

5.1. pH.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997							5,89	6,23
1998							5,78	6,12
1999							6,16	6,33
2000	6,85	0,00	397	7,01	0,00	521	6,06	6,27
2001	6,40	5,26	402	6,57	5,56	541	5,76	5,88
2002	6,45	10,53	658	6,33	5,26	894	6,39	6,53
2003	6,73	0,00	552	6,61	15,79	508	6,07	6,14
2004	6,58	6,67	664	6,33	20,00	708	5,99	6,00
2005	6,31	0,00	359	5,88	16,67	507	5,96	5,93
2006	6,42	5,56	496	6,41	16,67	624	6,08	6,01
2007	6,38	0,00	709	5,76	20,00	892	5,98	5,72
2008	6,57	0,00	535	6,55	17,65	736	6,12	5,97
2009	6,84	0,00	269	6,79	4,76	409	6,10	6,07
2010	6,76	0,00	400	6,57	0,00	602	6,22	6,19
2011	6,48	0,00	509	6,76	0,00	653	6,06	6,02
2012	6,73	0,00	206	6,57	14,29	260	5,96	5,98
2014	6,14	0,00	558	6,08	12,50	713	6,17	6,20
2015	6,14	18,18	633	6,60	8,33	738	6,08	6,18
2016	5,92	18,18	461	6,12	18,18	572	6,16	6,12
2017	6,23	0,00	305	6,20	0,00	384	6,09	6,10
2018	6,02	8,33	795	6,01	8,33	976	5,89	5,94
2019	6,31	0,00	363	6,32	0,00	342	5,99	6,04
2020	6,50	0,00	878	6,59	0,00	1046	6,17	6,17
2021	7,04	0,00	501	6,91	0,00	552	6,37	6,27
2022	6,68	0,00	709	6,45	0,00	956	6,28	6,22
2023	6,74	0,00	426	6,53	18,18	475	6,34	6,21
Media	6,49	3,16	512	6,43	8,79	635	6,08	6,11



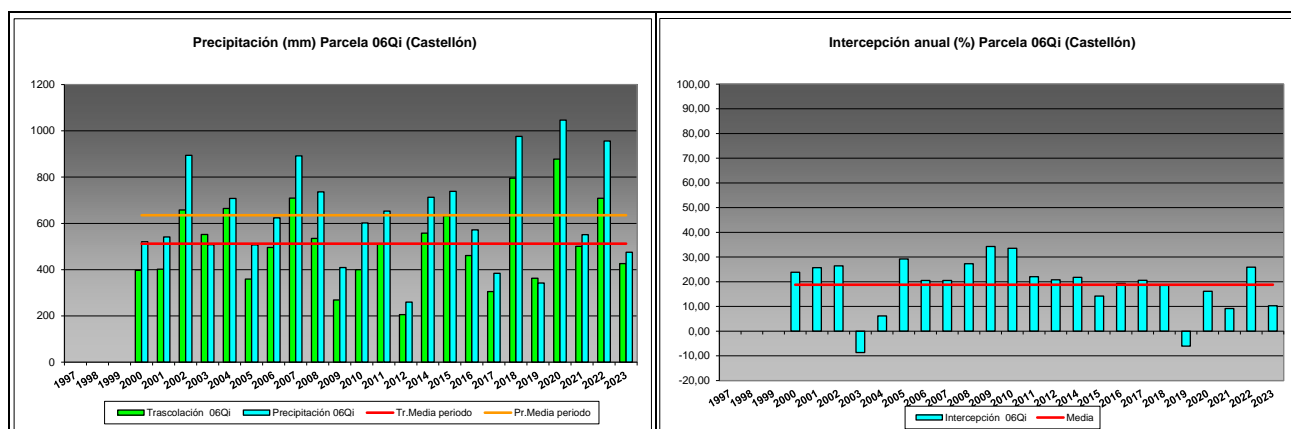


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997							25,52	22,05
1998							29,37	22,53
1999							33,18	19,89
2000	49,49		397	25,62		521	35,34	22,06
2001	44,32		402	31,66		541	27,99	15,78
2002	29,61		658	18,94		894	48,98	30,11
2003	26,48		552	22,93		508	45,96	25,07
2004	40,09		664	25,27		708	62,42	37,00
2005	36,68		359	26,03		507	65,42	30,19
2006	41,94		496	35,60		624	61,52	28,60
2007	36,08		709	29,24		892	49,85	28,88
2008	35,05		535	18,94		736	46,65	22,88
2009	35,98		269	22,54		409	49,43	20,10
2010	30,56		400	13,14		602	44,44	15,09
2011	34,12		509	16,64		653	51,36	19,04
2012	57,58		206	40,42		260	53,38	20,50
2014	32,41		558	18,98		713	33,76	15,23
2015	30,72		633	16,42		738	45,28	18,25
2016	54,67		461	25,35		572	47,39	15,22
2017	56,96		305	29,86		384	56,13	18,87
2018	32,63		795	14,70		976	38,75	16,20
2019	58,46		363	32,24		342	74,16	28,49
2020	33,49		878	21,10		1046	46,43	20,40
2021	55,53		501	33,22		552	40,51	22,14
2022	40,89		709	23,02		956	44,12	20,37
2023	40,31		426	16,38		475	45,95	17,21
Media	40,61		512	24,27		635	46,28	22,01

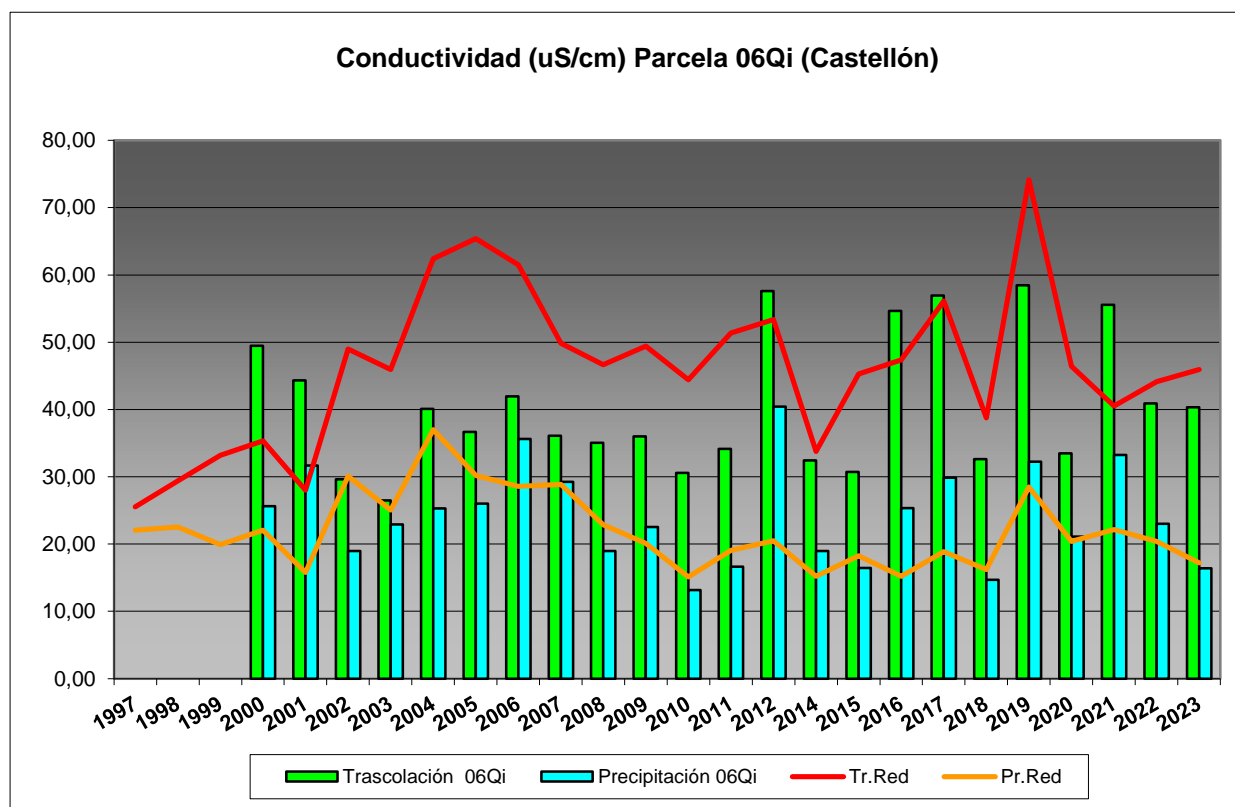


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

Año	Trascolución (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997								7,33	5,18
1998								19,45	13,28
1999								17,99	11,86
2000	4,41	17,52	397	0,18	0,95	521	16,56	22,33	15,28
2001	2,31	9,27	402	0,21	1,14	541	8,14	16,00	9,92
2002			658			894	0,00	19,36	7,73
2003			552	0,18	0,90	508	-0,90	12,93	3,83
2004	3,54	23,53	664	0,18	1,29	708	22,24	16,14	4,88
2005	1,84	6,59	359	0,28	1,43	507	5,16	12,47	5,15
2006	3,81	18,88	496	0,84	5,24	624	13,64	19,14	9,86
2007	3,53	25,03	709	0,21	1,85	892	23,18	20,44	7,92
2008	4,92	26,34	535	0,20	1,49	736	24,85	22,97	6,57
2009	3,45	9,28	269	0,42	1,73	409	7,55	18,05	4,28
2010	3,51	14,04	400	0,20	1,22	602	12,83	21,96	3,59
2011	3,80	19,33	509	0,28	1,80	653	17,52	18,92	5,75
2012	5,65	11,62	206	0,43	1,11	260	10,51	2,99	0,92
2014	2,64	14,74	558	0,22	1,54	713	13,20	11,97	1,60
2015	2,96	18,77	633	0,20	1,48	738	17,29	18,33	4,20
2016	5,52	25,46	461	0,28	1,59	572	23,87	19,15	2,17

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2017	2,74	8,34	305	0,18	0,69	384	7,65	16,19	1,94
2018	1,28	10,16	795	0,14	1,33	976	8,82	17,14	2,96
2019	5,00	18,16	363	0,21	0,70	342	17,45	17,04	3,33
2020	3,90	34,19	878	0,18	1,83	1046	32,36	22,26	2,32
2021	5,46	27,38	501	1,77	1,40	552	25,97	15,69	1,94
2022	4,47	31,68	709	0,15	1,45	956	30,23	18,27	1,30
2023	5,13	21,87	426	0,03	0,14	475	21,73	20,05	0,93
Media	3,80	18,68	512	0,32	1,47	635	15,65	17,10	5,33

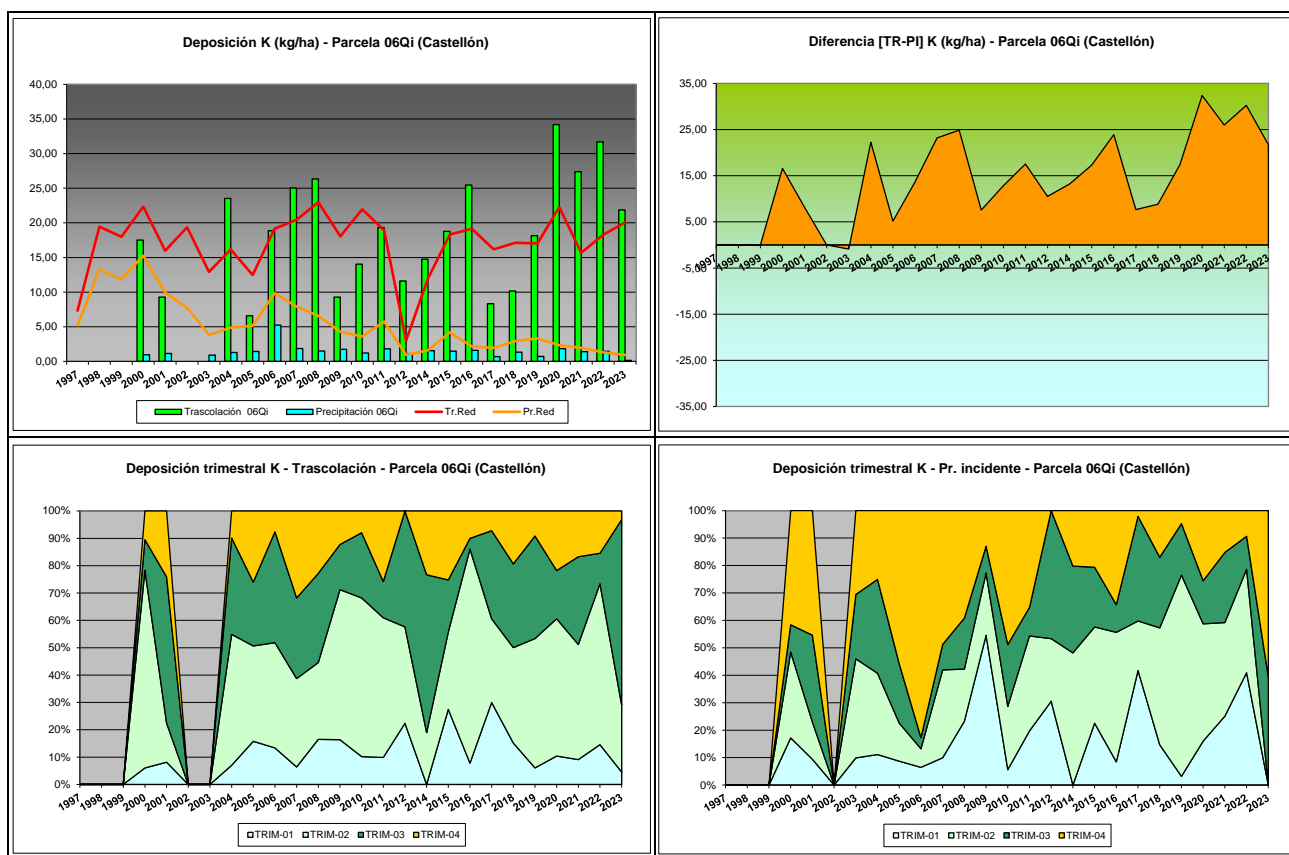


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997								7,29	5,16
1998								6,91	4,05
1999								10,77	6,68
2000	3,44	13,64	397	2,91	15,14	521	-1,50	10,94	7,70
2001	3,95	15,88	402	2,71	14,66	541	1,23	8,58	6,22

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2002	2,30	15,15	658	1,76	15,77	894	-0,61	12,23	9,40
2003	2,12	11,73	552	1,94	9,86	508	1,87	23,45	26,64
2004	4,69	31,14	664	2,62	18,53	708	12,61	18,95	20,04
2005	3,98	14,28	359	2,84	14,38	507	-0,09	11,17	9,81
2006	6,08	30,17	496	3,83	23,92	624	6,25	17,51	16,49
2007	3,37	23,90	709	2,60	23,22	892	0,69	18,16	14,99
2008	2,72	14,55	535	1,42	10,44	736	4,11	14,94	12,47
2009	2,65	7,13	269	1,75	7,15	409	-0,02	10,43	6,81
2010	2,19	8,78	400	1,33	7,98	602	0,80	11,50	7,59
2011	2,67	13,58	509	1,61	10,53	653	3,05	11,32	6,29
2012	4,68	9,62	206	2,76	7,17	260	2,45	3,22	2,60
2014	3,34	18,66	558	2,05	14,63	713	4,02	8,57	5,86
2015	3,68	23,33	633	1,75	12,88	738	10,45	15,19	12,39
2016	5,05	23,28	461	2,55	14,59	572	8,69	14,34	8,83
2017	4,35	13,26	305	2,87	11,00	384	2,26	13,71	10,82
2018	2,53	20,14	795	1,27	12,39	976	7,74	13,15	9,58
2019	5,21	18,92	363	3,86	13,21	342	5,71	18,41	13,57
2020	2,77	24,32	878	2,79	29,15	1046	-4,83	21,83	11,67
2021	5,89	29,51	501	4,22	23,25	552	6,26	13,31	19,20
2022	2,62	18,59	709	1,76	16,79	956	1,80	16,71	13,93
2023	3,03	12,91	426	1,60	7,63	475	5,28	13,29	8,93
Media	3,62	17,93	512	2,38	14,53	635	3,40	13,30	10,68

