



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

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2019**

PARCELA 11 Qs (CACERES)

**20
19**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

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

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	3
2.3. Vegetación	5
2.4. Caracterización forestal y dasométrica	6
3. Estado fitosanitario de la parcela	7
3.1. Defoliación y decoloración	7
3.2. Daños forestales	9
4. Instrumentación	20
5. Deposición atmosférica	23
5.1. pH	25
5.2. Conductividad	26
5.3. Potasio	27
5.4. Calcio	28
5.5. Magnesio	30
5.6. Sodio	31
5.7. Amonio	32
5.8. Cloro	33
5.9. Nitratos	35
5.10. Sulfatos	36
5.11. Interpretación de resultados	37
6. Calidad del aire. Inmisión	39
7. Análisis foliar	40
7.1. Macronutrientes	40
7.2. Micronutrientes	42
7.3. Interpretación de resultados	43
8. Desfronde	44
9. Fenología	46
10. Cintas diamétricas	48
11. Meteorología	50
12. Índice de Área Foliar	51

INDICE DE TABLAS

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

TABLA 21: Inmisión atmosférica

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

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

TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 25: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 26: Valor medio dendrómetros

TABLA 27: Valores medios meteorológicos

TABLA 28: Parámetros de estrés meteorológico

TABLA 29: Índices de Área Foliar

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela

FIG 2: Climodiagrama de la parcela

FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela

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

FIG 5: Tipos de defoliación

FIG 6: Daños forestales

FIG 7: Instrumentación

FIG 8: Variación temporal de pH

FIG 9: Variación temporal de conductividad

FIG 10: Variación temporal de potasio

FIG 11: Variación temporal de calcio

FIG 12: Variación temporal de magnesio

FIG 13: Variación temporal de sodio

FIG 14: Variación temporal de amonio

FIG 15: Variación temporal de cloro

FIG 16: Variación temporal de nitratos

FIG 17: Variación temporal de sulfatos

FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 19: Evolución de macronutrientes

FIG 20: Evolución de micronutrientes

FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 22: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 23: Fases fenológicas

FIG 24: Crecimiento diametral anual

FIG 25: Principales variables meteorológicas

FIG 26: Índices de Área Foliar

FIG 27: Fotos hemisféricas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el alcornocal de *Quercus suber* del subsector Hurdano, sector Toledano-Tagano 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
11 Qs	<i>Quercus suber</i>	Cáceres	Villanueva de la Sierra	20/07/1994	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+40°11'00"	-06°27'00"	206.000	4.455.000	455	2	Sureste	El Carrascal

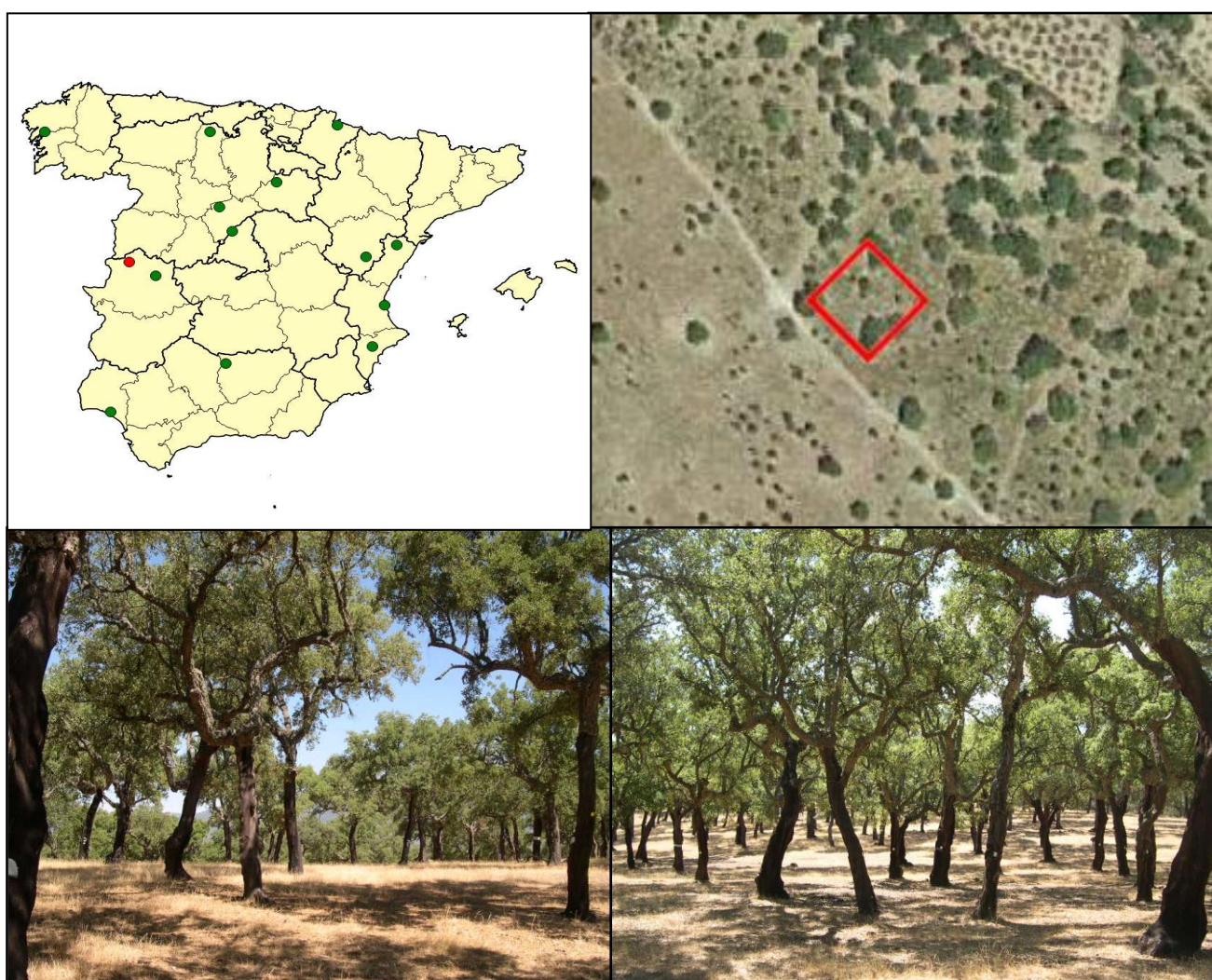


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 11Qs

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)	7,7	8,4	11	13,8	18	21,9	25,3	24,8	22,2	17,1	10,7	7,2	15,7
P(mm)	142	127	131	70	64	36	6	9	54	93	138	110	978
T. Media Máximas Mes más Cálido							35,1						
T. Media Mínimas Mes más frío												2,6	

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*.

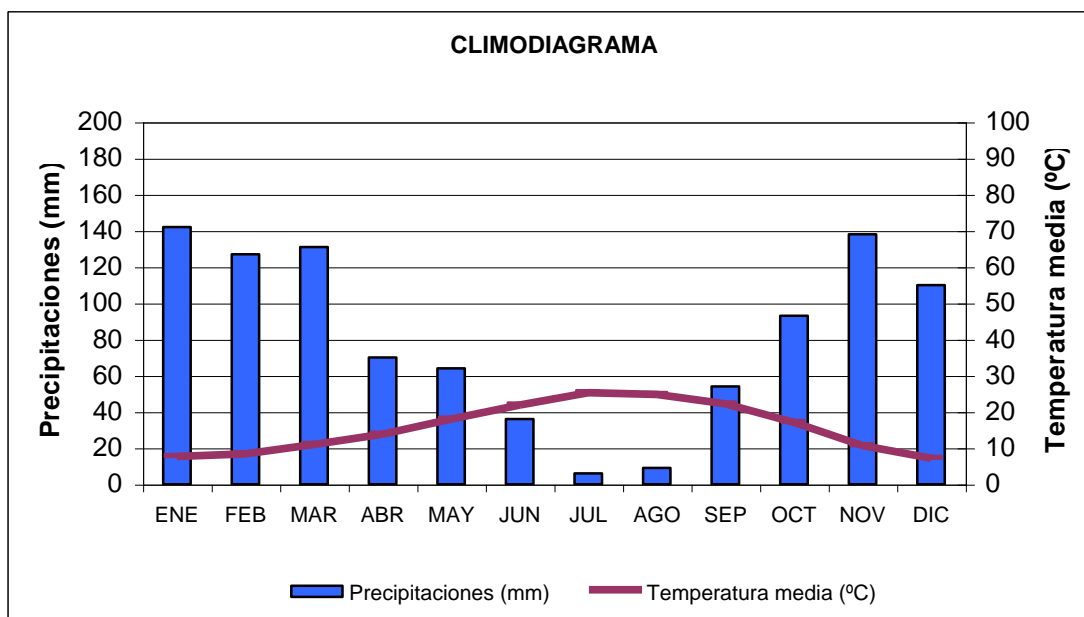


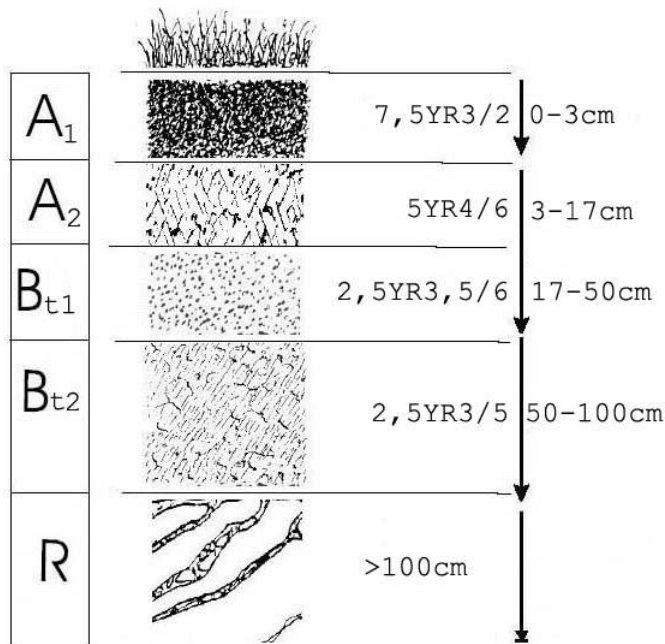
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

Litología: Material resultante de la alteración de pizarras oscuras ricas en hierro.

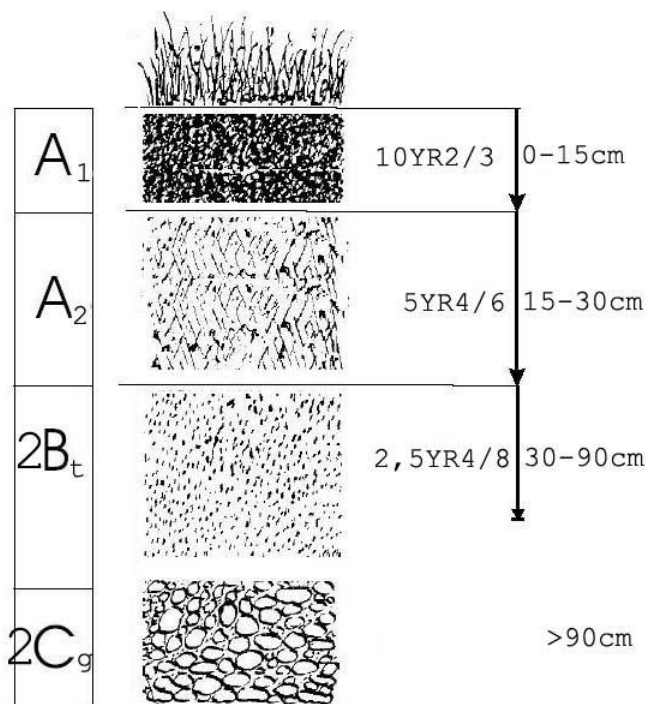
Edafología: *Haplic Acrisol / Dystric leptosol.*

Haplic Acrisol: Es un suelo pobre en elementos nutritivos y con arcillas de baja actividad.



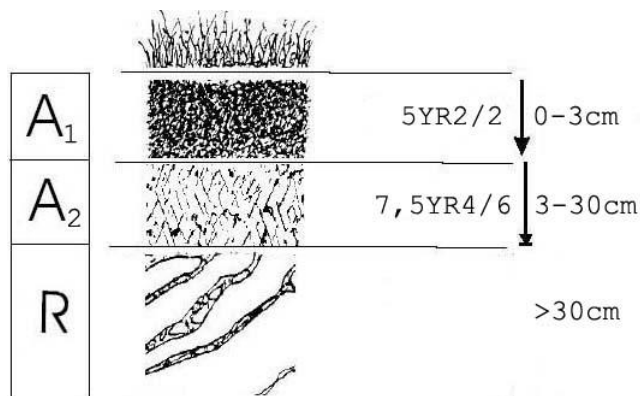
Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A ₁	0-3	Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; limoso; estructura grumosa, muy fina, moderada; muy friable en húmedo; posibles cutanes, de difícil apreciación; frecuentes raíces de todos los tamaños; muy poroso; ligera actividad de la fauna; límite brusco y plano.
A ₂	3-17	Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; limo-arcilloso; 35 de gravillas de pizarra y cuarzo, pizarra y cuarzo, (2 cm); estructura grumosa, fina, débil; muy friable en húmedo; frecuentes raíces de todos los tamaños; muy poroso; poca actividad de la fauna; límite neto y plano.
B _{t1}	17-50	Rojo oscuro (2.5 YR 3/5) en húmedo; arcilloso; 5% de gravillas de pizarra y cuarzo; estructura grumosa, fina, fuerte-mediana; muy friable en húmedo; posibles cutanes, de difícil apreciación; frecuentes raíces de todos los tamaños; muy poroso; fuerte actividad de la fauna; límite plano y difuso.
B _{t2}	50-100	Rojo oscuro (2.5 YR 3.5/6) en húmedo; arcilloso; 15% de gravillas de pizarra y cuarzo; estructura poliédrica subangular, muy fina, fuerte-moderada; muy friable en húmedo; cutanes de arcilla delgados y zonales, en caras estructurales y paredes de los poros; frecuentes raíces de todos los tamaños; muy poroso; buena actividad de la fauna; límite difuso y plano.

R	100	Pizarra de color oscuro, con cutanes de arcilla en los pianos de la estratificación.
---	-----	--------------------------------------------------------------------------------------



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A ₁	0-15	Pardo amarillento oscuro (10 YR 2/3) en húmedo; limo-arenoso; 10% de gravillas de cuarzo y pizarra; estructura grumosa, muy fina, moderada, fuerte; muy friable en húmedo; frecuentes raíces, muy finas (2mm); muy poroso; buena actividad de la fauna (lombrices); límite gradual y plano.
A ₂	15-30	Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; limoso; 30% de gravillas de pizarra roja (3cm); estructura grumosa, muy fina, moderada; muy friable en húmedo; frecuentes raíces muy finas (2mm); muy poroso; ligera-moderada actividad de la fauna; límite gradual y plano.
2B _t	30-90	Rojo oscuro (2.5 YR 4/8) en húmedo; limo-arcilloso; 15% de gravillas de pizarra negra; estructura poliédrica, muy fina, moderada; cutanes de arcilla, moderadamente espesos y continuos, en caras estructurales y paredes de los poros; pocas raíces; muy ligera actividad de la fauna; límite difuso y plano.
2C _g	90	Pizarra alterada de tonos muy rojos (2.5 YR 4/8) alternando con pizarra negra sin alterar; vetas grises (5Y 6/2) de hidromorfismo.

