

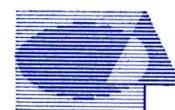


**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y
CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES**

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2016**

PARCELA 26 Qi (JAEN)

**20
16**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

**DIRECCIÓN GENERAL DE DESARROLLO RURAL Y POLÍTICA FORESTAL
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICA FORESTAL
ÁREA DE INVENTARIO Y ESTADÍSTICAS FORESTALES**

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	2
2.3. Vegetación	7
2.4. Caracterización forestal y dasométrica	8
3. Estado fitosanitario de la parcela	9
3.1. Defoliación y decoloración	9
3.2. Daños forestales	11
4. Instrumentación	21
5. Deposición atmosférica	23
5.1. pH	25
5.2. Conductividad	26
5.3. Potasio	27
5.4. Calcio	28
5.5. Magnesio	29
5.6. Sodio	30
5.7. Amonio	31
5.8. Cloro	32
5.9. Nitratos	33
5.10. Sulfatos	34
5.11. Interpretación de resultados	35
6. Calidad del aire. Inmisión	36
7. Análisis foliar	37
7.1. Macronutrientes	37
7.2. Micronutrientes	40
7.3. Interpretación de resultados	42
8. Desfronde	43
9. Fenología	44
10. Cintas diamétricas	47
11. Meteorología.....	48

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Características de la parcela.
TABLA 2: Datos meteorológicos parcela.
TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009
TABLA 4: Características dasométricas
TABLA 5: Distribución de agentes dañinos en la parcela
TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela
TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados
TABLA 8: Equipos de medición instalados
TABLA 9: Parámetros descriptores de la deposición atmosférica
TABLA 10: Caracterización pH
TABLA 11: Caracterización conductividad
TABLA 12: Caracterización potasio
TABLA 13: Caracterización calcio
TABLA 14: Caracterización magnesio
TABLA 15: Caracterización sodio
TABLA 16: Caracterización amonio
TABLA 17: Caracterización cloro
TABLA 18: Caracterización nitratos
TABLA 19: Caracterización sulfatos
TABLA 20: Valores de referencia inmisión atmosférica
TABLA 21: Inmisión atmosférica

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

TABLA 23: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes

TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 25: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 26: Valor medio dendrómetros

TABLA 27: Valores medios meteorológicos

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela

FIG 2: Climodiagrama de la parcela

FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela

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

FIG 5: Tipos de defoliación

FIG 6: Daños forestales

FIG 7: Instrumentación

FIG 8: Variación temporal de pH

FIG 9: Variación temporal de conductividad

FIG 10: Variación temporal de potasio

FIG 11: Variación temporal de calcio

FIG 12: Variación temporal de magnesio

FIG 13: Variación temporal de sodio

FIG 14: Variación temporal de amonio

FIG 15: Variación temporal de cloro

FIG 16: Variación temporal de nitratos

FIG 17: Variación temporal de sulfatos

FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 19: Evolución de macronutrientes

FIG 20: Evolución de micronutrientes

FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 22: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 23: Fases fenológicas

FIG 24: Crecimiento diametral anual

FIG 25: Principales variables meteorológicas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el encinar de *Quercus ilex* del sector Mariánico-Monchiquense de la provincia Luso-Extremadurensis (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
26 Qi	<i>Quercus ilex</i>	Jaén	Andújar	07/09/1994	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+38°11'00"	-04°05'00"	405.000	4.228.000	610	10	Oeste	Fuencubierta

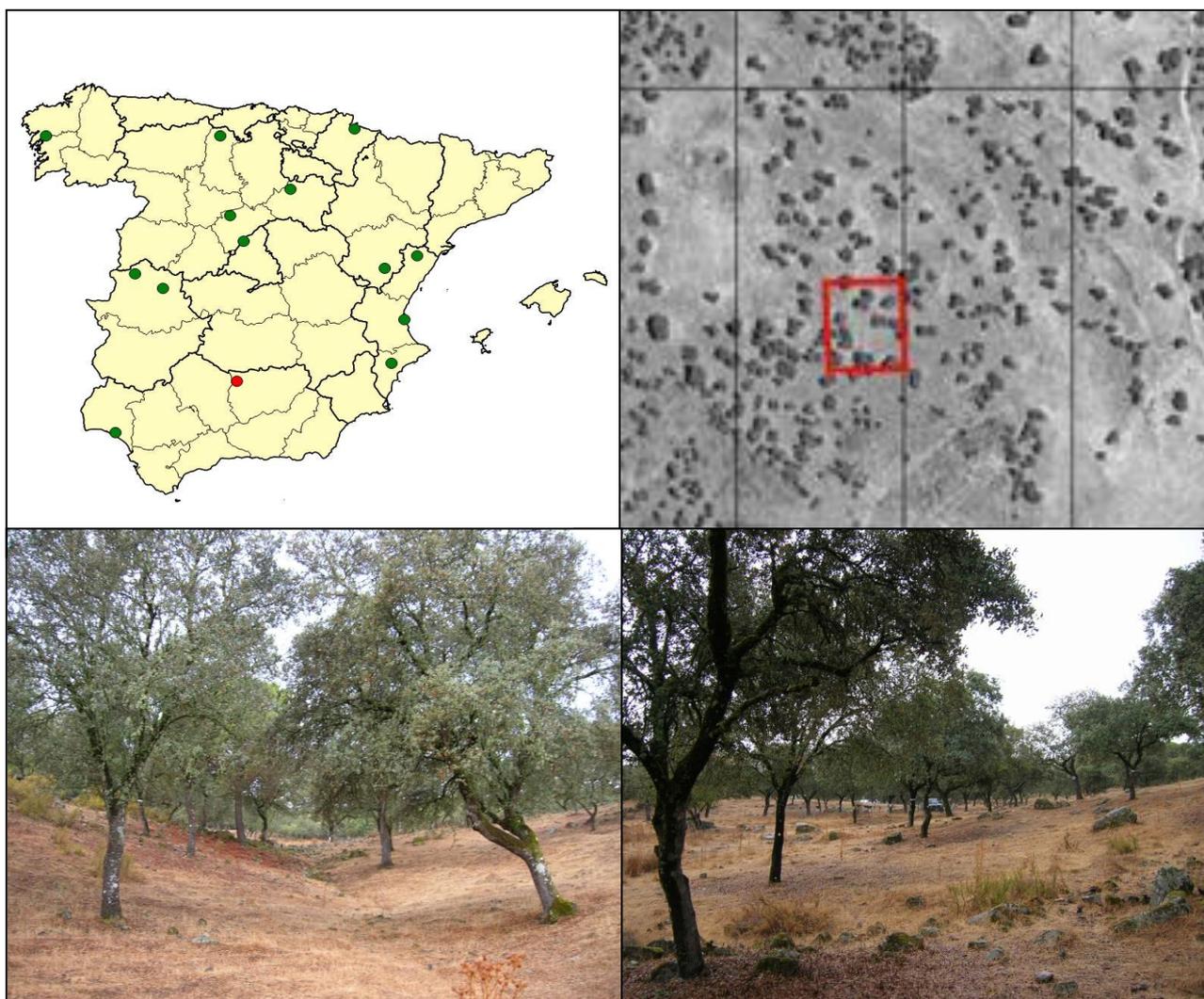


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 26Qi

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)	7,1	8,4	10,8	13,7	17,7	22,2	26,4	25,8	22,2	16,5	10,9	7,2	15,7
P(mm)	84	88	83	60	53	26	4	6	28	68	71	93	665
T. Media Máximas Mes más Cálido							34,5						
2,7	T. Media Mínimas Mes más Frío												

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

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

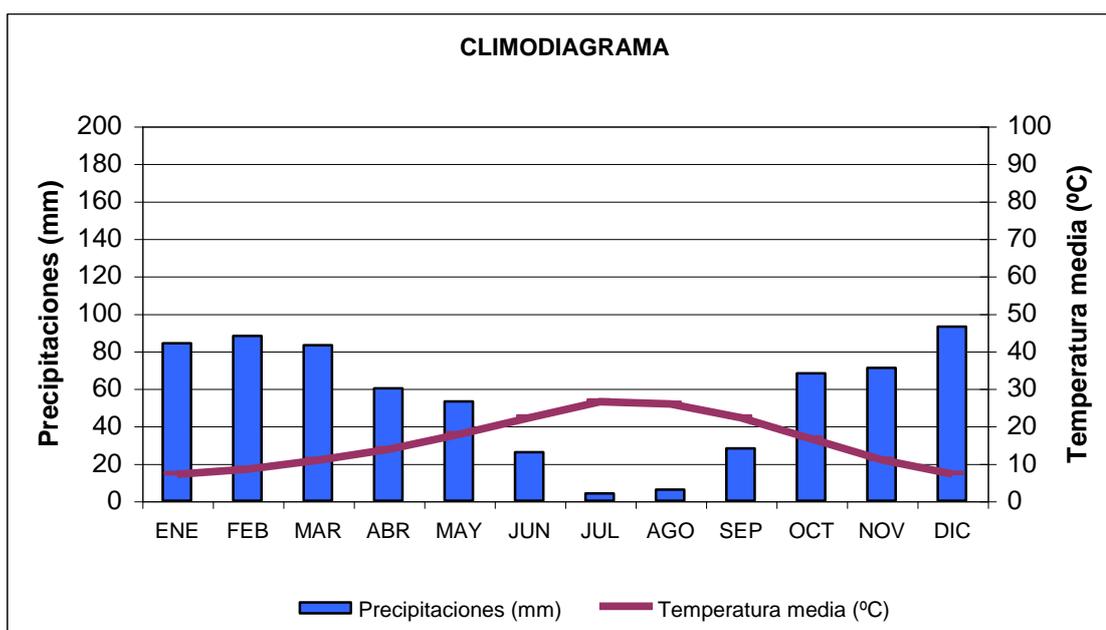


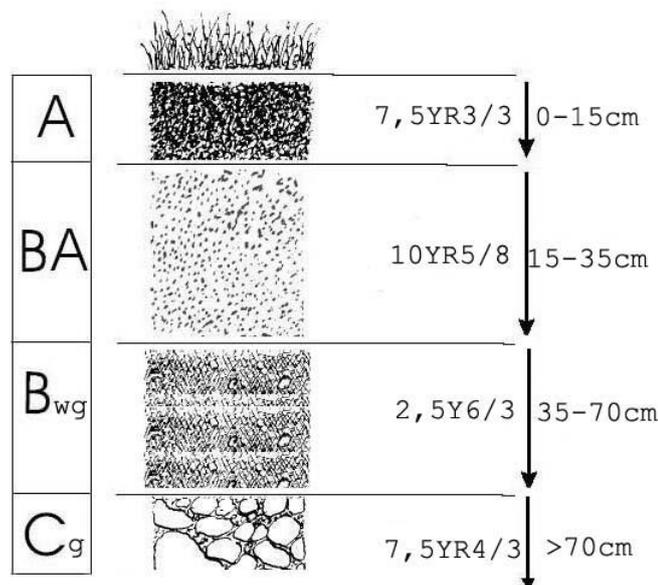
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

Litología: *granito*.

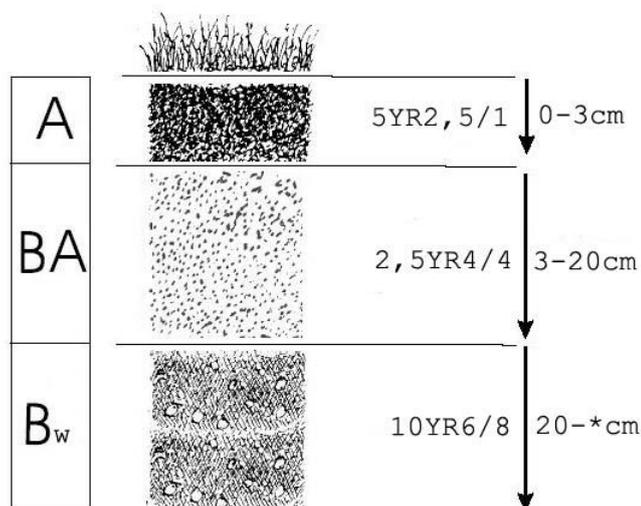
Edafología: *Dystric Cambisol / Gleyc Cambisol / Dystric leptosol / Umbric gleysol*.

Dystric Cambisol: En este suelo existe una capa freática temporal. La parte activa del suelo está limitada a los 35 cm superficiales, donde hay una buena incorporación de materia orgánica e importante actividad de la fauna edáfica. Por debajo la capa freática y el carácter masivo limitan el desarrollo radicular.



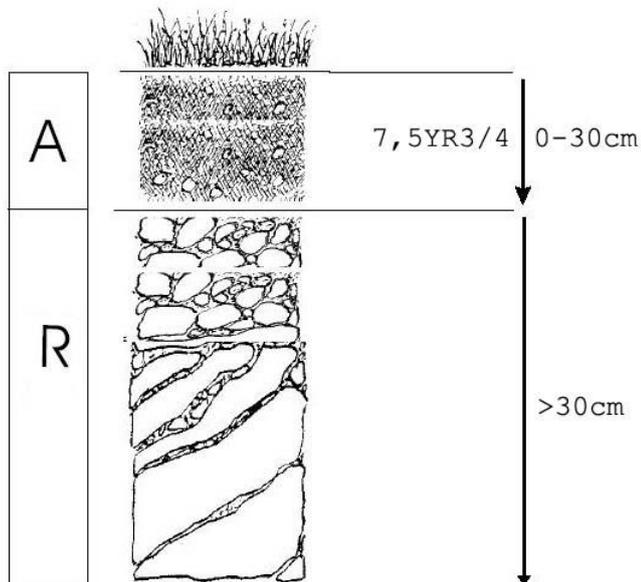
Horizonte	Esesor (cm)	Descripción
A	0-15	Pardo oscuro (7.5 YR 3/3) en húmedo; areno-arcilloso; estructura grumosa, mediana, moderada; muy friable en húmedo; muy poroso; frecuentes raíces, muy finas; fuerte actividad de la fauna (lombrices); límite neto y ligeramente ondulado.
BA	15-35	Pardo amarillento (10 YR 5/8) en húmedo; areno-arcilloso; estructura masiva, poliédrica angular, gruesa, débil; muy friable en húmedo; muy poroso; buena actividad de la fauna (lombrices); límite difuso y plano.
B _{wg}	35-70	Pardo amarillento claro (2.5 Y 6/3) en húmedo, 1% de manchas de hierro pardo-rojizas, poco destacadas, (0.5 cm); estructura masiva; muy friable en húmedo; abundantes poros muy finos; pocas raíces, muy finas; no se observa actividad de la fauna.
C _g	70	Pardo (7.5 YR 4/3) en húmedo; granito de grano fino, arenizado, con vetas grises de hidromorfismo.

Gleye Cambisol: Presenta un nivel freático muy superficial de una capa freática temporal.



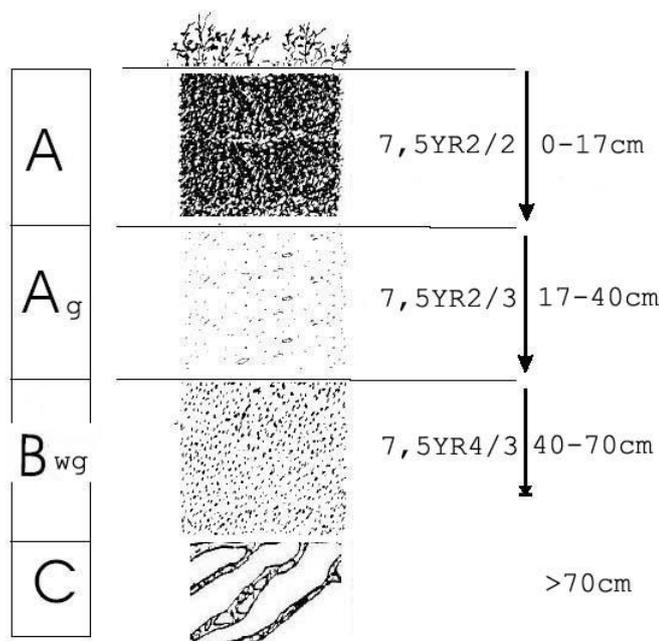
Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-23	Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; arenoso; estructura grumosa, muy fina, moderada; algunas gravas redondeadas de granito; muy friable en húmedo; muy poroso; poca-frecuentes raíces de todos los tamaños; abundante actividad de la fauna; límite gradual y plano.
B _{wg1}	23-50	Rojo débil (2.5 Y 6/3) en húmedo; 7% de pequeñas manchas poco contrastadas,(7.5 YR 5/8); arenoso; estructura masiva; muy friable en húmedo; muchos poros, muy finos; límite gradual y plano.
B _{wg2}	50-90	Rojo débil (2.5 YR 6/2) en húmedo; 50% de grandes manchas (1-2 cm), moderadamente contrastadas, amarillo rojizo (7.5 YR 5.5/8); arenoso; estructura masiva; muy friable en húmedo; muy pocas raíces, gruesas; muy poroso; límite neto y irregular.
C _g	90	Granito arenizado con segregación de Fe por alteración de las biotitas.

Dystric leptosol: Es un perfil con mínimo desarrollo y reducido espesor, representa una de las zonas donde la roca, debido a su límite superior irregular, está muy cerca de la superficie.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-30	Pardo oscuro (7.5 YR 3/4) en húmedo; arenosa; estructura grumosa, muy fina, moderada; muy friable en húmedo; muy poroso; pocas raíces, muy finas; moderada actividad de la fauna (lombrices); límite brusco e irregular.
R	30	Granito de grano grueso.