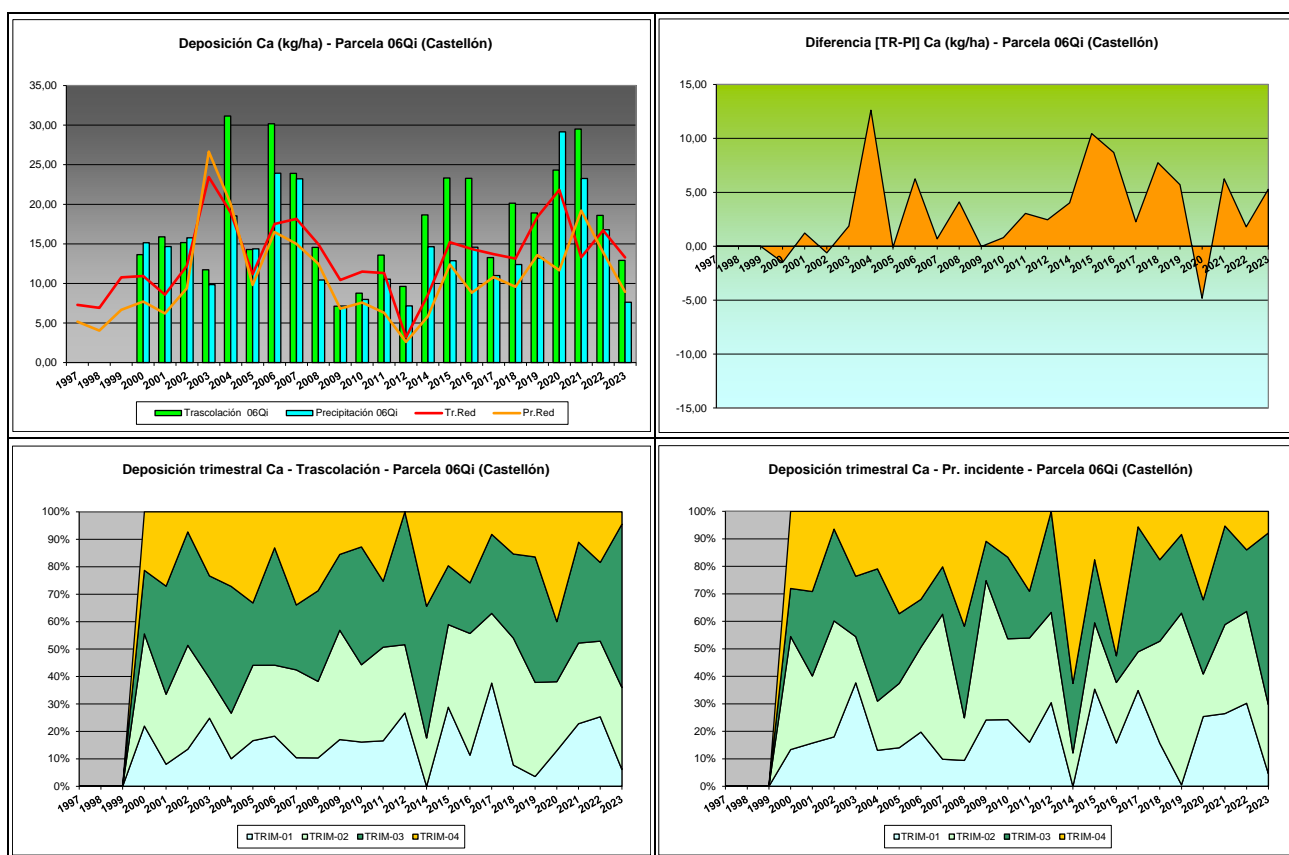
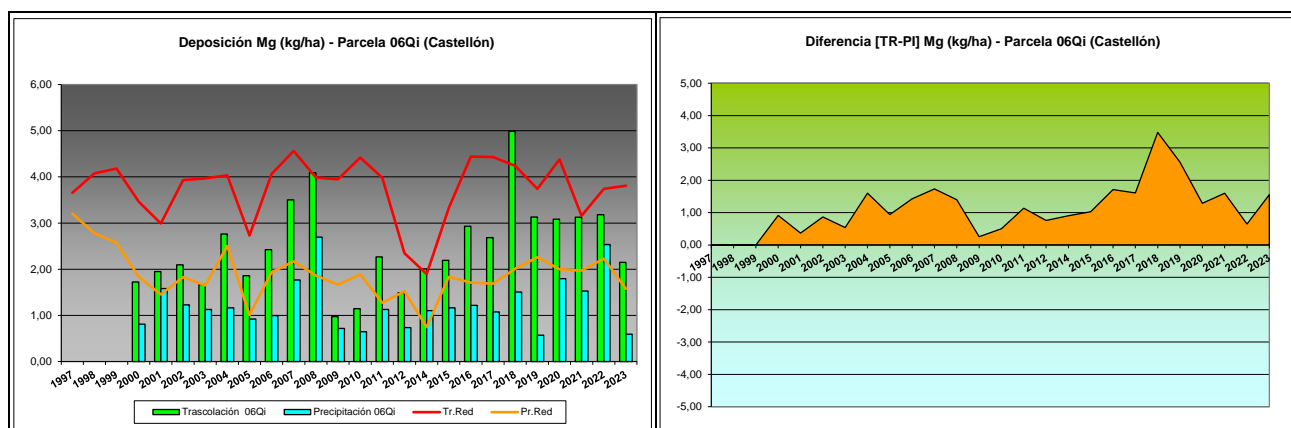


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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)
1997								3,66	3,20
1998								4,07	2,78
1999								4,18	2,58
2000	0,43	1,72	397	0,16	0,81	521	0,91	3,46	1,84
2001	0,48	1,95	402	0,29	1,58	541	0,37	2,99	1,45
2002	0,32	2,10	658	0,14	1,23	894	0,87	3,93	1,83
2003	0,30	1,67	552	0,22	1,13	508	0,54	3,97	1,65
2004	0,42	2,76	664	0,16	1,16	708	1,60	4,03	2,51
2005	0,52	1,86	359	0,18	0,92	507	0,94	2,73	1,01
2006	0,49	2,43	496	0,16	1,00	624	1,43	4,06	1,94
2007	0,49	3,50	709	0,20	1,77	892	1,73	4,56	2,17
2008	0,76	4,09	535	0,37	2,69	736	1,40	3,99	1,87
2009	0,36	0,98	269	0,18	0,72	409	0,26	3,95	1,67
2010	0,29	1,15	400	0,11	0,65	602	0,50	4,42	1,89
2011	0,45	2,27	509	0,17	1,13	653	1,14	3,98	1,27
2012	0,73	1,49	206	0,28	0,74	260	0,76	2,35	1,52
2014	0,36	2,01	558	0,15	1,10	713	0,90	1,90	0,75
2015	0,35	2,19	633	0,16	1,17	738	1,03	3,32	1,84
2016	0,64	2,93	461	0,21	1,22	572	1,71	4,44	1,71
2017	0,88	2,68	305	0,28	1,08	384	1,61	4,43	1,69
2018	0,63	4,99	795	0,15	1,51	976	3,48	4,24	2,01
2019	0,86	3,13	363	0,17	0,57	342	2,56	3,74	2,26
2020	0,35	3,08	878	0,17	1,80	1046	1,29	4,38	2,00
2021	0,62	3,13	501	0,28	1,53	552	1,60	3,16	1,97
2022	0,45	3,18	709	0,27	2,53	956	0,65	3,74	2,23
2023	0,50	2,15	426	0,13	0,59	475	1,55	3,81	1,58
Media	0,51	2,50	512	0,20	1,24	635	1,25	3,75	1,89



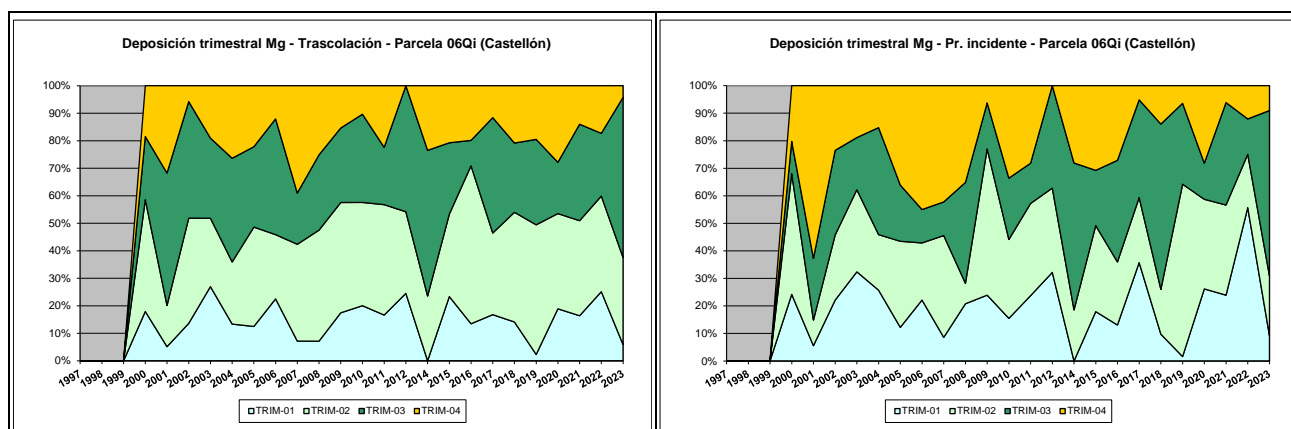


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997								6,07	6,65
1998								11,74	10,50
1999								19,31	13,85
2000	0,86	3,40	397	0,57	2,98	521	0,42	18,12	13,02
2001	1,68	6,77	402	2,03	11,01	541	-4,24	18,38	12,14
2002	0,89	5,84	658	0,55	4,89	894	0,95	28,50	18,75
2003	1,06	5,85	552	1,13	5,75	508	0,10	22,49	12,86
2004	0,87	5,78	664	0,70	4,99	708	0,79	22,85	13,75
2005	1,13	4,05	359	1,21	6,11	507	-2,06	14,42	7,16
2006	1,16	5,75	496	0,89	5,56	624	0,19	24,17	16,07
2007	1,23	8,70	709	1,35	12,03	892	-3,34	23,14	14,21
2008	1,20	6,41	535	0,77	5,69	736	0,72	19,63	11,01
2009	0,79	2,13	269	0,71	2,92	409	-0,79	22,09	12,27
2010	0,65	2,59	400	0,36	2,14	602	0,45	24,37	13,76
2011	1,13	5,73	509	0,80	5,23	653	0,51	20,72	5,97
2012	1,29	2,66	206	0,76	1,98	260	0,68	4,35	2,86
2014	1,15	6,44	558	0,67	4,79	713	1,64	6,77	4,55
2015	0,93	5,89	633	0,91	6,74	738	-0,85	15,27	11,59
2016	1,50	6,91	461	0,97	5,55	572	1,35	22,84	11,19
2017	2,26	6,88	305	1,44	5,54	384	1,35	19,35	10,47
2018	0,97	7,68	795	0,62	6,09	976	1,59	22,61	14,29
2019	1,44	5,22	363	0,79	2,70	342	2,52	19,32	13,98
2020	0,90	7,92	878	0,82	8,60	1046	-0,68	20,09	11,74
2021	1,27	6,35	501	1,19	6,55	552	-0,20	12,97	10,32
2022	1,53	10,81	709	1,61	15,35	956	-4,54	18,67	11,08
2023	1,31	5,57	426	0,68	3,22	475	2,35	18,93	11,19
Media	1,18	5,88	512	0,94	5,93	635	-0,05	18,35	11,36

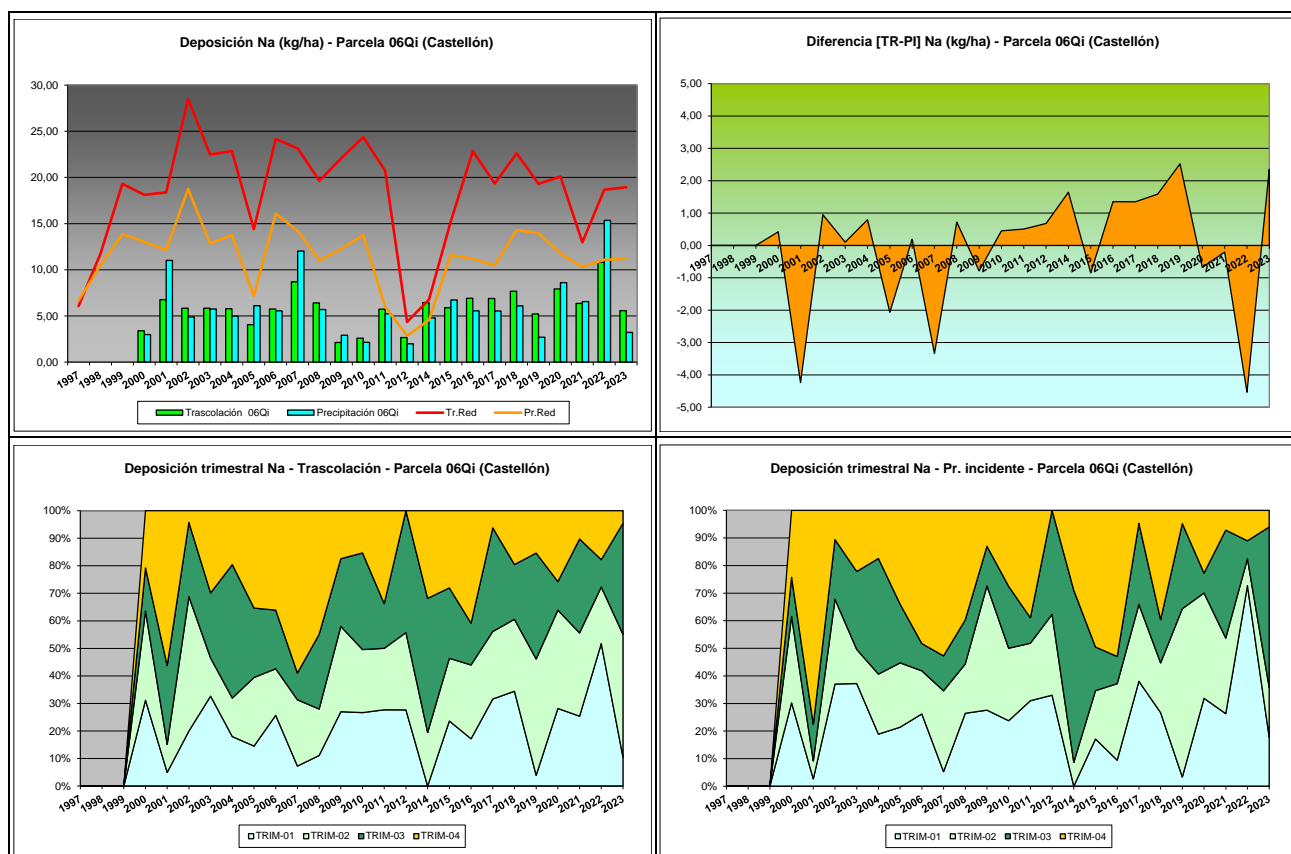


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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. $N(NH_4) \sim 0,777 NH_4$

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997								1,81	8,19
1998								2,24	8,36
1999								2,71	3,66
2000	0,69	2,74	397	0,56	2,90	521	-0,16	2,48	4,26
2001	0,23	0,93	402	0,34	1,84	541	-0,91	1,86	1,82
2002	0,13	0,85	658	0,39	3,48	894	-2,63	2,43	2,91
2003	0,36	1,99	552	0,50	2,56	508	-0,57	3,06	3,10
2004	0,19	1,26	664	0,19	1,33	708	-0,07	4,12	3,23
2005	0,27	0,95	359	0,25	1,29	507	-0,34	2,41	1,80
2006	0,38	1,86	496	0,35	2,19	624	-0,33	3,62	3,05
2007	0,34	2,42	709	0,52	4,65	892	-2,24	3,53	3,58
2008	0,39	2,11	535	0,44	3,21	736	-1,10	2,91	2,62
2009	0,42	1,14	269	0,50	2,04	409	-0,91	2,73	1,82
2010	0,36	1,44	400	0,19	1,16	602	0,28	3,12	2,09
2011	0,32	1,65	509	0,33	2,15	653	-0,50	4,36	3,15
2012	0,56	1,15	206	0,58	1,50	260	-0,35	2,26	2,06
2014	0,61	3,40	558	0,30	2,13	713	1,27	4,16	3,35

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2015	0,56	3,54	633	0,50	3,69	738	-0,15	5,30	6,04
2016	0,85	3,90	461	0,51	2,91	572	0,99	5,94	4,26
2017	0,80	2,45	305	0,45	1,73	384	0,72	2,40	1,52
2018	0,55	4,37	795	0,32	3,11	976	1,26	2,79	2,39
2019	0,67	2,44	363	0,48	1,65	342	0,79	1,60	1,23
2020	0,26	2,32	878	0,20	2,07	1046	0,25	1,98	1,81
2021	0,51	2,54	501	0,38	2,09	552	0,45	2,18	1,71
2022	0,37	2,63	709	0,17	1,59	956	1,04	1,60	2,23
2023	0,25	1,05	426	0,24	1,14	475	-0,09	1,96	1,66
Media	0,44	2,14	512	0,38	2,28	635	-0,14	2,91	3,15