Dystric leptosol: Ocupa parte superior de la parcela. La posición topográfica explica la erosión total del suelo original y la existencia de suelo poco desarrollado. Es delgado y ofrece poco volumen para desarrollo radicular.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A ₁	0-3	Pardo rojizo oscuro (5 YR 2/2) en húmedo; limoso; estructura grumosa, fina, moderada-fuerte; muy friable en húmedo; pocas raíces, muy finas; muy poroso; ligera actividad de la fauna; límite brusco y plano.
A ₂	3-30	Pardo oscuro (7.5 YR 4/6) en húmedo; limo-arenoso; 10% de gravillas de pizarra y cuarzo, (3 cm); estructura poliédrica angular, muy fina, débil; muy friable en húmedo; pocas raíces muy finas, (0.5 cm); frecuentes poros, muy finos; apreciables tubos de lombrices; límite difuso y plano.
R	>30	Pizarras negras; cutanes de arcilla en los planos de estratificación.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Estrato arbóreo monoespecífico de *Quercus suber* con pies añosos y descorchados, adhesado, con subvuelo de pastizal de terófitos ralo y discontinuo.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	58,0	<i>Lolium rigidum</i> Gaudin	+
<i>Quercus suber</i> L.	58,0	<i>Lotus corniculatus</i> L.	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	33,5	<i>Lotus parviflorus</i> Desf.	+
<i>Agrostis castellana</i> Boiss. & Reuter	+	<i>Medicago polymorpha</i> L.	+
<i>Aira caryophyllea</i> L.	+	<i>Ornithopus compressus</i> L.	2,5
<i>Andryala laxiflora</i> DC.	+	<i>Ornithopus perpusillus</i> L.	+
<i>Anthemis arvensis</i> L.	+	<i>Ornithopus pinnatus</i> (Miller) Druce	+
<i>Anthoxanthum aristatum</i> Boiss.	+	<i>Plantago bellardii</i> All.	+
<i>Asterolinon linum-stellatum</i> (L.) Duby	+	<i>Plantago lanceolata</i> L.	+
<i>Avenula marginata</i> (Lowe) J. Holub	+	<i>Quercus suber</i> L.	+
<i>Bellis sylvestris</i> Cyr.	+	<i>Sherardia arvensis</i> L.	+
<i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv.	3,5	<i>Silene gallica</i> L.	+
<i>Briza maxima</i> L.	+	<i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertner	+
<i>Briza minor</i> L.	+	<i>Trifolium angustifolium</i> L.	+
<i>Bromus madritensis</i> L.	+	<i>Trifolium arvense</i> L.	+
<i>Carlina corymbosa</i> L.	+	<i>Trifolium bocconeii</i> Savi	+
<i>Cistus ladanifer</i> L.	+	<i>Trifolium campestre</i> Schreber	+

	Cob		Cob
<i>Coronilla repanda</i> (Poiret) Guss.	0,6	<i>Trifolium cherleri</i> L.	+
<i>Crucianella angustifolia</i> L.	+	<i>Trifolium glomeratum</i> L.	+
<i>Cynosurus echinatus</i> L.	+	<i>Trifolium hirtum</i> All.	1,0
<i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv.	+	<i>Trifolium ligusticum</i> Balbis ex Loisel.	+
<i>Geranium molle</i> L.	+	<i>Trifolium scabrum</i> L.	+
<i>Hippocrepis</i> sp.	+	<i>Trifolium stellatum</i> L.	+
<i>Holcus lanatus</i> L.	+	<i>Trifolium striatum</i> L.	+
<i>Anthyllis lotoides</i> L.	+	<i>Trifolium strictum</i> L.	+
<i>Hypochoeris glabra</i> L.	+	<i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmelin	3,0
<i>Jasione montana</i> L.	+	ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO	2,0
<i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat	+	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	2,0
<i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ.	+		

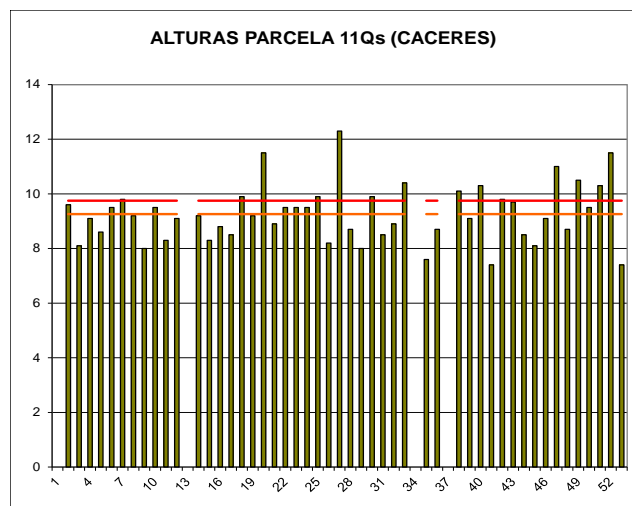
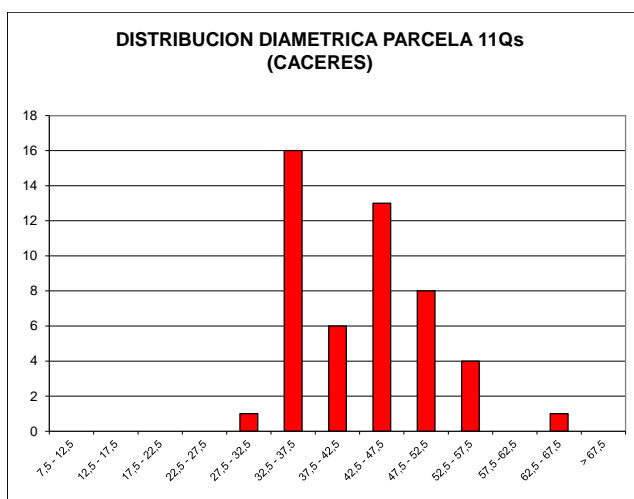
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 24 c, Serie mesomediterránea luso-extremadurensis seco-subhúmeda silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*). *Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae sigmetum*.

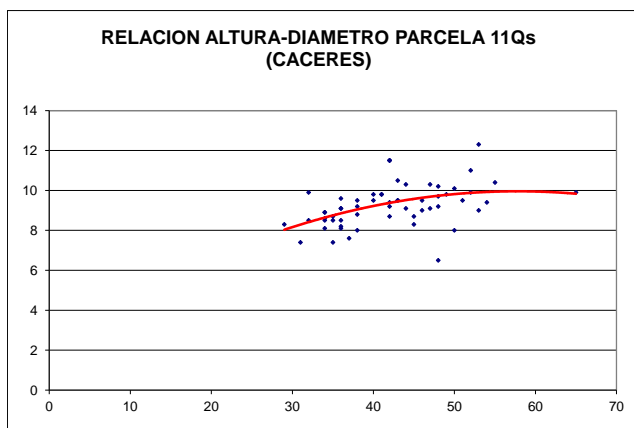
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de alcornoque en estado de fustal de 80-100 años de edad, cuyas características principales se resumen a continuación:

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

Parcela	Área ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad (años)	D med (cm)	AB (m ² /ha)	D m c (cm)	Alt m (m)	Alt do (m)	Exist (m ³ cc)
11 Qs	0,2500	49	196	49	0	4	101-120	42,57	28,75	43,22	9,26	9,75	16,52





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5						
12,5-17,5						
17,5-22,5						
22,5-27,5						
27,5-32,5	1	4	8,06	26,88	0,17	0,66
32,5-37,5	16	64	8,63	24,64	3,84	15,35
37,5-42,5	6	24	9,09	22,73	1,74	6,96
42,5-47,5	13	52	9,46	21,03	4,48	17,93
47,5-52,5	8	32	9,74	19,48	3,49	13,96
52,5-57,5	4	16	9,92	18,04	1,98	7,93
57,5-62,5					0,00	0,00
62,5-67,5	1	4	10,00	15,39	0,83	3,30
> 62,5						
TOTAL	49	196			16,52	66,09

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

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un estado fitosanitario aceptable, con una defoliación media del 23,37%, dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado cerca del 90% de los pies evaluados, en lo que supone un leve empeoramiento del estado fitosanitario respecto a la revisión anterior; no tanto en lo que se refiere al valor medio del parámetro, que aumenta en unas pocas décimas, inferior en todo caso al umbral de cinco puntos que supondría una variación significativa en términos estadísticos de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales; si bien se reducen los pies calificados con daños moderados, aparece algún pie con daños graves, situación esta que no ocurría desde hace varios años.

Atendiendo a la serie histórica de daños, el arbolado se encuentra lejos de los buenos resultados habidos en la revisión 2013, si bien el conjunto de pies calificados con daños moderados se ha venido reduciendo paulatinamente a lo largo del último lustro.

Se advierte también un incremento en el número de pies que presentan decoloración, si bien en grado ligero.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

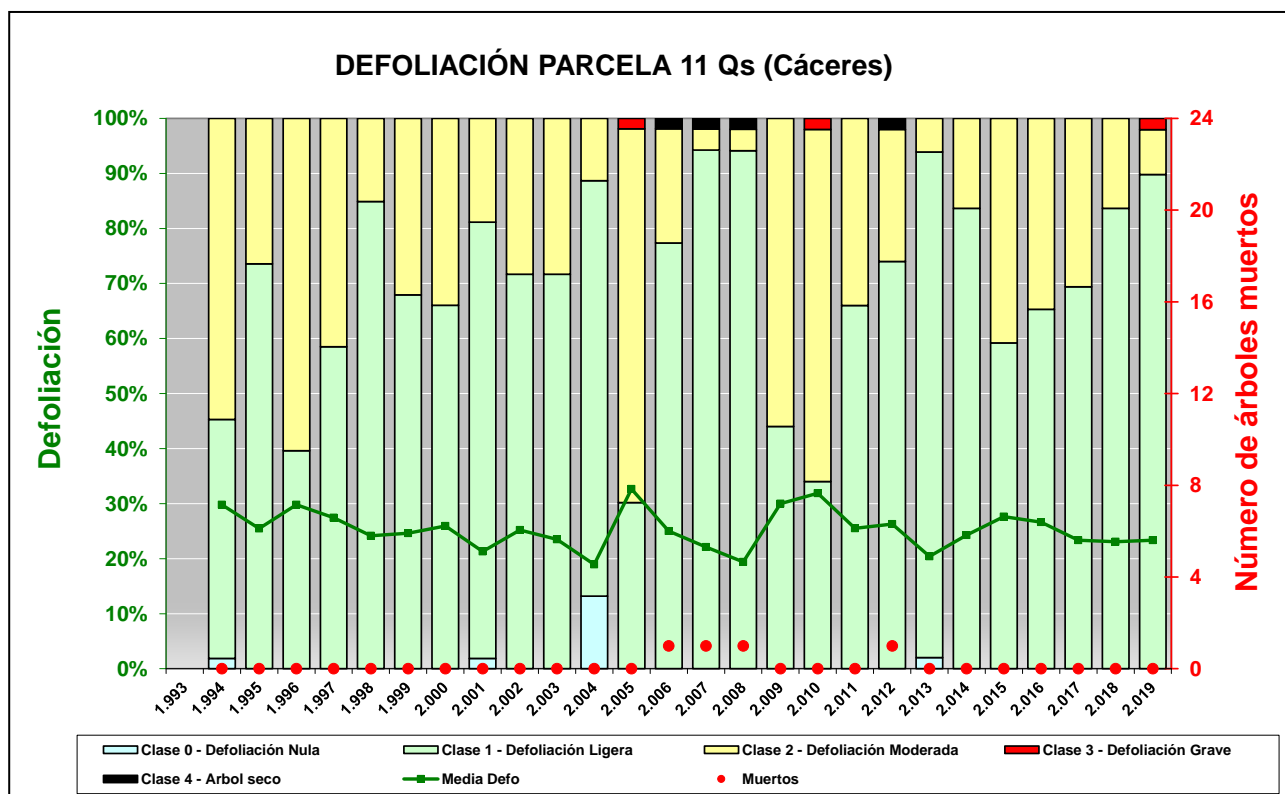


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15% , 25% y 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												
<i>Picidae</i>	1	1,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	36,00	7,40	-6,57	-1,86
Tronco	1	1,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	36,00	7,40	-6,57	-1,86
Otros vertebrados	1	1,00	4	2,04	20,00	1,00	-3,37	0,55	37,00	9,60	-5,57	0,34
Tronco	1	1,00	4	2,04	20,00	1,00	-3,37	0,55	37,00	9,60	-5,57	0,34
INSECTOS												
Defoliadores	23	1,00	92	46,94	20,43	0,35	-2,93	-0,10	43,48	9,35	0,91	0,09
Hojas	21	1,00	84	42,86	20,71	0,38	-2,65	-0,07	43,90	9,35	1,33	0,09
<i>Tortrix viridana</i>	2	1,00	8	4,08	17,50	0,00	-5,87	-0,45	39,00	9,30	-3,57	0,04
Hojas	1	1,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	37,00	9,10	-5,57	-0,16
Brotos del año	1	1,00	4	2,04	15,00	0,00	-8,37	-0,45	41,00	9,50	-1,57	0,24
Perforadores	46	1,30	184	93,88	24,57	0,61	1,20	0,16	43,33	9,54	0,75	0,28
<i>Cerambyx welensii</i>	8	2,50	32	16,33	33,75	0,50	10,38	0,05	41,13	8,76	-1,45	-0,50
Ramas >10 cm	2	2,00	8	4,08	20,00	0,50	-3,37	0,05	38,50	9,15	-4,07	-0,11
Tronco en copa	1	2,00	4	2,04	30,00	1,00	6,63	0,55	38,00	7,60	-4,57	-1,66
Tronco	5	2,80	20	10,20	40,00	0,40	16,63	-0,05	42,80	8,84	0,23	-0,42
<i>Coroebus florentinus</i>	15	1,07	60	30,61	25,00	0,67	1,63	0,22	45,27	9,69	2,70	0,43
Ramillos <2 cm	14	1,00	56	28,57	25,71	0,64	2,35	0,19	44,93	9,81	2,36	0,56
Ramas >10 cm	1	2,00	4	2,04	15,00	1,00	-8,37	0,55	50,00	8,00	7,43	-1,26
<i>Coroebus undatus</i>	11	1,09	44	22,45	21,82	0,64	-1,55	0,19	40,55	9,54	-2,03	0,28
Tronco	11	1,09	44	22,45	21,82	0,64	-1,55	0,19	40,55	9,54	-2,03	0,28
<i>Platypus cylindrus</i>	12	1,00	48	24,49	20,42	0,58	-2,95	0,13	44,92	9,88	2,35	0,62
Tronco	12	1,00	48	24,49	20,42	0,58	-2,95	0,13	44,92	9,88	2,35	0,62
Form. Agallas	7	1,00	28	14,29	22,86	0,43	-0,51	-0,02	38,71	8,91	-3,86	-0,34
<i>Andricus quercustozae</i>	1	1,00	4	2,04	35,00	1,00	11,63	0,55	33,00	7,40	-9,57	-1,86
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	2,04	35,00	1,00	11,63	0,55	33,00	7,40	-9,57	-1,86
<i>Dryomyia lischtensteini</i>	6	1,00	24	12,24	20,83	0,33	-2,53	-0,12	39,67	9,17	-2,90	-0,09
Hojas	6	1,00	24	12,24	20,83	0,33	-2,53	-0,12	39,67	9,17	-2,90	-0,09
ENFERMEDADES												
Tizón	15	1,00	60	30,61	20,33	0,27	-3,03	-0,18	41,27	9,47	-1,30	0,21
<i>Botryosphaeria stevensii</i>	1	1,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	29,00	8,30	-13,57	-0,96
Brotos del año	1	1,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	29,00	8,30	-13,57	-0,96
<i>Hypoxylon mediterraneum</i>	14	1,00	56	28,57	20,36	0,29	-3,01	-0,16	42,14	9,55	-0,43	0,29
Ramillos <2 cm	8	1,00	32	16,33	21,25	0,38	-2,12	-0,07	39,88	9,10	-2,70	-0,16
Ramas 2-10 cm	6	1,00	24	12,24	19,17	0,17	-4,20	-0,28	45,17	10,15	2,60	0,89
AG.ABIÓTICOS												

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Sequía	48	3,19	192	97,96	21,98	0,46	-1,39	0,01	42,52	9,27	-0,05	0,01
Hojas	48	3,19	192	97,96	21,98	0,46	-1,39	0,01	42,52	9,27	-0,05	0,01
Calor	15	1,00	60	30,61	21,67	0,60	-1,70	0,15	43,13	9,31	0,56	0,05
Hojas	15	1,00	60	30,61	21,67	0,60	-1,70	0,15	43,13	9,31	0,56	0,05
Viento/Tornado	9	1,67	36	18,37	28,33	0,44	4,97	0,00	41,22	9,29	-1,35	0,03
Ramillos <2 cm	8	1,00	32	16,33	20,63	0,50	-2,74	0,05	40,75	9,36	-1,82	0,10
Ramas 2-10 cm	1	7,00	4	2,04	90,00	0,00	66,63	-0,45	45,00	8,70	2,43	-0,56
Otros fact.abióticos	11	1,09	44	22,45	20,91	0,36	-2,46	-0,09	42,82	9,66	0,25	0,40
Tronco	11	1,09	44	22,45	20,91	0,36	-2,46	-0,09	42,82	9,66	0,25	0,40
OTROS DAÑOS												
Bacterias	14	1,00	56	28,57	20,71	0,21	-2,65	-0,23	44,64	9,31	2,07	0,05
Tronco	14	1,00	56	28,57	20,71	0,21	-2,65	-0,23	44,64	9,31	2,07	0,05
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	54	1,48	216	100,00	22,59	0,46	-0,77	0,01	41,70	8,95	-0,87	-0,31
Brotos del año	14	1,00	56	28,57	22,50	0,43	-0,87	-0,02	42,50	9,01	-0,07	-0,25
Ramillos <2 cm	8	1,13	32	16,33	24,38	0,50	1,01	0,05	42,25	8,78	-0,32	-0,48
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	37,00	9,10	-5,57	-0,16
Tronco	27	1,67	108	55,10	22,41	0,48	-0,96	0,03	42,48	9,02	-0,09	-0,24
Cuello raíz	2	2,00	8	4,08	22,50	1,00	-0,87	0,55	35,50	8,65	-7,07	-0,61
Tronco completo	2	3,50	8	4,08	20,00	0,00	-3,37	-0,45	32,00	8,60	-10,57	-0,66

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, destaca en primer lugar, la presencia de **defoliadores** tortricídeos en cerca del 47% del arbolado muestra –en lo que supone una reducción respecto a la revisión anterior- de quienes se ven las habituales mordeduras y festoneados a lo largo del margen foliar, junto con esqueletizaciones (pérdida del tejido foliar mientras se mantiene el conductor), en un patrón ya observado en anteriores evaluaciones aunque no aparece asociado a daños forestales de consideración. Los insectos **perforadores** se revelan sin embargo como uno de los agentes más peligrosos para los alcornoques de la zona, incrementándose notablemente con respecto al año pasado al afectar a la casi totalidad del arbolado muestra, destacando entre ellos el peligroso *Cerambyx welensii* (*C. cerdo*) que se duplica respecto al año anterior, y asociado a daños graves en algún caso. Se observan las perforaciones y pequeñas acumulaciones de serrín en la base de los troncos, así como considerables galerías en tocones de árboles ya apeados en operaciones de saneamiento del arbolado. La predilección de este cerambícido por árboles debilitados o decrepitos es ampliamente conocida, por lo que el deterioro causado por la sequía o altas temperaturas amplifica sus efectos. Este perforador, al reducir significativamente la sección resistente de ramas y troncos, deja al arbolado más susceptible a los daños por viento o tormentas, llegándose a ver algún ejemplar partido y caído en el suelo debido a la pérdida de sección resistente de ramas y tronco. Aunque estudios recientes parecen confirmar la acción en esta zona de *C. welensii* frente al anteriormente citado *C. cerdo* y dado que la separación entre ambas especies sólo es posible a escala macroscópica por las distintas conicidades de los extremos abdominales, cabe hacer constar que *C. cerdo* es una plaga con una situación legal complicada pues a su peligrosidad potencial une el hecho de encontrarse en varios catálogos o listados de especies vulnerables o protegidas; así como a encontrarnos en una masa en aprovechamiento corchero donde se han efectuado ya varias pelás.