Umbric gleysol: El perfil representa los suelos de la nava, con pendiente muy reducida y capa freática temporal. El conjunto de características favorables derivadas de la riqueza en materia orgánica, buena estructura y buena actividad de la fauna, a lo que se suma la topografía llana, determinan que sea el suelo más productivo de la parcela.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-17	Pardo muy oscuro (7.5 YR 2/2) en húmedo; arenosa; estructura grumosa, fina, moderada; muy friable en húmedo; muy poroso; poca-frecuentes raíces finas; fuerte actividad de la fauna (hormigas); límite neto y plano.
A _g	17-40	Pardo muy oscuro (7.5 YR 2/3) en húmedo; 5% de manchas medianas (1cm) de herrumbre, pardo rojizas; arenoso; estructura poliédrica angular, media, débil; muy friable en húmedo; muy poroso; poca- frecuentes raíces finas; fuerte actividad de la fauna; límite gradual y plano.
B _{wg}	40-70	Pardo (7.5 YR 4/3) en húmedo; 20% de manchas de herrumbre, pardo oscuras, poco destacadas; arenoso; estructura poliédrica angular, media, débil; muy friable en húmedo; poca-frecuentes raíces medianas; muy poroso; 10% de nódulos rojizos cementados (0.5 cm); límite brusco e irregular.
R	70	Granito de grano grueso.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Parcela situada en ladera de suave pendiente, cruzada por un barranquete que deja derrubios finos en su parte inferior, en los que se asienta una pequeña población de juncos. El vuelo corresponde a un encinar adehesado, con un estrato arbustivo muy poco desarrollado y recomido, con un tapiz herbáceo con predominio de terófitos. En su interior hay roquedos que sirven de refugio a algunas especies vegetales más umbrófilas.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	25,0	<i>Juncus bufonius</i> L.	+
<i>Quercus ilex</i> L.	25,0	<i>Lavandula stoechas</i> L.	0,5
ESTRATO ARBUSTIVO	0,8	<i>Legousia castellana</i> (Lange) Samp.	+
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	0,8	<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	45,0	<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ.	+
<i>Agrostis castellana</i> Boiss. & Reuter	0,4	<i>Lotus parviflorus</i> Desf.	+
<i>Agrostis pourretii</i> Willd.	+	<i>Melica ciliata</i> L.	+
<i>Anagallis arvensis</i> L.	+	<i>Moehringia pentandra</i> Gay	+
<i>Andryala integrifolia</i> L.	+	<i>Olea europaea</i> L.	+
<i>Arrhenatherum album</i> (Vahl) W.D. Clayton	+	<i>Ornithopus compressus</i> L.	+
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	+	<i>Orobanche</i> sp.	+
<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	0,2	<i>Petrorhagia nanteuilii</i> (Burnat) P.W. Ball	+
<i>Asterolinon linum-stellatum</i> (L.) Duby	+	<i>Pinus pinea</i> L.	+
<i>Astragalus</i> sp.	+	<i>Plantago bellardii</i> All.	+
<i>Avena barbata</i> Pott ex Link	+	<i>Plantago lanceolata</i> L.	+
<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	+	<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L.	+
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	+	<i>Pyrus bourgaeana</i> Decne	+
<i>Brassica barrelieri</i> (L.) Janka	+	<i>Quercus ilex</i> L.	1,0
<i>Briza maxima</i> L.	+	<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	0,5
<i>Briza minor</i> L.	+	<i>Rumex acetosella</i> L.	0,2
<i>Bromus diandrus</i> Roth	+	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.	+
<i>Bromus hordeaceus</i> L.	+	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	+
<i>Bromus madritensis</i> L.	+	<i>Senecio jacobaea</i> L.	+
<i>Bromus rigidus</i> Roth	+	<i>Sherardia arvensis</i> L.	+
<i>Bromus sterilis</i> L.	+	<i>Silene gallica</i> L.	+
<i>Calendula arvensis</i> L.	+	<i>Silene scabriflora</i> Brot.	+
<i>Campanula lusitanica</i> L.	+	<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) Scop.	+
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus	+	<i>Sonchus asper</i> (L.) Hill	+
<i>Cardamine hirsuta</i> L.	+	<i>Spergularia purpurea</i> (Pers.) G. Don fil.	+
<i>Carduus tenuiflorus</i> Curtis	+	<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevski	+
<i>Carlina corymbosa</i> L.	+	<i>Tamus communis</i> L.	+
<i>Centaurea melitensis</i> L.	+	<i>Thymus mastichina</i> L.	0,5
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	+	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertner	+
<i>Cerastium pumilum</i> Curtis	+	<i>Torilis arvensis</i> (Hudson) Link	+
<i>Conopodium</i> sp.	+	<i>Torilis nodosa</i> (L.) Gaertner	+
<i>Corynephorus fasciculatus</i> Boiss. & Reut	+	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	+
<i>Crucianella angustifolia</i> L.	+	<i>Trifolium arvense</i> L.	+
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	+	<i>Trifolium bocconeii</i> Savi	+
<i>Dactylis glomerata</i> L.	+	<i>Trifolium campestre</i> Schreber	+
<i>Echium plantagineum</i> L.	+	<i>Trifolium cherleri</i> L.	+
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.	+	<i>Trifolium glomeratum</i> L.	+
<i>Erodium moschatum</i> (L.) L'Hér.	+	<i>Trifolium stellatum</i> L.	+
<i>Filago micropodioides</i> Lange	+	<i>Trifolium striatum</i> L.	+

	Cob		Cob
<i>Filago pyramidata</i> L.	+	<i>Trifolium subterraneum</i> L.	+
<i>Galium parisiense</i> L.	+	<i>Trifolium tomentosum</i> L.	+
<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv.	0,8	<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker	+
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	+	<i>Urospermum picroides</i> (L.) Scop.	+
<i>Hedynois cretica</i> (L.) Dum.-Courset	+	<i>Vicia angustifolia</i> L.	+
<i>Herniaria lusitanica</i> Chaudhri	+	<i>Viola arvensis</i> Murray	+
<i>Holcus setigulumis</i> Boiss. & Reuter	0,4	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	+
<i>Hordeum murinum</i> L.	+	<i>Tuberaria guttata</i> (L.) Fourr.	+
<i>Hypochoeris glabra</i> L.	+	<i>Xolantha plantaginea</i>	+
<i>Hypochoeris radicata</i> L.	+		

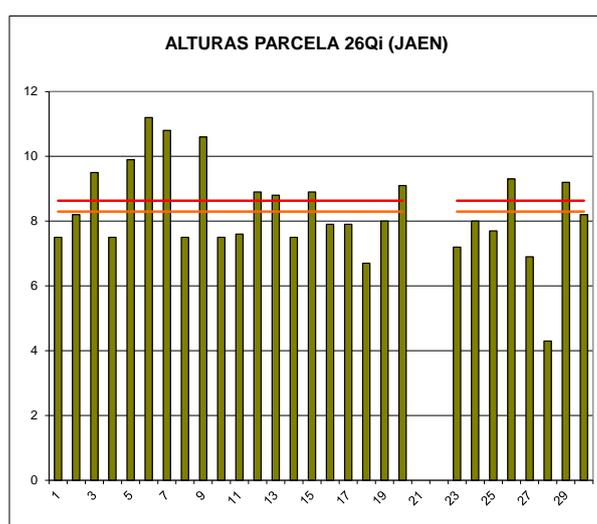
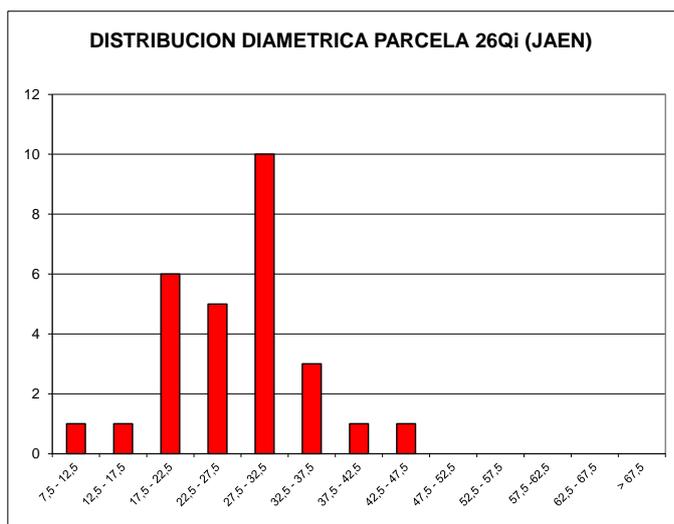
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 24 c, Serie mesomediterránea luso-extremadurensis seco-subhúmeda silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*). *Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae sigmetum*.

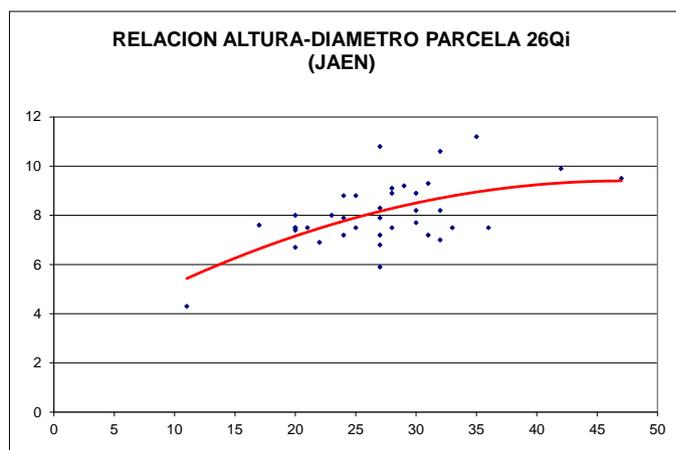
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

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

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

Parcela	Area ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad años	D med (cm)	AB m ² /ha	D m c cm	Alt m m	Alt do m	Exist m ³ cc
26 Qi	0,2500	28	112	28	0	2	41-60	27,54	7,16	28,53	8,30	8,63	3,81





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5	1	4	5,21	52,12	0,02	0,08
12,5 - 17,5	1	4	6,26	41,76	0,05	0,20
17,5 - 22,5	6	24	7,17	35,84	0,42	1,67
22,5 - 27,5	5	20	7,92	31,68	0,54	2,14
27,5 - 32,5	10	40	8,52	28,41	1,52	6,07
32,5 - 37,5	3	12	8,97	25,64	0,61	2,43
37,5 - 42,5	1	4	9,28	23,19	0,30	1,21
42,5 - 47,5	1	4	9,43	20,95	0,36	1,45
47,5 - 52,5						
52,5 - 57,5						
57,5 - 62,5						
62,5 - 67,5						
> 62,5						
TOTAL	28	112			3,81	15,25

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

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un estado mediocre, con una defoliación media del 27,68%, dentro por tanto de la escala de daños moderados, categoría en la que se han calificado casi la mitad de los pies, en lo que supone un marcado empeoramiento con respecto a la anterior revisión volviendo a la situación de 2014, al aumentar el parámetro en ocho puntos porcentuales, superando por tanto del umbral de cinco que supone una variación significativa en términos estadísticos de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales.

Atendiendo a la serie histórica de datos se advierte un notable empeoramiento del arbolado tras los buenos resultados habidos en la evaluación anterior, y tendiendo de nuevo hacia la situación del año 2014. En el año en curso se apunta sobre todo a la presencia de daños por sequía que explicaría el decaimiento de la masa que se manifiesta sobre todo en *dieback* o muerte de ramillos portantes, que en algún caso llega a afectar a una fracción importante de la ramificación y a la que están ligadas las mayores defoliaciones del arbolado.

Abundando en la idea del empeoramiento del arbolado se ha comportado la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio del estado fitosanitario, presente en cerca de la mitad de las encinas evaluadas.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

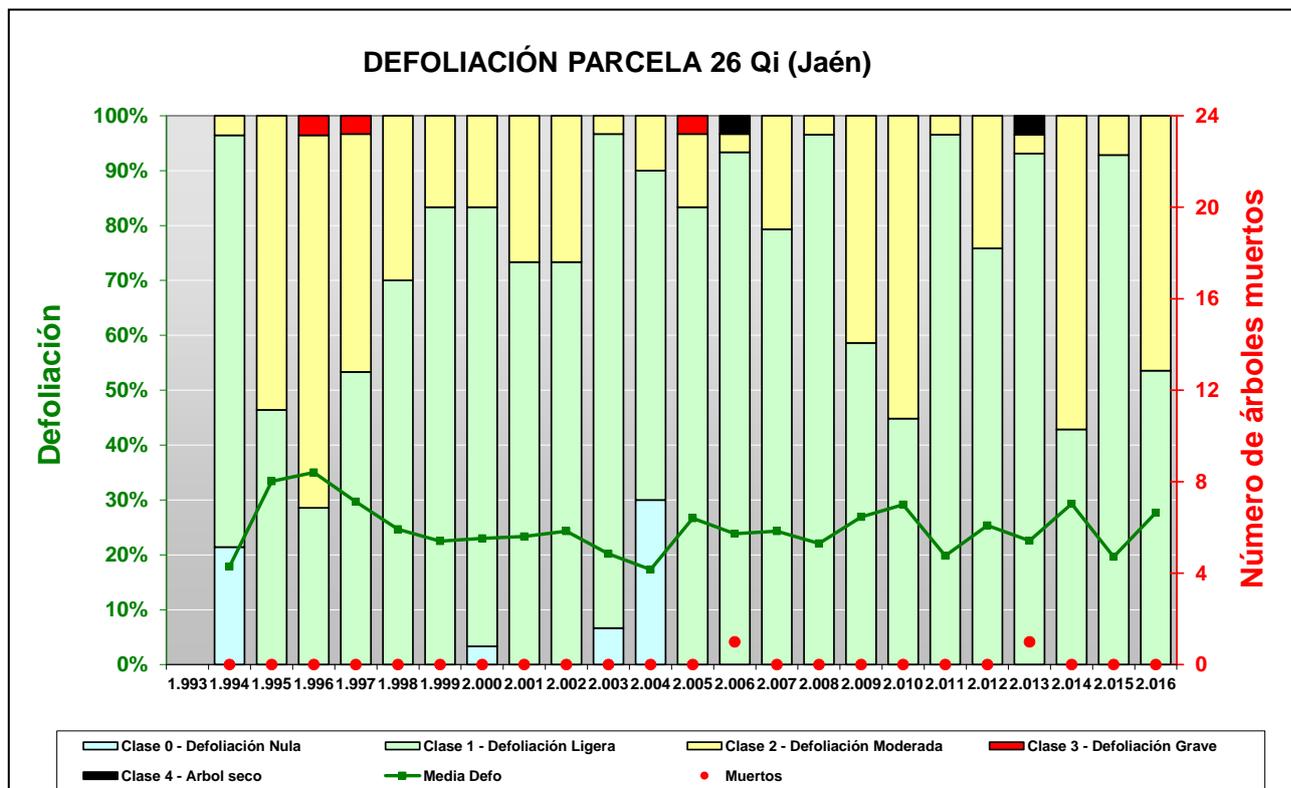


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 20% , 30% y 45%

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
ANIMALES												
Aves	2	1,00	8	7,14	27,50	0,50	-0,18	0,07	31,00	11,00	3,46	2,70
Tronco	2	1,00	8	7,14	27,50	0,50	-0,18	0,07	31,00	11,00	3,46	2,70
INSECTOS												
Defoliadores	20	1,05	80	71,43	26,75	0,30	-0,93	-0,13	27,00	8,19	-0,54	-0,11
Hojas	20	1,05	80	71,43	26,75	0,30	-0,93	-0,13	27,00	8,19	-0,54	-0,11
Perforadores	2	1,00	8	7,14	25,00	0,00	-2,68	-0,43	31,00	8,95	3,46	0,65
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	3,57	20,00	0,00	-7,68	-0,43	20,00	8,00	-7,54	-0,30
Cuello raíz	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60
Form. Agallas	7	1,43	28	25,00	29,29	0,43	1,61	0,00	28,57	8,96	1,04	0,66
<i>Dryomyia lischtensteini</i>	7	1,43	28	25,00	29,29	0,43	1,61	0,00	28,57	8,96	1,04	0,66
Hojas	7	1,43	28	25,00	29,29	0,43	1,61	0,00	28,57	8,96	1,04	0,66
ENFERMEDADES												
Tizón	11	1,00	44	39,29	28,18	0,45	0,50	0,02	32,00	8,72	4,46	0,42
<i>Botryosphaeria stevensii</i>	11	1,00	44	39,29	28,18	0,45	0,50	0,02	32,00	8,72	4,46	0,42
Ramillos <2 cm	11	1,00	44	39,29	28,18	0,45	0,50	0,02	32,00	8,72	4,46	0,42
Hongos pudrición	9	1,44	36	32,14	29,44	0,44	1,76	0,01	26,78	7,51	-0,76	-0,79
Tronco	7	1,43	28	25,00	28,57	0,43	0,89	0,00	26,14	7,50	-1,39	-0,80
Cuello raíz	1	1,00	4	3,57	40,00	1,00	12,32	0,57	27,00	7,90	-0,54	-0,40
Tronco completo	1	2,00	4	3,57	25,00	0,00	-2,68	-0,43	31,00	7,20	3,46	-1,10
Deformaciones	5	1,00	20	17,86	31,00	0,60	3,32	0,17	29,60	9,08	2,06	0,78
<i>Taphrina kruchii</i>	5	1,00	20	17,86	31,00	0,60	3,32	0,17	29,60	9,08	2,06	0,78
Ramillos <2 cm	5	1,00	20	17,86	31,00	0,60	3,32	0,17	29,60	9,08	2,06	0,78
Otros hongos	6	1,00	24	21,43	28,33	0,50	0,65	0,07	26,50	8,15	-1,04	-0,15
<i>Fumaginas</i>	6	1,00	24	21,43	28,33	0,50	0,65	0,07	26,50	8,15	-1,04	-0,15
Hojas	6	1,00	24	21,43	28,33	0,50	0,65	0,07	26,50	8,15	-1,04	-0,15
AG.ABIÓTICOS												
Sequía	17	1,06	68	60,71	27,35	0,47	-0,33	0,04	27,88	8,42	0,35	0,12
Hojas	17	1,06	68	60,71	27,35	0,47	-0,33	0,04	27,88	8,42	0,35	0,12
Viento/Tornado	2	1,00	8	7,14	27,50	0,50	-0,18	0,07	26,00	7,55	-1,54	-0,75
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	7,14	27,50	0,50	-0,18	0,07	26,00	7,55	-1,54	-0,75
ANTRÓPICOS												
Podas	3	1,00	12	10,71	33,33	0,67	5,65	0,24	32,67	8,67	5,13	0,37
Tronco	2	1,00	8	7,14	35,00	1,00	7,32	0,57	28,00	8,05	0,46	-0,25
Cuello raíz	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60
OTROS DAÑOS												
Bacterias	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60
Ramas >10 cm	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Falta luz	5	1,20	20	17,86	23,00	0,20	-4,68	-0,23	23,60	8,72	-3,94	0,42
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	7,14	22,50	0,00	-5,18	-0,43	26,50	8,85	-1,04	0,55
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	3,57	20,00	0,00	-7,68	-0,43	21,00	7,50	-6,54	-0,80
Ramas tam. variable	2	1,50	8	7,14	25,00	0,50	-2,68	0,07	22,00	9,20	-5,54	0,90
<i>Eriophyes ilicis</i>	6	1,00	24	21,43	29,17	0,67	1,49	0,24	28,17	7,68	0,63	-0,61
Hojas	6	1,00	24	21,43	29,17	0,67	1,49	0,24	28,17	7,68	0,63	-0,61
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	24	1,42	96	85,71	27,08	0,42	-0,60	-0,01	27,71	8,25	0,17	-0,04
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	7,14	25,00	0,00	-2,68	-0,43	33,00	8,20	5,46	-0,10
Ramas tam. variable	1	1,00	4	3,57	35,00	1,00	7,32	0,57	24,00	7,90	-3,54	-0,40
Tronco	20	1,30	80	71,43	26,25	0,40	-1,43	-0,03	27,40	8,30	-0,14	0,00
Cuello raíz	1	5,00	4	3,57	40,00	1,00	12,32	0,57	27,00	7,90	-0,54	-0,40

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, y como ya sucediera en anteriores revisiones, destaca en primer lugar la aparición de **defoliadores** tortricidos en buena parte de las encinas evaluadas, observándose las habituales mordeduras irregulares y festoneadas a lo largo del margen foliar junto con alguna esqueletización de crisomélido en la hoja, en la que el insecto se alimenta del parénquima dejando la nerviación intacta; no asociados a un daño forestal de consideración si bien cabe destacar una aparente reducción de la afección con respecto al año anterior, viéndose además la presencia de los típicos refugios sedosos en los brotes del año en encinas circundantes que no hacen sino corroborar la acción de estos insectos.