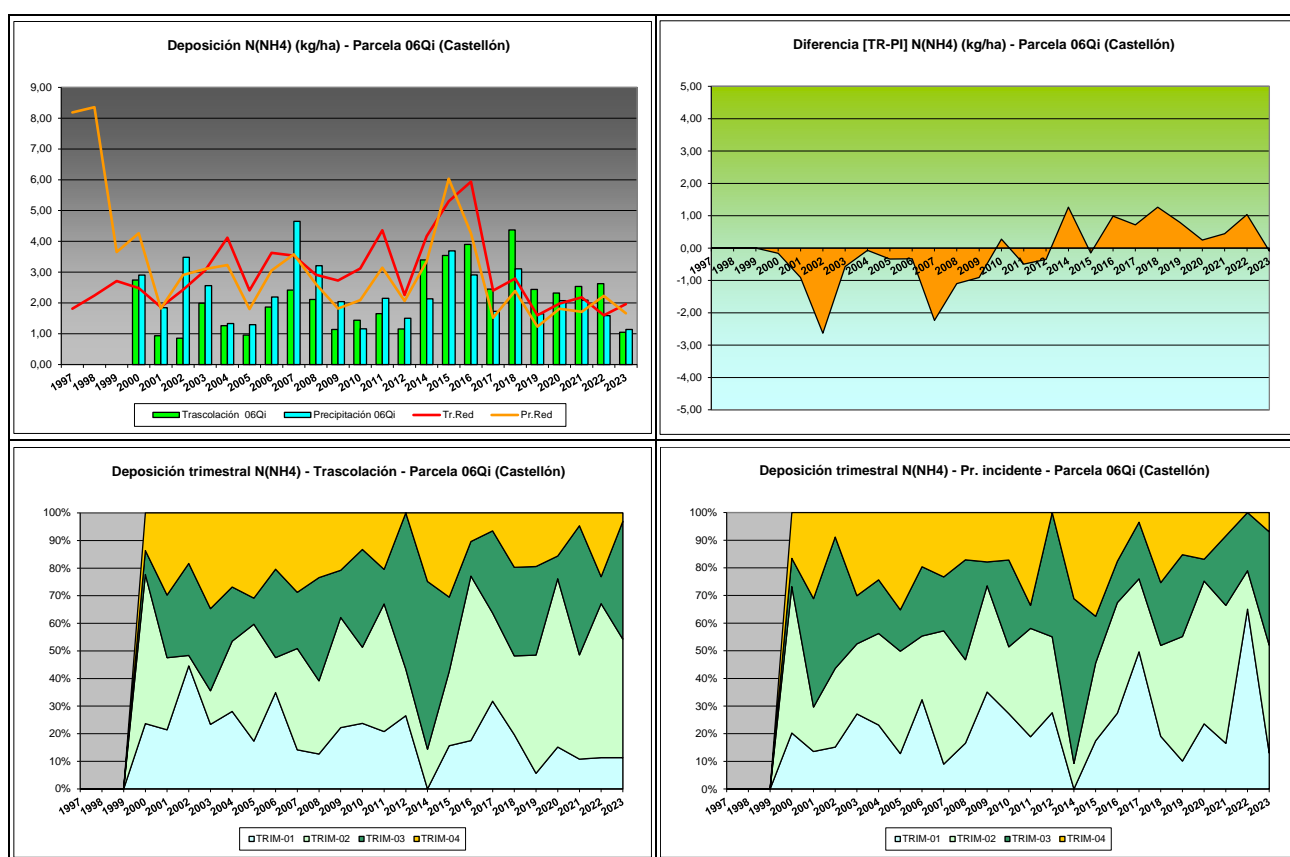


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997								10,88	10,93
1998								19,88	16,27
1999								36,56	23,56
2000	2,47	9,80	397	1,08	5,62	521	4,18	28,62	15,70

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)
2001	2,87	11,55	402	2,96	16,00	541	-4,45	32,37	19,20
2002	1,02	6,70	658	0,73	6,52	894	0,18	44,79	24,88
2003	1,60	8,83	552	1,77	8,97	508	-0,14	39,97	31,89
2004	2,06	13,69	664	2,08	14,70	708	-1,00	47,45	37,43
2005	2,86	10,28	359	3,32	16,85	507	-6,57	28,61	21,76
2006	4,03	20,01	496	4,90	30,59	624	-10,58	49,90	41,76
2007	3,29	23,32	709	3,51	31,33	892	-8,01	45,78	37,79
2008	2,08	11,14	535	1,73	12,70	736	-1,56	40,90	30,60
2009	1,73	4,66	269	1,24	5,06	409	-0,40	45,08	25,80
2010	1,29	5,18	400	0,70	4,20	602	0,98	41,17	21,32
2011	1,97	10,04	509	1,23	8,02	653	2,02	29,44	13,12
2012	2,94	6,04	206	1,57	4,08	260	1,97	11,34	5,87
2014	1,38	7,70	558	0,98	6,96	713	0,74	5,78	2,90
2015	1,41	8,94	633	1,15	8,47	738	0,47	24,25	15,25
2016	2,41	11,13	461	1,74	9,95	572	1,18	37,19	18,03
2017	4,64	14,15	305	2,72	10,43	384	3,72	29,16	15,38
2018	1,34	10,64	795	0,98	9,61	976	1,03	40,34	21,30
2019	2,77	10,06	363	1,70	5,83	342	4,24	29,98	18,87
2020	1,80	15,79	878	1,44	15,10	1046	0,68	38,79	22,86
2021	2,03	10,16	501	1,71	9,46	552	0,71	23,04	15,99
2022	2,45	17,37	709	2,41	23,08	956	-5,71	32,15	16,37
2023	1,93	8,22	426	0,86	4,07	475	4,16	31,63	16,59
Media	2,28	11,10	512	1,85	11,63	635	-0,53	32,50	20,82

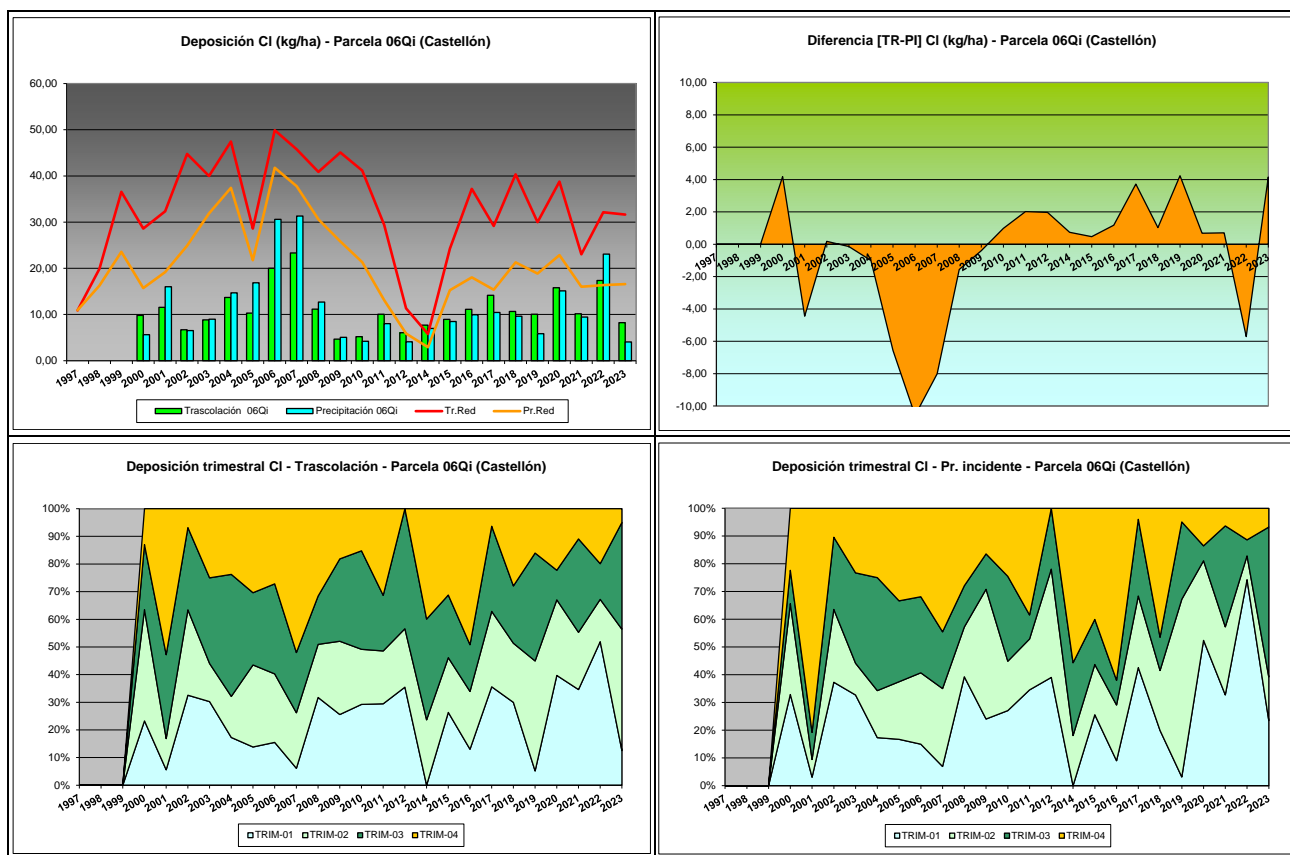
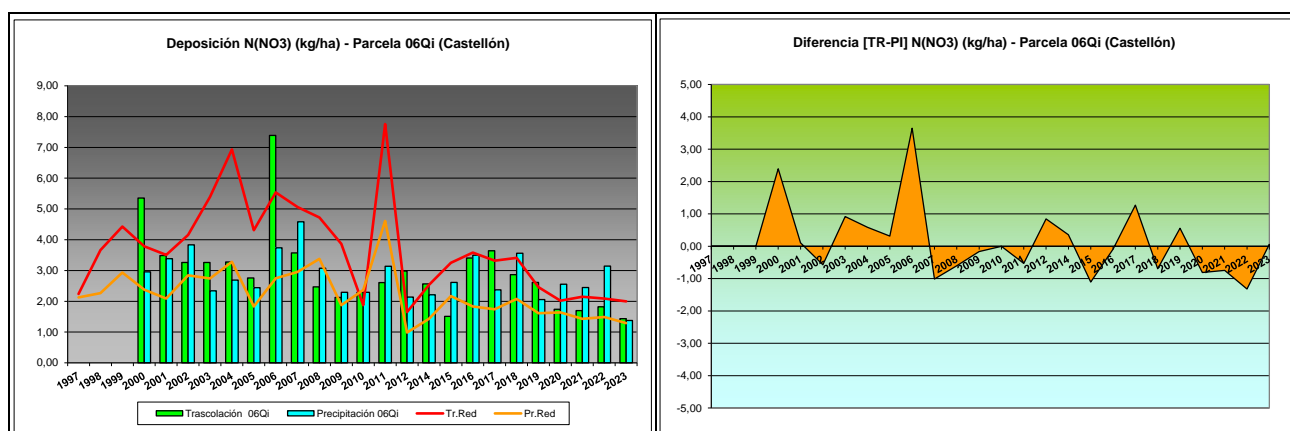


FIG 15: Variación temporal de deposición de CI, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997								2,24	2,13
1998								3,67	2,27
1999								4,43	2,94
2000	1,35	5,35	397	0,57	2,96	521	2,40	3,79	2,38
2001	0,87	3,49	402	0,63	3,38	541	0,11	3,51	2,09
2002	0,50	3,26	658	0,43	3,83	894	-0,57	4,15	2,84
2003	0,59	3,26	552	0,46	2,34	508	0,92	5,39	2,74
2004	0,49	3,28	664	0,38	2,69	708	0,59	6,93	3,28
2005	0,77	2,76	359	0,48	2,44	507	0,31	4,31	1,83
2006	1,49	7,39	496	0,60	3,74	624	3,65	5,54	2,75
2007	0,50	3,57	709	0,51	4,59	892	-1,01	5,06	2,96
2008	0,46	2,47	535	0,42	3,07	736	-0,60	4,72	3,38
2009	0,79	2,13	269	0,56	2,29	409	-0,16	3,87	1,87
2010	0,45	2,29	400	0,38	2,29	602	0,00	1,87	2,37
2011	0,51	2,61	509	0,48	3,14	653	-0,53	7,76	4,61
2012	1,45	2,98	206	0,82	2,14	260	0,85	1,65	0,99
2014	0,46	2,57	558	0,31	2,21	713	0,36	2,54	1,43
2015	0,24	1,51	633	0,35	2,62	738	-1,11	3,25	2,17
2016	0,74	3,40	461	0,61	3,50	572	-0,09	3,58	1,83
2017	1,20	3,64	305	0,62	2,37	384	1,27	3,32	1,74
2018	0,36	2,87	795	0,36	3,56	976	-0,70	3,41	2,08
2019	0,72	2,61	363	0,60	2,06	342	0,56	2,46	1,61
2020	0,20	1,74	878	0,24	2,55	1046	-0,81	2,02	1,64
2021	0,34	1,70	501	0,44	2,45	552	-0,75	2,15	1,43
2022	0,26	1,82	709	0,33	3,14	956	-1,32	2,09	1,49
2023	0,34	1,43	426	0,29	1,38	475	0,06	2,00	1,29
Media	0,65	2,96	512	0,47	2,81	635	0,15	3,68	2,24



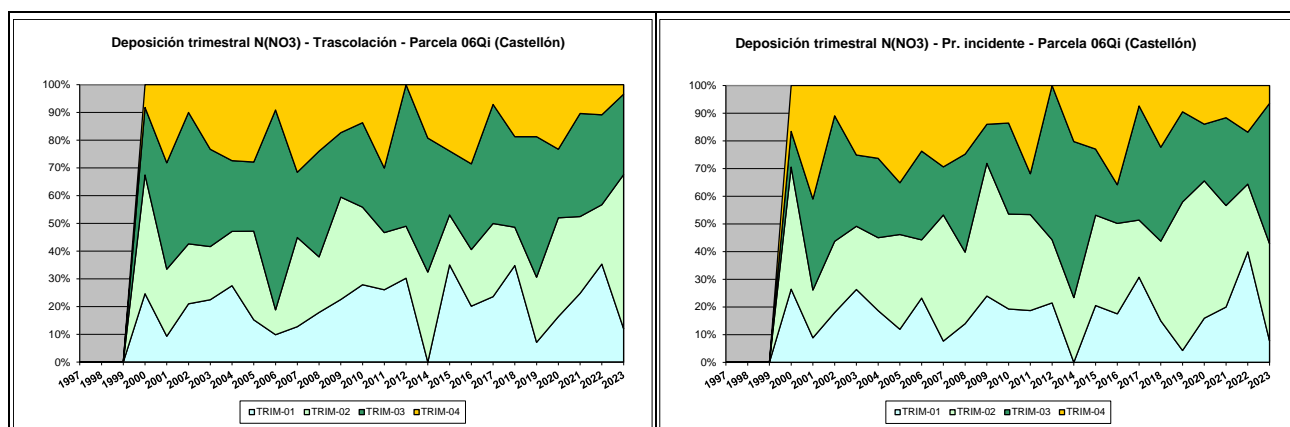


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	Trascolución (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997								3,00	3,70
1998								5,81	5,79
1999								7,17	6,35
2000	2,29	9,10	397	1,12	5,84	521	3,26	6,42	4,57
2001	1,87	7,51	402	1,14	6,16	541	1,35	5,68	4,11
2002	1,38	9,06	658	0,82	7,31	894	1,75	7,73	6,07
2003	0,97	5,34	552	0,80	4,05	508	1,29	6,85	4,80
2004	1,48	9,84	664	0,72	5,10	708	4,74	8,72	5,84
2005	1,38	4,96	359	0,72	3,64	507	1,31	4,69	3,12
2006	1,15	5,70	496	0,85	5,30	624	0,40	6,80	4,69
2007	1,25	8,83	709	0,91	8,14	892	0,70	7,24	5,12
2008	0,87	4,64	535	0,58	4,29	736	0,35	4,49	2,61
2009	0,84	2,26	269	0,67	2,75	409	-0,49	4,67	3,32
2010	0,53	2,10	400	0,37	2,23	602	-0,13	4,27	2,88
2011	0,70	3,55	509	0,57	3,70	653	-0,15	5,93	4,57
2012	1,32	2,70	206	0,88	2,30	260	0,41	1,84	1,35
2014	0,68	3,77	558	0,59	4,22	713	-0,45	2,14	2,00
2015	0,61	3,88	633	0,56	4,11	738	-0,23	3,56	2,95
2016	0,75	3,44	461	0,61	3,47	572	-0,03	4,08	2,76
2017	1,34	4,08	305	0,85	3,27	384	0,81	4,28	2,71
2018	0,54	4,32	795	0,44	4,31	976	0,00	4,28	3,39
2019	1,06	3,86	363	0,93	3,18	342	0,68	3,75	3,13
2020	0,36	3,12	878	0,35	3,68	1046	-0,56	3,59	2,34
2021	0,53	2,67	501	0,56	3,07	552	-0,40	2,60	2,69
2022	0,50	3,55	709	0,45	4,33	956	-0,78	3,19	2,67
2023	0,41	1,75	426	0,33	1,59	475	0,17	3,07	2,32
Media	0,99	4,78	512	0,69	4,18	635	0,61	4,84	3,69