Se registran también daños por otros perforadores, aunque limitados a unos cuantos casos en toda la parcela, en un nivel de afección similar al registrado el año anterior. Aparecen así ramillas terminales muertas debidas a los anillamientos larvarios de *Coroebus florentinus* en la tercera parte de los alcornoques evaluados, junto con culebrillas de *Coroebus undatus* visibles tras el descortice, y cuyos daños son más importantes en la producción corchera que sobre el hospedante, junto con daños producidos por *Platypus*

cilindrus en cerca de la cuarta parte de los pies, y que se ve favorecido por la presencia de árboles decrepitos donde encuentra un buen acomodo para su reproducción y de quien se ven los típicos orificios en los troncos orlados de serrín blanquecino y que puede actuar como vector de transmisión de hongos.

Por último, y dentro de lo que puede considerarse normal en los alcornoques de la zona, se observa una presencia ligera de **insectos agallícolas** en una corta fracción del arbolado que se reducen respecto a la revisión anterior, no asociados sin embargo a daños forestales de consideración. Destaca entre estos agallícolas el cecidómido *Dryomyia lichtensteini*, muy frecuente en los montes de quercíneas de la zona, y de quien se ven las típicas agallas en el envés foliar. Se advierten también daños aislados por erinosis por *Eriophyes ilicis* en algunos pies, de quien se ve la típica pilosidad rojiza en el envés foliar causadas por la inyección de sustancias reguladoras del crecimiento por el aparato bucal del ácaro.

Al igual que en anteriores revisiones, se advierte la presencia del hongo *Hypoxilon mediterraneum* (*Biscogniauxia mediterranea*) en cerca de la cuarta parte de los pies, asociado a la muerte de ramas y ramillas y de quien se ve el estroma negruzco asomando bajo las resquebrajaduras del corcho y cuya expansión se ve favorecida en masas aprovechadas para descorche como la que nos ocupa; recomendándose la desinfección de las herramientas entre pie y pie en su ejecución como medio para reducir su propagación. Se observan también los habituales ramillos terminales puntisecos causados por *Botryosphaeria stevensii* (*Diplodia mutila*) en algún pie aislado, reduciéndose respecto al año anterior.

En lo que se refiere a los daños abióticos, se advierte un notable incremento de los daños por **sequía**, presentes en prácticamente todos los pies, debido a una reducción de las precipitaciones de cerca del 40%, tras el buen año hídrico precedente. Se advierten así plegamientos en las hojas a lo largo del nervio central, en una estrategia de reducción de pérdidas de agua por transpiración al disminuir la superficie de intercambio, junto con daños mecánicos en ramas por tormentas, que podrían verse amplificadas en pies caracterizados por pérdidas de la resistencia estructural debidos a la acción de perforadores o pudriciones por *Hypoxilon*, como puede verse a lo largo del camino de acceso a la parcela. Las altas temperaturas del verano han propiciado también el amarilleamiento de parte de las hojas. La falta de agua ha acelerado también la caída de las hojas de mayor edad, estando el follaje compuesto fundamentalmente por hojas de un año.

Se advierten también daños antiguos por **descorche** en todos los pies evaluados, lógicos en una masa en aprovechamiento como la que nos ocupa, y que como ya se ha mencionado anteriormente puede favorecer la entrada de *Hypoxilon* en los árboles a través de las heridas causadas al tronco, acompañados de exudados negruzcos en algunos casos, presumiblemente asociados a bacteriosis.

Por último, y sin que se pueda precisar la causa con exactitud, se advierte algún **aborto o puntisecado** de ramillas, junto con **tumoraciones** generalizadas en los troncos, sin mayor trascendencia fitosanitaria, en un patrón ya observado en anteriores revisiones de la parcela y que podría estar relacionado con las operaciones de descorche.

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	91	2,15	364	100,00	21,54	0,45	-1,83	0,00	42,69	9,29	0,12	0,03
Comidos/perdidos	22	1,00	88	44,90	20,68	0,36	-2,69	-0,09	43,59	9,34	1,02	0,08
Agujeros/Parc. comidas	9	1,00	36	18,37	20,00	0,44	-3,37	0,00	40,44	9,14	-2,13	-0,11
Muestras	3	1,00	12	6,12	21,67	0,33	-1,70	-0,12	49,33	9,63	6,76	0,37
Esqueletizadas	10	1,00	40	20,41	21,00	0,30	-2,37	-0,15	44,70	9,43	2,13	0,17
Dec. Verde-amarillo	15	1,00	60	30,61	21,67	0,60	-1,70	0,15	43,13	9,31	0,56	0,05
Completa	15	1,00	60	30,61	21,67	0,60	-1,70	0,15	43,13	9,31	0,56	0,05
Deformaciones	54	2,94	216	100,00	21,85	0,44	-1,52	0,00	42,20	9,26	-0,37	0,00
Enrolladas	48	3,19	192	97,96	21,98	0,46	-1,39	0,01	42,52	9,27	-0,05	0,01
Agallas	6	1,00	24	12,24	20,83	0,33	-2,53	-0,12	39,67	9,17	-2,90	-0,09
RAMAS/BROTOS												
Brotos del año	16	1,00	64	32,65	21,88	0,38	-1,49	-0,07	41,56	8,99	-1,01	-0,27
Signos insectos	1	1,00	4	2,04	15,00	0,00	-8,37	-0,45	41,00	9,50	-1,57	0,24
Nidos	1	1,00	4	2,04	15,00	0,00	-8,37	-0,45	41,00	9,50	-1,57	0,24
Muerto/moribundo	7	1,00	28	14,29	24,29	0,43	0,92	-0,02	38,00	8,89	-4,57	-0,37
Aborto	8	1,00	32	16,33	20,63	0,38	-2,74	-0,07	44,75	9,03	2,18	-0,23
Ramillos <2 cm	39	1,03	156	79,59	23,72	0,54	0,35	0,09	42,18	9,30	-0,39	0,04
Deformaciones	2	1,00	8	4,08	32,50	1,00	9,13	0,55	35,50	7,50	-7,07	-1,76
Agallas	1	1,00	4	2,04	35,00	1,00	11,63	0,55	33,00	7,40	-9,57	-1,86
Tumores	1	1,00	4	2,04	30,00	1,00	6,63	0,55	38,00	7,60	-4,57	-1,66
Rotura	8	1,00	32	16,33	20,63	0,50	-2,74	0,05	40,75	9,36	-1,82	0,10
Muerto/moribundo	21	1,05	84	42,86	25,00	0,57	1,63	0,12	44,24	9,52	1,67	0,26
Exudaciones	4	1,00	16	8,16	20,00	0,25	-3,37	-0,20	41,00	9,55	-1,57	0,29
Pudriciones	4	1,00	16	8,16	22,50	0,50	-0,87	0,05	38,75	8,65	-3,82	-0,61
Ramas 2-10 cm	8	1,75	32	16,33	28,13	0,13	4,76	-0,32	44,13	9,84	1,55	0,58
Rotura	1	7,00	4	2,04	90,00	0,00	66,63	-0,45	45,00	8,70	2,43	-0,56
Muerto/moribundo	1	1,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	37,00	9,10	-5,57	-0,16
Exudaciones	4	1,00	16	8,16	20,00	0,25	-3,37	-0,20	47,50	10,48	4,93	1,22
Pudriciones	2	1,00	8	4,08	17,50	0,00	-5,87	-0,45	40,50	9,50	-2,07	0,24
Ramas >10 cm	3	2,00	12	6,12	18,33	0,67	-5,03	0,22	42,33	8,77	-0,24	-0,49
Signos insectos	3	2,00	12	6,12	18,33	0,67	-5,03	0,22	42,33	8,77	-0,24	-0,49
Perforaciones,serrín	3	2,00	12	6,12	18,33	0,67	-5,03	0,22	42,33	8,77	-0,24	-0,49
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	1	2,00	4	2,04	30,00	1,00	6,63	0,55	38,00	7,60	-4,57	-1,66
Signos insectos	1	2,00	4	2,04	30,00	1,00	6,63	0,55	38,00	7,60	-4,57	-1,66
Perforaciones,serrín	1	2,00	4	2,04	30,00	1,00	6,63	0,55	38,00	7,60	-4,57	-1,66
Tronco	82	1,35	328	100,00	22,56	0,45	-0,81	0,00	42,87	9,33	0,29	0,07
Deformaciones	26	1,62	104	53,06	21,54	0,46	-1,83	0,01	42,35	9,05	-0,23	-0,21
Tumores	26	1,62	104	53,06	21,54	0,46	-1,83	0,01	42,35	9,05	-0,23	-0,21
Signos insectos	28	1,36	112	57,14	24,46	0,57	1,10	0,12	42,82	9,56	0,25	0,30
Perforaciones,serrín	18	1,50	72	36,73	25,83	0,50	2,47	0,05	43,44	9,50	0,87	0,24
68 Galerías	10	1,10	40	20,41	22,00	0,70	-1,37	0,25	41,70	9,66	-0,87	0,40

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Heridas	14	1,21	56	28,57	22,50	0,43	-0,87	-0,02	42,14	9,40	-0,43	0,14
Descortezamientos	2	1,00	8	4,08	17,50	0,00	-5,87	-0,45	40,50	9,50	-2,07	0,24
Grietas	10	1,10	40	20,41	21,50	0,50	-1,87	0,05	42,70	9,69	0,13	0,43
Otras heridas	2	2,00	8	4,08	32,50	0,50	9,13	0,05	41,00	7,85	-1,57	-1,41
Exudaciones	14	1,00	56	28,57	20,71	0,21	-2,65	-0,23	44,64	9,31	2,07	0,05
Cuello raíz	2	2,00	8	4,08	22,50	1,00	-0,87	0,55	35,50	8,65	-7,07	-0,61
Deformaciones	2	2,00	8	4,08	22,50	1,00	-0,87	0,55	35,50	8,65	-7,07	-0,61
Tumores	2	2,00	8	4,08	22,50	1,00	-0,87	0,55	35,50	8,65	-7,07	-0,61
Tronco completo	2	3,50	8	4,08	20,00	0,00	-3,37	-0,45	32,00	8,60	10,57	-0,66
Deformaciones	1	4,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	35,00	8,90	-7,57	-0,36
Tumores	1	4,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	35,00	8,90	-7,57	-0,36
Heridas	1	3,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	29,00	8,30	-13,57	-0,96
Otras heridas	1	3,00	4	2,04	20,00	0,00	-3,37	-0,45	29,00	8,30	-13,57	-0,96

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	<i>Picidae</i>		Otros vertebrados		Defoliadores		Perforadores	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Hojas	91					22	95,65		
Comidos/perdidos	22					22	95,65		
Agujeros/Parc. comidas	9					9	39,13		
Muestras	3					3	13,04		
Esqueletizadas	10					10	43,48		
Dec. Verde-amarillo	15								
Completa	15								
Deformaciones	54								
Enrolladas	48								
Agallas	6								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	16					1	4,35		
Signos insectos	1					1	4,35		
Nidos	1					1	4,35		
Muerto/moribundo	7								
Aborto	8								
Ramillos <2 cm	39							14	30,43
Deformaciones	2								
Agallas	1								
Tumores	1								
Rotura	8								
Muerto/moribundo	21							14	30,43
Exudaciones	4								
Pudriciones	4								

	N par	<i>Picidae</i>		Otros vertebrados		Defoliadores		Perforadores	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Ramas 2-10 cm	8								
Rotura	1								
Muerto/moribundo	1								
Exudaciones	4								
Pudriciones	2								
Ramas >10 cm	3							3	6,52
Signos insectos	3							3	6,52
Perforaciones,serrín	3							3	6,52
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	1							1	2,17
Signos insectos	1							1	2,17
Perforaciones,serrín	1							1	2,17
Tronco	82	1	100,00	1	100,00			28	60,87
Deformaciones	26								
Tumores	26								
Signos insectos	28							28	60,87
Perforaciones,serrín	18							18	39,13
68 Galerías	10							10	21,74
Heridas	14	1	100,00	1	100,00				
Descortezamientos	2								
Grietas	10			1	100,00				
Otras heridas	2	1	100,00						
Exudaciones	14								
Cuello raíz	2								
Deformaciones	2								
Tumores	2								
Tronco completo	2								
Deformaciones	1								
Tumores	1								
Heridas	1								
Otras heridas	1								

	N par	Form. Agallas		Tizón		Sequía		Calor	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Hojas	91	6	85,71			48	100,00	15	100,00
Comidos/perdidos	22								
Agujeros/Parc. comidas	9								
Muestras	3								
Esqueletizadas	10								
Dec. Verde-amarillo	15							15	10,00
Completa	15							15	100,00
Deformaciones	54	6	85,71			48	100,00		
Enrolladas	48					48	100,00		
Agallas	6	6	85,71						
RAMAS/BROTOS									

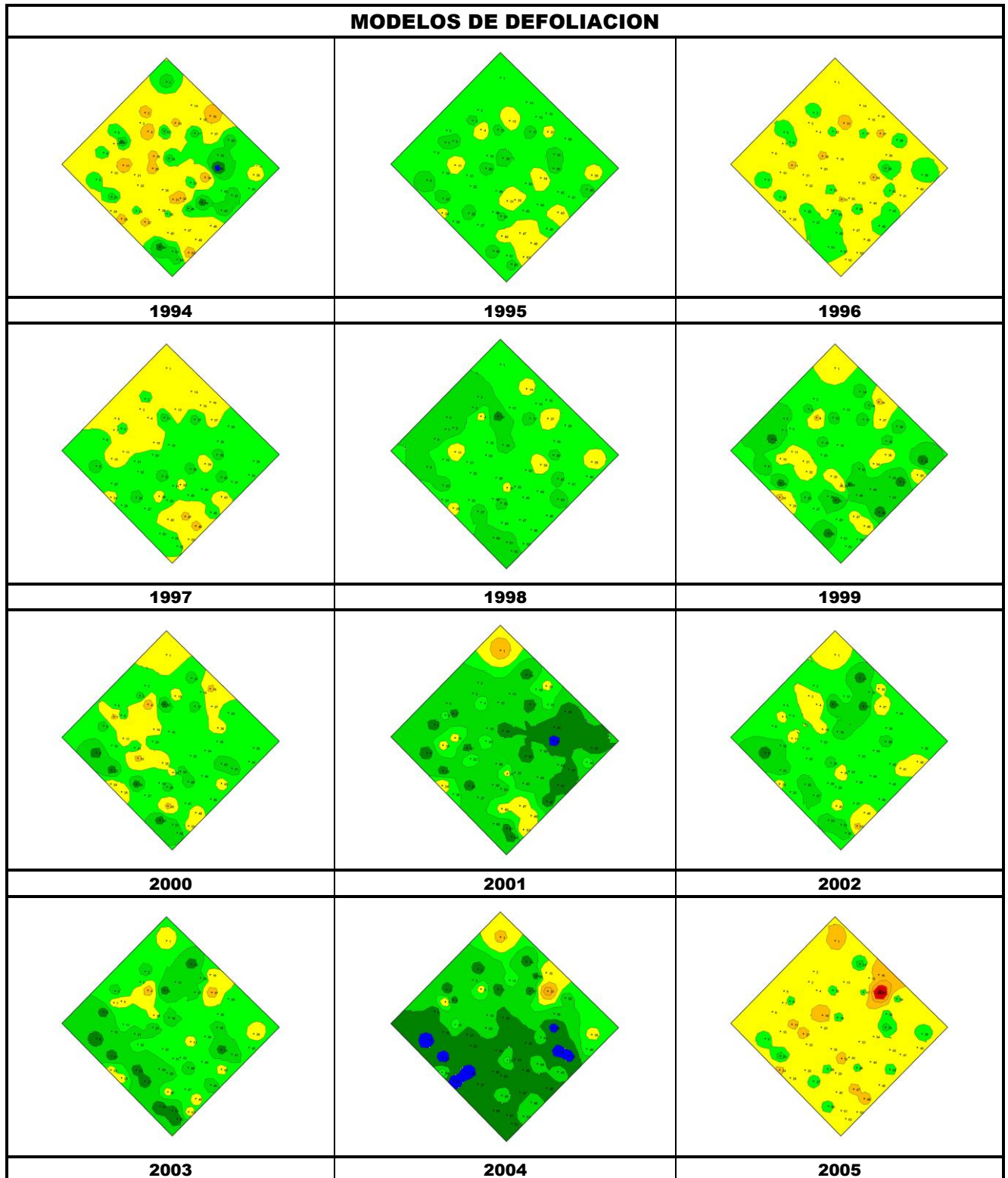
	N par	Form. Agallas		Tizón		Sequía		Calor	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Brotos del año	16			1	6,67				
Signos insectos	1								
Nidos	1								
Muerto/moribundo	7			1	6,67				
Aborto	8								
Ramillos <2 cm	39	1	14,29	8	53,33				
Deformaciones	2	1	14,29						
Agallas	1	1	14,29						
Tumores	1								
Rotura	8								
Muerto/moribundo	21								
Exudaciones	4			4	26,67				
Pudriciones	4			4	26,67				
Ramas 2-10 cm	8			6	40,00				
Rotura	1								
Muerto/moribundo	1								
Exudaciones	4			4	26,67				
Pudriciones	2			2	13,33				
Ramas >10 cm	3								
Signos insectos	3								
Perforaciones,serrín	3								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	1								
Signos insectos	1								
Perforaciones,serrín	1								
Tronco	82								
Deformaciones	26								
Tumores	26								
Signos insectos	28								
Perforaciones,serrín	18								
68 Galerías	10								
Heridas	14								
Descortezamientos	2								
Grietas	10								
Otras heridas	2								
Exudaciones	14								
Cuello raíz	2								
Deformaciones	2								
Tumores	2								
Tronco completo	2								
Deformaciones	1								
Tumores	1								
Heridas	1								
Otras heridas	1								