Se advierte también la presencia de perforaciones en la base de un par de las encinas evaluadas, acompañadas de serrín, lo que sugiere un daño reciente. Se encuentran también ampliamente representados, afectando a cerca de la cuarta parte del arbolado, los agallícolas como *Dryomyia lischtensteini* de quien se ven las habituales agallas en el envés foliar, en un nivel similar al habido en la pasada revisión y que resultan más visibles en las ramas más bajas de las encinas. Se advierte también el incremento de las típicas manchas de erinosis ocasionada por el eriófido *Eriophyes ilicis* (*Aceria ilicis*) con la habitual proliferación de pelos rojizos en el envés debidos a la hipertrofia del tomento foliar.

Al igual que el año pasado, se advierte también la presencia del hongo *Botryosphaeria stevensii* (Anamorfo *Diplodia mutila*), muy frecuente en los encinares españoles y de quien se han visto los habituales atabacamientos de ramillos terminales, que acaban dando lugar a pequeños golpes o glomérulos de hojas muertas salpicadas en posición distal, presentes en cerca del 40% de los pies –en lo que supone una considerable expansión con respecto a la pasada revisión- y aparentemente concentrado en la sección inferior de la ramificación, debidos a la necrosis de los tejidos corticales de la sección afectada junto con la formación de pequeños chancros que terminan por anillar el ramillo afectado. El hongo es termófilo y se ve favorecido por la sequía, lo que contribuiría a ampliar su poder desestabilizador en un efecto sinérgico. Se ha advertido también la presencia de **hongos de pudrición** de distinta naturaleza, afectando sobre todo a la parte baja de los troncos así como en algunas ramillas en un nivel de afección similar al habido en la pasada revisión. Mención aparte cabe hacer de las escobas de bruja causadas por *Taphrina kruchii* y que continúan su lenta pero constante expansión desde el cuadrante norte de la parcela, en un clásico mecanismo de expansión en “mancha de aceite”. No se advierte un daño forestal de importancia asociado, aunque estrictamente la proliferación anómala de brotes y hojas suponga una disminución del aporte de agua y metabolitos hacia las zonas en crecimiento lo que conlleva un debilitamiento de los pies afectados. Se advierte también la presencia de manchas negruzcas en algunas hojas, generalmente de las ramillas más bajas, debidas al conjunto de hongos conocido como **fumaginas**, y que forman parte de la familia *Capnodiaceae* aunque no se han observado los habituales chupadores acompañantes que se alimentan de sus secreciones azucaradas. En alguna encina próxima, aunque no sobre el arbolado muestra, se han observado

podriciones en bellotas debidas a la bacteriosis *Brenneria quercina* que puede llegar a dar daños de importancia sobre el regenerado del vuelo.

En la presente revisión se advierte también la presencia de daños por **sequía**, que afectan a algo más del 60% de la población, con una considerable expansión respecto al año pasado, y que se manifiesta sobre todo en acucharamientos o plegamientos longitudinales de la hoja en una típica estrategia de reducción de superficie foliar encaminada a disminuir las pérdidas de agua por transpiración. Se ha registrado también alguna rotura de ramillos debida a la acción del **viento**, sin mayor importancia.

Los daños por falta de luz son escasos, como corresponde a una masa con una densidad en torno a 100-120 pies/ha, dándose a nivel local en algún árbol que queda bajo otro o a fenómenos de autopoda en la parte baja de algunas copas dentro de lo que se puede considerar normal evolución del encinar y sin significación fitosanitaria clara. Los ejemplares dañados, como es natural tienden a tener dimensiones menores a las del vuelo medio de la parcela.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se advierte algún **puntisecado** de ramillas, junto con alguna **fenda** longitudinal en los troncos, debida quizá a oscilaciones térmicas noche-día.

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	56	1,09	224	100,00	27,68	0,43	0,00	0,00	27,54	8,30	0,00	0,00
Comidos/perdidos	21	1,10	84	75,00	27,38	0,33	-0,30	-0,10	27,00	8,18	-0,54	-0,12
Agujeros/Parc. comidas	20	1,05	80	71,43	26,75	0,30	-0,93	-0,13	27,00	8,19	-0,54	-0,11
Caída prematura	1	2,00	4	3,57	40,00	1,00	12,32	0,57	27,00	7,90	-0,54	-0,40
Dec. Rojo-marrón	2	1,00	8	7,14	27,50	0,50	-0,18	0,07	25,50	7,35	-2,04	-0,95
Completa	1	1,00	4	3,57	30,00	1,00	2,32	0,57	20,00	7,50	-7,54	-0,80
Parcial	1	1,00	4	3,57	25,00	0,00	-2,68	-0,43	31,00	7,20	3,46	-1,10
Microfilia	2	1,00	8	7,14	25,00	0,50	-2,68	0,07	30,50	8,30	2,96	0,00
Deformaciones	19	1,16	76	67,86	27,63	0,42	-0,05	-0,01	28,16	8,77	0,62	0,47
Plegadas	12	1,00	48	42,86	26,67	0,42	-1,01	-0,01	27,92	8,66	0,38	0,36
Agallas	7	1,43	28	25,00	29,29	0,43	1,61	0,00	28,57	8,96	1,04	0,66
Signos insectos	6	1,00	24	21,43	29,17	0,67	1,49	0,24	28,17	7,68	0,63	-0,61
Adultos,larvas,ninfas	6	1,00	24	21,43	29,17	0,67	1,49	0,24	28,17	7,68	0,63	-0,61
Signos hongos	6	1,00	24	21,43	28,33	0,50	0,65	0,07	26,50	8,15	-1,04	-0,15
C.fructificación	6	1,00	24	21,43	28,33	0,50	0,65	0,07	26,50	8,15	-1,04	-0,15
RAMAS/BROTES												
Ramillos <2 cm	23	1,00	92	82,14	27,61	0,39	-0,07	-0,04	30,04	8,63	2,51	0,33
Deformaciones	5	1,00	20	17,86	31,00	0,60	3,32	0,17	29,60	9,08	2,06	0,78
Escobas de bruja	5	1,00	20	17,86	31,00	0,60	3,32	0,17	29,60	9,08	2,06	0,78
Rotura	2	1,00	8	7,14	27,50	0,50	-0,18	0,07	26,00	7,55	-1,54	-0,75
Muerto/moribundo	16	1,00	64	57,14	26,56	0,31	-1,12	-0,12	30,69	8,63	3,15	0,33
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	3,57	20,00	0,00	-7,68	-0,43	21,00	7,50	-6,54	-0,80
Muerto/moribundo	1	1,00	4	3,57	20,00	0,00	-7,68	-0,43	21,00	7,50	-6,54	-0,80
Ramas >10 cm	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Deformaciones	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60
Tumores	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60
Ramas tam. variable	3	1,33	12	10,71	28,33	0,67	0,65	0,24	22,67	8,77	-4,87	0,47
Muerto/moribundo	2	1,50	8	7,14	32,50	1,00	4,82	0,57	20,50	7,75	-7,04	-0,55
Necrosis	1	1,00	4	3,57	20,00	0,00	-7,68	-0,43	27,00	10,80	-0,54	2,50
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco	31	1,29	124	100,00	27,42	0,45	-0,26	0,02	27,39	8,27	-0,15	-0,02
Deformaciones	13	1,31	52	46,43	25,77	0,31	-1,91	-0,12	24,92	8,07	-2,61	-0,23
Otras deformaciones	12	1,33	48	42,86	25,83	0,25	-1,85	-0,18	23,08	7,95	-4,45	-0,35
Fendas longitudinales	1	1,00	4	3,57	25,00	1,00	-2,68	0,57	47,00	9,50	19,46	1,20
Heridas	11	1,18	44	39,29	28,64	0,64	0,96	0,21	31,09	9,01	3,56	0,71
Descortezamientos	3	1,67	12	10,71	25,00	0,33	-2,68	-0,10	38,00	8,07	10,46	-0,23
Grietas	4	1,00	16	14,29	28,75	0,75	1,07	0,32	27,50	9,20	-0,04	0,90
Otras heridas	4	1,00	16	14,29	31,25	0,75	3,57	0,32	29,50	9,53	1,96	1,23
Pudriciones	7	1,43	28	25,00	28,57	0,43	0,89	0,00	26,14	7,50	-1,39	-0,80
Cuello raíz	4	2,00	16	14,29	35,00	0,50	7,32	0,07	34,50	8,90	6,96	0,60
Signos insectos	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60
Perforaciones,serrín	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60
Signos hongos	1	1,00	4	3,57	40,00	1,00	12,32	0,57	27,00	7,90	-0,54	-0,40
C.fructificación	1	1,00	4	3,57	40,00	1,00	12,32	0,57	27,00	7,90	-0,54	-0,40
Heridas	2	3,00	8	7,14	35,00	0,50	7,32	0,07	34,50	8,90	6,96	0,60
Descortezamientos	1	5,00	4	3,57	40,00	1,00	12,32	0,57	27,00	7,90	-0,54	-0,40
Otras heridas	1	1,00	4	3,57	30,00	0,00	2,32	-0,43	42,00	9,90	14,46	1,60
Tronco completo	1	2,00	4	3,57	25,00	0,00	-2,68	-0,43	31,00	7,20	3,46	-1,10
Pudriciones	1	2,00	4	3,57	25,00	0,00	-2,68	-0,43	31,00	7,20	3,46	-1,10

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	Aves		Defoliadores		Perforadores		Form. Agallas		Tizón	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Hojas	56			20	100,00			7	100,00		
Comidos/perdidos	21			20	100,00						
Agujeros/Parc. comidas	20			20	100,00						
Caída prematura	1										
Dec. Rojo-marrón	2										
Completa	1										
Parcial	1										
Microfilia	2										
Deformaciones	19							7	100,00		
Plegadas	12										
Agallas	7							7	100,00		
Signos insectos	6										
Adultos,larvas,ninfas	6										
Signos hongos	6										

	N par	Aves		Defoliadores		Perforadores		Form. Agallas		Tizón	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C.fructificación	6										
RAMAS/BROTOS											
Ramillos <2 cm	23					1	50,00			11	100,00
Deformaciones	5										
Escobas de bruja	5										
Rotura	2										
Muerto/moribundo	16					1	50,00			11	100,00
Ramas 2-10 cm	1										
Muerto/moribundo	1										
Ramas >10 cm	1										
Deformaciones	1										
Tumores	1										
Ramas tam. variable	3										
Muerto/moribundo	2										
Necrosis	1										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco	31	2	100,00								
Deformaciones	13										
Otras deformaciones	12										
Fendas longitudinales	1										
Heridas	11	2	100,00								
Descortezamientos	3										
Grietas	4										
Otras heridas	4	2	100,00								
Pudriciones	7										
Cuello raíz	4					1	50,00				
Signos insectos	1					1	50,00				
Perforaciones, serrín	1					1	50,00				
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Heridas	2										
Descortezamientos	1										
Otras heridas	1										
Tronco completo	1										
Pudriciones	1										

	N par	Hongos pudrición		Deformaciones		Otros hongos		Sequía		Viento/Tornado	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Hojas	56					6	100,00	17	100,00		
Comidos/perdidos	21							1	5,88		
Agujeros/Parc. comidas	20										
Caída prematura	1							1	5,88		
Dec. Rojo-marrón	2							2	11,76		
Completa	1							1	5,88		
Parcial	1							1	5,88		
Microfilia	2							2	11,76		
Deformaciones	19							12	70,59		

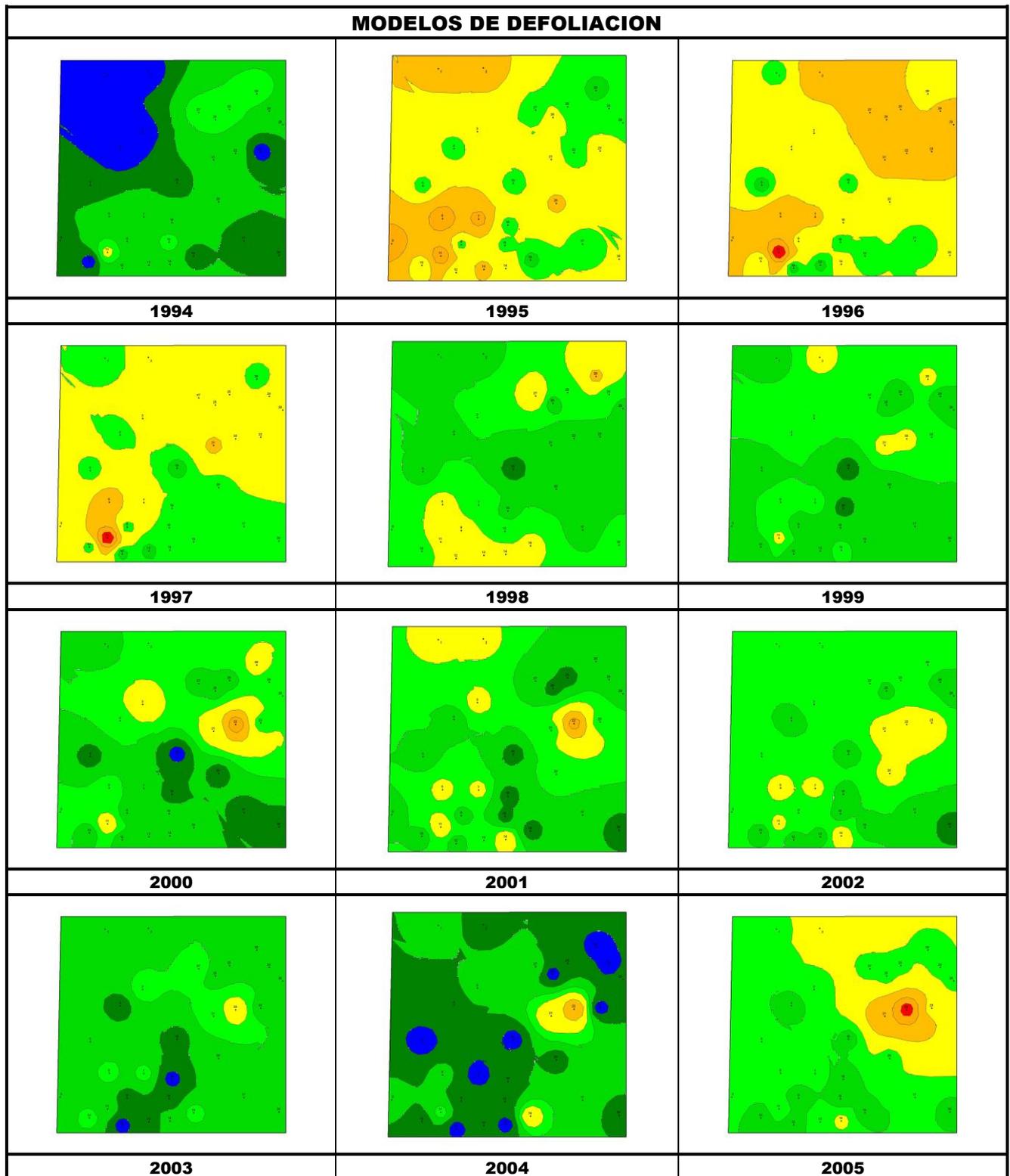
	N par	Hongos pudrición		Deformaciones		Otros hongos		Sequía		Viento/Tornado	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Plegadas	12							12	70,59		
Agallas	7										
Signos insectos	6										
Adultos,larvas,ninfas	6										
Signos hongos	6					6	100,00				
C.fructificación	6					6	100,00				
RAMAS/BROTOS											
Ramillos <2 cm	23			5	100,00					2	100,00
Deformaciones	5			5	100,00						
Escobas de bruja	5			5	100,00						
Rotura	2									2	100,00
Muerto/moribundo	16										
Ramas 2-10 cm	1										
Muerto/moribundo	1										
Ramas >10 cm	1										
Deformaciones	1										
Tumores	1										
Ramas tam. variable	3										
Muerto/moribundo	2										
Necrosis	1										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco	31	7	77,78								
Deformaciones	13										
Otras deformaciones	12										
Fendas longitudinales	1										
Heridas	11										
Descortezamientos	3										
Grietas	4										
Otras heridas	4										
Pudriciones	7	7	77,78								
Cuello raíz	4	1	11,11								
Signos insectos	1										
Perforaciones,serrín	1										
Signos hongos	1	1	11,11								
C.fructificación	1	1	11,11								
Heridas	2										
Descortezamientos	1										
Otras heridas	1										
Tronco completo	1	1	11,11								
Pudriciones	1	1	11,11								