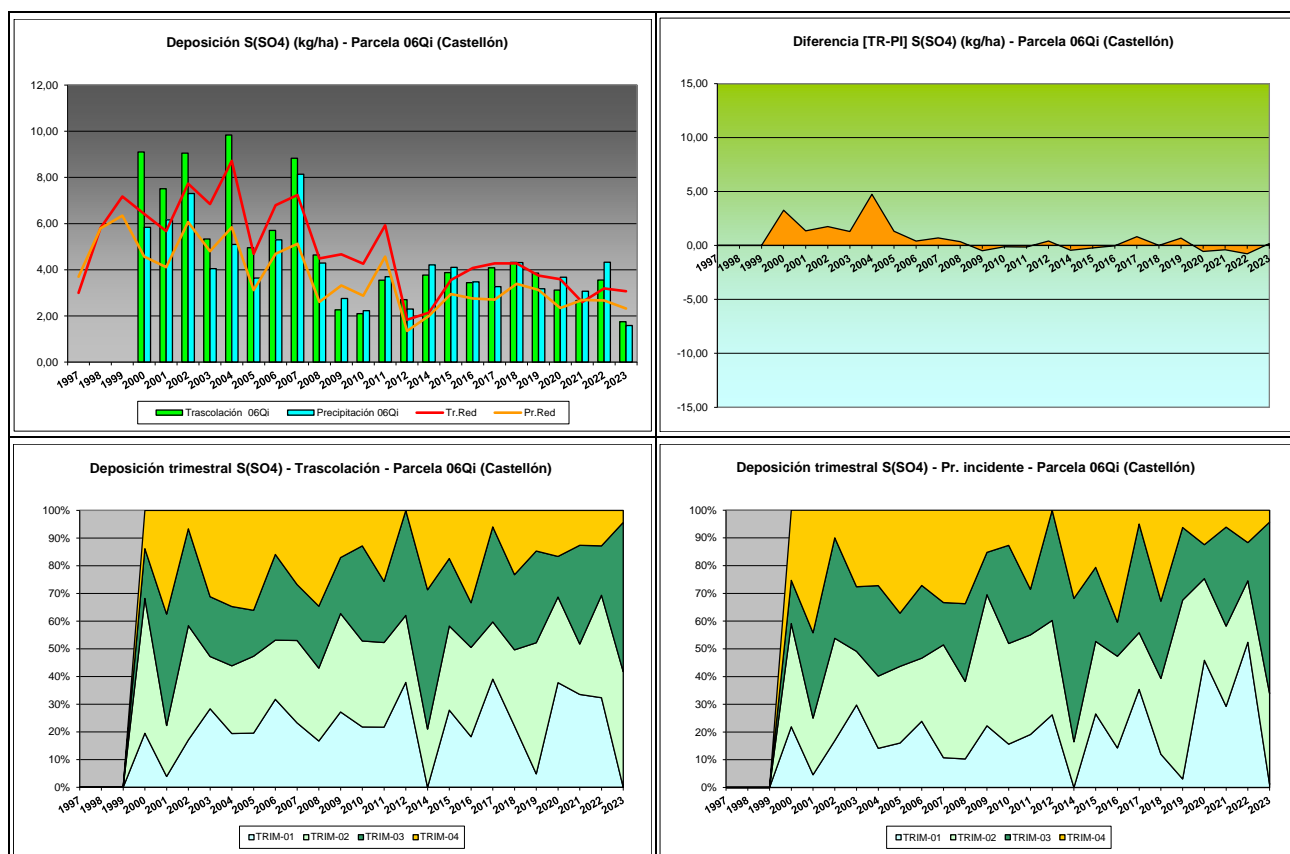


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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

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

Año	Traslación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997								
1998								
1999							258,14	255,59
2000	89,99		397	77,37		521	157,24	154,47
2001	123,51		402	81,53		541	76,17	54,64
2002			658			894	169,83	139,42
2003	39,80		552	45,66		508	21,95	10,18
2004	87,44		664	54,69		708	109,89	117,44
2005	39,15		359	30,96		507	76,86	45,33
2006	62,93		496	129,72		624	105,76	56,48
2007	65,79		709	32,44		892	59,09	37,75
2008	96,96		535	56,35		736	71,35	40,35
2009	89,61		269	61,31		409	68,62	36,01
2010	97,98		400	37,21		602	86,39	49,13
2011	90,94		509	35,15		653	75,33	49,79
2012	77,98		206	58,36		260	19,53	10,46
2014	114,64		558	85,93		713	136,23	120,02
2015	92,39		633	57,60		738	114,70	71,81

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2016	244,02		461	97,06		572	108,18	61,70
2017	175,38		305	104,52		384	132,93	56,84
2018	168,84		795	57,98		976	94,72	48,11
2019	243,68		363	134,03		342	101,80	58,32
2020	165,95		878	105,76		1046	86,06	49,71
2021	307,19		501	161,83		552	117,39	82,82
2022	148,23		709	45,06		956	105,33	59,15
2023	142,52		426	54,08		475	90,82	45,63
Media	125,68		512	72,94		635	101,85	71,30

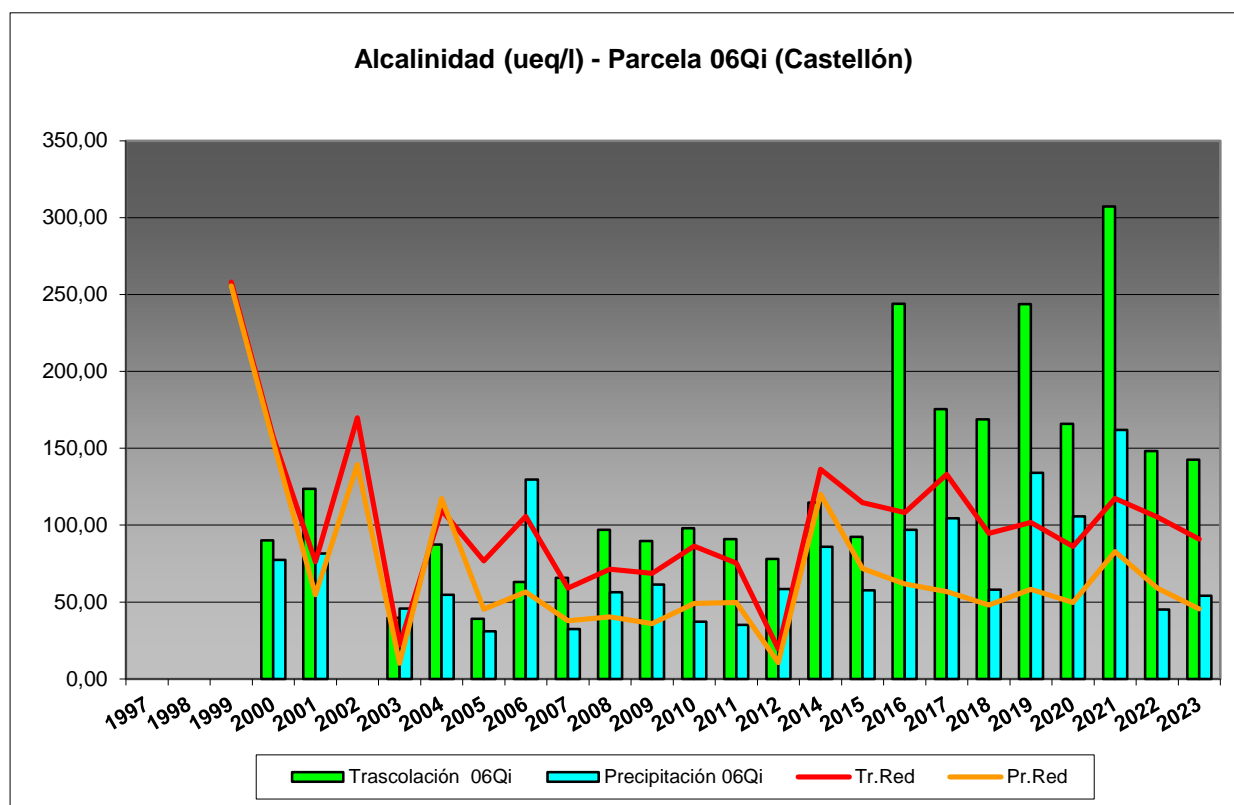


FIG 18: Variación temporal de la alcalinidad.

5.12. Nitrógeno total.

TABLA 21: Caracterización Nitrógeno total. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997									
1998									
1999								7,14	6,59
2000	2,04	8,10	397	1,12	5,86	521	2,24	6,27	6,64
2001	1,10	4,42	402	0,97	5,23	541	-0,80	5,37	3,91

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2002	0,63	4,11	658	0,82	7,32	894	-3,20	6,58	5,75
2003	0,95	5,25	552	0,97	4,90	508	0,35	8,44	5,84
2004			664			708			
2005			359			507		4,96	2,97
2006	1,84	9,12	496	0,93	5,81	624	3,31	9,06	5,73
2007	0,85	6,00	709	1,00	8,96	892	-2,96	8,53	6,45
2008			535			736			
2009			269			409			
2010			400			602			
2011			509			653			
2012			206			260			
2014			558			713			
2015			633			738			
2016			461			572			
2017			305			384			
2018			795			976			
2019			363			342			
2020	0,60	5,27	878	0,44	4,58	1046	0,68	5,40	4,36
2021	1,49	7,45	501	1,09	5,99	552	1,47	5,67	14,56
2022	1,11	7,86	709	0,87	8,35	956	-0,49	6,71	6,31
2023	0,99	4,21	426	0,85	4,02	475	0,19	7,06	4,94
Media	1,16	6,18	512	0,91	6,10	635	0,08	6,77	6,17

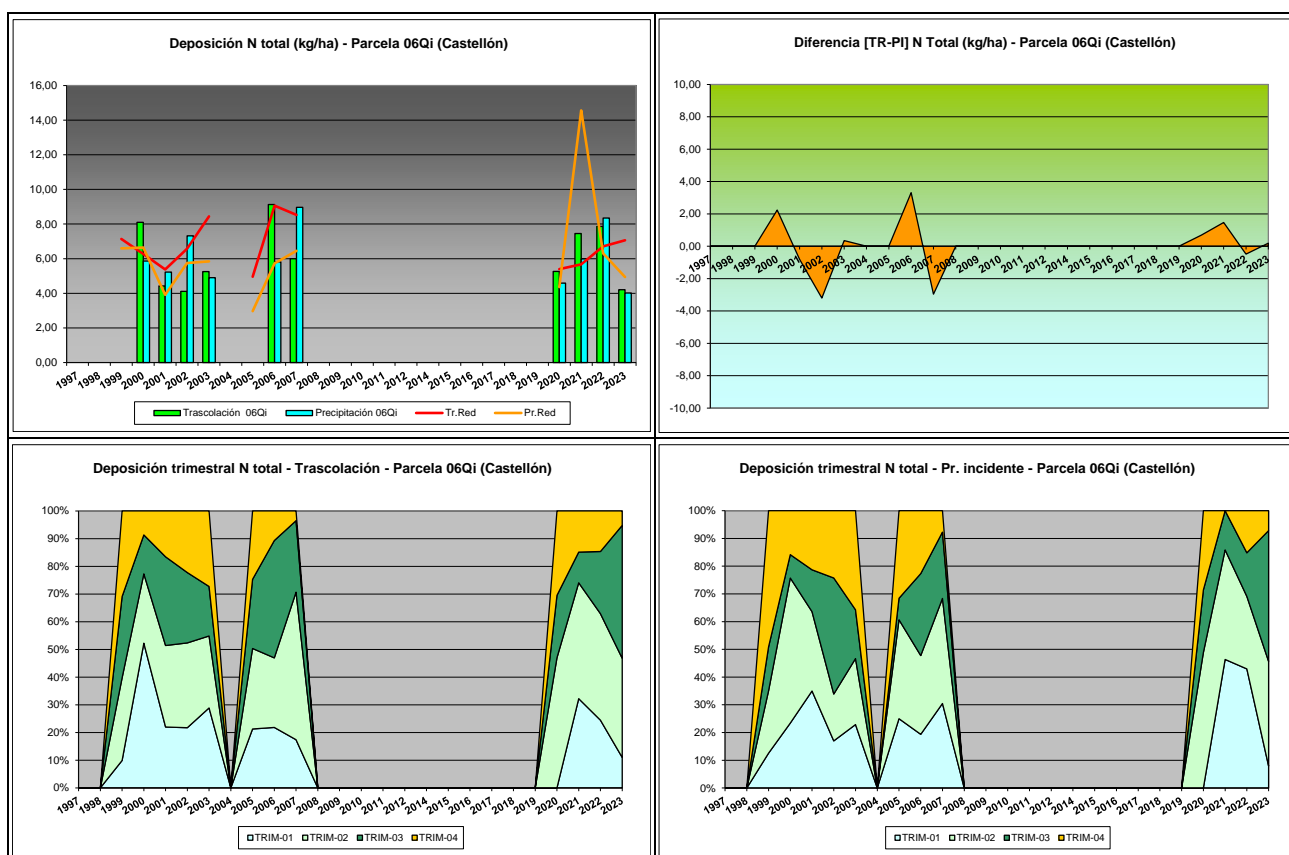


FIG 19: Variación temporal de deposición de Ntotal, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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

TABLA 22: Caracterización Alcalinidad. Media anual ponderada por volumen, precipitación anual y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2020	34,93		878	72,84		1046	54,88	57,75
2021	35,20		501	32,11		552	48,33	66,04
2022	35,76		709	62,30		956	45,72	59,49
2023	42,23		426	41,37		475	53,85	59,36
Media	37,03		628	52,15		757	50,70	60,66

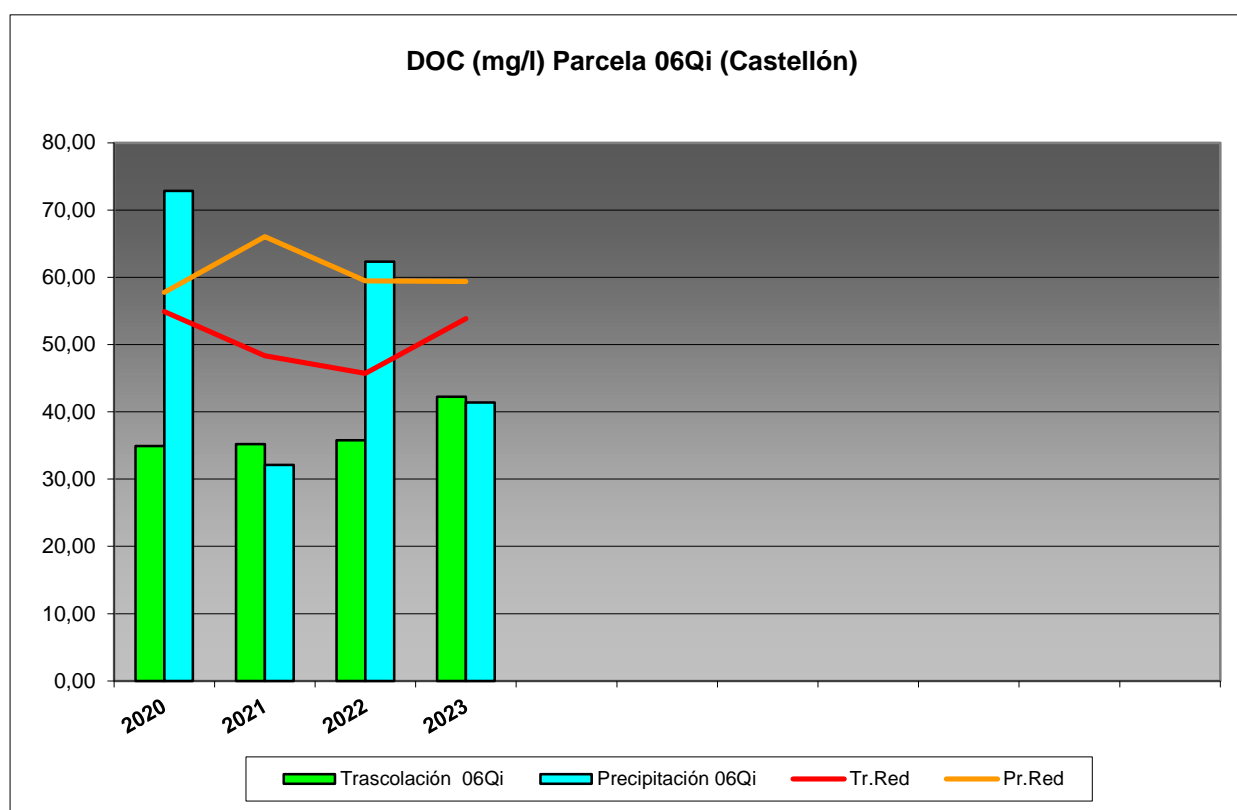


FIG 20: Variación temporal de DOC.