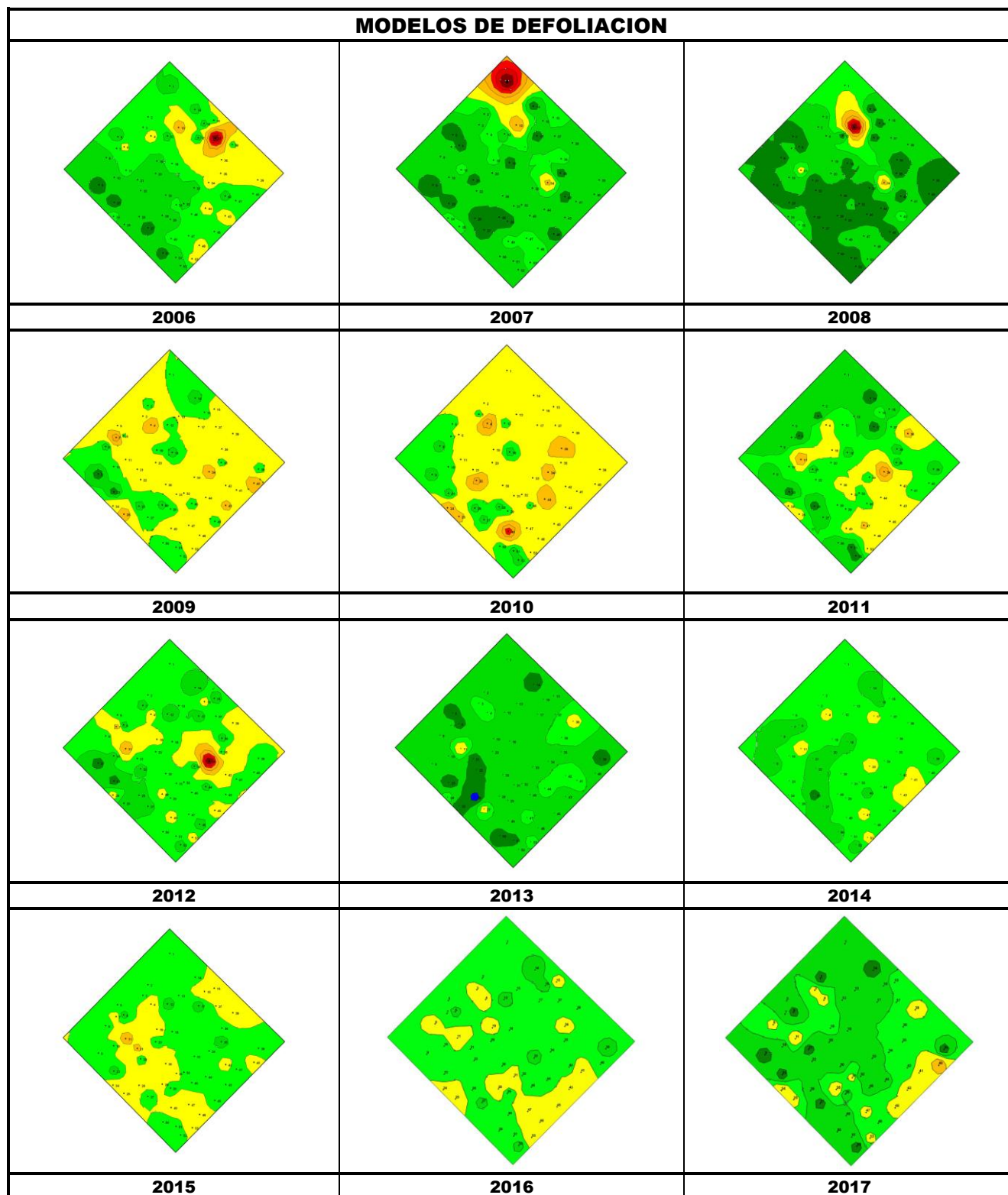
	N par	Viento/Tornado		Otros fact.abióticos		Bacterias		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Hojas	91								
Comidos/perdidos	22								
Agujeros/Parc. comidas	9								
Muestras	3								
Esqueletizadas	10								
Dec. Verde-amarillo	15								
Completa	15								
Deformaciones	54								
Enrolladas	48								
Agallas	6								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	16							14	25,93
Signos insectos	1								
Nidos	1								
Muerto/moribundo	7							6	11,11
Aborto	8							8	14,81
Ramillos <2 cm	39	8	88,89					8	14,81
Deformaciones	2							1	1,85
Agallas	1								
Tumores	1							1	1,85
Rotura	8	8	88,89						
Muerto/moribundo	21							7	12,96
Exudaciones	4								
Pudriciones	4								
Ramas 2-10 cm	8	1	11,11					1	1,85
Rotura	1	1	11,11						
Muerto/moribundo	1							1	1,85
Exudaciones	4								
Pudriciones	2								
Ramas >10 cm	3								
Signos insectos	3								
Perforaciones,serrín	3								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco en copa	1								
Signos insectos	1								
Perforaciones,serrín	1								
Tronco	82			11	100,00	14	100,00	27	50,00
Deformaciones	26							26	48,15
Tumores	26							26	48,15
Signos insectos	28								
Perforaciones,serrín	18								
68 Galerías	10								
Heridas	14			11	100,00			1	1,85
Descortezamientos	2			2	18,18				
Grietas	10			9	81,82				

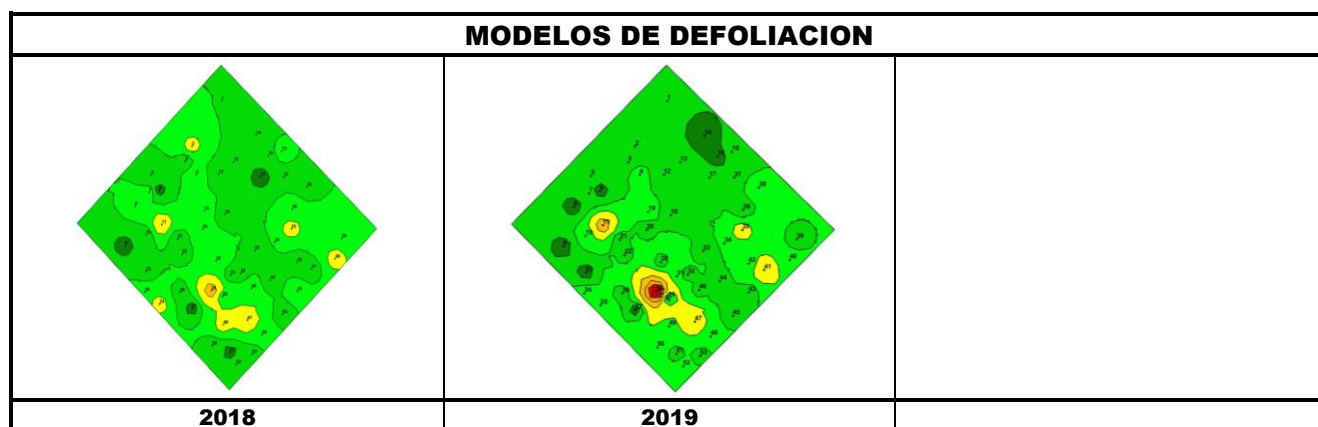
	N par	Viento/Tornado		Otros fact.abióticos		Bacterias		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Otras heridas	2							1	1,85
Exudaciones	14					14	100,00		
Cuello raíz	2							2	3,70
Deformaciones	2							2	3,70
Tumores	2							2	3,70
Tronco completo	2							2	3,70
Deformaciones	1							1	1,85
Tumores	1							1	1,85
Heridas	1							1	1,85
Otras heridas	1							1	1,85



FIG 6: Daños y serrín debidos a *Cerambyx wellensii*. Ramillo muerto por *oroebus florentinus*. Descorches sucesivos.







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		

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		-		
Trascolación	Acumuladores	6		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	-			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
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. Torre meteorológica. Captador de desfronde y pluviómetro. Acumulador de deposición.. Sonda de humedad. Data-logger. Dosímetros pasivos

5. Deposición atmosférica.

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

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

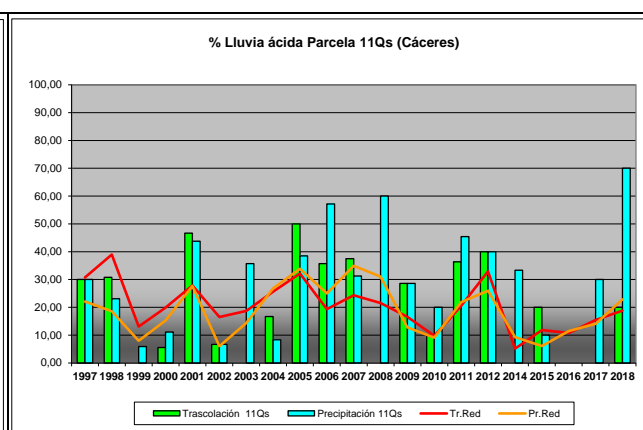
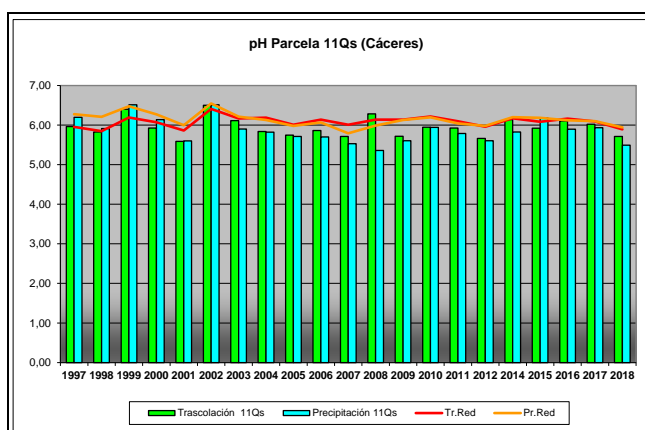
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 11Qs, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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	5,96	30,00	715	6,20	30,00	775	5,95	6,27
1998	5,83	30,77	676	5,91	23,08	785	5,84	6,21
1999	6,40	0,00	526	6,51	5,88	650	6,19	6,48
2000	5,93	5,56	820	6,14	11,11	972	6,07	6,27
2001	5,59	46,67	819	5,60	43,75	990	5,86	6,00
2002	6,50	6,67	877	6,51	6,67	985	6,41	6,54
2003	6,11	0,00	942	5,90	35,71	1085	6,17	6,21
2004	5,84	16,67	466	5,82	8,33	524	6,19	6,13
2005	5,75	50,00	351	5,71	38,46	396	6,01	5,98
2006	5,86	35,71	875	5,70	57,14	1006	6,13	6,07
2007	5,71	37,50	638	5,53	31,25	721	6,01	5,79
2008	6,28	0,00	568	5,36	60,00	677	6,14	5,99
2009	5,72	28,57	462	5,60	28,57	520	6,14	6,13
2010	5,95	10,00	1243	5,94	20,00	1154	6,22	6,19
2011	5,93	36,36	787	5,79	45,45	874	6,10	6,04
2012	5,66	40,00	124	5,60	40,00	155	5,96	5,98
2014	6,14	0,00	577	5,82	33,33	615	6,17	6,20
2015	5,92	20,00	431	6,18	10,00	512	6,08	6,18
2016	6,10	0,00	840	5,90	0,00	978	6,16	6,12
2017	6,02	0,00	364	5,93	30,00	459	6,09	6,10
2018	5,71	20,00	829	5,49	70,00	860	5,89	5,94
Media	5,95	19,74	663	5,86	29,94	747	6,08	6,13



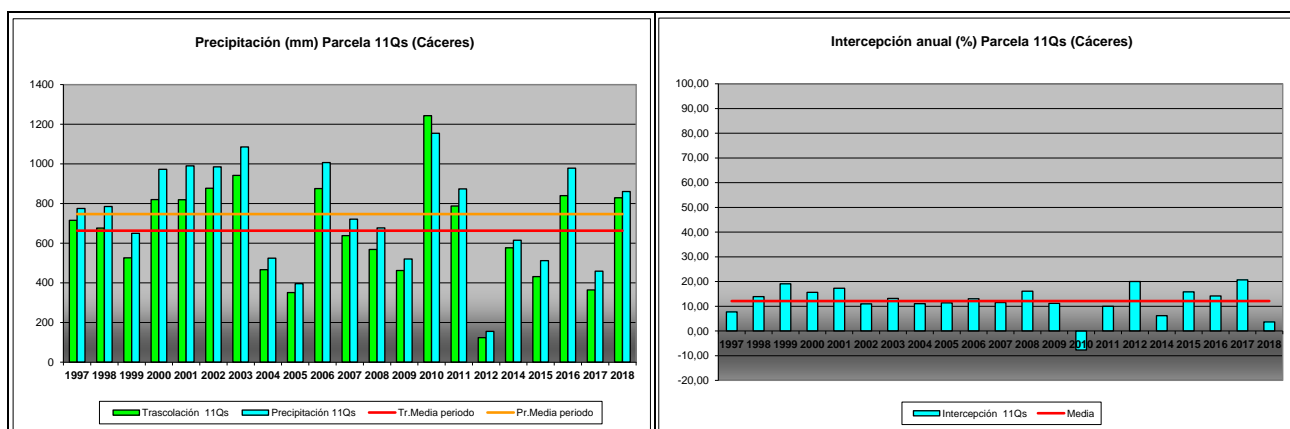


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

Año	Traslación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	10,89		715	9,55		775	25,59	22,11
1998	15,86		676	10,40		785	29,47	22,63
1999	17,86		526	14,75		650	33,24	19,93
2000	19,80		820	16,36		972	35,37	22,07
2001	15,45		819	12,23		990	28,43	16,06
2002	24,98		877	18,92		985	49,05	30,17
2003	19,74		942	16,55		1085	46,47	25,27
2004	29,32		466	36,19		524	63,98	37,20
2005	25,44		351	21,75		396	65,86	30,61
2006	21,19		875	18,99		1006	61,93	28,83
2007	25,08		638	23,08		721	50,03	28,98
2008	30,36		568	24,76		677	46,84	22,94
2009	22,07		462	16,46		520	49,56	20,18
2010	14,90		1243	11,34		1154	44,44	15,09
2011	18,62		787	9,14		874	51,52	19,09
2012	19,13		124	17,08		155	53,38	20,50
2014	16,53		577	9,94		615	27,94	15,23
2015	19,39		431	11,81		512	45,28	18,25
2016	12,34		840	6,18		978	47,39	15,22
2017	23,89		364	14,65		459	56,13	18,87
2018	22,60		829	10,91		860	38,75	16,20
Media	20,26		663	15,77		747	45,27	22,16