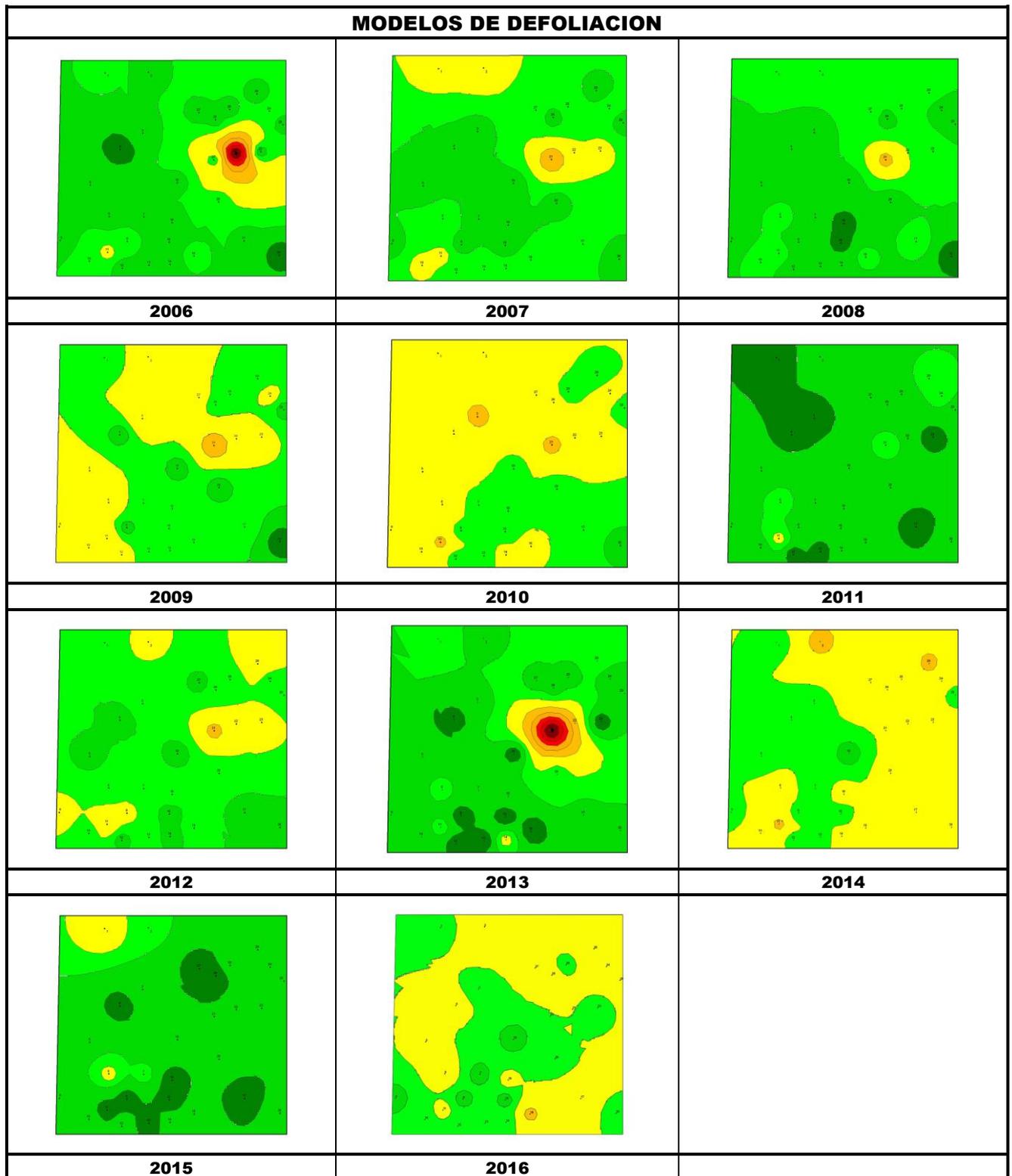
	N par	Podas		Bacterias		Falta luz		<i>Eriophyes ilicis</i>		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Hojas	56							6	100,00		
Comidos/perdidos	21										
Agujeros/Parc. comidas	20										
Caída prematura	1										

	N par	Podas		Bacterias		Falta luz		<i>Eriophyes ilicis</i>		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Dec. Rojo-marrón	2										
Completa	1										
Parcial	1										
Microfilia	2										
Deformaciones	19										
Plegadas	12										
Agallas	7										
Signos insectos	6							6	100,00		
Adultos, larvas, ninfas	6							6	100,00		
Signos hongos	6										
C.fructificación	6										
RAMAS/BROTOS											
Ramillos <2 cm	23					2	40,00			2	8,33
Deformaciones	5										
Escobas de bruja	5										
Rotura	2										
Muerto/moribundo	16					2	40,00			2	8,33
Ramas 2-10 cm	1					1	20,00				
Muerto/moribundo	1					1	20,00				
Ramas >10 cm	1			1	100,00						
Deformaciones	1			1	100,00						
Tumores	1			1	100,00						
Ramas tam. variable	3					2	40,00			1	4,17
Muerto/moribundo	2					1	20,00			1	4,17
Necrosis	1					1	20,00				
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco	31	2	66,67							20	83,33
Deformaciones	13									13	54,17
Otras deformaciones	12									12	50,00
Fendas longitudinales	1									1	4,17
Heridas	11	2	66,67							7	29,17
Descortezamientos	3									3	12,50
Grietas	4									4	16,67
Otras heridas	4	2	66,67								
Pudriciones	7										
Cuello raíz	4	1	33,33							1	4,17
Signos insectos	1										
Perforaciones, serrín	1										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Heridas	2	1	33,33							1	4,17
Descortezamientos	1									1	4,17
Otras heridas	1	1	33,33								
Tronco completo	1										
Pudriciones	1										



FIG 6: Daños en frutos por bacteriosis. Restos de serrín de perforadores. Presencia de animales





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

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

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

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

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

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

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



4. Instrumentación.

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

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

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Meteorología	Torre meteorológica		1	1997	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		-		
Trascolación	Acumuladores	6		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	-			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
Humedad/Temp. del suelo	Sonda de humedad	16		2009-2014	Quincenal/Mensual
Inmisión	Dosímetros pasivos		12	2000	Quincenal/Mensual
Crecimiento	Dialdendro en continuo	15		1999	Quincenal/Mensual
Fenología	Árboles de seguimiento	20		1998	Quincenal/Mensual



FIG 7 : Parcela exterior. Instrumentación y acumuladores. Parcela interior. Vista general, acumuladores, pluviómetro y captador de desfronde.

5. Deposición atmosférica.

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

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 26Qi, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

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

5.1. pH.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	6,24	12,50	411	6,22	12,50	569	5,95	6,27
1998	6,15	0,00	419	6,29	0,00	573	5,84	6,21
1999	6,42	0,00	457	6,60	0,00	575	6,19	6,48
2000	6,30	0,00	653	6,37	0,00	805	6,07	6,27
2001	6,12	0,00	863	6,15	0,00	967	5,86	6,00
2002	6,40	0,00	691	6,54	0,00	736	6,41	6,54
2003	6,36	0,00	756	6,33	0,00	850	6,17	6,21
2004	6,05	25,00	708	6,20	10,00	595	6,19	6,13
2005	6,30	7,69	269	6,35	0,00	305	6,01	5,98
2006	6,29	0,00	609	6,24	0,00	693	6,13	6,07
2007	6,07	6,67	524	5,89	20,00	594	6,01	5,79
2008	6,50	0,00	593	5,95	20,00	725	6,14	5,99
2009	6,28	0,00	449	6,08	14,29	497	6,14	6,13
2010	6,39	0,00	979	6,07	11,11	984	6,22	6,19
2011	6,30	0,00	894	5,86	22,22	630	6,10	6,04
2012	5,96	40,00	184	6,13	0,00	187	5,96	5,98
2014	6,27	0,00	364	6,22	0,00	358	6,17	6,20
2015	6,34	0,00	426	6,38	0,00	397	6,08	6,18
Media	6,26	5,10	569	6,21	6,12	613	6,09	6,15

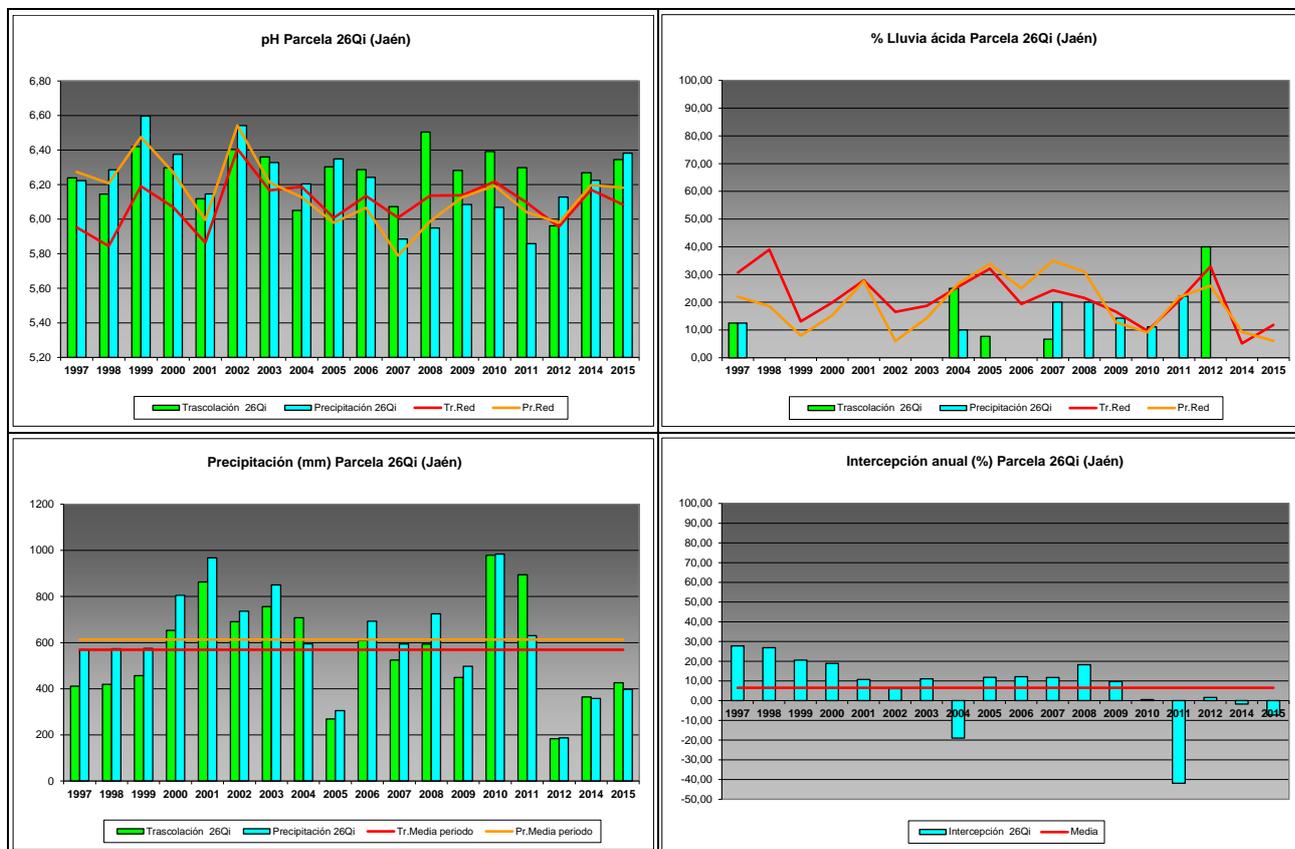


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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	14,92		411	9,56		569	25,59	22,11
1998	24,40		419	13,88		573	29,47	22,63
1999	32,36		457	16,70		575	33,24	19,93
2000	24,82		653	17,29		805	35,37	22,07
2001	19,90		863	14,15		967	28,43	16,06
2002	37,45		691	26,65		736	49,05	30,17
2003	27,45		756	24,92		850	46,47	25,27
2004	32,58		708	29,33		595	63,98	37,20
2005	41,63		269	30,36		305	65,86	30,61
2006	32,88		609	23,16		693	61,93	28,83
2007	32,16		524	23,69		594	50,03	28,98
2008	37,85		593	25,54		725	46,84	22,94
2009	37,30		449	15,90		497	49,56	20,18
2010	20,01		979	11,74		984	44,44	15,09
2011	23,66		894	10,84		630	51,52	19,09
2012	37,26		184	9,13		187	53,38	20,50
2014	28,00		364	19,06		358	27,94	15,23
2015	36,24		426	13,91		397	45,28	18,25
Media	30,05		569	18,66		613	44,91	23,06

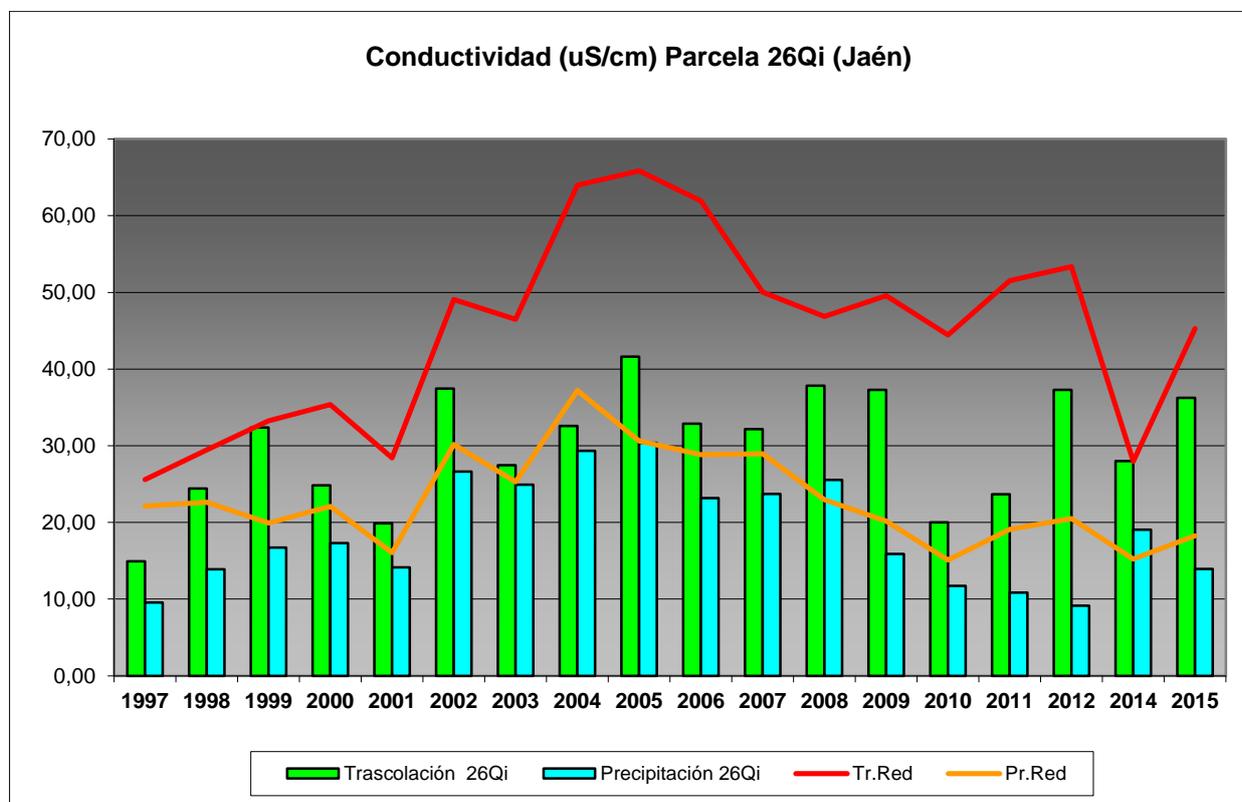


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,77	7,27	411	0,44	2,52	569	4,75	7,33	5,18
1998	4,77	19,97	419	1,04	5,94	573	14,03	19,45	13,28
1999	5,20	23,77	457	1,70	9,76	575	14,01	17,99	11,86
2000	2,65	17,32	653	1,41	11,34	805	5,97	22,33	15,28
2001	2,57	22,11	863	1,72	16,56	967	5,55	16,00	9,92
2002	3,34	23,04	691	0,91	6,71	736	16,33	19,36	7,73
2003	1,85	13,78	756	0,29	2,43	850	11,36	12,93	3,83
2004	3,13	11,49	708	0,96	4,14	595	7,35	16,14	4,88
2005	3,93	10,58	269	1,98	6,04	305	4,54	12,47	5,15
2006	2,96	17,98	609	1,30	8,98	693	9,00	19,14	9,86
2007	4,54	23,58	524	1,33	7,87	594	15,71	20,44	7,92
2008	5,28	31,33	593	1,08	7,81	725	23,52	22,97	6,57
2009	5,66	25,30	449	0,61	3,01	497	22,29	18,05	4,28
2010	2,08	20,39	979	0,44	4,30	984	16,09	21,96	3,59
2011	1,19	10,68	894	1,05	6,62	630	4,06	18,92	5,75
2012	0,34	0,62	184	0,12	0,23	187	0,39	2,99	0,92
2014	3,25	11,84	364	0,73	2,62	358	9,22	11,97	1,60
2015	5,77	24,55	426	0,38	1,49	397	23,06	18,33	4,20
Media	3,35	17,53	569	0,97	6,02	613	11,51	16,60	6,77