5.14. Aluminio.

TABLA 23: Caracterización Aluminio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2020	0,03	0,30	878	0,02	0,18	1046	0,11	0,38	0,25
2021	0,05	0,25	501	0,01	0,08	552	0,17	0,28	0,19
2022	0,01	0,04	709	0,00	0,00	956	0,04	0,05	0,11
2023	0,04	0,17	426	0,00	0,01	475	0,16	0,25	0,08

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)
Media	0,03	0,19	628	0,01	0,07	757	0,12	0,24	0,16

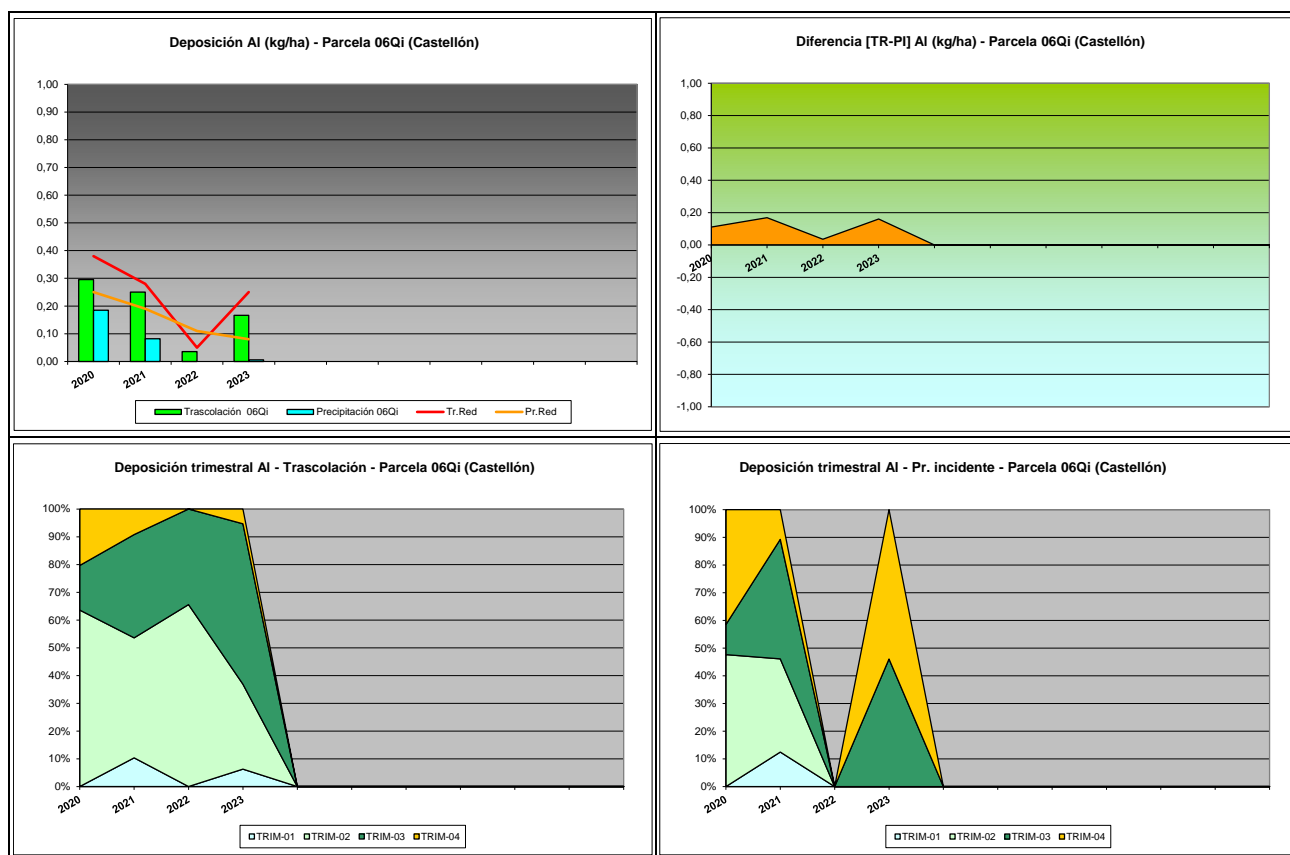


FIG 21: Variación temporal de deposición de Al, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,00	0,04	878	0,00	0,02	1046	0,02	0,21	0,05
2021	0,01	0,03	501	0,00	0,02	552	0,01	0,17	0,04
2022	0,01	0,05	709	0,00	0,01	956	0,04	0,21	0,05
2023	0,01	0,02	426	0,00	0,00	475	0,02	0,26	0,05
Media	0,01	0,04	628	0,00	0,01	757	0,02	0,21	0,05

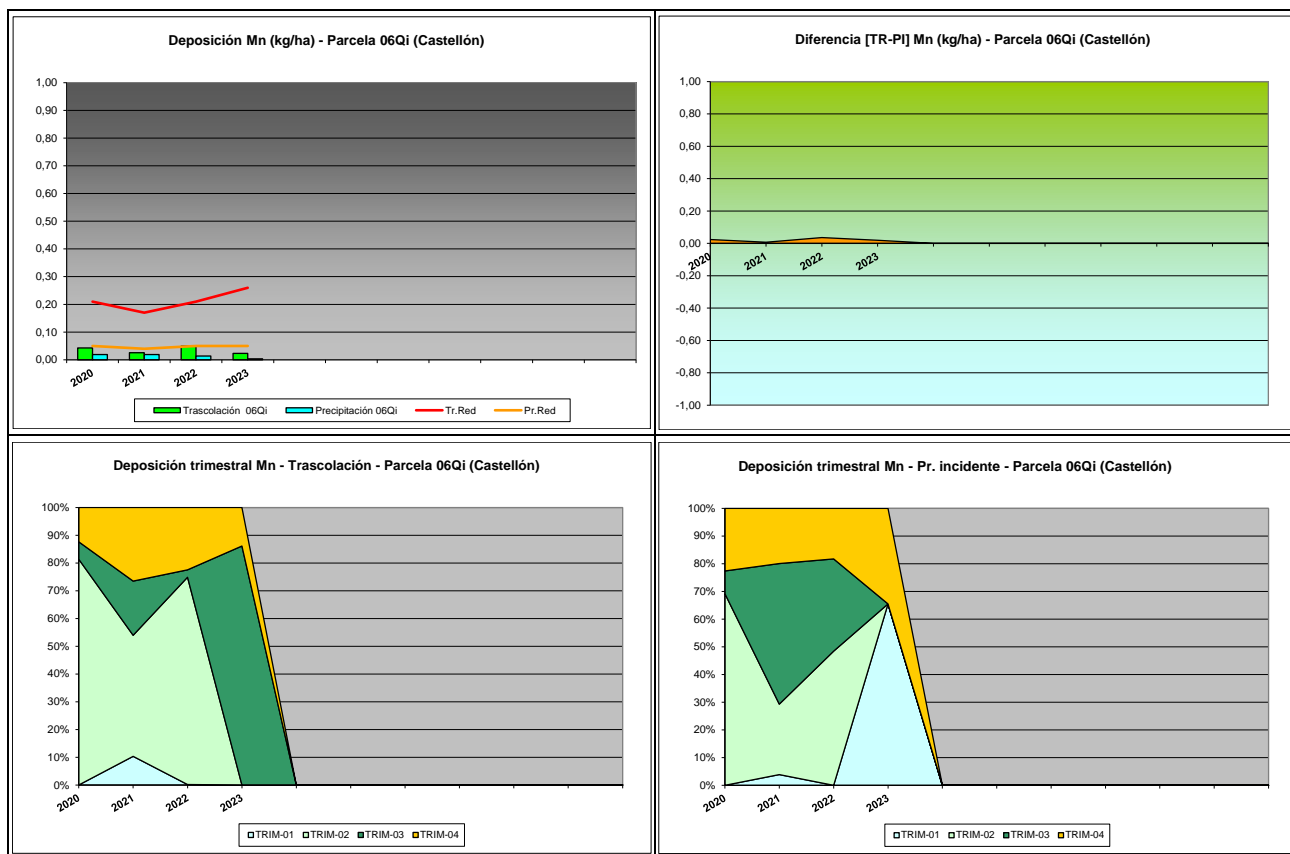


FIG 22: Variación temporal de deposición de Mn, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.16. Hierro.

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

Año	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	0,02	0,16	878	0,00	0,05	1046	0,11	0,15	0,08
2021	0,03	0,13	501	0,01	0,07	552	0,06	0,11	0,14
2022	0,02	0,11	709	0,00	0,01	956	0,10	0,12	0,06
2023	0,02	0,08	426	0,00	0,01	475	0,07	0,13	0,04
Media	0,02	0,12	628	0,00	0,03	757	0,09	0,13	0,08

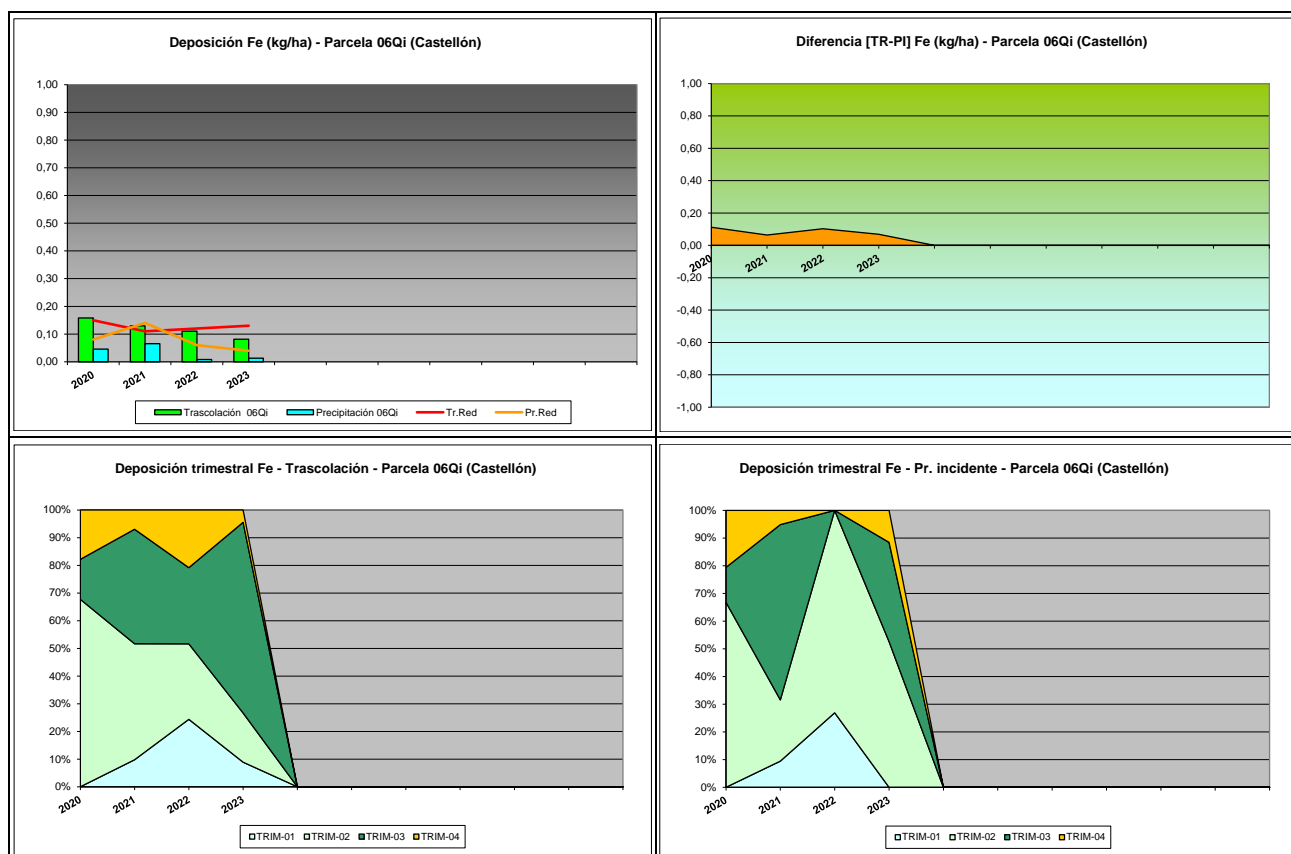


FIG 23: Variación temporal de deposición de Fe, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.17. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 06Qi, cabe destacar:

Se han encontrado en general valores de **pH** ligeramente superiores a los valores medios de la Red, evidenciando con ello un aporte más básico, tendencia que va incrementándose a lo largo de los últimos años, alcanzándose valores superiores a 6 y con apenas representación esporádica de lo que podría considerarse como lluvia ácida, tendencia esta que se rompe en 2023 apareciendo algunos episodios aislados en las muestras obtenidas a campo abierto. Tras el máximo local de 2021 durante los últimos dos años se obtienen valores ligeramente más ácidos, más en la línea de la serie histórica.

El valor de la **intercepción** debida a la cubierta arbórea se ha situado en el entorno del 19%, mientras que durante la última revisión se reduce apreciablemente la precipitación caída, lo que podría explicar también el comportamiento de los diferentes solutos.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores generalmente por debajo del resto de parcelas a lo largo de la serie de años, en el entorno de los 20-40 $\mu\text{S}/\text{cm}$ con algún valor superior en el año 2012 y una reducción en el último bienio tras el máximo local de 2021, hasta situarse en valores similares a la media histórica de la parcela. Se advierten en general mayores niveles en la precipitación bajo cubierta posiblemente debido al aporte de solutos de la fracción seca de la deposición. Con alguna excepción local, se advierten valores considerablemente más elevados a partir de 2016, en los que se superan fácilmente los 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en traslación.

En cuanto al **potasio**, experimenta un considerable incremento durante los últimos cuatro años en comparación con el periodo previo, sobre todo en trascolación, en que se han llegado a superar los 25 kg/ha, y que tras el considerable aporte de 2020-2022 se reduce apreciablemente durante el último año. En todos los casos las tasas obtenidas bajo cubierta son considerablemente superiores a las habidas a campo abierto, poniendo de manifiesto el papel de la deposición seca. Al igual que en años anteriores, los mayores aportes han tendido a producirse durante la primavera, si bien durante 2023 los mayores aportes han tendido a darse durante el verano.

El **calcio**, al igual que el potasio, experimenta un notable incremento durante el periodo 2020-2021, alcanzando una de las tasas más altas de la serie, en que han llegado a alcanzarse los 30 kg/ha tanto en trascolación como a campo abierto, tendencia que se interrumpe durante el último bienio, en la que el aporte de este elemento se reduce hasta los 8-10 kg/ha en tasas inferiores a la media histórica de la parcela, próximas a los valores medios de la Red. Como en la mayoría de los años, se obtienen mayores aportes bajo cubierta, influido posiblemente por el aporte del depósito seco. Las mayores tasas han tendido a disponerse a lo largo de la primavera y verano, con menor aporte durante el otoño.