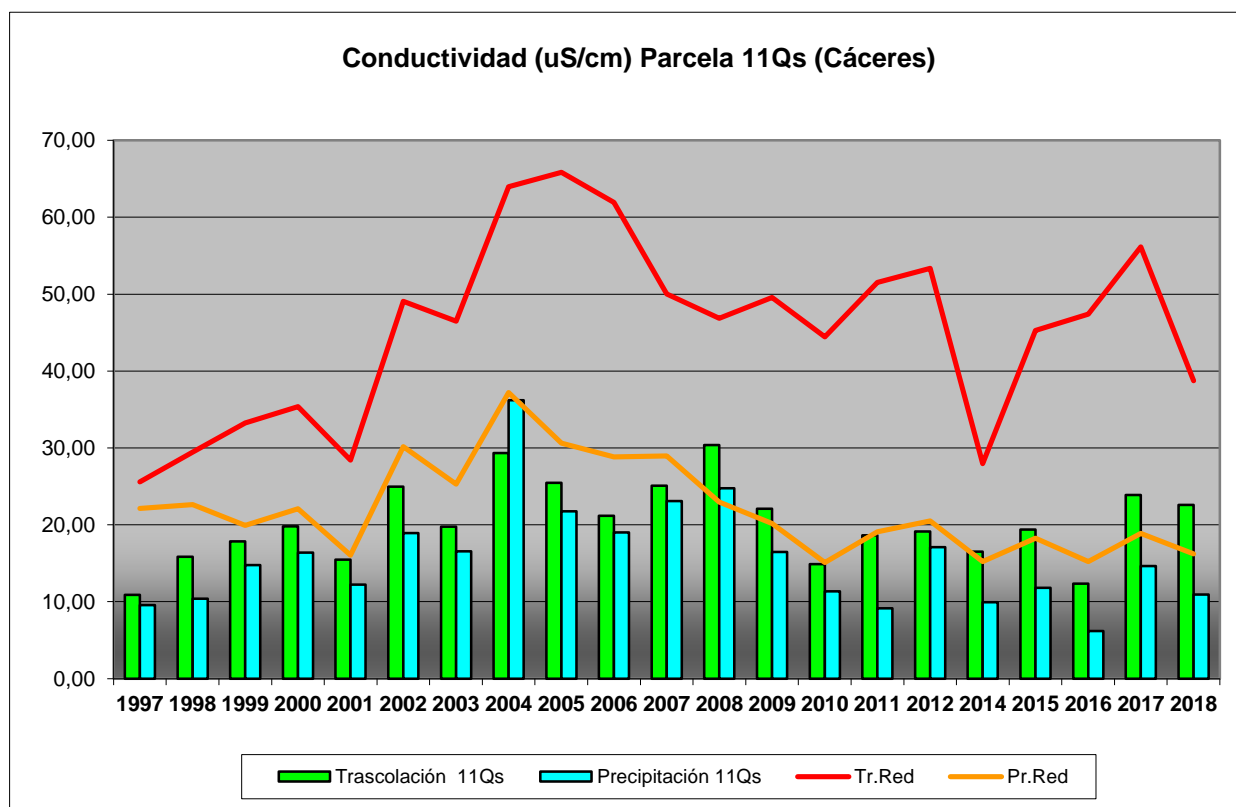


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

Año	Trascolución (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,00	7,15	715	0,57	4,42	775	2,74	7,33	5,18
1998	2,94	19,85	676	1,31	10,28	785	9,57	19,45	13,28
1999	2,33	12,25	526	1,32	8,56	650	3,68	17,99	11,86
2000	2,80	22,99	820	1,55	15,04	972	7,95	22,33	15,28
2001	2,12	17,36	819	1,41	13,82	990	3,55	16,00	9,92
2002	2,08	18,22	877	0,77	7,54	985	10,68	19,36	7,73
2003	1,40	13,11	942	0,31	3,34	1085	9,77	12,93	3,83
2004	2,45	9,75	466	0,93	4,21	524	5,54	16,14	4,88
2005	2,34	8,22	351	1,05	4,14	396	4,08	12,47	5,15
2006	1,84	16,02	875	0,94	9,46	1006	6,57	19,14	9,86
2007	2,45	15,57	638	1,13	8,08	721	7,49	20,44	7,92
2008	4,74	26,95	568	1,17	7,95	677	19,00	22,97	6,57
2009	2,31	10,59	462	0,66	3,32	520	7,27	18,05	4,28
2010	1,41	17,49	1243	0,26	2,95	1154	14,54	21,96	3,59
2011	1,59	12,50	787	0,43	3,77	874	8,73	18,92	5,75
2012	0,39	0,48	124	0,35	0,54	155	-0,06	2,99	0,92
2014	2,10	12,10	577	0,16	1,01	615	11,08	11,97	1,60
2015	2,85	12,30	431	0,38	1,96	512	10,34	18,33	4,20

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)
2016	1,89	15,88	840	0,13	1,28	978	14,59	19,15	2,17
2017	2,94	10,71	364	0,36	1,66	459	9,05	16,19	1,94
2018	2,85	23,66	829	0,22	1,86	860	21,79	17,14	2,96
Media	2,23	14,44	663	0,73	5,48	747	8,95	16,73	6,14

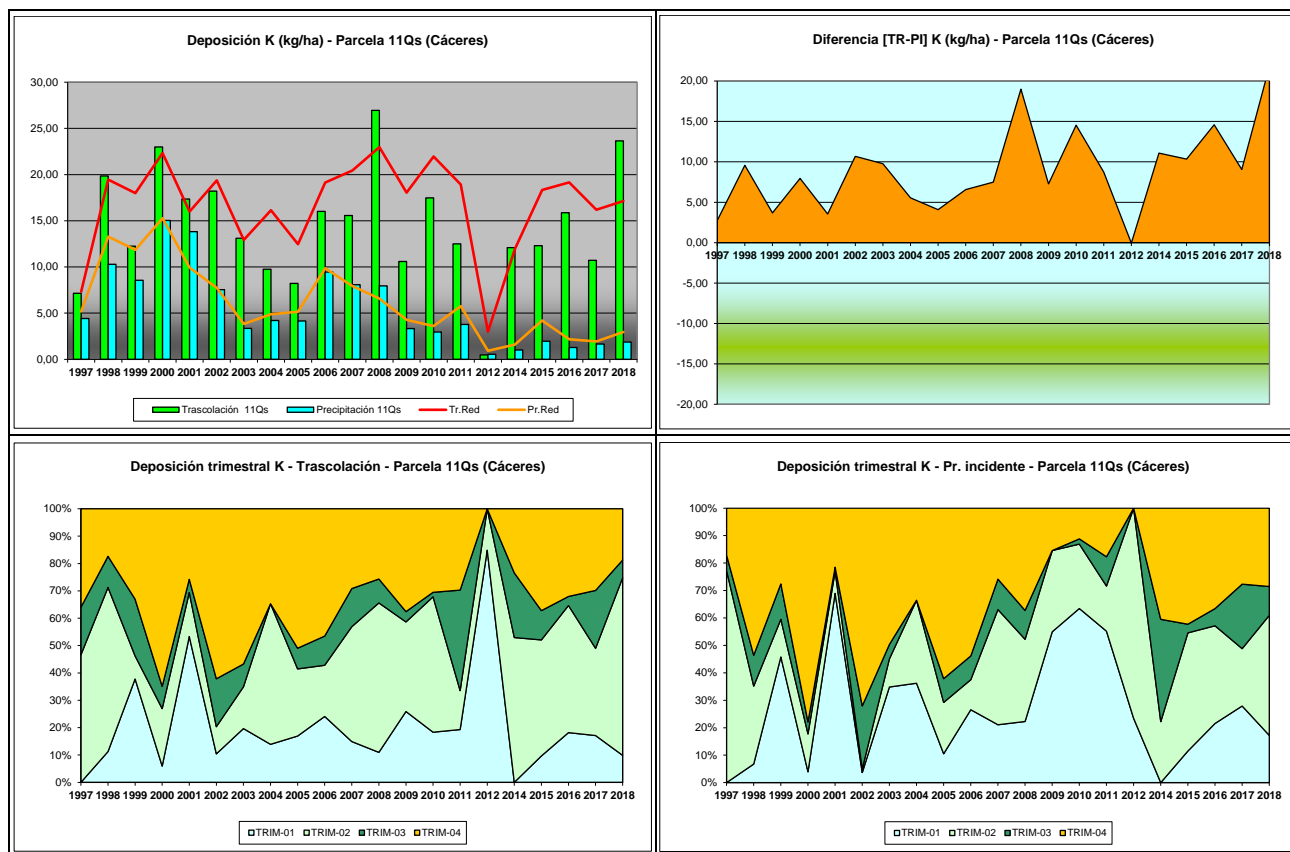


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,57	4,04	715	0,45	3,47	775	0,57	7,29	5,16
1998	0,50	3,38	676	0,22	1,73	785	1,66	6,91	4,05
1999	0,71	3,76	526	0,53	3,43	650	0,32	10,77	6,68
2000	0,66	5,37	820	0,49	4,77	972	0,61	10,94	7,70
2001	0,44	3,62	819	0,25	2,48	990	1,14	8,58	6,22
2002	0,64	5,63	877	0,52	5,08	985	0,56	12,23	9,40
2003	1,18	11,12	942	1,44	15,65	1085	-4,53	23,45	26,64
2004	1,30	5,19	466	3,86	17,42	524	-12,23	18,95	20,04

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2005	1,47	5,17	351	1,78	7,06	396	-1,88	11,17	9,81
2006	1,00	8,69	875	1,12	11,28	1006	-2,59	17,51	16,49
2007	1,52	9,68	638	1,56	11,20	721	-1,53	18,16	14,99
2008	1,61	9,13	568	1,79	12,13	677	-3,00	14,94	12,47
2009	0,83	3,79	462	0,81	4,09	520	-0,30	10,43	6,81
2010	0,53	6,62	1243	0,50	5,78	1154	0,85	11,50	7,59
2011	0,76	6,00	787	0,54	4,74	874	1,26	11,32	6,29
2012	0,45	0,56	124	1,18	1,83	155	-1,27	3,22	2,60
2014	1,23	7,07	577	0,67	4,11	615	2,96	8,57	5,86
2015	2,29	9,86	431	2,76	14,12	512	-4,25	15,19	12,39
2016	0,58	4,87	840	0,41	4,05	978	0,82	14,34	8,83
2017	2,60	9,48	364	1,07	4,90	459	4,58	13,71	10,82
2018	1,00	8,26	829	0,75	6,43	860	1,84	13,15	9,58
Media	1,04	6,25	663	1,08	6,94	747	-0,69	12,49	10,02

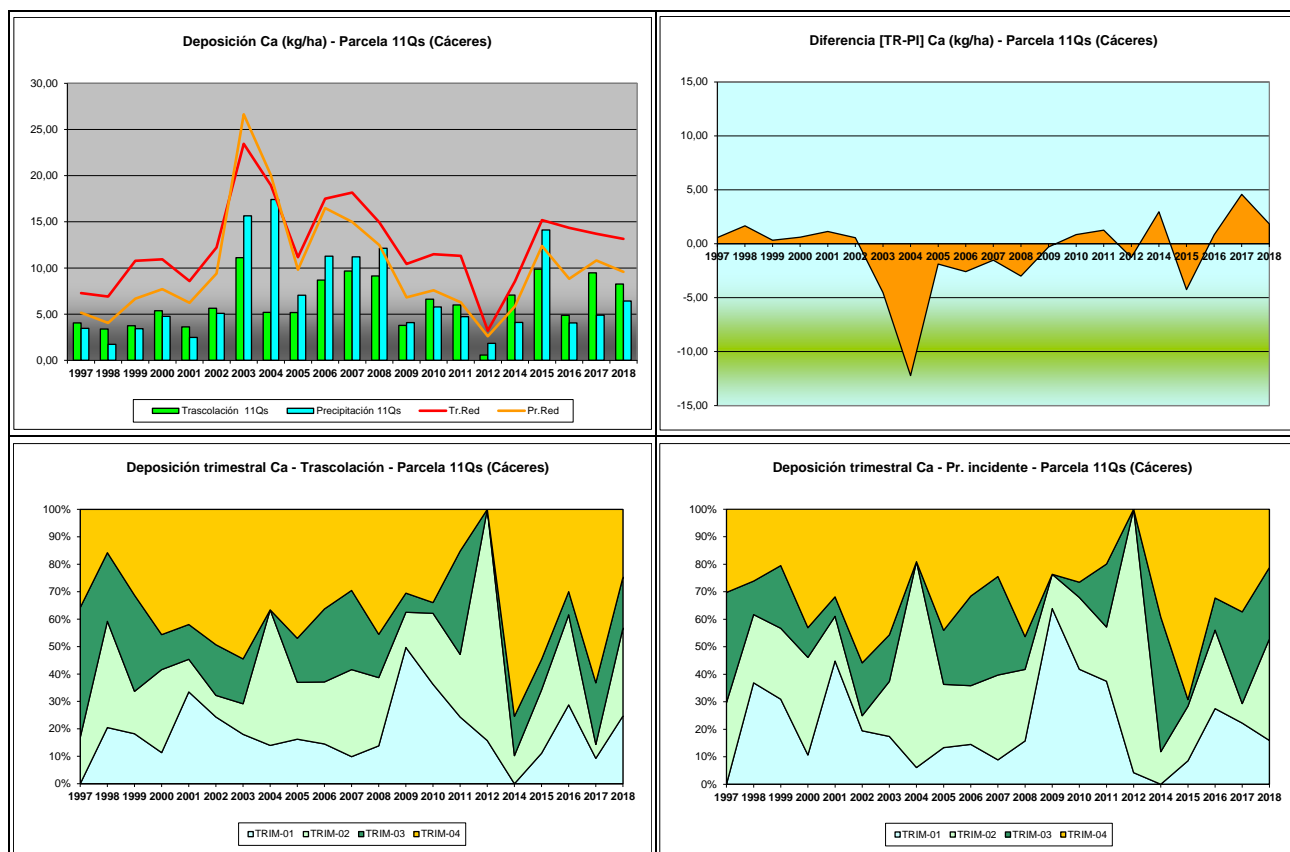
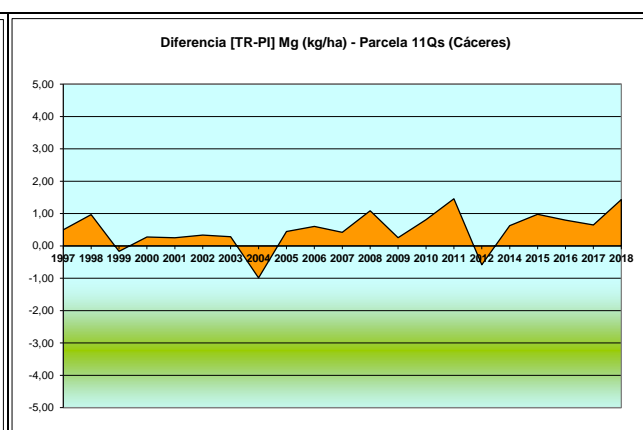
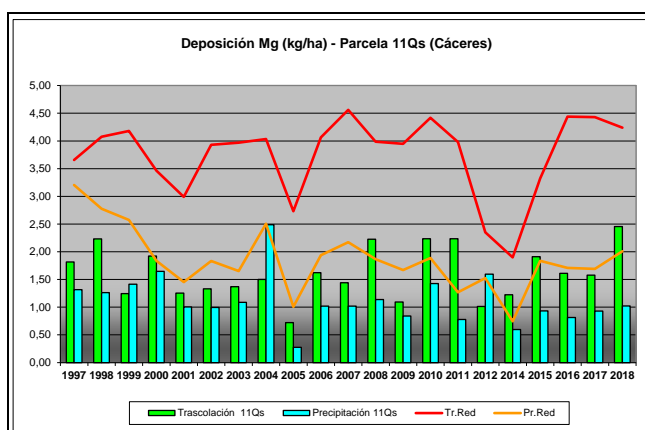


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

Año	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	0,25	1,82	715	0,17	1,32	775	0,50	3,66	3,20
1998	0,33	2,23	676	0,16	1,26	785	0,97	4,07	2,78
1999	0,24	1,25	526	0,22	1,41	650	-0,17	4,18	2,58
2000	0,23	1,92	820	0,17	1,65	972	0,28	3,46	1,84
2001	0,15	1,26	819	0,11	1,00	990	0,25	2,99	1,45
2002	0,15	1,33	877	0,11	1,00	985	0,34	3,93	1,83
2003	0,15	1,37	942	0,11	1,09	1085	0,28	3,97	1,65
2004	0,38	1,50	466	0,55	2,49	524	-0,99	4,03	2,51
2005	0,21	0,72	351	0,19	0,28	396	0,45	2,73	1,01
2006	0,19	1,62	875	0,16	1,02	1006	0,60	4,06	1,94
2007	0,23	1,44	638	0,17	1,02	721	0,42	4,56	2,17
2008	0,39	2,23	568	0,17	1,14	677	1,09	3,99	1,87
2009	0,24	1,09	462	0,17	0,84	520	0,25	3,95	1,67
2010	0,18	2,24	1243	0,12	1,43	1154	0,81	4,42	1,89
2011	0,28	2,23	787	0,09	0,78	874	1,46	3,98	1,27
2012	0,81	1,01	124	1,03	1,59	155	-0,58	2,35	1,52
2014	0,21	1,22	577	0,10	0,60	615	0,63	1,90	0,75
2015	0,44	1,91	431	0,18	0,93	512	0,98	3,32	1,84
2016	0,19	1,61	840	0,08	0,81	978	0,80	4,44	1,71
2017	0,43	1,58	364	0,20	0,93	459	0,65	4,43	1,69
2018	0,30	2,45	829	0,12	1,02	860	1,43	4,24	2,01
Media	0,29	1,62	663	0,21	1,12	747	0,50	3,75	1,86