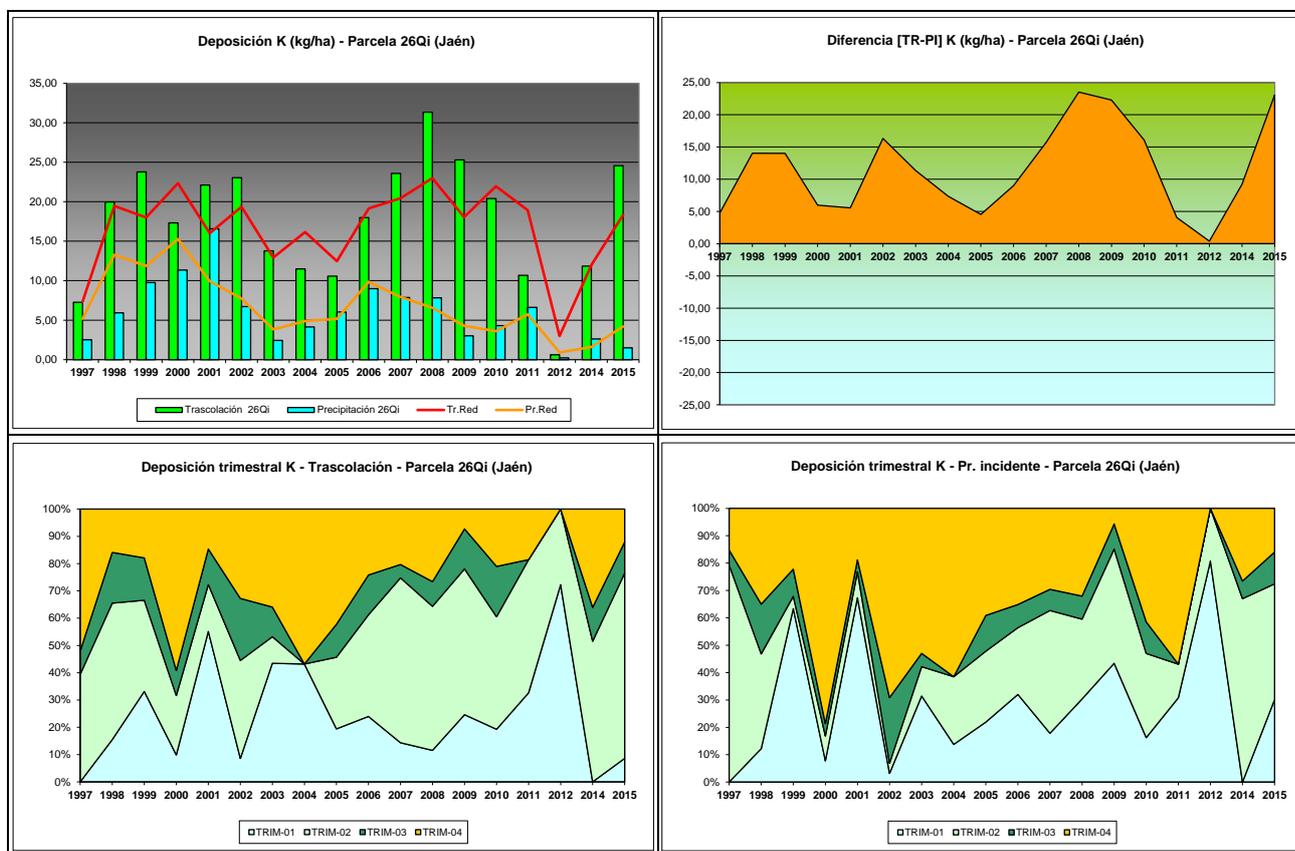


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,43	5,87	411	0,67	3,82	569	2,05	7,29	5,16
1998	1,37	5,73	419	0,41	2,38	573	3,35	6,91	4,05
1999	2,48	11,33	457	0,70	4,05	575	7,28	10,77	6,68
2000	1,62	10,59	653	0,83	6,69	805	3,90	10,94	7,70
2001	1,10	9,48	863	0,52	4,98	967	4,50	8,58	6,22
2002	1,76	12,16	691	0,84	6,18	736	5,97	12,23	9,40
2003	2,99	22,57	756	3,11	26,43	850	-3,86	23,45	26,64
2004	2,30	8,46	708	2,06	8,84	595	-0,39	18,95	20,04
2005	3,69	9,92	269	3,07	9,37	305	0,55	11,17	9,81
2006	2,10	12,78	609	1,31	9,07	693	3,71	17,51	16,49
2007	2,10	10,91	524	1,54	9,09	594	1,82	18,16	14,99
2008	2,59	15,34	593	2,08	15,07	725	0,27	14,94	12,47
2009	2,63	11,74	449	0,96	4,78	497	6,96	10,43	6,81
2010	1,23	12,04	979	0,69	6,76	984	5,28	11,50	7,59
2011	1,09	9,70	894	0,67	4,22	630	5,48	11,32	6,29
2012	0,76	1,39	184	0,37	0,69	187	0,70	3,22	2,60
2014	1,92	6,98	364	1,13	4,06	358	2,92	8,57	5,86
2015	3,14	13,38	426	2,38	9,43	397	3,95	15,19	12,39
Media	2,02	10,58	569	1,30	7,55	613	3,03	12,28	10,07

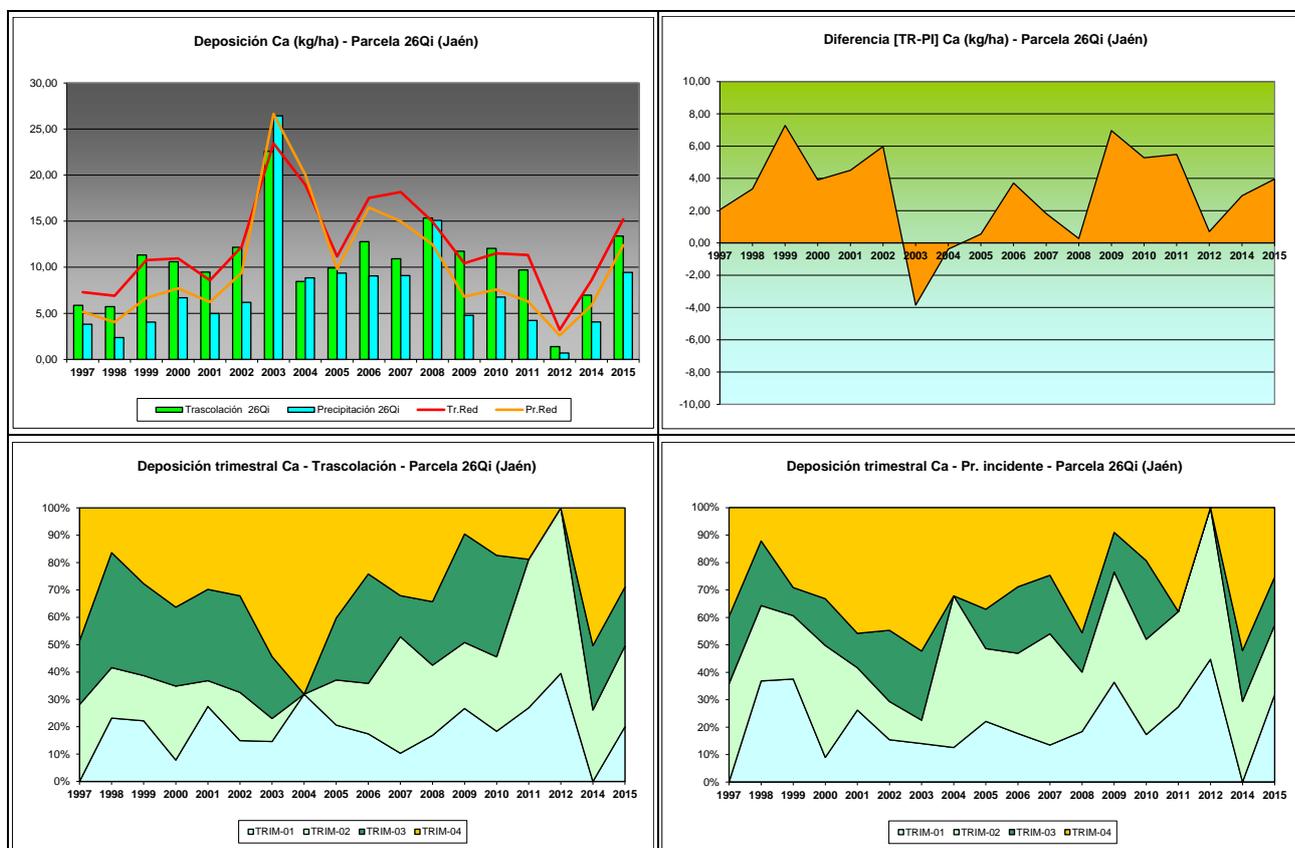


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,34	1,41	411	0,19	1,11	569	0,31	3,66	3,20
1998	0,72	3,02	419	0,26	1,49	573	1,53	4,07	2,78
1999	0,59	2,71	457	0,20	1,18	575	1,53	4,18	2,58
2000	0,35	2,29	653	0,16	1,33	805	0,97	3,46	1,84
2001	0,21	1,80	863	0,13	1,22	967	0,58	2,99	1,45
2002	0,37	2,54	691	0,15	1,11	736	1,43	3,93	1,83
2003	0,31	2,32	756	0,13	1,07	850	1,25	3,97	1,65
2004	0,29	1,05	708	0,23	1,00	595	0,05	4,03	2,51
2005	0,51	1,36	269	0,16	0,48	305	0,88	2,73	1,01
2006	0,35	2,13	609	0,13	0,90	693	1,23	4,06	1,94
2007	0,35	1,81	524	0,19	0,87	594	0,94	4,56	2,17
2008	0,50	2,96	593	0,24	1,76	725	1,20	3,99	1,87
2009	0,55	2,46	449	0,13	0,67	497	1,79	3,95	1,67
2010	0,28	2,76	979	0,14	1,33	984	1,42	4,42	1,89
2011	0,30	2,73	894	0,13	0,85	630	1,88	3,98	1,27
2012	1,61	2,97	184	0,13	0,24	187	2,73	2,35	1,52
2014	0,43	1,57	364	0,17	0,62	358	0,95	1,90	0,75
2015	0,54	2,31	426	0,18	0,72	397	1,59	3,32	1,84
Media	0,48	2,23	569	0,17	1,00	613	1,24	3,64	1,87

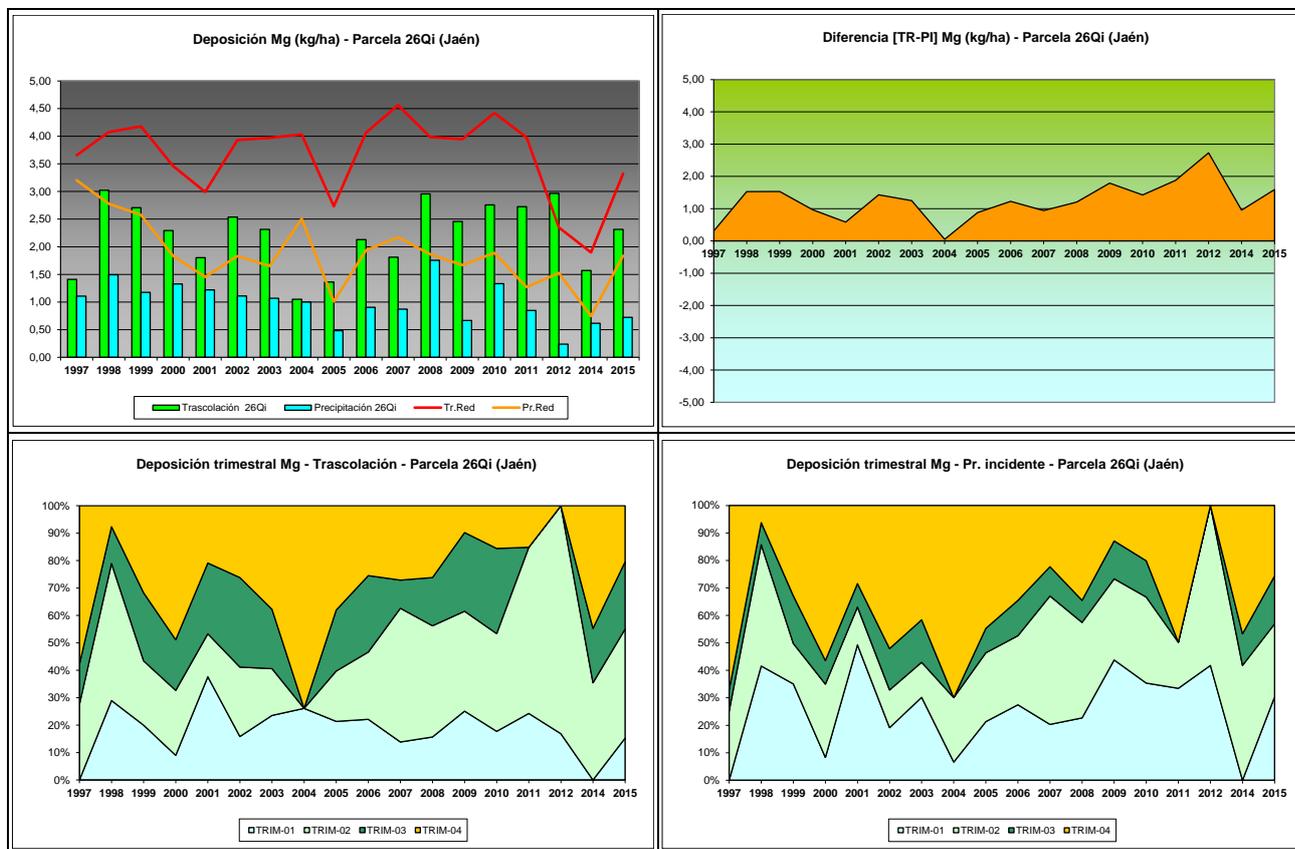


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,79	3,26	411	0,60	3,44	569	-0,18	6,07	6,65
1998	1,20	5,05	419	0,75	4,31	573	0,74	11,74	10,50
1999	1,94	8,87	457	1,40	8,06	575	0,82	19,31	13,85
2000	1,34	8,75	653	1,10	8,89	805	-0,14	18,12	13,02
2001	1,04	8,96	863	0,98	9,46	967	-0,50	18,38	12,14
2002	1,82	12,57	691	1,64	12,07	736	0,49	28,50	18,75
2003	1,27	9,39	756	0,93	7,77	850	1,62	22,49	12,86
2004	1,20	4,39	708	1,22	5,23	595	-0,84	22,85	13,75
2005	1,10	2,96	269	1,05	3,20	305	-0,23	14,42	7,16
2006	1,40	8,51	609	1,29	8,88	693	-0,37	24,17	16,07
2007	0,88	4,59	524	0,68	4,03	594	0,56	23,14	14,21
2008	1,24	7,35	593	0,88	6,37	725	0,98	19,63	11,01
2009	1,11	4,97	449	0,83	4,11	497	0,86	22,09	12,27
2010	1,04	10,18	979	0,86	8,51	984	1,67	24,37	13,76
2011	2,89	25,87	894	0,29	1,84	630	24,03	20,72	5,97
2012	0,46	0,84	184	0,27	0,51	187	0,33	4,35	2,86
2014	1,06	3,84	364	0,81	2,90	358	0,95	6,77	4,55
2015	0,98	4,18	426	0,70	2,78	397	1,40	15,27	11,59
Media	1,26	7,47	569	0,91	5,68	613	1,79	17,91	11,17

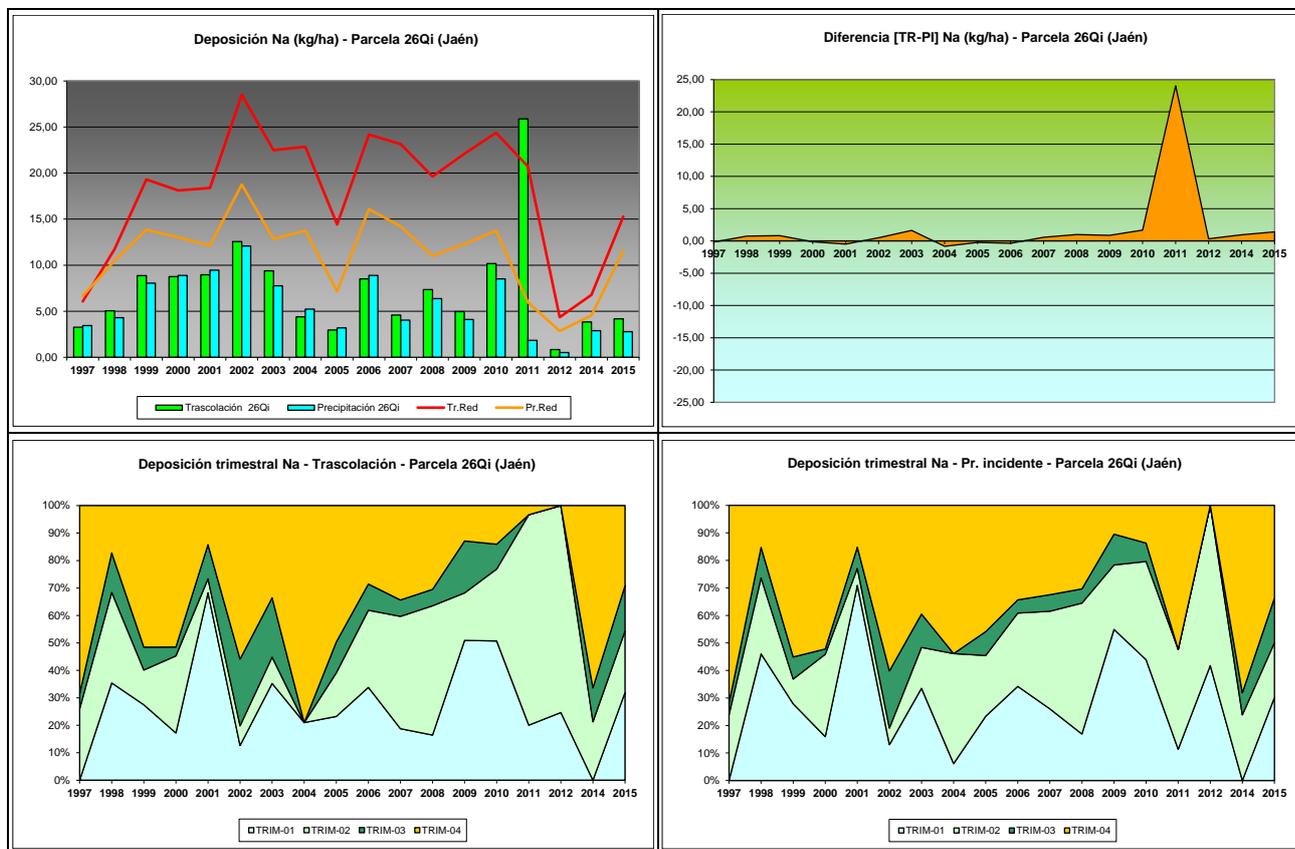


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,24	0,99	411	0,22	1,23	569	-0,24	1,81	8,19
1998	0,38	1,60	419	0,47	2,70	573	-1,10	2,24	8,36
1999	0,32	1,48	457	0,39	2,24	575	-0,76	2,71	3,66
2000	0,26	1,71	653	0,31	2,50	805	-0,79	2,48	4,26
2001	0,19	1,66	863	0,29	2,78	967	-1,12	1,86	1,82
2002	0,17	1,12	691	0,28	1,95	736	-0,83	2,43	2,91
2003	0,26	1,90	756	0,44	3,67	850	-1,78	3,06	3,10
2004	0,79	3,73	708	0,41	1,98	595	1,75	4,12	3,23
2005	0,31	0,83	269	0,35	1,08	305	-0,25	2,41	1,80
2006	0,34	2,10	609	0,42	2,91	693	-0,81	3,62	3,05
2007	0,26	1,37	524	0,50	2,96	594	-1,59	3,53	3,58
2008	0,26	1,28	593	0,34	2,43	725	-1,16	2,91	2,62
2009	0,29	1,24	449	0,39	1,84	497	-0,60	2,73	1,82
2010	0,18	1,77	979	0,11	1,10	984	0,67	3,12	2,09
2011	0,28	2,54	894	0,33	2,07	630	0,47	4,36	3,15
2012	0,83	1,54	184	0,54	1,02	187	0,51	2,26	2,06
2014	0,69	2,53	364	0,68	2,43	358	0,10	4,16	3,35
2015	0,97	4,14	426	0,61	2,42	397	1,71	5,30	6,04
Media	0,39	1,86	569	0,39	2,18	613	-0,32	3,06	3,61