Por lo que respecta al **magnesio**, y tras el incremento considerable registrado en 2018, recupera los valores normales de la serie en torno a 1-3 kg/ha, reduciéndose apreciablemente respecto al año anterior, por debajo de los valores medios de la Red. Como en buena parte de otros solutos, se obtienen mayores aportes bajo cubierta arbórea. Los mayores aportes parecen producirse en primavera y verano, destacando el aporte estival del último año, en el que más de la mitad del aporte se ha producido en esta época.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores por debajo de la media de la Red, registrándose las mayores deposiciones en 2001 y 2007 en que se han superado los 10 kg/ha, para moverse a continuación en el umbral de 5 y un comportamiento muy estable en los últimos años, reduciéndose apreciablemente tras el episodio pico de 2022 en que llegaron a registrarse tasas de 10-15 kg/ha hasta alcanzarse valores en línea de la serie histórica durante el último año. Generalmente los depósitos a campo abierto han resultado superiores a los obtenidos bajo cubierta, situación que parece invertirse a lo largo de los últimos años, como ya ocurriera episódicamente a lo largo de la serie histórica. Los mayores aportes suelen tener lugar a lo largo de la primavera y el verano, con especial contribución a campo abierto durante el último verano tal como ha ocurrido con otros solutos analizados.

El **amonio** presenta tasas similares a las medias de la Red, en torno a valores de 2-3 kg/ha, y tras el incremento observado en 2018, se comporta de forma bastante estable durante la parte final de la serie con una marcada reducción durante el último año analizado en el que apenas se ha superado la tasa de 1 kg/ha en uno de los valores más bajos de la serie. Por regla general se han obtenido tasas mayores en la precipitación incidente, tendencia que parece invertirse hacia el final de la serie histórica. Los mayores aportes parecen registrarse a lo largo de la primavera, destacando durante el último año el considerable aporte a campo abierto durante el invierno, posiblemente ligado a la distribución estacional de las precipitaciones.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por los aportes de la sal marina, presenta un comportamiento paralelo al del sodio si bien en niveles considerablemente superiores, en torno a 10-20 kg/ha, registrándose habitualmente tasas inferiores a la media de la Red y reduciéndose considerablemente durante el último año hasta niveles por debajo de 10 kg/ha, tras el máximo local de 2022 en el depósito se situó en el entorno de 15-20 kg/ha, tras el máximo de la serie en 2006-2007 y el siguiente episodio de estabilidad que se prolongó hasta 2021. A comienzos de la serie se obtuvieron mayores deposiciones a campo abierto, situación que se ha dado sólo de forma esporádica durante los últimos años analizados. Los mayores aportes parecen darse a lo largo de la segunda mitad del año, destacando el verano en las tasas obtenidas a campo abierto.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general inferiores a la media de la Red en trascolación, si bien en cuanto a la deposición a campo abierto se registran tasas superiores, con la excepción del periodo 2006-2007 en que se alcanzaron los máximos históricos, para estabilizarse a continuación en el entorno de los 3 kg/ha, reduciéndose considerablemente durante el último año hasta alcanzar el valor más bajo de la serie. Las diferencias entre los depósitos a campo abierto y bajo cubierta son erráticos en el tiempo, con un comportamiento en diente de sierra, sin una tendencia clara. Los mayores aportes parecen darse a lo largo del verano y primavera.

En referencia a los **sulfatos**, se han registrado depósitos en general superiores a la media de la Red, con máximos locales en 2000, 2002, 2004 y 2007 y niveles muy similares a lo largo del último tramo de la serie, siempre en el entorno de los 4 kg/ha; y sin demasiadas diferencias en cuanto a deposiciones a cielo abierto y trascolación, reduciéndose apreciablemente sus tasas durante el último año tal como ha ocurrido en el caso de los nitratos hasta alcanzar uno de los aportes más bajos de la serie por debajo de 2 kg/ha, ni una tendencia estacional clara, con una distribución temporal bastante homogénea, si bien durante la última revisión los aportes han tendido a concentrarse durante el verano sobre todo a campo abierto, tal como se ha apreciado en otros solutos y que podría estar relacionado más con la distribución de las precipitaciones que con un comportamiento estacional del contaminante.

Por lo que respecta a la **alcalinidad**, se advierten en general valores superiores a la media de la Red, con una tendencia creciente apreciable durante los últimos años y que tras alcanzar el máximo histórico de 2021, con niveles de 300 µeq/l en trascolación y 150 µeq/l a campo abierto, se reducen hasta los 150 y 50 µeq/l respectivamente en niveles muy similares a los de la revisión anterior. Por regla general los valores obtenidos bajo cubierta son superiores.

Desde 2020 se retoma el análisis del **nitrógeno total**, interrumpido en 2007, y que se sitúa en el entorno de los 5-6 kg/ha, con mayores tasas bajo cubierta y reduciéndose apreciablemente respecto al año previo. Se han analizado también el **carbono orgánico disuelto** con valores en general por debajo de los medios de la red, **aluminio, manganeso y hierro**, también con aportes mayores bajo arbolado y en tasas traza en todos los casos, sin superar 0,5 kg/ha.

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 µg/m³) y ozono (expresado en ppb).

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

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

TABLA 26: Valores de referencia de calidad del aire mediante dosímetros pasivos

Variable	Descripción	Valores de referencia (*)
SO ₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 (afección a líquenes)	10 µg/m ³
NO ₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010	30 µg/m ³
NH ₃	Promedio Anual. Protección líquenes y briofitos	1 µg/m ³
	Promedio Anual. Protección plantas superiores	2-4 µg/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 µg/m³

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)
2000		4,67	3,03	41,73	2,45	2,91	2,49	34,34
2001		3,58	3,17	37,60	3,01	2,51	2,13	38,48
2002		1,14	2,63	38,11	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	2,02	1,16	2,41	31,85	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	3,34	1,31	2,76	31,40	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	3,48	1,23	0,79	32,11	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	3,74	1,33	1,42	37,61	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	1,00	1,22	0,66	32,67	0,82	1,32	0,93	27,18
2009				48,36	1,06	2,89	1,30	36,30
2010	1,59	2,75	0,91	41,53	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	2,20				1,50		0,48	
2012	2,53	2,51	0,68	53,54	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	2,18	3,34	1,19	33,05	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	2,02	3,34	1,48	34,70	1,32	3,73	1,24	26,27
2016	1,42	3,04	1,57	36,13	1,12	3,37	1,28	28,68
2017	1,38	2,96	1,67	38,85	1,00	3,57	1,47	30,55
2018	1,35	2,70	2,07	31,65	1,32	3,02	1,85	27,00
2019	1,19	2,76	2,26	31,57	1,11	2,98	1,85	24,94
2020	0,70	2,55	2,12	27,20	0,73	2,73	1,98	23,42
2021	0,61	2,44	1,63	30,09	0,76	2,63	1,47	25,19
2022	0,69	2,40	2,03	26,56	0,68	2,88	1,75	21,13
2023	0,50	2,24	2,42	26,06	0,50	2,58	2,06	22,45
2024	0,83	2,19	1,57	26,91	0,94	2,35	1,60	22,14
Media	1,73	2,42	1,83	34,97	1,26	2,52	1,59	28,99

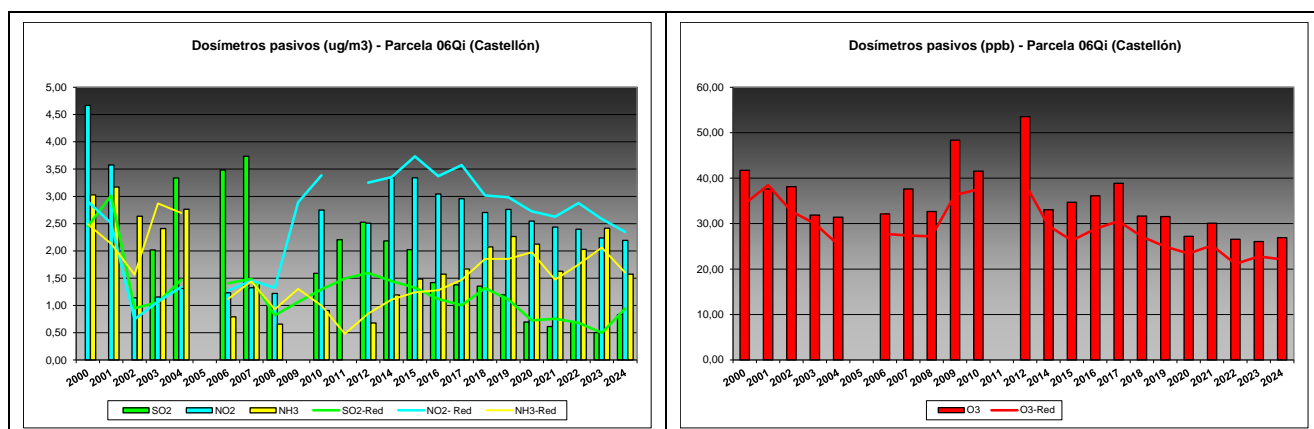


FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

En cuanto a los valores de inmisión, se observan concentraciones netamente superiores a la media de la Red en dióxido de azufre, sin que se hayan superado los valores de referencia y que tras la tendencia decreciente que venía observándose desde 2019 experimenta un ligero repunte durante el último año; óxidos de nitrógeno similares a la media del conjunto de parcelas que tiende a situarse por debajo a lo largo del tramo final y una reducción de las elevadas tasas de amoníaco observadas a comienzos de la serie, superándose habitualmente el umbral de protección de los líquenes, con una marcada disminución durante el último año tras la tendencia creciente que venía observándose en los tres años anteriores. El ozono ha experimentado también una reducción a lo largo de los últimos años, situándose generalmente por encima de la media de la Red, destacando el periodo 2009-2012 como el de mayores tasas, y manteniendo un nivel muy estable durante el último trienio.

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	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	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	
	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	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	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	
2009-2010	06 Qi	Castellón	5,00	16,20	1,29	0,97	7,28	1,27	6,17	
	26 Qi	Jaén	7,00	14,00	1,32	0,90	8,93	1,38	3,64	
	<i>Q.ilex</i>	Red	6,33	14,73	1,31	0,92	8,38	1,34	4,48	
2011-2012	06 Qi	Castellón	7,64	15,55	1,29	0,97	8,23	1,21	6,11	
	26 Qi	Jaén	7,41	14,59	1,14	1,06	8,59	1,54	4,28	
	<i>Q.ilex</i>	Red	7,53	15,07	1,21	1,01	8,41	1,38	5,20	
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
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
	<i>Q.ilex</i>	Red	10,67	13,97	0,93	0,92	8,76	1,36	4,56	49,99

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
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

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 sulfurados. 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.

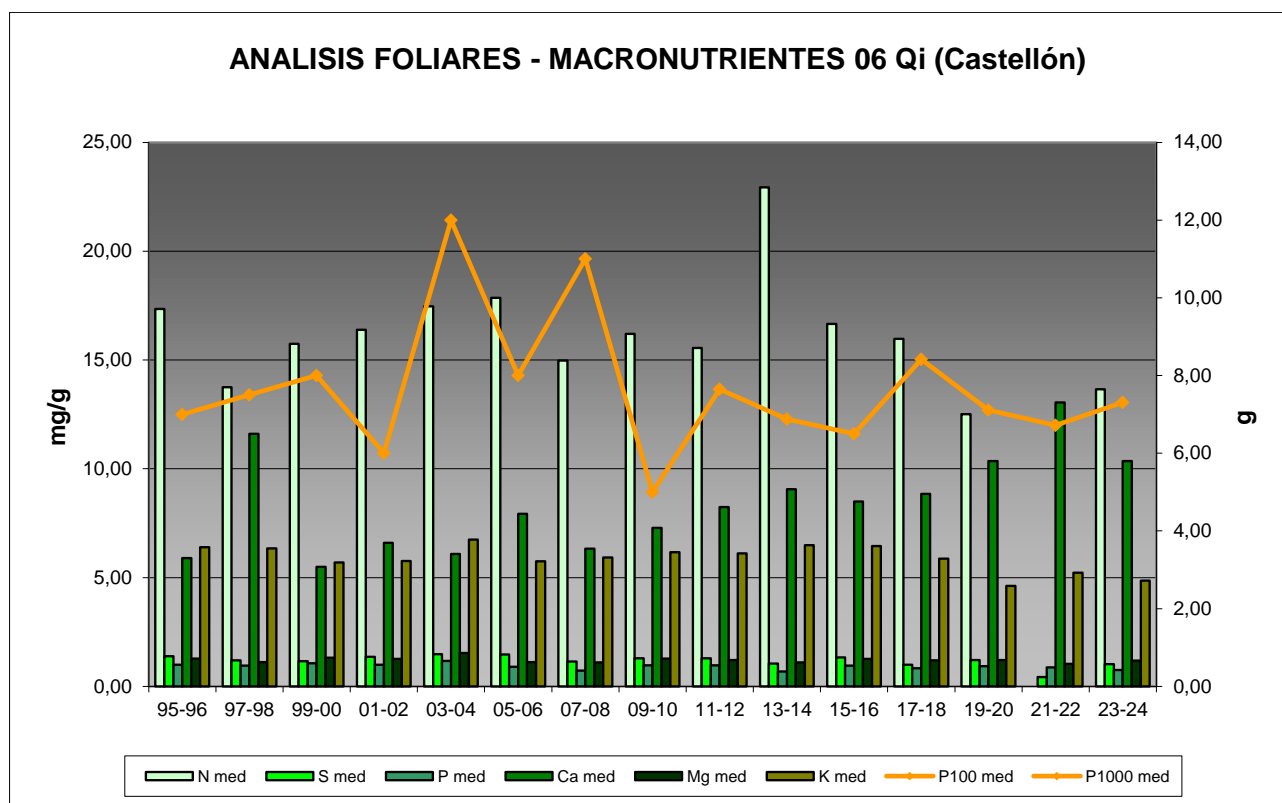


FIG 25: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

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>	Red		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>	Red	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>	Red		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>	Red		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>	Red		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>	Red		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
	<i>Q.ilex</i>	Red		28,95	989,89	254,84	4,64

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
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>	Red		24,05	815,88	194,09	4,23

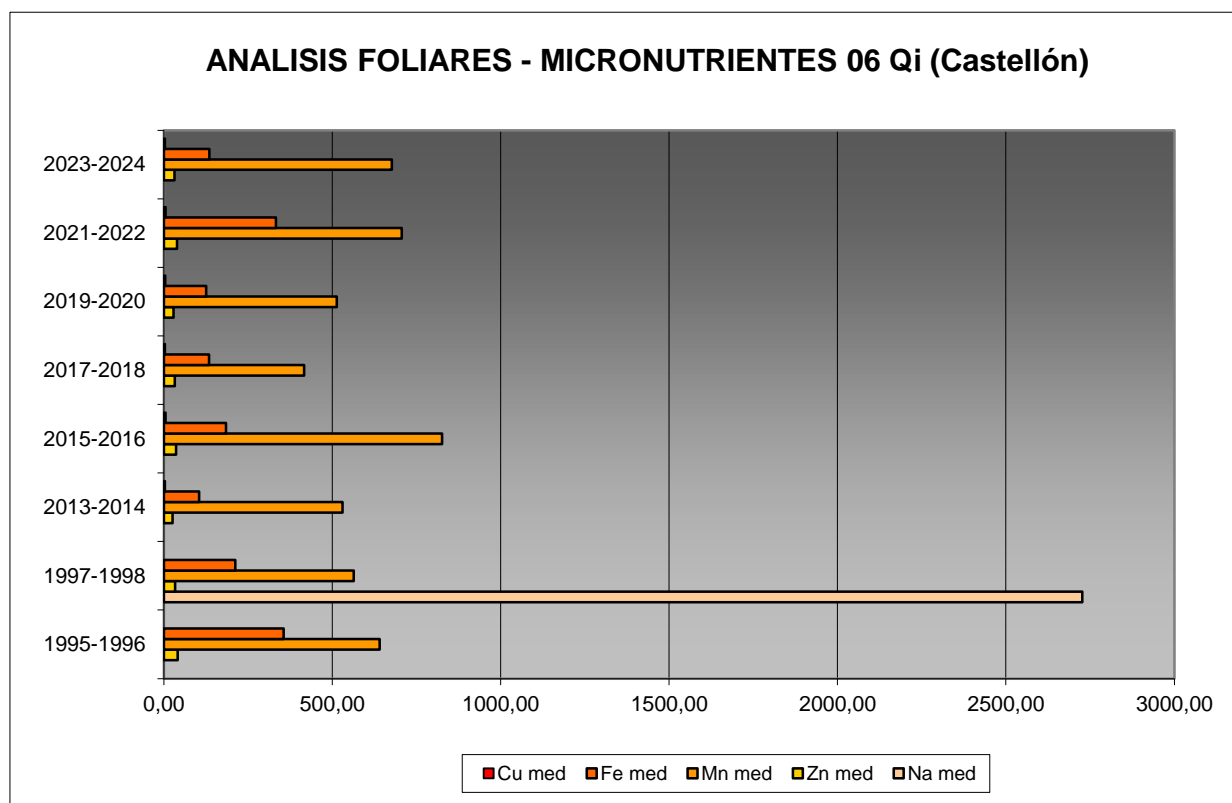


FIG 26: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 06Qi 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:

En la presente revisión, el **peso seco** de la muestra se mantiene en el entorno de los 7-8 g/100 hojas, lejos sin embargo del periodo 2003-2008 en que se alcanzaran los máximos de la serie, con un comportamiento de la variable en diente de sierra, posiblemente condicionado con las variaciones de la precipitación, que se traducen en una mayor o menor capacidad de producción de biomasa.