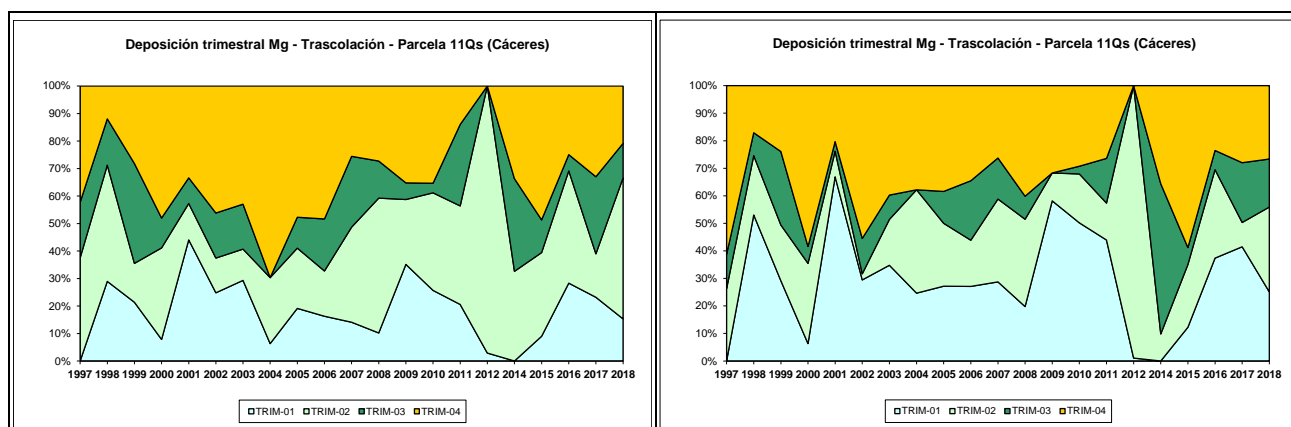


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,57	4,06	715	0,56	4,32	775	-0,26	6,07	6,65
1998	0,64	4,35	676	0,67	5,25	785	-0,91	11,74	10,50
1999	1,44	7,56	526	1,16	7,52	650	0,04	19,31	13,85
2000	1,34	10,97	820	1,13	10,98	972	-0,01	18,12	13,02
2001	0,94	7,72	819	0,88	8,63	990	-0,91	18,38	12,14
2002	1,54	13,52	877	1,26	12,44	985	1,08	28,50	18,75
2003	0,91	8,46	942	0,69	7,42	1085	1,04	22,49	12,86
2004	1,30	5,19	466	1,21	5,46	524	-0,27	22,85	13,75
2005	0,79	2,77	351	0,67	2,64	396	0,13	14,42	7,16
2006	1,07	9,32	875	0,97	9,78	1006	-0,46	24,17	16,07
2007	0,75	4,75	638	0,60	4,33	721	0,42	23,14	14,21
2008	0,97	5,54	568	0,82	5,56	677	-0,02	19,63	11,01
2009	1,20	5,49	462	0,99	5,00	520	0,48	22,09	12,27
2010	1,01	12,49	1243	0,95	10,97	1154	1,53	24,37	13,76
2011	1,99	15,66	787	0,30	2,66	874	13,00	20,72	5,97
2012	0,52	0,65	124	0,61	0,95	155	-0,30	4,35	2,86
2014	0,68	3,93	577	0,66	4,07	615	-0,13	6,77	4,55
2015	1,91	8,23	431	0,96	4,90	512	3,33	15,27	11,59
2016	1,10	9,25	840	0,57	5,59	978	3,66	22,84	11,19
2017	1,49	5,43	364	1,15	5,25	459	0,18	19,35	10,47
2018	1,05	8,71	829	0,74	6,37	860	2,33	22,61	14,29
Media	1,11	7,33	663	0,84	6,19	747	1,14	18,44	11,28

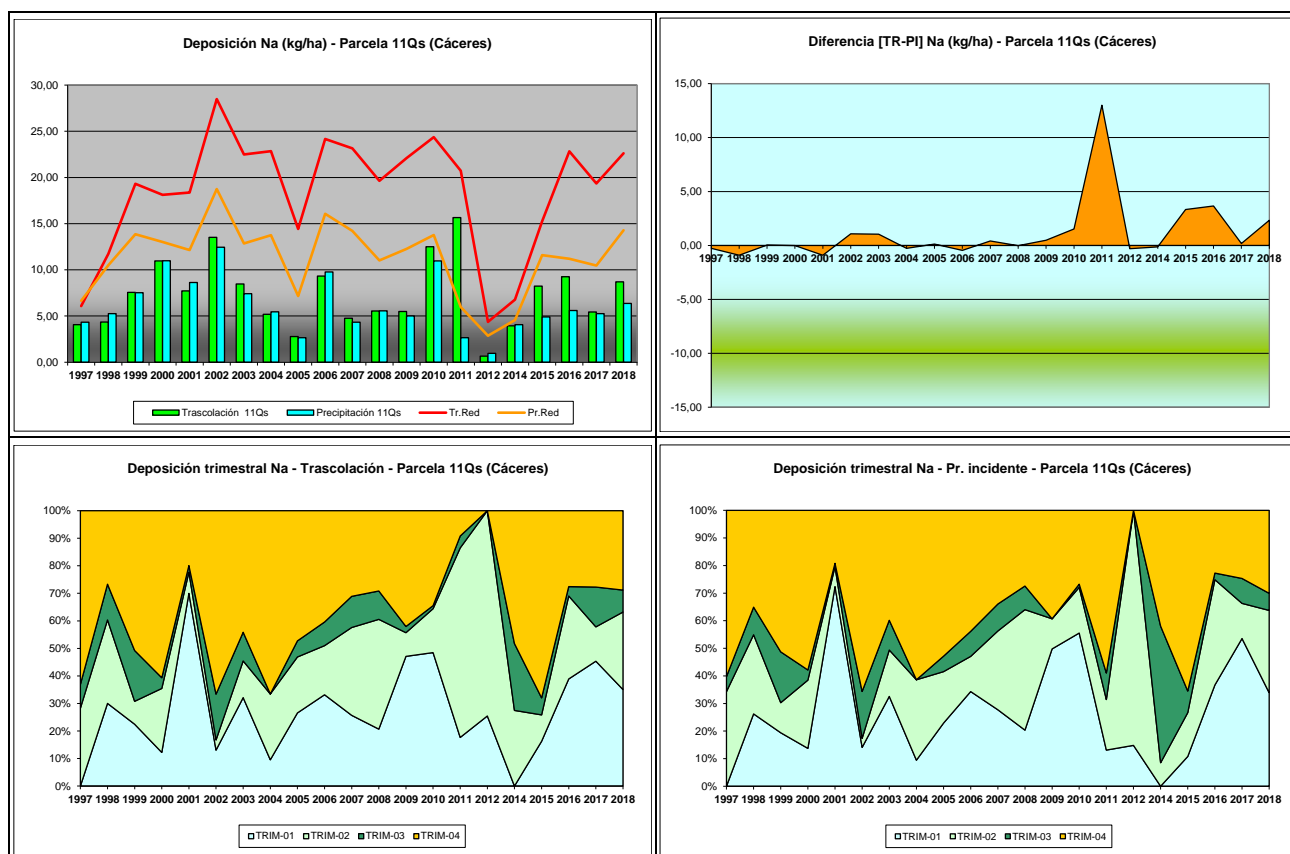


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,27	1,91	715	0,34	2,63	775	-0,72	1,81	8,19
1998	0,21	1,39	676	0,40	3,12	785	-1,74	2,24	8,36
1999	0,21	1,12	526	0,31	2,01	650	-0,89	2,71	3,66
2000	0,19	1,41	820	0,28	2,76	972	-1,35	2,48	4,26
2001	0,15	1,22	819	0,16	1,58	990	-0,36	1,86	1,82
2002	0,19	1,02	877	0,17	1,65	985	-0,63	2,43	2,91
2003	0,22	2,07	942	0,23	2,43	1085	-0,37	3,06	3,10
2004	0,95	4,41	466	0,28	1,47	524	2,93	4,12	3,23
2005	0,21	0,72	351	0,26	1,04	396	-0,31	2,41	1,80
2006	0,19	1,68	875	0,20	2,02	1006	-0,34	3,62	3,05
2007	0,32	1,52	638	0,32	2,29	721	-0,77	3,53	3,58
2008	0,43	1,18	568	0,41	1,56	677	-0,38	2,91	2,62
2009	0,19	0,83	462	0,24	1,19	520	-0,36	2,73	1,82
2010	0,10	1,27	1243	0,12	1,41	1154	-0,14	3,12	2,09
2011	0,41	3,13	787	0,31	2,69	874	0,45	4,36	3,15
2012	0,40	0,49	124	0,65	1,00	155	-0,51	2,26	2,06
2014	0,37	2,15	577	0,33	2,04	615	0,10	4,16	3,35

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2015	0,39	1,67	431	0,62	3,16	512	-1,48	5,30	6,04
2016	0,16	1,36	840	0,23	2,24	978	-0,88	5,94	4,26
2017	0,34	1,24	364	0,12	0,55	459	0,69	2,40	1,52
2018	0,07	0,61	829	0,31	2,71	860	-2,10	2,79	2,39
Media	0,28	1,54	663	0,30	1,98	747	-0,44	3,15	3,49

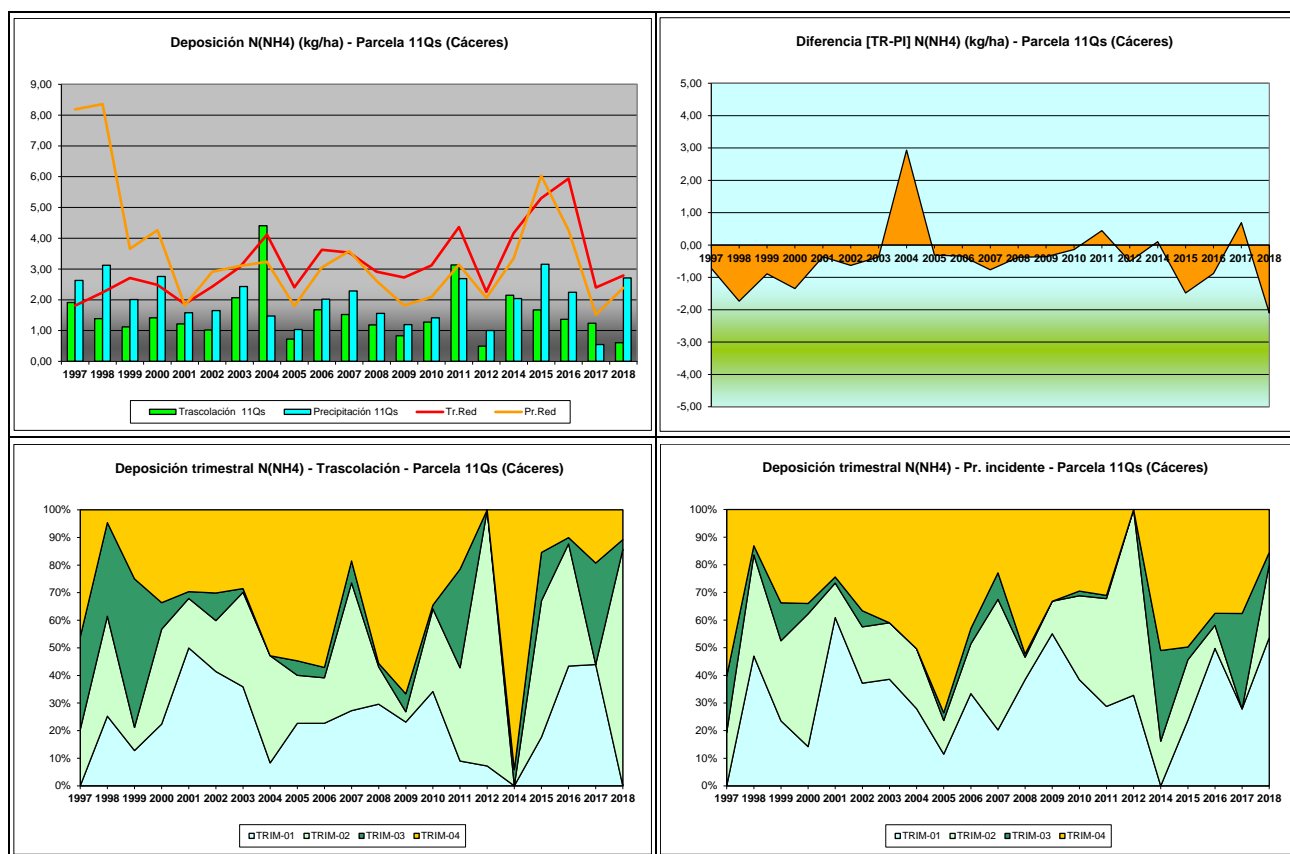


FIG 14: Variación temporal de deposición de Amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,96	6,83	715	0,86	6,65	775	0,18	10,88	10,93
1998	1,47	9,94	676	0,92	7,20	785	2,74	19,88	16,27
1999	2,21	11,63	526	1,33	8,64	650	2,99	36,56	23,56
2000	1,54	12,64	820	1,14	11,12	972	1,52	28,62	15,70
2001	1,52	11,62	819	1,09	9,88	990	1,74	32,37	19,20
2002	2,19	19,20	877	1,71	16,88	985	2,32	44,79	24,88
2003	1,83	17,12	942	2,18	23,49	1085	-6,38	39,97	31,89
2004	2,46	11,42	466	5,64	29,34	524	-17,92	47,45	37,43

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2005	3,13	10,98	351	3,56	14,09	396	-3,11	28,61	21,76
2006	2,89	25,21	875	3,03	30,32	1006	-5,11	49,90	41,76
2007	2,52	16,07	638	3,08	22,17	721	-6,10	45,78	37,79
2008	3,48	19,78	568	4,45	30,14	677	-10,36	40,90	30,60
2009	3,03	13,95	462	2,84	14,51	520	-0,55	45,08	25,80
2010	1,47	18,32	1243	1,42	16,39	1154	1,93	41,17	21,32
2011	1,02	7,86	787	0,68	5,82	874	2,04	29,44	13,12
2012	1,90	2,36	124	1,01	1,56	155	0,80	11,34	5,87
2014	0,29	1,65	577	0,18	1,13	615	0,52	5,78	2,90
2015	1,36	5,87	431	0,83	4,27	512	1,59	24,25	15,25
2016	1,25	10,53	840	0,81	7,90	978	2,63	37,19	18,03
2017	2,64	9,62	364	1,62	7,44	459	2,18	29,16	15,38
2018	1,32	10,91	829	0,99	8,49	860	2,42	40,34	21,30
Media	1,93	12,07	663	1,88	13,21	747	-1,14	32,83	21,46

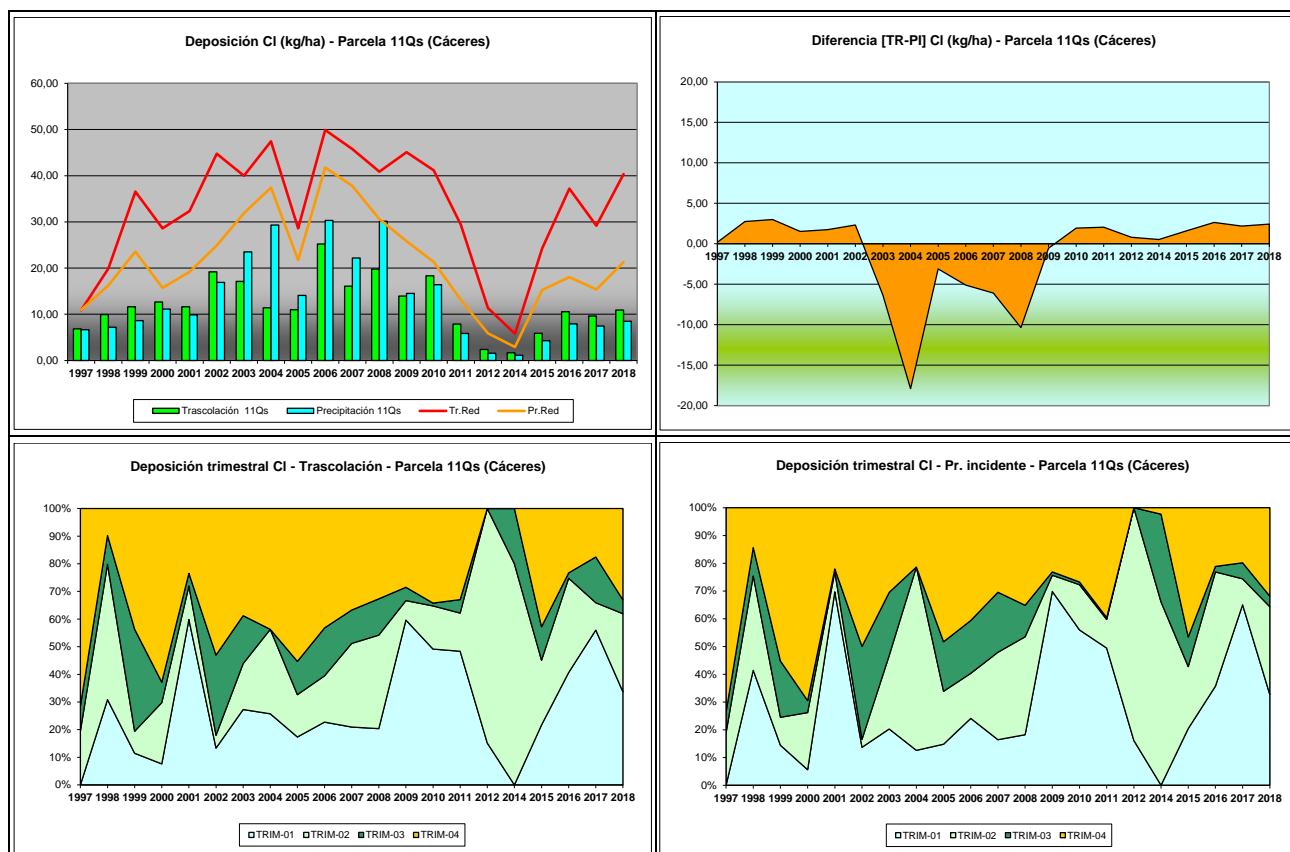
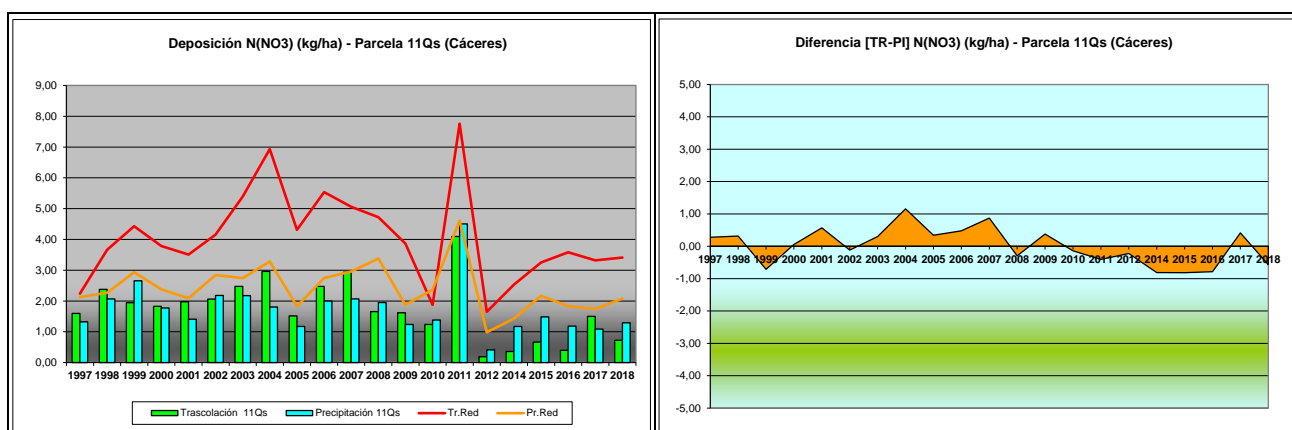