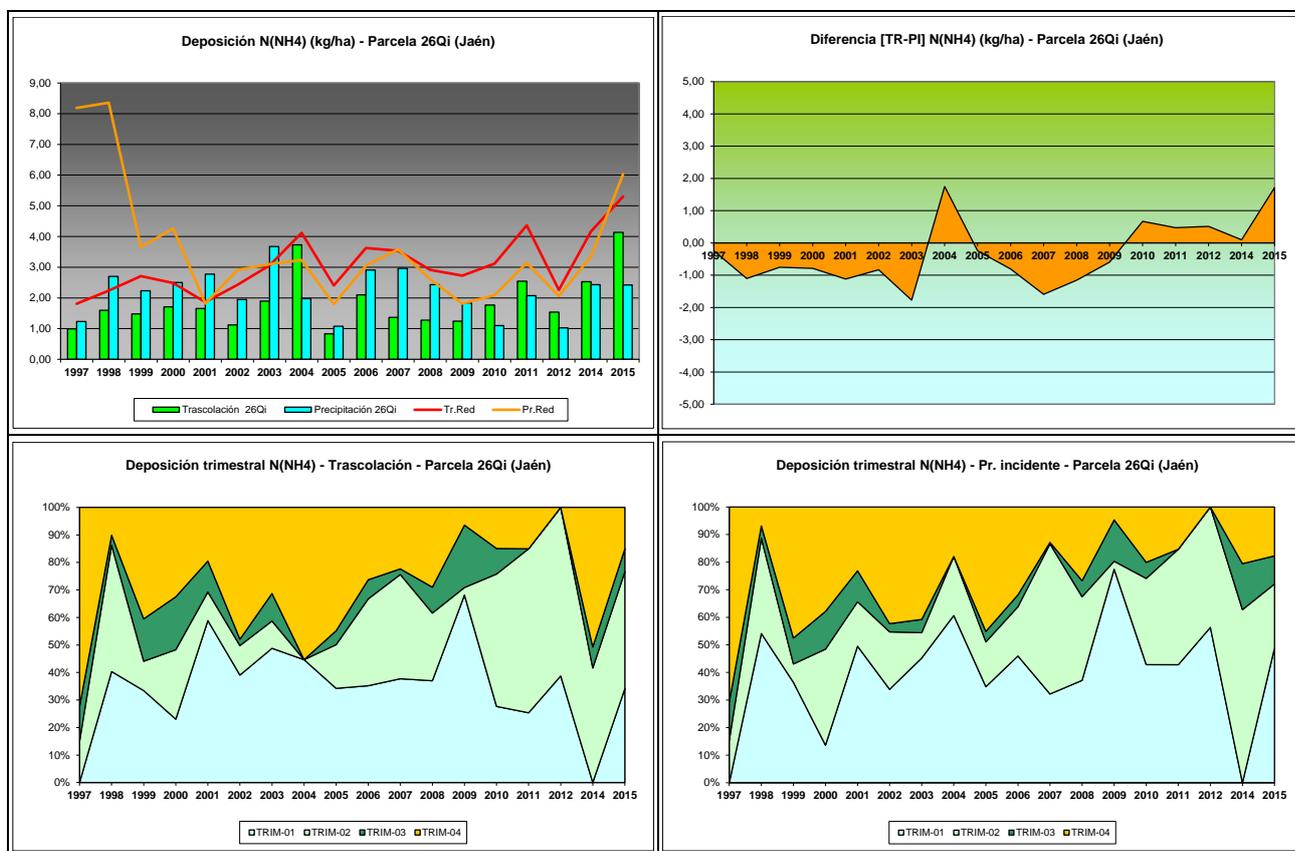


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	1,26	5,16	411	0,87	4,93	569	0,23	10,88	10,93
1998	2,64	11,08	419	1,16	6,66	573	4,42	19,88	16,27
1999	5,46	24,95	457	1,99	11,47	575	13,48	36,56	23,56
2000	1,77	11,55	653	1,14	9,21	805	2,33	28,62	15,70
2001	1,68	14,47	863	1,25	12,04	967	2,43	32,37	19,20
2002	3,96	27,29	691	2,32	17,03	736	10,26	44,79	24,88
2003	2,80	20,74	756	3,29	27,52	850	-6,78	39,97	31,89
2004	2,87	13,44	708	3,64	19,15	595	-5,71	47,45	37,43
2005	4,60	12,37	269	5,35	16,31	305	-3,95	28,61	21,76
2006	3,76	22,89	609	3,64	25,10	693	-2,20	49,90	41,76
2007	2,59	12,26	524	3,09	18,34	594	-6,08	45,78	37,79
2008	4,25	25,23	593	4,56	33,06	725	-7,84	40,90	30,60
2009	3,21	14,35	449	2,05	10,14	497	4,21	45,08	25,80
2010	1,78	17,38	979	1,30	12,75	984	4,63	41,17	21,32
2011	1,14	10,15	894	0,91	5,76	630	4,39	29,44	13,12
2012	1,76	3,23	184	0,95	1,79	187	1,44	11,34	5,87
2014	0,57	2,09	364	0,41	1,46	358	0,63	5,78	2,90
2015	1,48	6,31	426	0,83	3,29	397	3,02	24,25	15,25
Media	2,64	14,16	569	2,15	13,11	613	1,05	32,38	22,00

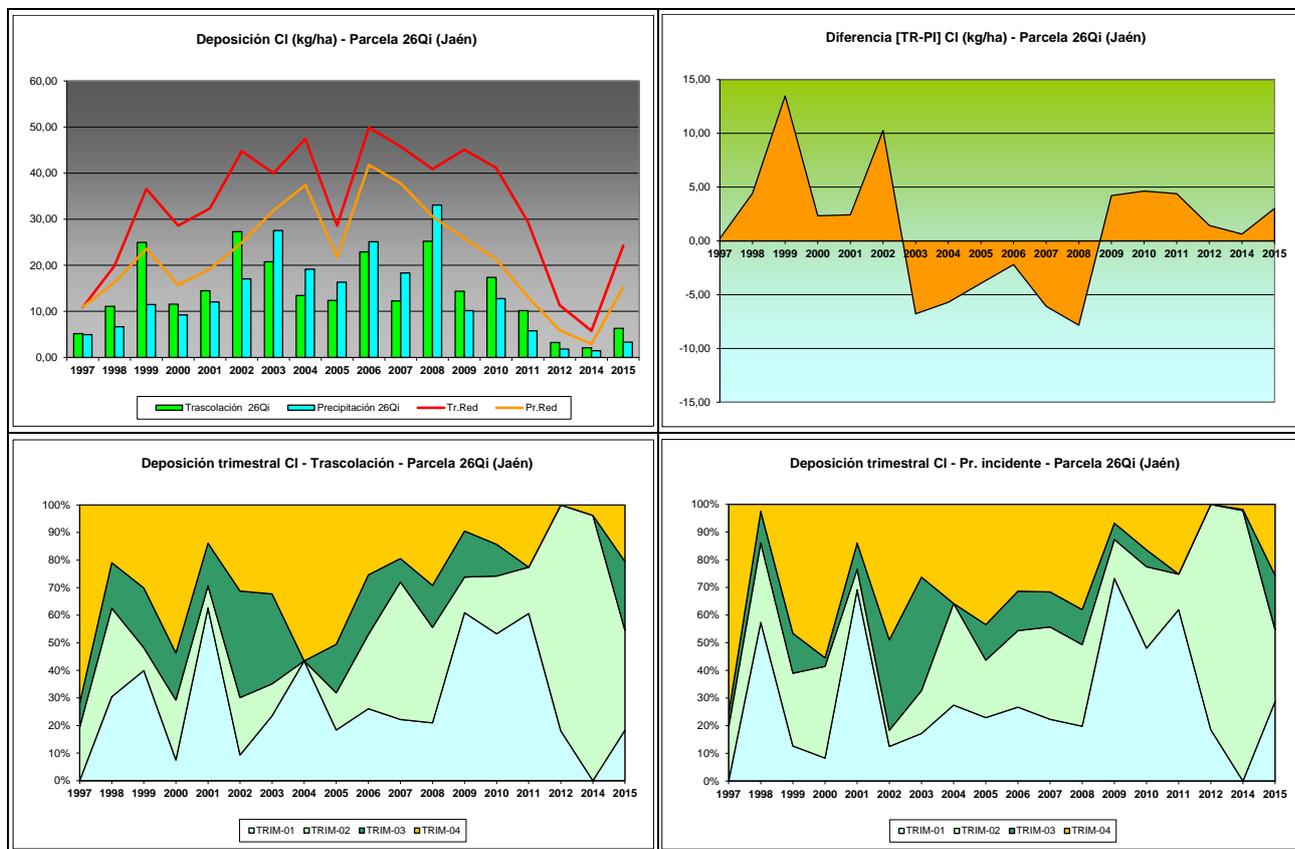


FIG 15: Variación temporal de deposición de CI, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,66	2,70	411	0,77	4,35	569	-1,66	2,24	2,13
1998	0,43	1,79	419	0,22	1,25	573	0,54	3,67	2,27
1999	0,93	4,27	457	0,28	1,58	575	2,68	4,43	2,94
2000	0,37	2,40	653	0,20	1,61	805	0,80	3,79	2,38
2001	0,24	2,07	863	0,19	1,88	967	0,19	3,51	2,09
2002	0,34	2,34	691	0,20	1,45	736	0,89	4,15	2,84
2003	0,29	2,17	756	0,31	2,63	850	-0,46	5,39	2,74
2004	0,60	2,80	708	0,47	2,48	595	0,32	6,93	3,28
2005	0,90	2,43	269	0,36	1,10	305	1,32	4,31	1,83
2006	0,49	3,01	609	0,27	1,88	693	1,13	5,54	2,75
2007	0,30	1,43	524	0,32	1,91	594	-0,48	5,06	2,96
2008	0,39	2,29	593	0,36	2,63	725	-0,34	4,72	3,38
2009	0,39	1,75	449	0,24	1,12	497	0,63	3,87	1,87
2010	0,20	1,12	979	0,18	1,82	984	-0,69	1,87	2,37
2011	0,41	3,64	894	0,61	3,85	630	-0,21	7,76	4,61
2012	0,33	0,61	184	0,28	0,53	187	0,08	1,65	0,99
2014	0,30	1,09	364	0,22	0,78	358	0,31	2,54	1,43
2015	0,25	1,08	426	0,27	1,06	397	0,02	3,25	2,17
Media	0,43	2,16	569	0,32	1,88	613	0,28	4,15	2,50

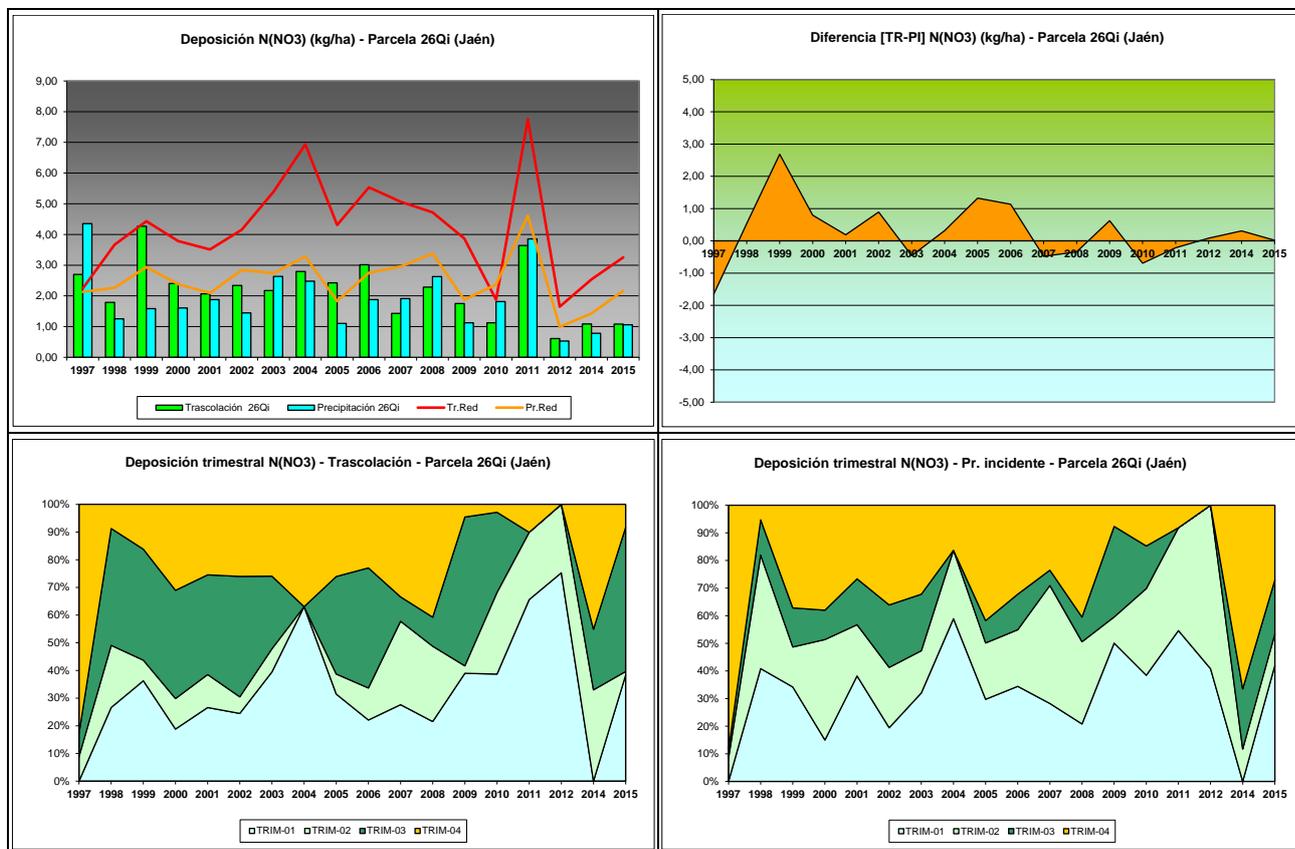


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos.

TABLA 19: Caracterización Sulfatos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,27	1,11	411	0,23	1,34	569	-0,22	3,00	3,70
1998	0,82	3,43	419	0,49	2,82	573	0,61	5,81	5,79
1999	1,14	5,19	457	0,60	3,42	575	1,77	7,17	6,35
2000	0,42	2,72	653	0,33	2,66	805	0,06	6,42	4,57
2001	0,38	3,23	863	0,32	3,07	967	0,17	5,68	4,11
2002	0,60	4,12	691	0,49	3,61	736	0,51	7,73	6,07
2003	0,49	3,63	756	0,41	3,39	850	0,24	6,85	4,80
2004	0,68	3,17	708	0,66	3,49	595	-0,32	8,72	5,84
2005	0,60	1,62	269	0,52	1,57	305	0,05	4,69	3,12
2006	0,52	3,15	609	0,44	3,04	693	0,11	6,80	4,69
2007	0,50	2,36	524	0,46	2,72	594	-0,36	7,24	5,12
2008	0,35	1,45	593	0,22	1,57	725	-0,11	4,49	2,61
2009	0,38	1,68	449	0,30	1,48	497	0,20	4,67	3,32
2010	0,25	2,49	979	0,21	2,10	984	0,39	4,27	2,88
2011	0,47	4,19	894	0,53	3,37	630	0,82	5,93	4,57
2012	0,24	0,44	184	0,25	0,46	187	-0,02	1,84	1,35
2014	0,38	1,37	364	0,46	1,64	358	-0,27	2,14	2,00
2015	0,39	1,68	426	0,39	1,53	397	0,15	3,56	2,95
Media	0,49	2,61	569	0,41	2,40	613	0,21	5,39	4,10

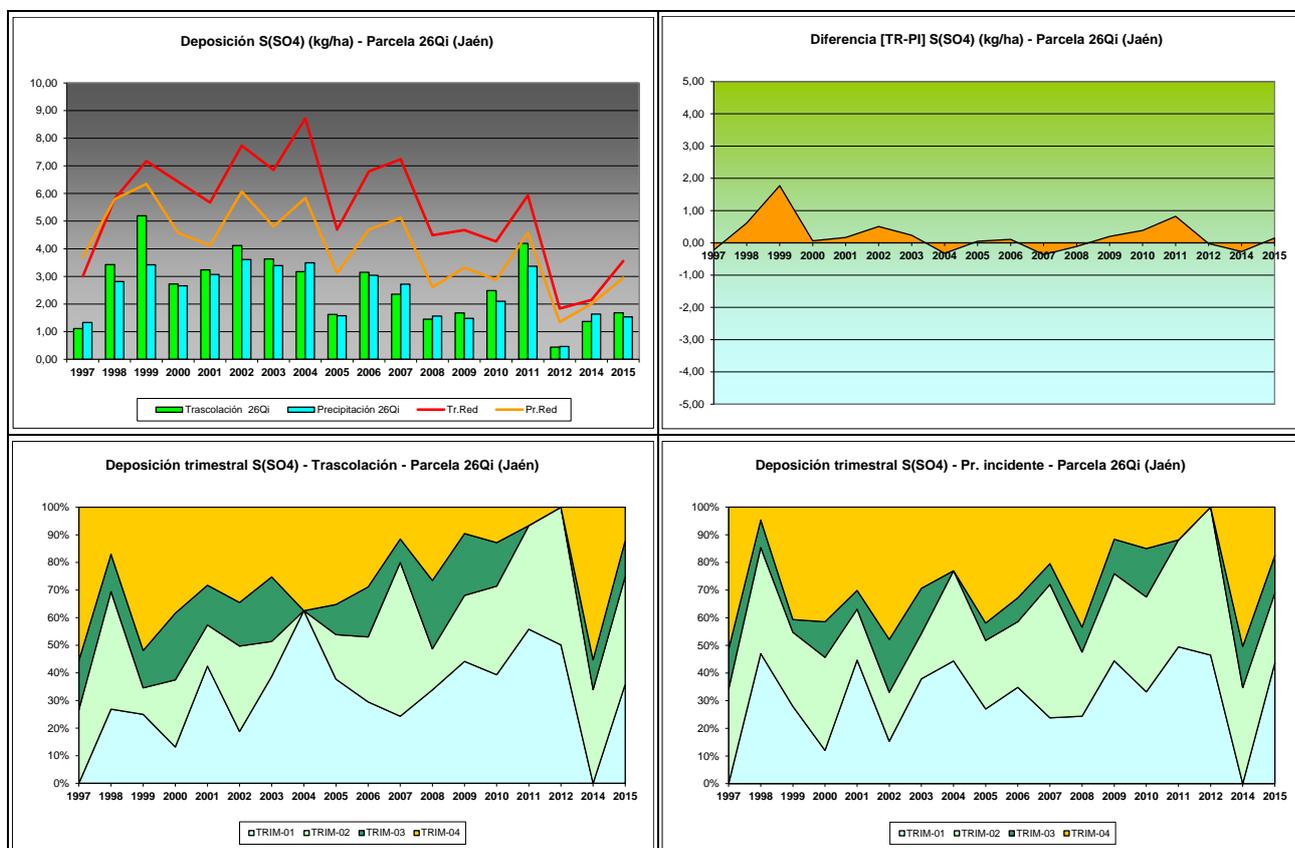


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 26Qi, cabe destacar:

El valor del **pH** es en general menos estable que en otros puntos, presentando mayor variación interanual, superando generalmente los valores medios de la red, y sin apenas representación de casos por debajo del umbral de lluvia ácida, no advirtiéndose ninguno en el último bienio, y con una cierta basificación de la muestra a lo largo del último año. La precipitación a lo largo del último año se ha situado en torno a 400 mm lo que nos configura uno de los años más secos de la serie histórica, lo que también puede incidir en el comportamiento de la deposición general. Los valores de la intercepción son comparativamente bajos, en torno al 7%, como corresponde a una masa de escasa densidad arbórea, con una estructura adhesionada.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores generalmente por debajo del resto de la Red a lo largo de la serie de años, sin superarse los 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, y mayores valores en la serie de trascolación debido a la incidencia del depósito sobre la cubierta arbórea.