Respecto a los **macronutrientes**; no mantienen en general una tendencia homogénea. El **nitrógeno**, el elemento más representado, se incrementa hasta los 13,65 mg/g tras el mínimo de la campaña anterior; el **azufre** aumenta considerablemente durante la última campaña, tras el valor previo anormalmente bajo, de tal forma vuelven a superarse los valores patrón para la especie; el **fósforo** es el elemento menos abundante, por debajo de 1 mg/g y se reduce ligeramente respecto al año anterior; mientras que el **calcio** vuelve a valores en el entorno de 10 mg/g tras el máximo de la campaña anterior –siempre siguiendo una tendencia al alza durante los últimos años–, el **magnesio** se mantiene muy estable en torno a 1 mg/g y el **potasio** se reduce ligeramente durante el último año siguiendo la tendencia de los últimos años en que no se han alcanzado los 6 mg/g. Por último y con respecto al contenido de **carbón** del que sólo se tiene registro en las últimas campañas, se encuentra alrededor del 50% del peso total.

Los **micronutrientes** se han analizado con menos regularidad y no siempre los mismo elementos, lo que dificulta abordar su evolución temporal, que se ha mantenido bastante estable durante los últimos años. En la presente revisión se reducen todos los elementos analizados, destacando el descenso de **hierro**.

8. Desfronde.

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

Se presentan a continuación los resultados obtenidos desde 2006; haciéndose la salvedad al igual que en casos anteriores, de que en 2012 se ha muestreado el periodo enero-julio, mientras que en 2014 los análisis corresponden al periodo mayo-diciembre.

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)
2006	Hojas	3.717	50,49	11,38	1,04	0,58	15,38	0,79	5,26
	Ramillas	1.763	48,33	8,22	0,82	0,62	31,06	0,90	5,09
	Otras	1.289	49,41	17,44	1,39	0,95	17,24	1,17	6,99
2007	Hojas	3.340	51,15	11,33	1,03	0,58	11,64	5,69	3,82
	Ramillas	960	48,63	8,25	0,86	0,53	24,27	10,88	3,04
	Otras	2.667	49,08	15,00	1,28	1,05	9,78	6,53	4,83
2008	Hojas	2.911	51,69	11,58	0,84	0,58	15,33	0,86	5,10
	Ramillas	940	48,16	8,78	0,72	0,53	33,57	0,79	4,09
	Otras	1.984	46,33	13,44	1,26	1,14	9,63	1,16	5,95
2009	Hojas	6.480	51,67	10,90	1,22	0,56	14,56	0,87	5,61
	Ramillas	1.330	49,36	7,78	1,01	0,44	33,20	0,81	3,96
	Otras	940	50,04	15,49	1,39	1,19	14,15	1,34	6,63
2010	Hojas	3.820	51,61	13,00	1,18	0,72	12,02	0,90	4,72
	Ramillas	3.090	49,97	8,80	0,82	0,44	30,30	0,73	3,86
	Otras	1.545	50,30	15,36	1,39	1,41	15,03	1,32	7,32
2011	Hojas	3.219	51,36	11,71	1,07	0,61	11,69	4,60	4,03
	Ramillas	692	48,99	8,37	0,84	0,51	25,32	8,47	3,18
	Otras	1.334	49,09	15,38	1,35	1,17	11,41	5,34	5,27

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2012	Hojas	3.426	51,40	12,13	1,17	0,65	13,16	2,01	4,59
	Ramillas	1.337	49,52	8,61	0,89	0,45	29,48	3,95	3,62
	Otras	585	49,58	17,63	1,52	1,41	15,53	3,13	5,82
2014	Hojas	4.712	49,84	14,37	0,99	0,46	14,56	0,88	5,15
	Ramillas	1.468							
	Otras	899							
2015	Hojas	2.747	50,37	10,16	1,06	0,56	15,77	0,90	5,53
	Ramillas	1.948							
	Otras	3.519	47,88	11,89	1,01	0,86	9,80	1,15	6,46
2016	Hojas	4.053	48,90	11,79	1,14	0,52	19,31	1,05	5,86
	Ramillas	1.291							
	Otras	1.567	48,24	15,77	0,80	0,26	5,30	1,12	1,48
2017	Hojas	1.918	49,79	11,53	1,02	0,61	17,39	1,22	6,66
	Ramillas	975							
	Otras	438							
2018	Hojas	2.897	49,38	8,60	1,08	0,48	20,01	1,08	6,52
	Ramillas	1.236							
	Otras	1.167							
2019	Hojas	3.348	50,04	10,41	1,22	0,57	18,74	0,98	5,71
	Ramillas	1.154							
	Otras	1.588							
2020	Hojas	1.407			1,01	0,78	17,79	1,03	5,69
	Ramillas	4.135							
	Otras	1.711							
2021	Hojas	2.372			1,57	0,80	19,98	1,26	6,10
	Ramillas	505							
	Otras	1.576							
2022	Hojas	4.844	50,37	10,58	1,55	0,66	19,34	0,89	5,69
	Ramillas	1.067							
	Otras	1.970							
2023	Hojas	2.497	47,22	10,10	1,08	0,54	17,56	1,04	5,94
	Ramillas	725							
	Otras	747							
Media	Hojas	3.395	50,35	11,31	1,13	0,60	16,13	1,53	5,41
	Ramillas	1.448	48,99	8,40	0,85	0,50	29,60	3,79	3,83
	Otras	1.502	48,88	15,26	1,26	1,05	11,98	2,47	5,64

8.2. Análisis Micronutrientes.

TABLA 30b: Resultados medios del análisis de desfonde 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	30,05	125,23	126,83	3,83				
	Ramillas								
	Otras								
2015	Hojas	33,85	134,02	150,19	4,20				
	Ramillas								
	Otras	19,33	55,01	154,60	7,63				

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)
2016	Hojas	30,64	162,93	192,09	4,01				
	Ramillas								
	Otras	18,89	52,46	409,18	12,60				
2017	Hojas	43,05	190,58	157,45	3,84				
	Ramillas								
	Otras								
2018	Hojas	54,30	178,35	213,05	7,51				
	Ramillas								
	Otras								
2019	Hojas	45,09	152,70	178,53	3,59				
	Ramillas								
	Otras								
2020	Hojas	42,40	141,27	210,18	3,85	0,41	0,07	0,51	13,49
	Ramillas								
	Otras								
2021	Hojas	44,46	137,43	341,47	4,81				
	Ramillas								
	Otras								
2022	Hojas	46,58	233,76	291,73	4,25				
	Ramillas								
	Otras								
2023	Hojas	34,45	151,81	150,80	3,53				
	Ramillas								
	Otras								
Media	Hojas	40,49	160,81	201,23	4,34	0,41	0,07	0,51	13,49
	Ramillas								
	Otras	19,11	53,73	281,89	10,11				

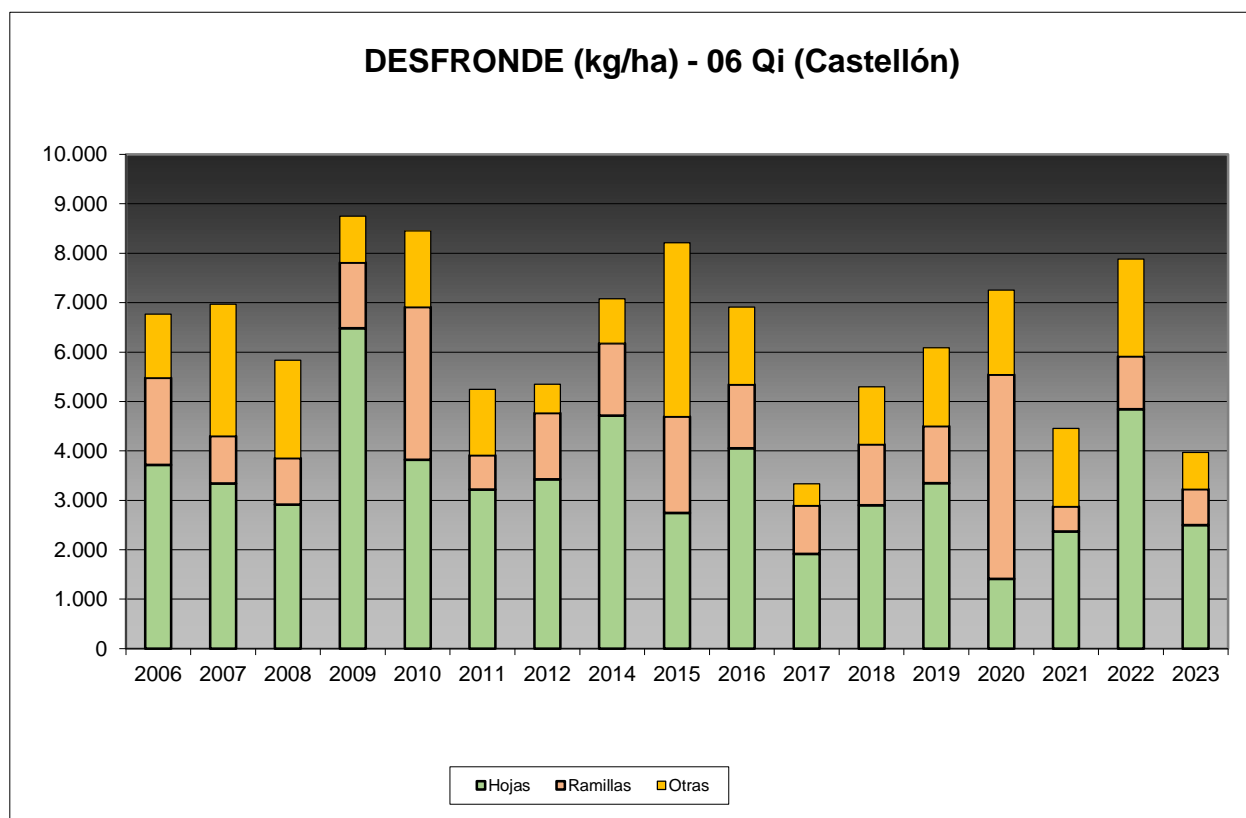


FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Tal como se refleja en el gráfico anterior, los aportes de litterfall al suelo son considerables, pudiéndose superar en algunos años los 8.000 kg/ha, y en ellos tiene una importante contribución las ramillas finas, de menos de 2 cm, que en algún caso pueden verse influenciadas por los fenómenos de dieback tan frecuentes en los encinares mediterráneos y que se mantienen estables durante la presente revisión, mientras se reducen considerablemente los aportes de hojas, frutos, flores,... en uno de los años con menor aporte de la serie, en el entorno de los 4.000 kg/ha. El contenido en C de estos aportes ronda el 50%, lo que indica la capacidad de fijación del CO₂.

9. Fenología.

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

La evaluación fenológica se hace sobre 20 árboles de la parcela, seleccionando de entre aquellos de las clases dominante o codominante y preferentemente con buena visibilidad de copa; siempre desde una

posición fija para evitar sesgos de observación; quincenalmente desde 1999 hasta 2010 y de forma mensual a partir de entonces.

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

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 06Qi, 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)
1999										
2000	20/03/00	03/07/00	105	79	738					
2001	15/06/01	29/10/01	136	165	2016					
2002	29/04/02	17/06/02	49	118	1206					
2003	21/05/03	28/07/03	68	140	1317					
2004										
2005	06/06/05	18/07/05	42	156	1598	23/05/05	20/06/05	28	142	1325
2006	04/05/06	10/07/06	67	123	1151	17/05/06	12/06/06	26	136	1362
2007	15/05/07	14/06/07	30	134	1262	29/05/07	14/06/07	16	148	1482
2008	20/05/08	20/08/08	92	140	1320	18/06/08	30/06/08	12	169	1743
2009	20/05/09	08/07/09	49	139	1164	10/06/09	24/06/09	14	160	1537
2010	26/05/10	16/06/10	21	145	1107	26/05/10	16/06/10	21	145	1107
2011	27/04/11	14/06/11	48	116	964	24/05/11	14/06/11	21	143	1354
2012										
2014	23/06/14	26/07/14	33	174	1926	23/06/14	26/07/14	33	174	1926
2015	23/05/15	26/06/15	34	142	1356	23/05/15	26/06/15	34	142	1356
2016	03/06/16	04/07/16	31	154	1467	03/06/16	04/07/16	31	154	1467
2017	02/06/17	29/06/17	27	152	1336	02/06/17	29/06/17	27	152	1336
2018	01/06/18	24/07/18	53	151	1364	01/06/18	23/06/18	22	151	1364
2019	02/06/19	27/07/19	55	152	1474	02/06/19	22/06/19	20	152	1474
2020	28/04/20	25/06/20	58	118	1044	26/05/20	25/06/20	30	146	1489
2021	28/05/21	24/07/21	57	147	1275	28/05/21	27/06/21	30	147	1275
2022	26/05/22	02/07/22	37	145	1354	26/05/22	02/07/22	37	145	1354
2023	29/06/23	26/07/23	27	179	2082	29/06/23	26/07/23	27	179	2082
2024	30/07/24	23/08/24	24	211	2871	30/09/24	31/10/24	31	273	4116
Media			52	145	1427			26	159	1619

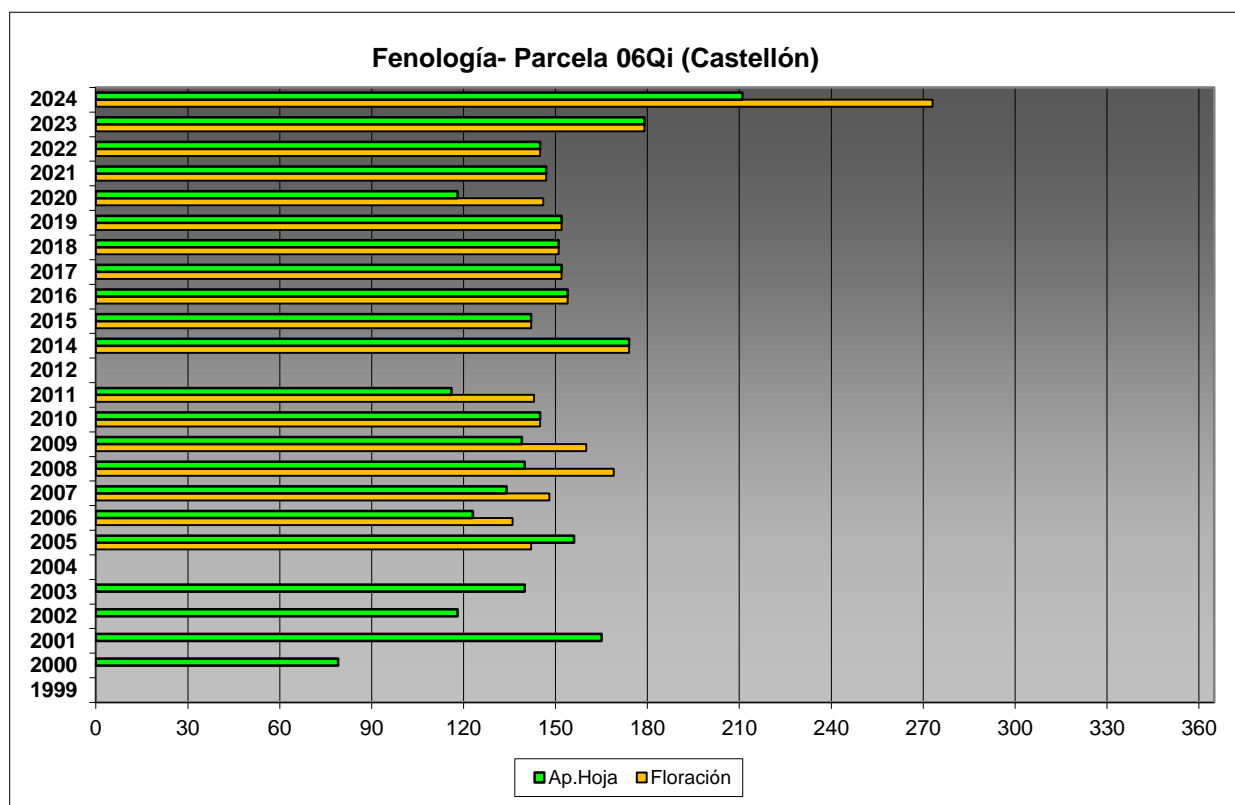


FIG 28: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración es posterior o simultánea a la salida de la hoja y la actividad vegetativa se concentra en los meses de abril-mayo, con un comportamiento muy estable a lo largo de los últimos años, apareciendo ambas estructuras formadas hacia finales de mayo, tendencia que se ha roto en algunas revisiones, con un retraso de un mes, y particularmente durante el último año, en que la brotación no se observó hasta finales de julio y la floración se retrasó hasta finales de septiembre debido presumiblemente a la falta de agua, con apenas 125 mm caídos entre el periodo vegetativo de abril a junio, unido a las elevadas temperaturas estivales.