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

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

Año	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	0,22	1,60	715	0,17	1,32	775	0,28	2,24	2,13
1998	0,35	2,38	676	0,26	2,07	785	0,32	3,67	2,27
1999	0,37	1,94	526	0,41	2,66	650	-0,71	4,43	2,94
2000	0,25	1,83	820	0,18	1,77	972	0,05	3,79	2,38
2001	0,26	1,98	819	0,16	1,41	990	0,57	3,51	2,09
2002	0,23	2,06	877	0,22	2,18	985	-0,12	4,15	2,84
2003	0,27	2,48	942	0,20	2,18	1085	0,30	5,39	2,74
2004	0,64	2,96	466	0,35	1,80	524	1,16	6,93	3,28
2005	0,43	1,52	351	0,30	1,18	396	0,34	4,31	1,83
2006	0,28	2,48	875	0,20	2,00	1006	0,48	5,54	2,75
2007	0,46	2,94	638	0,29	2,07	721	0,87	5,06	2,96
2008	0,29	1,65	568	0,29	1,95	677	-0,30	4,72	3,38
2009	0,36	1,62	462	0,24	1,24	520	0,38	3,87	1,87
2010	0,15	1,24	1243	0,12	1,38	1154	-0,14	1,87	2,37
2011	0,53	4,09	787	0,53	4,50	874	-0,41	7,76	4,61
2012	0,15	0,19	124	0,27	0,41	155	-0,22	1,65	0,99
2014	0,06	0,36	577	0,19	1,17	615	-0,81	2,54	1,43
2015	0,15	0,66	431	0,29	1,48	512	-0,82	3,25	2,17
2016	0,05	0,40	840	0,12	1,18	978	-0,79	3,58	1,83
2017	0,41	1,50	364	0,24	1,09	459	0,41	3,32	1,74
2018	0,09	0,72	829	0,15	1,29	860	-0,57	3,41	2,08
Media	0,29	1,74	663	0,25	1,73	747	0,01	4,05	2,41



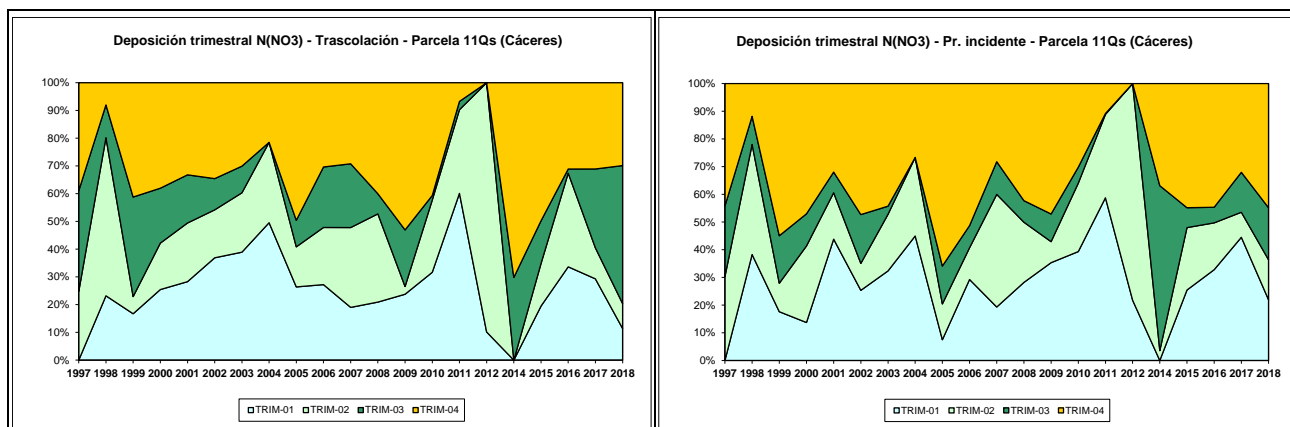


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos.

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

Año	Trascalación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,34	2,44	715	0,31	2,42	775	0,02	3,00	3,70
1998	0,59	4,01	676	0,46	3,62	785	0,39	5,81	5,79
1999	0,57	2,97	526	0,66	4,31	650	-1,33	7,17	6,35
2000	0,38	3,15	820	0,34	3,27	972	-0,13	6,42	4,57
2001	0,41	3,15	819	0,37	3,39	990	-0,25	5,68	4,11
2002	0,46	4,03	877	0,45	4,48	985	-0,45	7,73	6,07
2003	0,37	3,47	942	0,32	3,47	1085	0,00	6,85	4,80
2004	0,60	2,79	466	0,54	2,81	524	-0,02	8,72	5,84
2005	0,36	1,27	351	0,35	1,38	396	-0,11	4,69	3,12
2006	0,31	2,68	875	0,29	2,86	1006	-0,18	6,80	4,69
2007	0,43	2,72	638	0,41	2,97	721	-0,25	7,24	5,12
2008	0,22	1,03	568	0,20	1,33	677	-0,31	4,49	2,61
2009	0,34	1,59	462	0,32	1,61	520	-0,03	4,67	3,32
2010	0,16	2,03	1243	0,18	2,08	1154	-0,05	4,27	2,88
2011	0,48	3,72	787	0,46	3,91	874	-0,19	5,93	4,57
2012	0,26	0,32	124	0,27	0,42	155	-0,10	1,84	1,35
2014	0,21	1,18	577	0,35	2,16	615	-0,98	2,14	2,00
2015	0,31	1,32	431	0,34	1,76	512	-0,44	3,56	2,95
2016	0,16	1,32	840	0,16	1,55	978	-0,23	4,08	2,76
2017	0,35	1,28	364	0,37	1,68	459	-0,40	4,28	2,71
2018	0,28	2,32	829	0,24	2,10	860	0,22	4,28	3,39
Media	0,36	2,32	663	0,35	2,55	747	-0,23	5,22	3,94

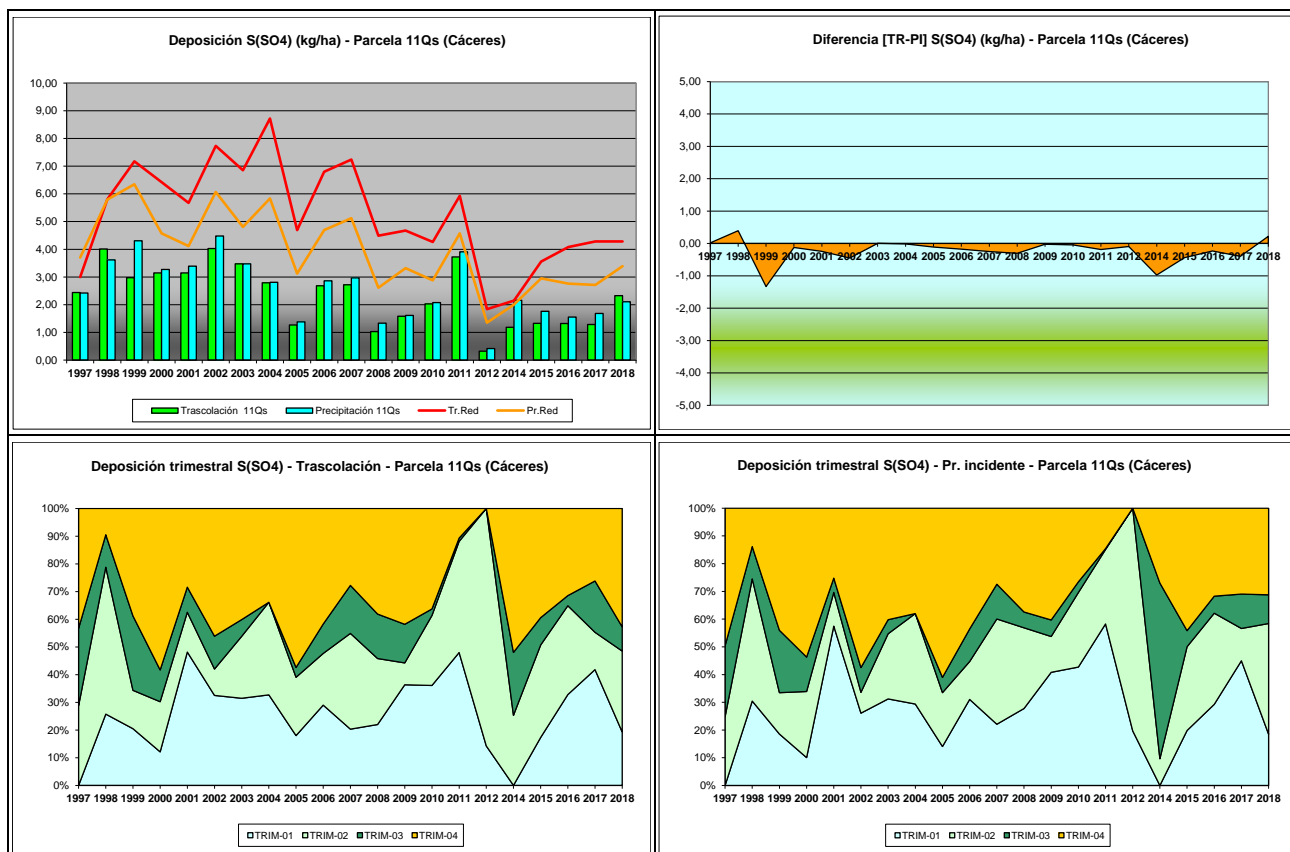


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 11Qs, cabe destacar:

Se observa una gran estabilidad del valor de **pH** a lo largo de los años analizados, situándose por regla general en torno a los valores de 6, generalmente un poco por debajo de los valores medios de la red y sin que se adviertan grandes diferencias en torno a los valores bajo cubierta y a cielo abierto. Esta tendencia se interrumpe a lo largo del último año, en el que las muestras recogidas se acidifican, sobre todo por lo que se refiere a la deposición a campo abierto, obteniéndose un 70% de casos dentro de lo que podría considerarse “lluvia ácida”, el máximo de toda la serie histórica, tendencia que comenzó a apuntarse a lo largo del año precedente. A lo largo de la campaña se ha obtenido una precipitación de 860 mm, el doble de la correspondiente al año anterior. El valor de la intercepción bajo cubierta se sitúa en el entorno del 12%.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores notablemente inferiores a los medios de la red, más acusado en la trascolación, sin que por regla general se superen los 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y que tras el máximo local de 2008, tienden a situarse en valores muy estables en los últimos años en torno a 10-20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con una ligera reducción a lo largo del último año, posiblemente relacionado con unas mayores precipitaciones y con valores generalmente superiores en trascolación, seguramente debido al efecto de la fracción seca de la deposición.

En cuanto al **potasio**, experimenta un notable incremento a lo largo del último año, sobre todo por lo que se refiere a las tasas bajo cubierta arbórea, donde se alcanzan valores cercanos a 24 kg/ha, muy cercanos al máximo de la serie histórica y duplicándose con respecto al año anterior, mientras que el comportamiento

a cielo abierto es también creciente pero mucho más atenuado. Los valores de trascolación son siempre considerablemente superiores a los obtenidos a campo abierto lo que pondría de manifiesto el papel jugado por la deposición seca o depósito sobre las hojas y ramillas de los árboles.

El **calcio** presenta sus máximos concentrados en torno a 2003-2004, siendo más atenuada la diferencia entre las dos vías de entrada, reduciéndose ligeramente el aporte bajo cubierta durante el último año e incrementándose la tasa a cielo abierto, sin llegarse a superar los 10 kg/ha. En la mayoría de los casos, el depósito de calcio resultaba mayor a campo abierto que bajo cubierta, tendencia que se invierte en el último periodo.

Por lo que respecta al **magnesio**, elemento también de aporte terrígeno, se han registrado tasas en general bajas en torno a 2 kg/ha y por debajo de los valores medios de la red, superando normalmente los valores correspondientes a la trascolación las tasas obtenidas a cielo abierto, con las solas excepciones de 2004 y 2012, advirtiéndose un ligero incremento a lo largo del último año.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores muy por debajo de la media de la Red, registrándose las mayores deposiciones en 2010-2011, sin demasiadas variaciones entre trascolación y precipitación a campo abierto, excepto por lo que se refiere a los valores de 2011, lo que indicaría una escasa influencia de la deposición seca para este soluto; si bien esta diferencia parece ir incrementándose a lo largo de los últimos años.

El **amonio**, cuyo origen es básicamente agrícola y ganadero, no registra tampoco una gran incidencia en esta parcela sin que se suelen superar los 2 kg/ha, advirtiéndose las mayores tasas en 2004 y 2011, y un repunte marcado en la deposición a campo abierto a lo largo del último año, mientras que la obtenida bajo cubierta es considerablemente menor.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, se registran también las mayores tasas en torno a 2003-2008 con una reducción a partir de ese momento y con mayor incidencia en la deposición a campo abierto que bajo cubierta. Se ha advertido también un incremento sostenido de este soluto desde el mínimo de 2012-2014, sin que apenas se sobrepasen los 10 kg/ha en trascolación y con un comportamiento muy estable a lo largo de los últimos años.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general inferiores a la media de la Red, con los mayores valores en 2011 aunque sin llegar a superar los 5 kg/ha, y un aporte en general inferior a lo largo de los últimos cuatro años, en los que se han registrado mayores aportes a campo abierto, siempre en el entorno de 1 kg/ha.

Se advierte por último un comportamiento similar en los **sulfatos**: tasas inferiores a la media de la red con un cierto repunte en 2011 y escasa diferencia entre las dos vías de entrada al sistema, que van decantándose hacia la precipitación incidente en los últimos años, manteniendo un comportamiento muy estable a lo largo del último periodo de la serie, con un ligero incremento a lo largo del último año, siempre en tasas bajas, en el entorno de 2 kg/ha.

Atendiendo al reparto estacional de la deposición, los mayores aportes se producen en otoño, seguido por la primavera; en lo que posiblemente intervenga también el régimen de precipitaciones de la parcela.

6. Calidad del aire. Inmisión.

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

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

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

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

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

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

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

TABLA 21: Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red. O₃ 1 ppb ~ 1,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)
2000	1,40	2,08	2,30	32,97	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	2,14	1,77	2,54	36,98	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	0,48	0,55	1,83	31,16	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	0,55	0,62	2,08	29,80	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	0,52	0,69	3,41	24,37	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	0,61	0,68	1,11	26,90	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	0,71	0,91	1,42	25,64	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	0,52	0,75	0,71	25,46	0,82	1,32	0,93	27,18
2009					1,06	2,89	1,30	36,30
2010	0,88	2,26	0,92	39,03	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	0,89				1,50		0,48	
2012	0,61	1,64	0,70	33,94	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	0,82	2,00	1,03	27,83	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	0,83	2,38	1,05	22,14	1,32	3,73	1,24	26,27
2016	0,98	2,11	1,11	26,38	1,12	3,37	1,28	28,68
2017	0,69	1,64	1,32	29,04	1,00	3,57	1,47	30,55

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)
2018	1,04	2,16	1,65	22,89	1,32	3,02	1,85	27,00
2019	0,86	2,11	1,57	21,34	1,11	2,98	1,85	24,94
Media	0,85	1,52	1,55	28,49	1,41	2,48	1,54	30,75

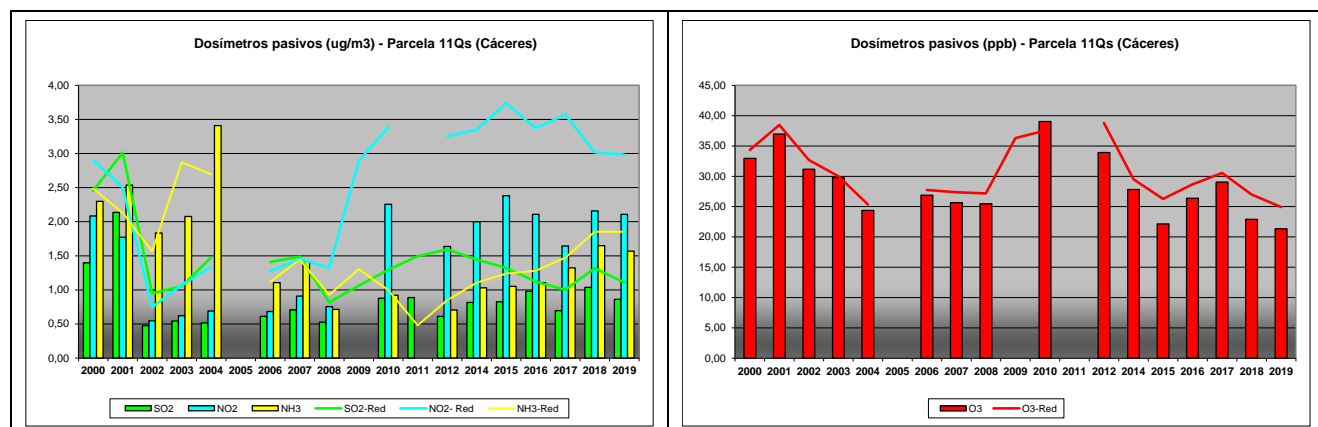


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

En cuanto a los registros obtenidos en los dosímetros, se advierte un patrón ya observado en otras parcelas: influencia grande de los compuestos nitrogenados, de los que destaca el amoniaco a lo largo de la primera mitad de la serie para ser sustituido por los óxidos de nitrógeno en la fase final, manteniéndose generalmente por debajo de los valores medios de la red, y una ligera reducción de los niveles de ozono tras el incremento observado desde 2015. Como en otras parcelas, y salvo por lo que se refiere a la protección de líquenes, no se han superado los umbrales de referencia descritos.