En cuanto al **potasio**, presenta valores superiores a los de la media de la red, particularmente en trascolación y registrándose notables diferencias con respecto a las tasas obtenidas a cielo abierto, posiblemente debido a la influencia de la deposición seca. Con respecto al año anterior, se observa un incremento considerable en la deposición de este terrígeno, que en trascolación se sitúa cerca de los 25 kg/ha, duplicando el aporte del año anterior y alcanzando un máximo local dentro de la serie histórica.

El **calcio**, elemento también de aporte térreo, presenta un comportamiento similar al del soluto anterior si bien más atenuado, con valores similares a los de la media nacional, con máximos en 2003 y reducción paulatina de las tasas a partir de ese momento, con un ligero repunte en 2008 y 2015, y depósitos superiores bajo cubierta que al raso.

Por lo que respecta al **magnesio**, se han registrado depósitos en general bajos, por debajo de 3 kg/ha, y siempre inferiores al valor medio de la red; sin demasiada variación a lo largo de los años, fuera de un ligero aumento en la última campaña de evaluación. Como en casos anteriores y presumiblemente por idénticos motivos, la deposición bajo arbolado ha superado a la obtenida a cielo abierto.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores inferiores a la media de la Red, exceptuando las elevadas tasas obtenidas en trascolación en 2011, para reducirse notablemente en los dos años siguientes. Salvo en el mencionado año de 2011, apenas se han registrado diferencias entre las dos vías de entrada al sistema a lo largo de la serie de años examinada.

El **amonio**, sustancia muy ligada a la actividad agrícola y ganadera, presenta niveles inferiores a la media de la red, no superándose los 3-4 kg/ha, alcanzándose los máximos en torno a 2003-2004, junto con un aumento de cierta consideración por lo que se refiere a la trascolación del último año, en que se alcanzan las mayores diferencias entre las dos vías de entrada al ecosistema.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, se registran las mayores tasas en 2002-2003 y 2008, punto a partir del cual empieza a disminuir. Los depósitos obtenidos se han situado siempre por debajo de los valores medios de la red y se incrementan a lo largo del último año, y al igual que en el caso anterior, las diferencias entre las dos vías de entrada han resultado más erráticas, con cierto desequilibrio a favor de la trascolación a lo largo de los últimos años examinados.

Las tasas de deposición de **nitratos y sulfatos** son en general inferiores a la media de la Red, y como el caso del amonio, se sitúan en el entorno de los 3-4 kg/ha, con un cierto repunte en 2011 y valores muy parecidos a lo largo de 2014-2015 y superando ligeramente las tasas de trascolación a las de la precipitación incidente, posiblemente por efecto de la deposición seca.

Se observa también que las mayores deposiciones se producen a lo largo del otoño-invierno. Las escasas diferencias encontradas entre los depósitos bajo cubierta y al raso podrían explicarse también por la escasa densidad de la masa, en torno a 100 pies/ha, que reduciría la capacidad de almacenaje sobre el arbolado.

6. Calidad del aire. Inmisión.

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

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

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

TABLA 20: Valores de referencia de calidad del aire mediante dosímetros pasivos

Variable	Descripción	Valores de referencia (*)
SO ₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 (afección a líquenes)	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NO ₂	Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
NH ₃	Promedio Anual. Protección líquenes y briofitos	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Promedio Anual. Protección plantas superiores	2-4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

(*) Seguimiento de la Calidad Ambiental y de los Daños por Contaminación en los Bosques Españoles. Proyecto LIFE 07 ENV/DE/000218 FutMon. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Fundación CEAM, 2011.

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

TABLA 21: Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red.

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)
2000	1,40	1,99	2,05	35,82	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	1,94	1,84	2,19	40,45	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	0,87	0,54	1,73	34,62	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	0,64	0,60	2,94	31,32	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	0,74	0,59	2,18	26,38	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	0,87	0,68	1,04	29,52	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	1,00	0,94	1,18	29,23	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	0,74	0,85	0,84	31,65	0,82	1,32	0,93	27,18
2009	0,93	2,16	1,27	41,69	1,06	2,89	1,30	36,30
2010	1,24	2,44	1,13	43,87	1,29	3,38	1,00	37,54

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)
2011	1,07				1,50		0,48	
2012	1,41	2,01	0,85	43,86	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	1,04	2,53	1,03	34,50	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	1,32	2,46	1,07	31,78	1,32	3,73	1,24	26,27
Media	1,09	1,51	1,50	34,98	1,49	2,25	1,52	31,66

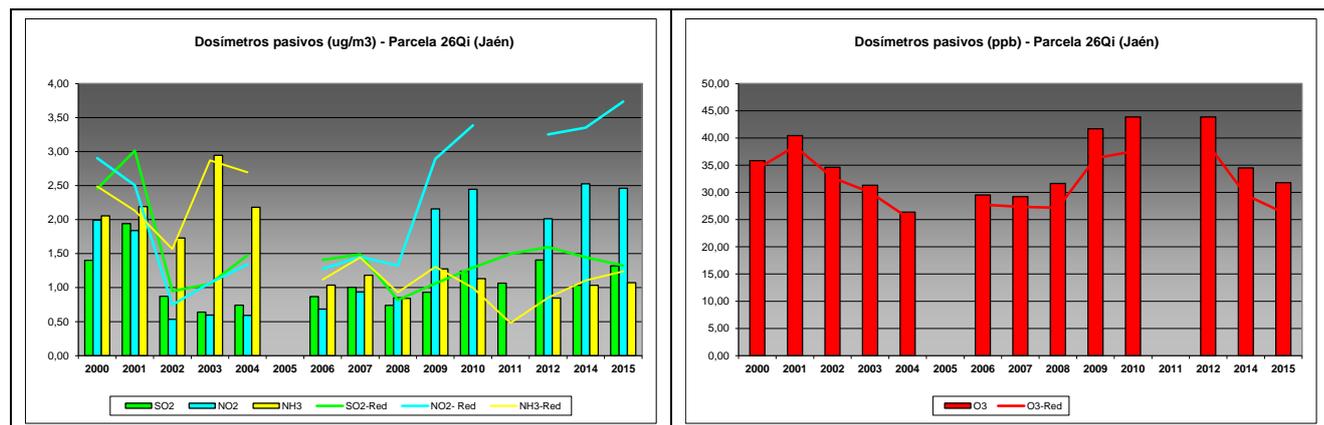


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, y como se ha observado ya en otras parcelas, se observa en general una reducción del nivel de inmisión de amoníaco que se ve reemplazado por el óxido de nitrógeno como el contaminante más abundante en los últimos años, así como un cierto incremento de los niveles de dióxido de azufre desde los mínimos de 2008. No se han superado los umbrales de referencia en ningún caso a lo largo del último año de evaluación. Se ha registrado también una disminución de las tasas de concentración de ozono en el último año, que tienden a disponerse por encima de los valores medios de la red a lo largo de la serie histórica de datos.

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

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

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

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

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 lluvia ácida. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica.

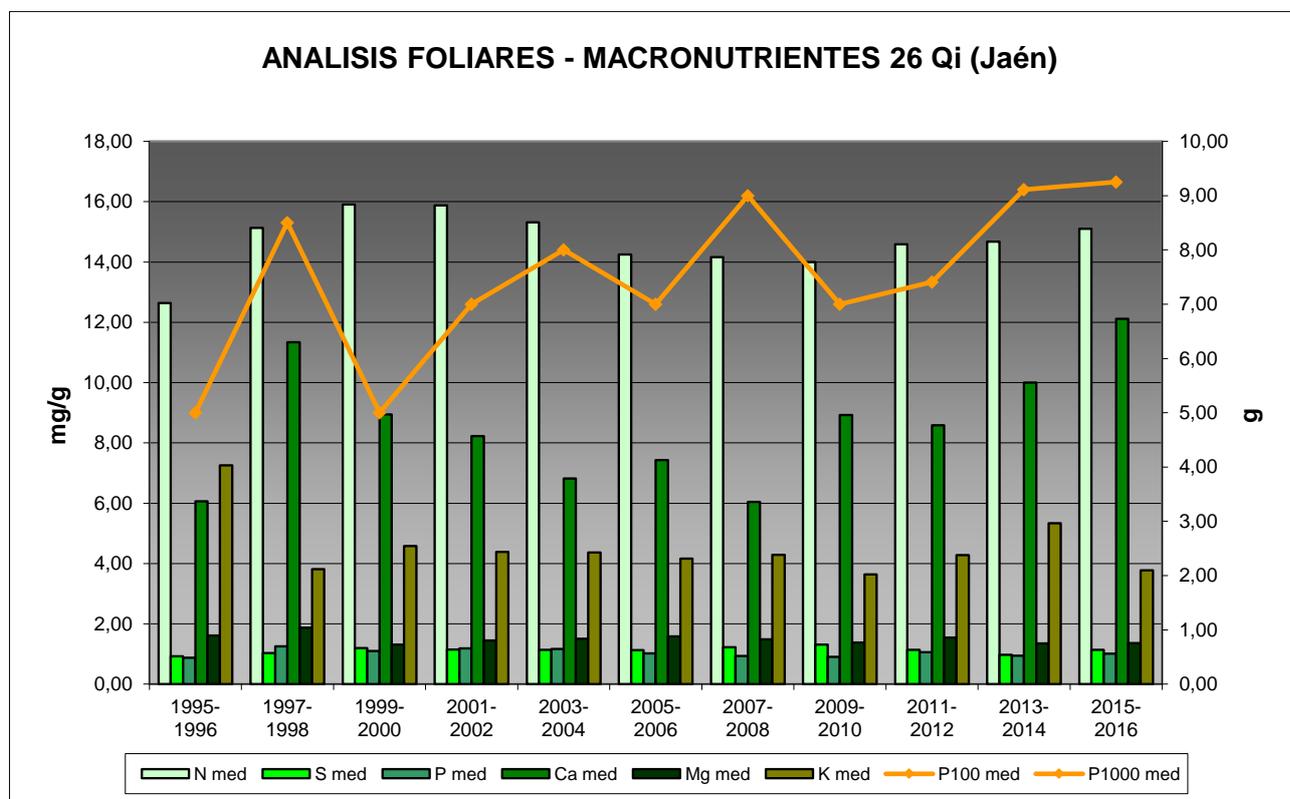


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

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

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
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	

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
	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

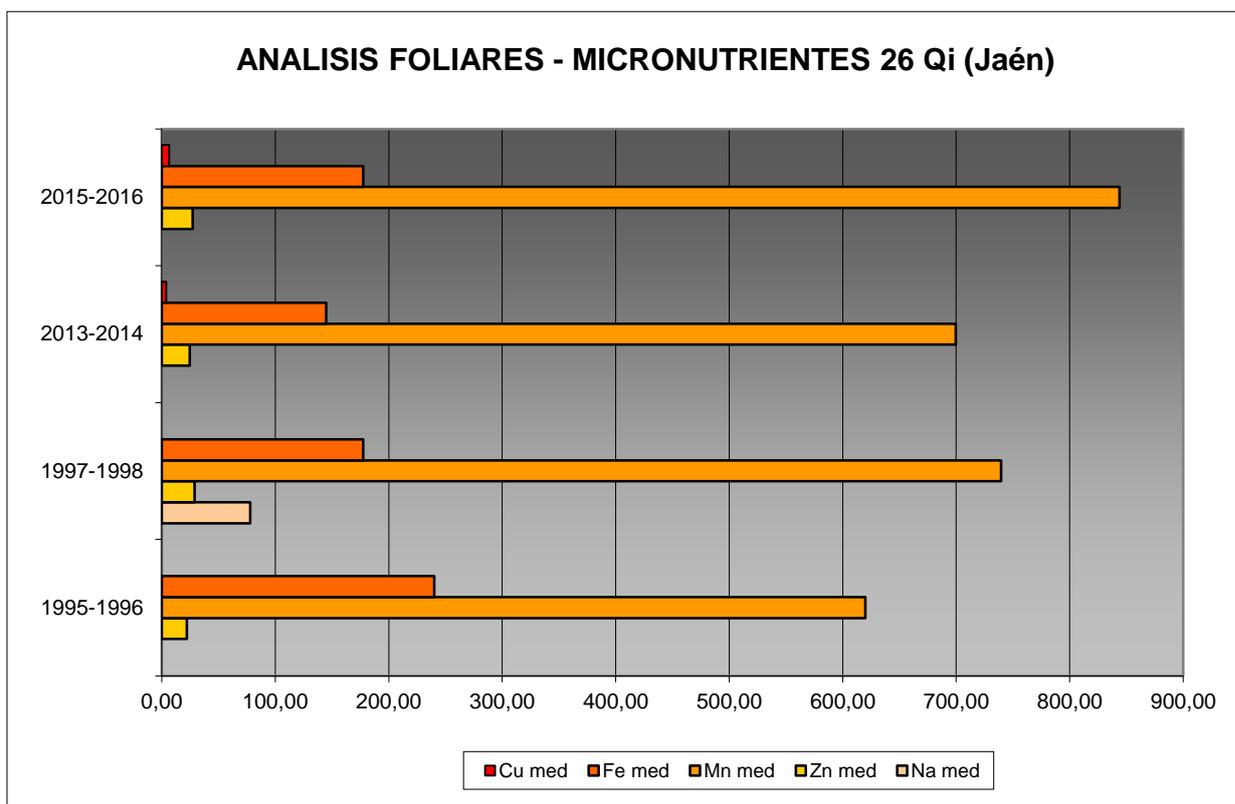


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 26Qi podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con la encina como especie dominante:

El **peso** medio de la muestra analizada de la parcela tiene tendencia ascendente, registrándose los valores mayores en las dos últimas campañas de evaluación.

Respecto a los **macronutrientes**; los valores de **nitrógeno** obtenidos para la parcela son bastante homogéneos, situándose en el entorno de los 14 mg/g, sin grandes fluctuaciones entre los distintos años. Por lo que se refiere al **azufre** se observa también un comportamiento bastante estable, en torno a valores de 1 mg/g, oscilando por tanto en las inmediaciones del valor de referencia de la especie, situado en torno a 0,959 mg/g. **Fósforo y calcio** experimentan un ligero incremento en la presente campaña lo que en el último de los elementos supone alcanzar el máximo de la serie histórica. El **magnesio** se presenta en un nivel muy similar al del año pasado y el **potasio** se reduce sin embargo. En cuanto al contenido en **carbono** del follaje, parámetro medido por primera vez en 2013-2014 se sitúa en torno al 50%, en un nivel similar al de otras especies forestales.

Los *micronutrientes* sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996, 1997-1998 y 2013-2014. En esos muestreos sólo se analizó el sodio en el segundo de ellos y el cobre en el tercero por lo que no podemos establecer una tendencia. Sin embargo, haciendo un estudio únicamente referente a la parcela vemos que el contenido de sodio está muy por debajo de la media para la especie mientras que en el caso del cobre es ligeramente superior. En la presente revisión se ha advertido un incremento generalizado en los cuatro elementos analizados: zinc, cobre, manganeso y hierro.

8. Desfronde.

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

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

TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde en sus distintas fracciones. Aporte anual en kg/ha; porcentaje de carbono y contenido en mg/g de materia seca de nitrógeno, azufre, fósforo, calcio, magnesio y potasio.