FIG 29: Aparición hoja nueva e inicio de amentos (abril)

10. Cintas diamétricas.

Como se ha indicado anteriormente, las parcelas van dotadas de dendrómetros en continuo, 15 en 2010, de los que se ha tomado la medida mensualmente en 2011 y 2014

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 (%)
2011	0,15	0,71	0,15	0,83
2014	0,04	0,17	0,04	0,05
2015	0,21	0,97	0,21	0,89
2016	0,12	0,55	0,12	0,53
2017	0,08	0,37	0,08	0,11
2018	0,24	1,03	0,24	0,96
2019	0,07	0,33	0,07	0,10
2020	0,21	0,91	0,21	0,84
2021	0,12	0,54	0,12	0,44
2022	0,17	0,75	0,17	0,62
2023	0,13	0,56	0,13	0,26
2024	0,16	0,69	0,16	0,23
Media	0,14	0,63	0,14	0,49

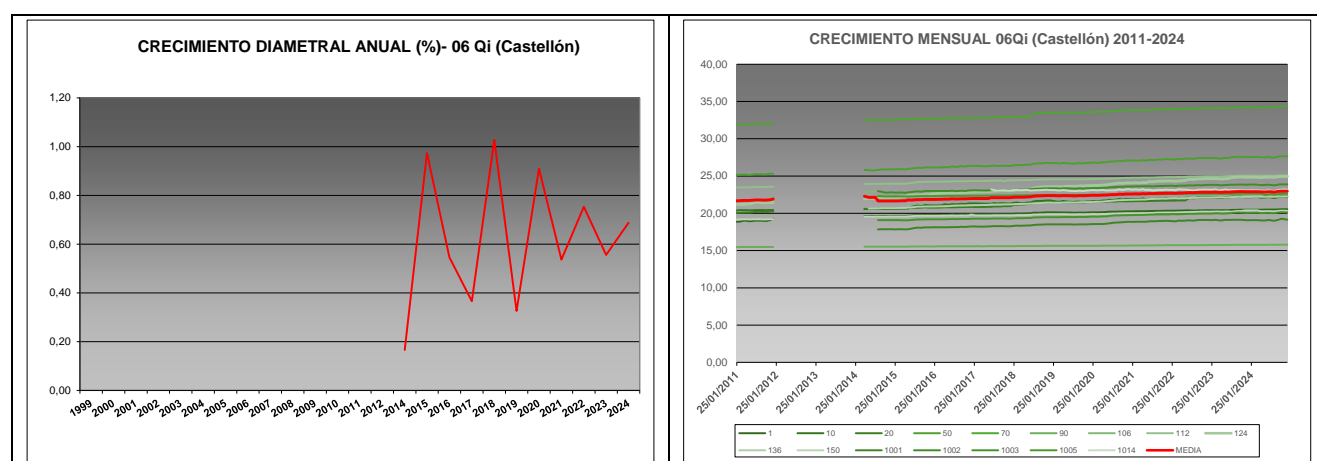


FIG 30: Crecimiento diametral anual y porcentaje sobre el inicio. Crecimientos mensuales dendrómetros y media parcela

En la presente revisión se advierte un incremento del crecimiento porcentual medio de la parcela en torno al 0,69%, en un comportamiento general en forma de diente de sierra que se mantiene a lo largo de toda la serie.

11. Meteorología.

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

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)	
2000	521	14,1	33,1	-2,3	19,7	9,0	189,5	32,1	3,5	15,7
2001	541	11,7	31,1	-6,4	16,6	7,1	144,8	53,3	1,8	15,0
2002	894	14,4	33,6	0,7	19,4	9,7	163,6	49,7	3,2	16,6
2003	508	14,4	33,6	0,7	19,4	9,7	163,6	49,7	3,2	16,6
2004	708	14,4	37,2	-2,5	19,5	9,7	180,6		3,5	16,9
2005	507	13,9	37,4	-6,8	19,2	9,0	183,7		3,4	17,5
2006	624	14,2	33,6	-3,7	19,8	9,2		72,4	3,1	16,6
2007	892	12,9	35,5	-6,6	18,7	7,7	178,5	64,2	3,5	
2008	736	12,4	31,6	-3,1	18,1	7,4	168,4	68,0	3,0	28,0
2009	409	13,2	36,2	-6,7	19,5	7,6	179,8	63,3	3,1	32,4
2010	602	12,0	37,0	-5,5	18,0	6,8	176,2	63,5	3,1	18,2
2011	653	13,2	34,1	-6,3	19,5	7,8	173,7	66,4	2,8	29,9
2012	260									
2014	713	13,1	32,8	-4,1	19,2	7,8	168,1	64,7	2,8	30,7
2015	738	13,6	38,0	-5,0	20,0	8,0	175,8	63,4	3,0	20,1
2016	572	13,3	35,2	-3,6	19,0	8,1	176,1	65,0	2,8	13,8
2017	384	13,7	34,5	-5,4	19,1	8,6	120,4	61,1	3,7	12,1
2018	976	13,2	32,9	-5,2	18,7	8,1		65,9	3,0	14,1
2019	342	13,5	38,0	-2,9	20,2	7,3	194,2	60,3	3,1	29,8
2020	1046	13,4	34,4	-4,0	18,0	8,8			6,5	29,7
2021	552	12,7	35,3	-4,8	18,3	7,7	174,6	69,1	4,4	34,4
2022	956	14,1	36,5	-4,5	20,8	8,5	171,6	66,0	2,9	24,6
2023	475	14,1	39,0	-4,9	21,0	8,3		62,3	3,3	26,8
2024	910	13,9	36,1	-3,9	19,8	8,7	175,9	68,2	3,5	34,4
Media	647	13,5	35,1	-4,2	19,2	8,3	171,5	61,4	3,3	22,4

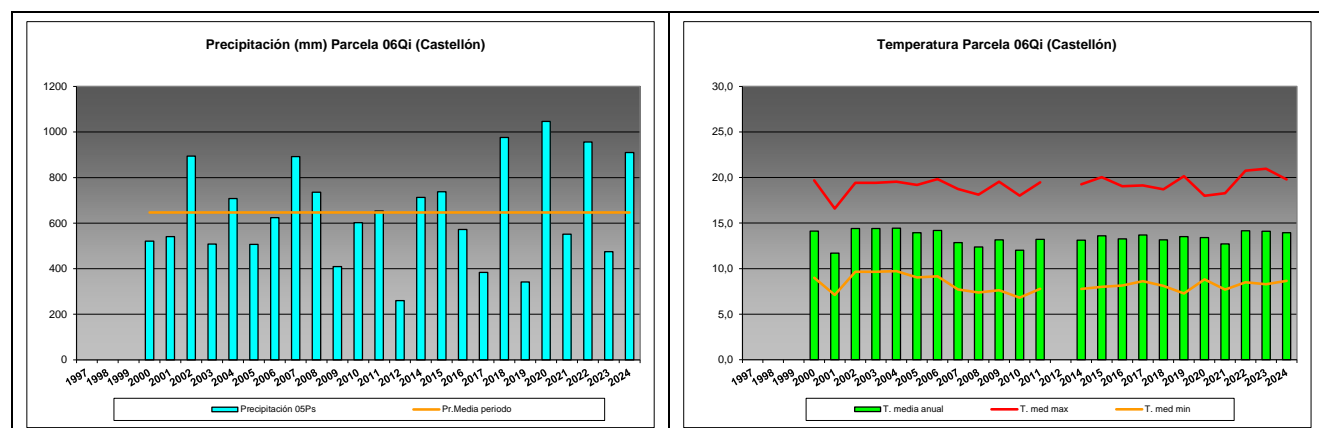


FIG 31: Principales variables meteorológicas.

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

TABLA 34: Parámetros de estrés meteorológico. DT: número de días con una temperatura máxima del aire superior a 30°C. DH: número de días con una temperatura máxima del aire inferior a 0°C. PMAX5: precipitación máxima acumulada a lo largo de 5 días durante el invierno (1 de enero a 28 de febrero y 1 de octubre a 31 de diciembre). PPES: días con una precipitación de más de 20 mm durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto). NOPREC: número de días seguidos sin precipitación durante el periodo vegetativo (1 de mayo a 31 de agosto).

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	Días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2000	17	0					
2001	2	1					
2002	7	0					
2003							
2004	24	0	58,6	09/12 a 13/12	2	15	20/06 a 04/07
2005	33	0	178,8	10/11 a 14/11	2	20	05/07 a 24/07
2006	24	0	130,1	07/01 a 11/01	1	16	01/08 a 16/08
2007	9	1	104,8	18/12 a 22/12	0	21	30/06 a 20/07
2008	8	0	59,9	29/10 a 02/11	5	12	14/06 a 25/06
2009	25	1	12,0	22/12 a 26/12	0	27	10/07 a 06/08
2010	22	2	57,6	09/10 a 13/10	1	13	15/05 a 27/05
2011	18	0	179,9	19/11 a 23/11	2	12	17/08 a 28/08
2012							
2013							
2014	9	0	204,7	25/11 a 29/11	4	11	07/07 a 17/07
2015	30	0	145,1	30/10 a 03/11	2	31	17/06 a 17/07
2016	27	0	78,4	15/12 a 19/12	2	26	09/07 a 03/08
2017	19	0	123,6	20/01 a 24/01	2	16	21/06 a 06/07
2018	16	0	196,0	18/10 a 22/10	4	17	11/06 a 27/06
2019	34	0	58,2	03/12 a 07/12	1	26	26/05 a 20/06
2020	17	1	176,6	19/01 a 23/01	2	12	10/07 a 21/07
2021	20	5	55,4	21/11 a 25/11	3	13	24/06 a 06/07
2022	53	0	153,1	11/11 a 15/11	2	20	04/05 a 13/05
2023	25	0	36,0	06/02 a 10/02	6	28	28/07 a 24/08
2024	43	0	330,2	27/10 a 31/10	2	19	14/07 a 01/08

12. Índice de Área Foliar.

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

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

TABLA 35: Índice de Area Foliar (LAI) por punto de observación y año

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Media
S-01	1,63	1,14	1,62	2,00	1,53	1,45	1,31	1,29	1,94	1,47	1,20	1,51
S-02	1,64	1,25	1,60	1,39	1,34	1,34	1,62	1,41	2,00	1,92	1,50	1,55
S-03	1,66	1,22	1,33	1,38	1,18	1,06	1,30	1,20	1,87	1,42	1,08	1,34
S-04	1,63	1,18	1,28	1,43	1,14	1,08	1,37	1,17	1,86	1,52	1,24	1,35
S-05	1,84	1,23	1,65	1,43	1,48	1,38	1,43	1,37	1,70	1,65	1,46	1,51
S-06	1,71	1,14	1,35	1,35	1,19	1,32	1,35	1,31	1,88	1,58	1,34	1,41
S-07	1,58	1,14	1,25	1,46	1,08	1,06	1,33	1,21	1,76	1,48	1,30	1,33
S-08	1,69	1,10	1,33	1,78	1,25	1,15	1,44	1,28	1,99	1,76	1,32	1,46
S-09	1,92	1,23	1,58	1,65	1,30	1,05	1,54	1,45	1,67	1,69	1,40	1,50
S-10	1,88	1,27	1,51	1,70	1,24	1,14	1,35	1,65	2,12	1,81	1,56	1,57
S-11	1,97	1,26	1,53	1,66	1,30	1,19	1,24	1,44	1,72	1,73	1,43	1,50
S-12	1,97	1,24	1,46	1,75	1,15	1,13	1,70	1,48	1,53	1,55	1,26	1,47
S-13	1,89	1,17	1,48	1,64	1,16	1,13	1,32	1,39	1,35	1,52	1,33	1,40
S-14	2,18	1,24	1,57	1,74	1,16	1,06	1,59	1,65	1,64	1,74	1,50	1,55
S-15	1,90	1,20	1,52	1,80	1,16	1,04	1,64	1,61	1,64	1,88	1,40	1,53
S-16	1,87	1,38	1,53	1,73	1,13	1,14	1,31	1,31	1,53	1,50	1,29	1,43
Media	1,81	1,21	1,47	1,62	1,24	1,17	1,43	1,39	1,76	1,64	1,35	1,46

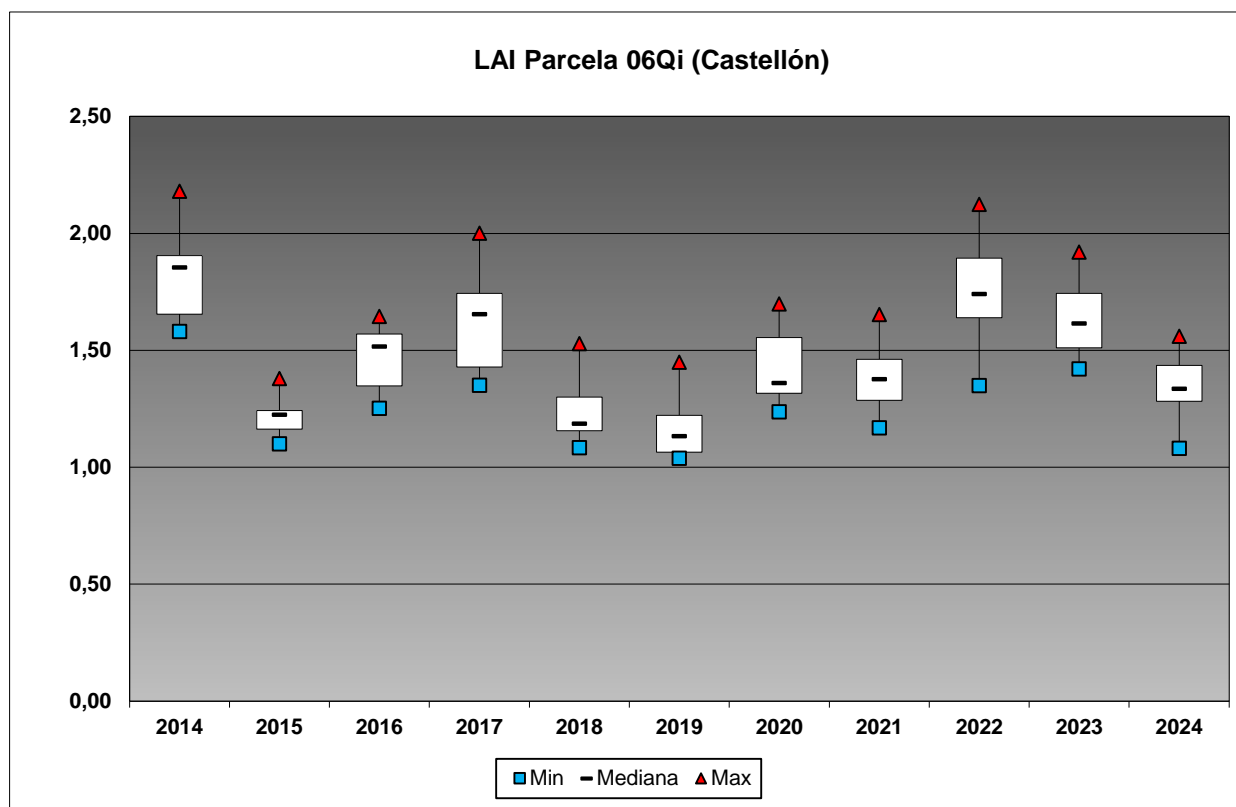


FIG 32: Diagrama de cajas LAI anual

















INDICE DE AREA FOLIAR - 2024			
			
Fotografía S-01	Fotografía S-02	Fotografía S-03	Fotografía S-04
			
Fotografía S-05	Fotografía S-06	Fotografía S-07	Fotografía S-08
			
Fotografía S-09	Fotografía S-10	Fotografía S-11	Fotografía S-12
			
Fotografía S-13	Fotografía S-14	Fotografía S-15	Fotografía S-16

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