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	1.080	50,95	10,62	0,82	0,68	9,53	1,07	3,26
	Ramillas	332	49,21	9,63	0,69	0,75	22,04	1,14	2,97
	Otras	570	48,53	16,26	1,23	1,01	9,82	1,10	4,22
2006	Hojas	911	51,39	9,81	0,82	0,62	9,34	1,00	2,81
	Ramillas	258	50,03	8,65	0,66	0,73	16,49	1,08	3,88
	Otras	775	49,02	15,68	1,20	1,06	8,89	1,08	3,84
2007	Hojas	1.700	52,61	10,25	0,85	0,69	8,53	2,83	2,74
	Ramillas	691	51,32	8,26	0,61	0,80	15,60	4,15	3,11
	Otras	1.080	50,26	18,38	1,34	1,51	9,35	3,60	4,69
2008	Hojas	1.150	51,77	10,18	0,81	0,71	9,35	1,02	3,24
	Ramillas	320	50,86	7,72	0,55	0,84	18,61	1,19	3,81
	Otras	530	49,06	22,22	1,47	1,44	10,47	1,26	3,82
2009	Hojas	1.780	51,85	9,59	0,86	0,62	13,03	0,94	2,87
	Ramillas	815	50,32	7,07	0,52	0,82	14,03	1,11	4,39
	Otras	999	49,88	15,45	1,33	1,08	8,76	1,15	5,39
2010	Hojas	1.450	51,14	9,91	0,90	0,64	9,55	1,00	2,72
	Ramillas	1.022	51,15	8,48	0,71	0,83	20,29	1,29	4,03
	Otras	974	49,79	15,09	1,48	0,99	9,96	1,16	5,00
2011	Hojas	1.258	51,56	9,86	0,84	0,65	8,60	3,12	2,43
	Ramillas	455	50,26	8,40	0,62	0,80	15,68	4,04	3,34
	Otras	672	49,25	16,97	1,34	1,11	8,57	2,81	3,84
2012	Hojas	1.075	51,60	10,01	0,88	0,62	10,42	1,72	2,60
	Ramillas	518	50,41	8,02	0,61	0,83	16,32	2,06	3,94
	Otras	491	49,51	17,95	1,51	1,21	9,91	1,66	4,59
2014	Hojas	987	50,63	11,22	0,71	0,53	8,37	1,07	2,93
	Ramillas	73							
	Otras	537							
2015	Hojas	1.765	48,25	8,96	0,70	0,65	10,81	0,98	2,87
	Ramillas	361							

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
	Otras	961	45,51	16,85	1,14	1,05	5,68	1,12	6,16
Media	Hojas	1.316	51,17	10,04	0,82	0,64	9,75	1,48	2,85
	Ramillas	485	50,44	8,28	0,62	0,80	17,38	2,01	3,68
	Otras	759	48,98	17,20	1,34	1,16	9,04	1,66	4,62

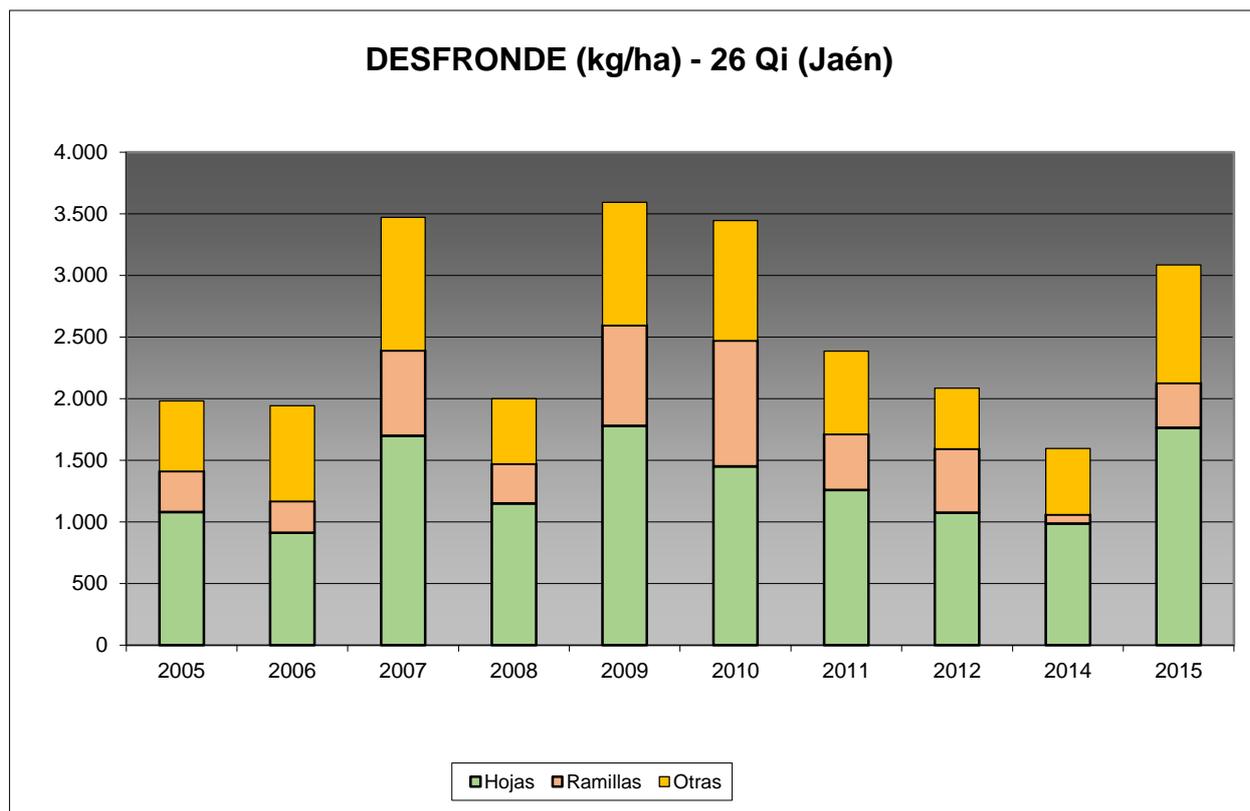


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 2.000-3.500 kg/ha, con un notable incremento respecto a la evaluación precedente; destacando el considerablemente elevado aporte de los ramillos finos, muy posiblemente relacionado con fenómenos de dieback, o muerte de ramillos terminales, bastante frecuente en encinas. Los contenidos en carbono del desfronde, próximos al 50% ponen de manifiesto su papel como sumidero de gases de efecto invernadero como el 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 26Qi, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

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

Año	Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población					Floración \geq 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
1999	15/04/99	15/06/99	61	104	1015	30/03/99	30/09/99	184	88	757
2000	29/03/00	03/05/00	35	88	908					
2001	13/03/01	17/04/01	35	71	563					
2002	02/04/02	28/05/02	56	91	918					
2003	01/04/03	20/05/03	49	90	592					
2004	30/03/04	28/06/04	90	89	757	02/03/04	30/03/04	28	61	497
2005	12/04/05	10/05/05	28	101	849	12/04/05	26/04/05	14	101	849
2006	18/04/06	02/05/06	14	107	955					
2007	27/03/07	12/06/07	77	85	766	10/04/07	08/05/07	28	99	876
2008	01/04/08	20/05/08	49	91	922	01/04/08	15/04/08	14	91	922
2009	31/03/09	14/04/09	14	89	805	31/03/09	14/04/09	14	89	805
2010	13/04/10	27/04/10	14	102	937	13/04/10	27/04/10	14	102	937
2011	29/03/11	20/04/11	22	87	779	20/04/11	24/05/11	34	109	1177
2012	25/04/12	29/05/12	34	115	835	25/04/12	29/05/12	34	115	835
2014	22/04/14	27/05/14	35	111	1243	22/04/14	27/05/14	35	111	1243
2015	28/04/15	26/05/15	28	117	1248	28/04/15	26/05/15	28	117	1248
Media			40	96	881			39	98	922

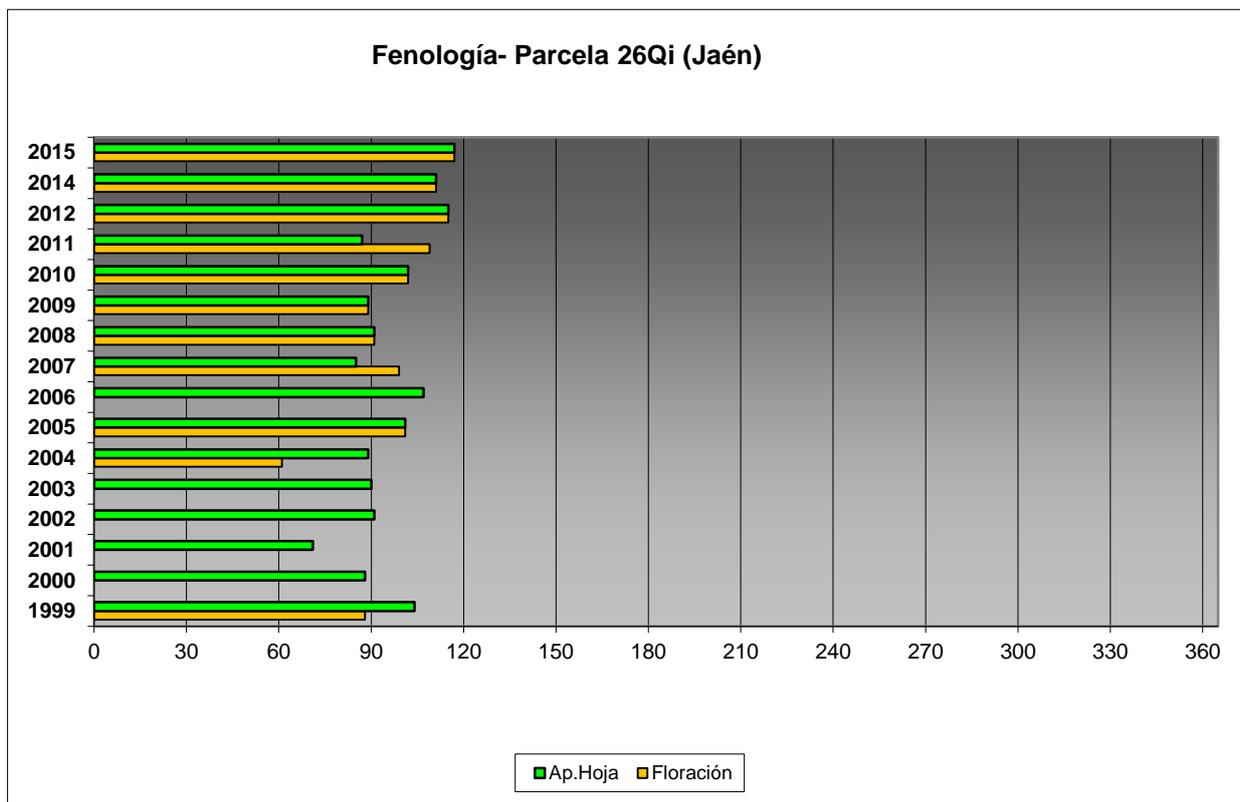


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, el comienzo de las distintas fases es bastante precoz, habiéndose iniciado los ciclos a lo largo del mes de marzo por regla general, con algún retraso hasta abril e incluso algún comienzo de floración en febrero en 2004. Por regla general, floración y aparición de la hoja se han presentado simultáneamente, retrasándose hasta abril a lo largo del último trienio, que tiene un comportamiento muy homogéneo.



FIG. 23: Encina brotando. Aparición hoja del año y amentos masculinos (abril).

10. Cintas diamétricas.

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

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

TABLA 26: Valor medio dendrómetros. Crecimiento medio: diferencia en cm y porcentaje entre el máximo y mínimo del año. Oscilación media: diferencia y porcentaje entre los valores de enero y diciembre (o comienzo/fin de año en años incompletos)

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
2004	0,11	0,35	0,11	-0,23
2005	0,18	0,63	0,18	0,22
2006	0,15	0,51	0,15	0,50
2007	0,56	1,89	0,56	0,57
2008	0,29	0,97	0,29	0,82
2009	0,36	1,06	0,36	0,06
2010	0,22	0,72	0,22	0,51
2011	0,28	0,92	0,28	0,64
2012	0,10	0,32	0,10	0,15
2014	0,13	0,39	0,13	0,36
2015	0,10	0,30	0,10	0,26
Media	0,19	0,59	0,19	0,37

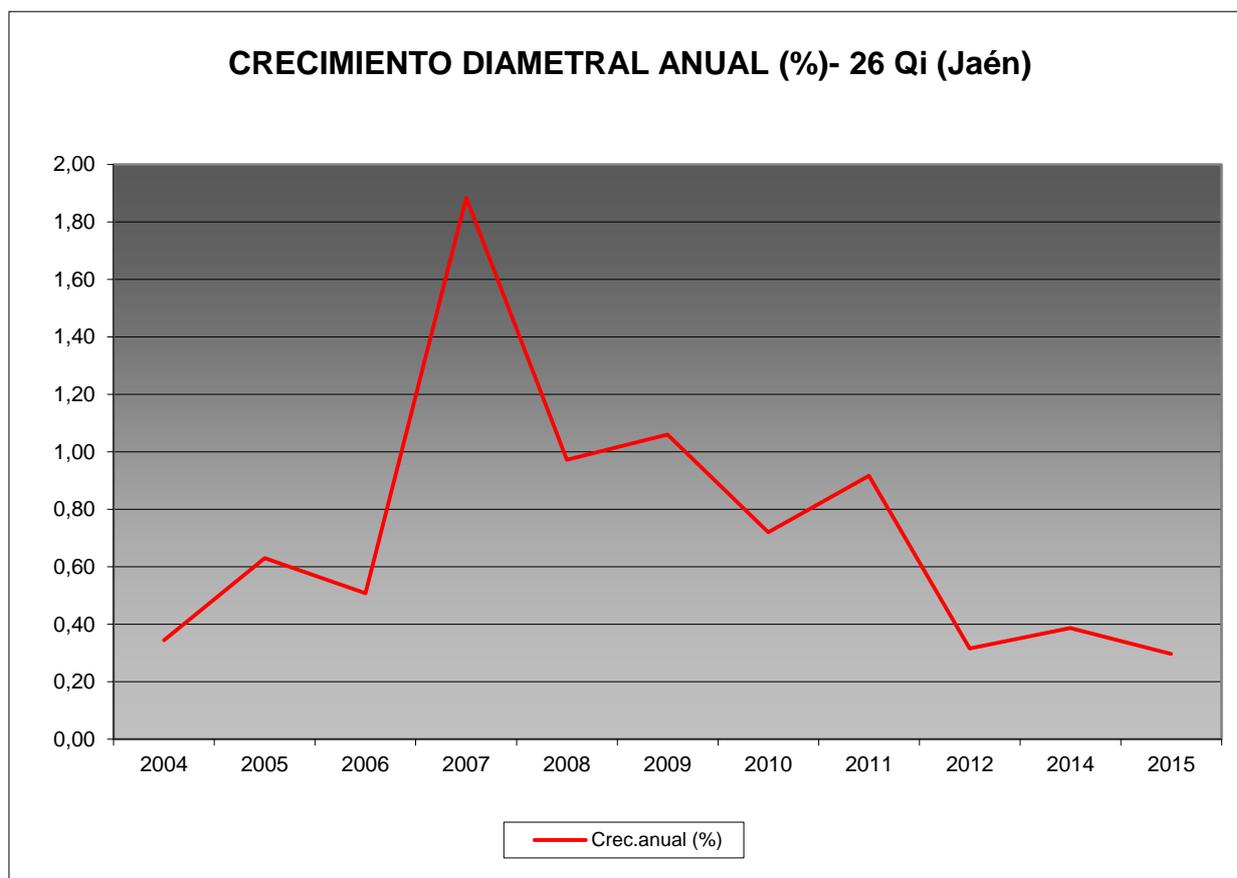


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, excepción hecha del primer año de evaluación, entre el 0,51% de 2006 y el 1,89% de 2007, situándose por regla general en valores ligeramente inferiores al 1% anual.

11. Meteorología.

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

TABLA 27: Parámetros meteorológicos básicos. Precipitación anual. Temperatura media anual, máxima de las máximas, mínima de las mínimas, media de las máximas, media de las mínimas. Radiación solar media. Humedad relativa media. Velocidad del viento media y máxima.

Año	Prec	T med	T MAX	T MIN	T max	T min	Rad med	HR med	V viento med	V viento max
	(mm)	(°C)					(W/m ²)	(%)	(m/s)	
1997	569	8,3	18,4	0,2	11,6	5,6	64,8	87,8	0,9	19,3
1998	573	13,7	39,1	-7,6	19,5	8,7	190,3	63,7	1,3	27,2
1999	575	15,5	39,0	-7,0	21,4	10,2	399,2			17,0

Año	Prec	T med	T MAX	T MIN	T max	T min	Rad med	HR med	V viento med	V viento max
	(mm)	(°C)					(W/m ²)	(%)	(m/s)	
2000	805	15,6	39,5	-12,7	21,4	10,1	204,0	56,4	1,3	22,7
2001	967	15,0	38,8	-13,5	20,5	9,4	217,5	63,4	1,5	19,7
2002	736	15,6	38,1	1,5	21,1	10,6	246,8	65,0	1,4	17,5
2003	850	15,6	38,1	1,5	21,1	10,6	246,8	65,0	1,4	17,5
2004	595	15,4	40,0	-5,2	21,0	10,1		59,6	1,5	20,1
2005	305	15,8	41,7	-9,4	21,9	10,0		54,8	1,7	19,7
2006	693	16,1	38,9	-3,8	21,7	10,9	194,3	63,7	1,6	17,8
2007	594	15,3	39,4	-1,7	21,2	10,1		60,2	1,6	
2008	725	16,4	37,8	-12,0	22,5	10,3	219,4	61,9	1,8	18,2
2009	497	18,5	38,8	-3,5	24,6	12,9	210,8	57,0	1,7	21,2
2010	984	17,4	41,8	-2,1	23,0	12,3		61,9	1,6	20,8
2011	630	16,6	40,9	-1,3	22,6	10,9	220,3	69,4	6,7	54,0
2012	187	14,1	41,8	-4,1	20,1	8,6	262,2	61,3	1,8	19,4
2014	358	17,1	40,1	-1,5	23,9	10,7	192,0	64,3	1,6	16,6
2015	397	17,3	41,1	-2,6	23,4	11,8	245,0	64,8	1,1	17,2
Media	613	16,11	40	-4,69	21,99	10,61	222,39	63,54	1,80	21,52

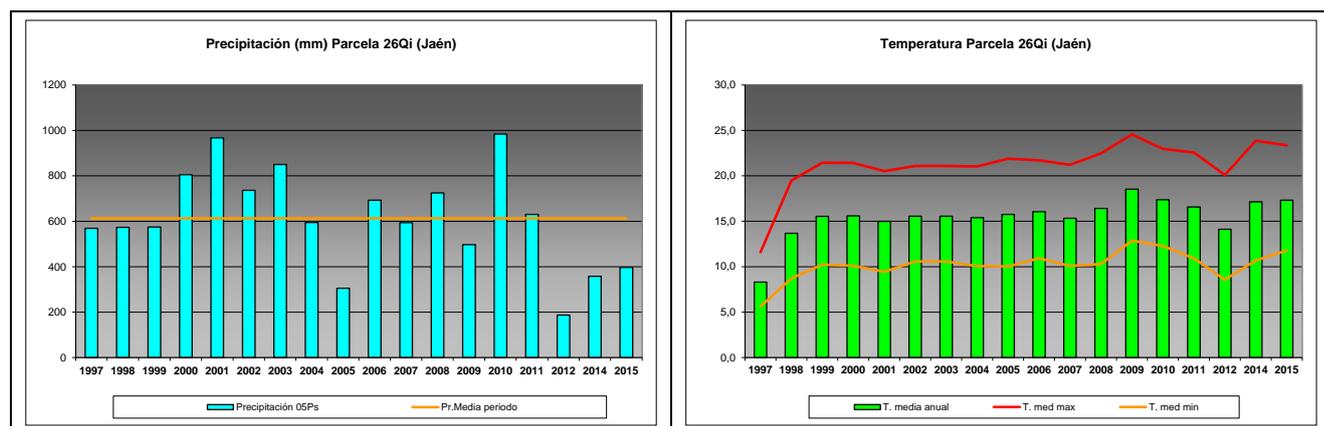


FIG 25: Principales variables meteorológicas.