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	04 Qs	Gerona	9,00	23,09	1,61	1,51	4,80	1,58	7,13	
	11 Qs	Cáceres	9,00	15,17	1,08	1,25	4,93	2,55	7,59	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	17 Qs	Cádiz	8,00	16,87	1,35	0,74	6,62	1,74	8,01	
	<i>Q. suber</i>	Red	8,67	18,38	1,35	1,17	5,45	1,96	7,58	
1997-1998	04 Qs	Gerona	8,00	13,52	1,09	1,45	9,54	1,63	6,05	
	11 Qs	Cáceres								
	17 Qs	Cádiz	12,00	13,98	1,01	0,69	7,83	1,62	6,01	
	<i>Q. suber</i>	Red	10,00	13,75	1,05	1,07	8,68	1,62	6,03	
1999-2000	04 Qs	Gerona	8,00	17,14	1,25	1,48	5,50	1,62	7,10	
	11 Qs	Cáceres	7,00	12,03	1,07	1,46	7,09	2,03	4,44	
	17 Qs	Cádiz	10,00	16,08	1,18	0,87	4,93	1,76	6,52	
	<i>Q. suber</i>	Red	8,33	15,08	1,17	1,27	5,84	1,80	6,02	
2001-2002	04 Qs	Gerona	7,00	17,42	1,28	1,31	4,87	1,52	6,54	
	11 Qs	Cáceres	8,00	12,91	0,99	1,45	5,28	2,02	5,13	
	17 Qs	Cádiz	9,00	16,73	1,32	0,95	5,09	1,78	5,34	
	<i>Q. suber</i>	Red	8,00	15,69	1,20	1,24	5,08	1,77	5,67	
2003-2004	04 Qs	Gerona	10,00	19,43	1,39	1,47	4,45	1,65	6,46	
	11 Qs	Cáceres	9,00	13,70	1,07	1,75	6,07	2,61	5,18	
	17 Qs	Cádiz	9,00	16,53	1,24	0,91	4,85	1,62	5,35	
	<i>Q. suber</i>	Red	9,33	16,55	1,23	1,38	5,12	1,96	5,66	
2005-2006	04 Qs	Gerona	9,50	17,63	1,37	1,18	5,83	1,15	6,08	
	11 Qs	Cáceres	10,00	12,94	1,33	1,41	5,71	2,02	5,12	
	17 Qs	Cádiz	13,00	15,05	1,27	0,81	4,29	1,58	5,95	
	<i>Q. suber</i>	Red	10,40	15,24	1,33	1,19	5,47	1,58	5,67	
2007-2008	04 Qs	Gerona	11,00	17,49	1,24	0,86	4,69	1,21	4,63	
	11 Qs	Cáceres	10,00	12,95	1,18	1,10	4,37	1,98	4,40	
	17 Qs	Cádiz	12,00	16,58	1,31	0,87	5,06	1,60	6,22	
	<i>Q. suber</i>	Red	11,00	15,67	1,24	0,94	4,71	1,60	5,08	
2009-2010	11 Qs	Cáceres	10,50	12,48	1,28	1,50	6,40	2,06	4,36	
	<i>Q.suber</i>	Red	10,50	12,48	1,28	1,50	6,40	2,06	4,36	
2011-2012	11 Qs	Cáceres	9,50	12,86	1,19	1,45	5,86	2,12	5,00	
	<i>Q.suber</i>	Red	9,50	12,86	1,19	1,45	5,86	2,12	5,00	
2013-2014	11 Qs	Cáceres	9,32	16,39	1,03	1,73	6,86	2,35	5,93	52,40
	<i>Q.suber</i>	Red	9,32	16,39	1,03	1,73	6,86	2,35	5,93	52,40
2015-2016	11 Qs	Cáceres	12,10	17,17	1,11	1,64	5,96	2,13	5,37	50,96
	<i>Q.suber</i>	Red	12,10	17,17	1,11	1,64	5,96	2,13	5,37	50,96
2017-2018	11 Qs	Cáceres	15,30	11,82	0,87	1,41	6,81	1,82	4,88	50,23
	<i>Q.suber</i>	Red	15,30	11,82	0,87	1,41	6,81	1,82	4,88	50,23

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 0,922 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.

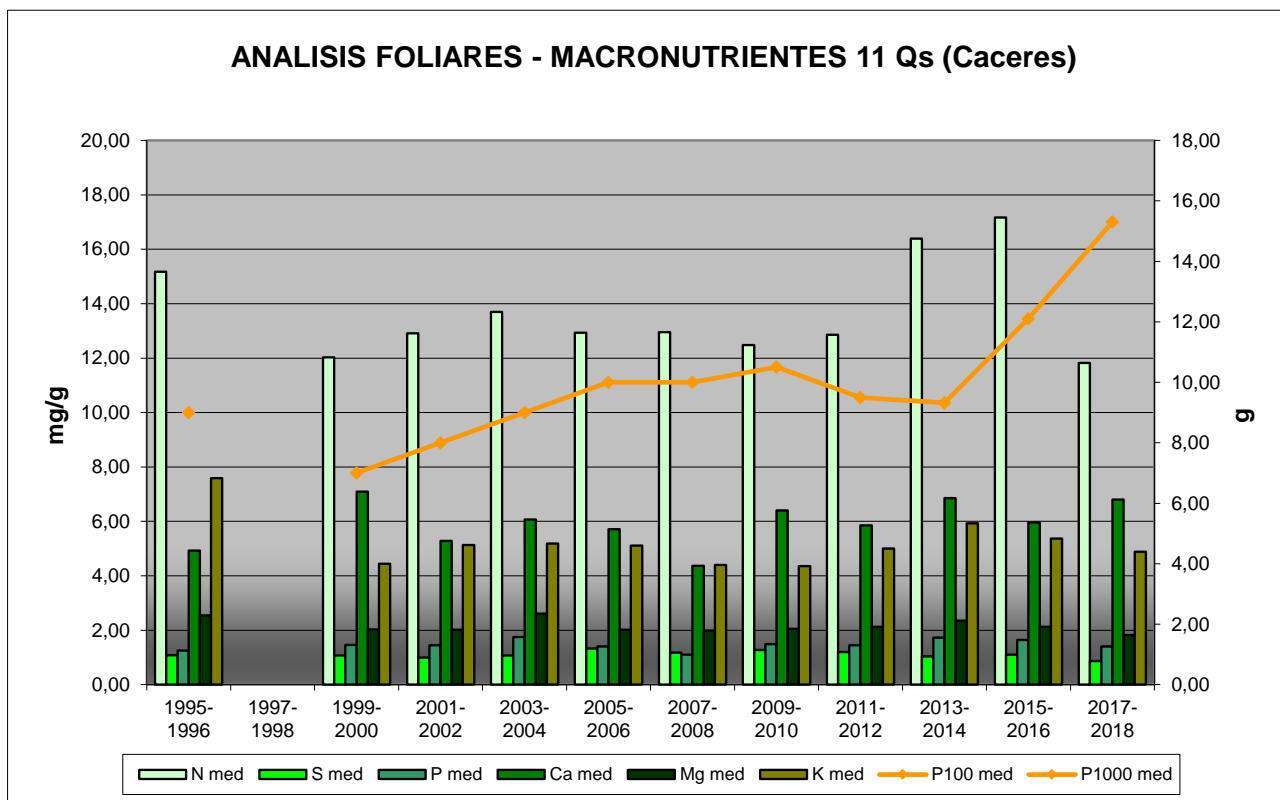


FIG 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

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	04 Qs	Gerona		47,00	2464,00	550,00	
	11 Qs	Cáceres		26,00	1264,00	318,00	
	17 Qs	Cádiz		25,00	2838,00	621,00	
	<i>Q. suber</i>	Red		32,67	2188,67	496,33	
1997-1998	04 Qs	Gerona	2978,00	26,00	1699,00	181,00	
	11 Qs	Cáceres					
	17 Qs	Cádiz	2559,50	19,00	2118,00	141,00	
	<i>Q. suber</i>	Red	2768,75	22,50	1908,50	161,00	
2013-2014	11 Qs	Cáceres		13,69	1069,42	73,25	3,75
	<i>Q. suber</i>	Red		13,69	1069,42	73,25	3,75
2015-2016	11 Qs	Cáceres		18,92	765,57	110,50	5,16
	<i>Q. suber</i>	Red		18,92	765,57	110,50	5,16
2017-2018	11 Qs	Cáceres		16,14	1099,57	106,49	3,30
	<i>Q. suber</i>	Red		16,14	1099,57	106,49	3,30

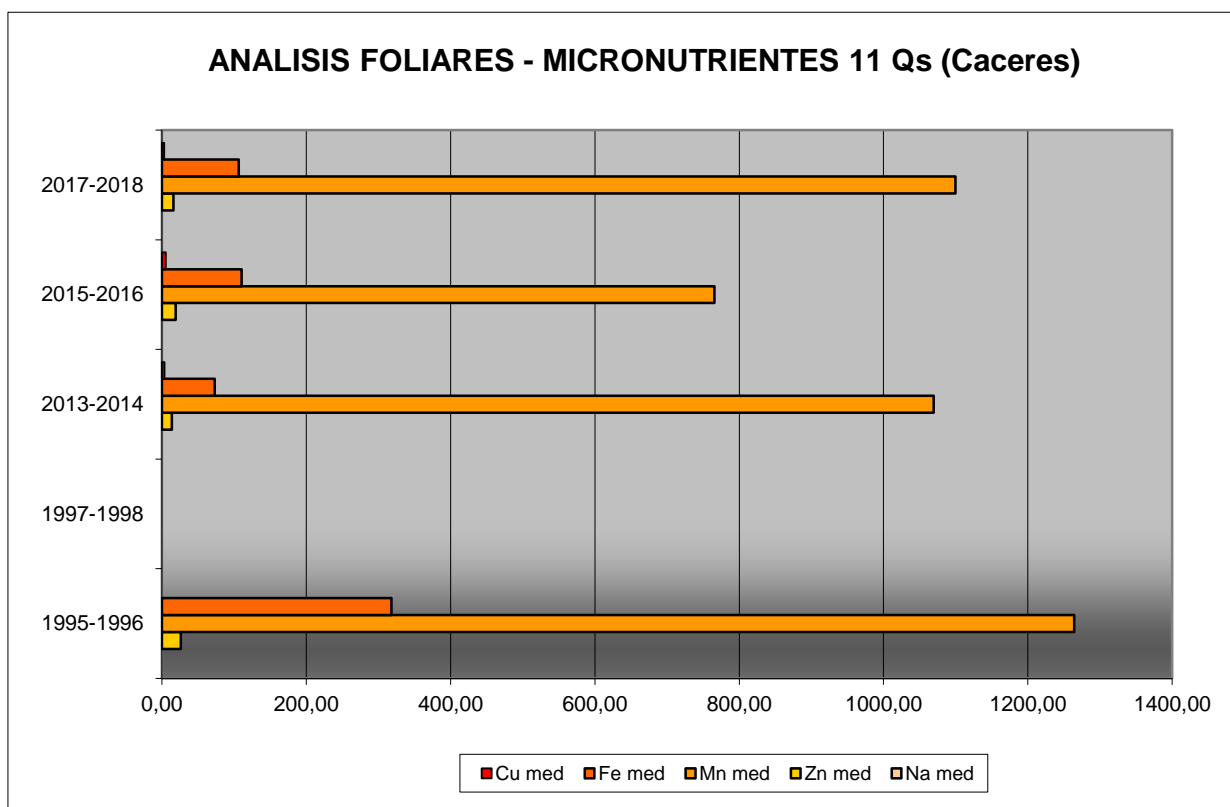


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 11Qs no se realizó el análisis foliar en 1997-1998.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 11Qs podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el alcornoco como especie dominante:

El **peso** medio de la muestra analizada alcanza el máximo de la serie analizada, continuando con el repunte observado en la campaña precedente y superándose los 15 g/100 hojas, abandonando el comportamiento más estable del inicio de los trabajos.

Respecto a los **macronutrientes**; se observa en general una reducción de los niveles observados en todos los elementos salvo el calcio, quizá debido al mayor peso alcanzado por la muestra como se ha referido en el párrafo anterior. Por lo que se refiere al **nitrógeno**, el elemento más abundante en el follaje, se reduce tras el incremento habido en las dos campañas anteriores hasta el mínimo de la serie, en torno a los valores de 12 mg/g normales en las primeras campañas de evaluación. El **fósforo**, elemento más limitante al ser el más escaso, se reduce también ligeramente si bien se mantiene en niveles similares a los de años anteriores. El **azufre** alcanza también el mínimo absoluto de la serie si bien el rango de los valores es muy reducido.

Como se ha mencionado anteriormente, el **calcio** es el único macronutriente que aumenta, mientras se reducen si bien de forma tenue **magnesio** y **potasio**. En cuanto al contenido de **carbono** en el follaje, medido por primera vez en 2013-2014, desciende ligeramente este año, siempre en valores próximos al 50%.

Los **micronutrientes** sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996, 1997-1998 y 2013-2014 y no siempre se han evaluado todos ellos: sodio sólo se ha medido en 1997-1998, cobre sólo en el muestreo de 2013-2014 y zinc, manganeso y hierro en las 3 mediciones. Esta situación conlleva que no se pueda abordar la valoración de la evolución temporal de todos los micronutrientes en hojas. Lo que si podemos confirmar es un incremento del **manganeso**, el elemento más representado y una ligera disminución de **hierro**, **cobre** y **zinc**.

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	2.590	52,71	6,31	0,82	1,08	9,14	1,85	4,21
	Ramillas	620	51,93	5,29	0,56	0,78	13,25	1,48	4,05
	Otras	640	49,63	16,96	1,27	1,49	6,04	1,64	7,34
2006	Hojas	2.063	51,19	6,25	0,71	0,71	8,26	1,79	4,19
	Ramillas	382	51,06	5,81	0,57	0,68	13,55	1,56	3,60
	Otras	728	48,77	16,96	1,35	1,74	8,82	2,00	9,51
2007	Hojas	2.710	52,67	6,08	0,87	1,76	6,69	3,28	4,00
	Ramillas	645	52,20	5,62	0,73	1,39	10,49	3,78	4,63
	Otras	470	50,27	16,60	1,28	3,82	6,15	3,31	5,12
2008	Hojas	2.890	53,04	5,90	0,86	0,91	8,03	1,93	4,24
	Ramillas	600	51,84	5,82	0,90	0,94	13,72	1,45	5,38
	Otras	1.000	49,89	16,96	1,15	1,20	7,12	1,63	5,73
2009	Hojas	1.690	52,56	5,71	1,05	0,98	8,02	1,90	5,19
	Ramillas	411	52,30	5,12	0,82	0,91	11,30	1,33	6,09
	Otras	627	50,70	15,09	1,27	1,30	12,24	1,40	5,74
2010	Hojas	2.420	53,76	8,09	0,81	0,70	6,22	1,55	3,43
	Ramillas	374	53,21	6,08	0,56	0,70	11,67	1,26	3,84
	Otras	590	50,90	19,01	1,49	1,39	6,29	1,86	10,16
2011	Hojas	2.228	52,64	6,49	0,86	1,69	5,74	3,41	3,66
	Ramillas	398	52,06	5,60	0,69	1,36	10,27	3,66	4,28
	Otras	588	50,05	16,97	1,30	2,48	6,69	3,07	6,19
2012	Hojas	1.706	52,83	7,23	0,95	1,14	6,87	2,34	3,95
	Ramillas	240	52,49	5,81	0,67	0,93	11,06	2,05	4,46
	Otras	467	50,91	17,38	1,34	1,68	9,05	2,11	8,41
2014	Hojas	1.746	51,58	5,60	0,68	0,91	9,52	1,88	3,13

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
	Ramillas	342							
	Otras	423							
2015	Hojas	3.098	51,02	8,14	0,65	1,00	9,92	1,74	3,90
	Ramillas	506							
	Otras	606	47,54	14,76	1,15	1,44	5,53	1,76	12,66
2016	Hojas	2.737	51,60	7,58	0,78	0,92	9,04	1,82	3,67
	Ramillas	438							
	Otras	1.466	48,79	13,39	0,88	0,33	16,92	1,02	1,18
2017	Hojas	2.651	50,57	5,90	0,49	1,13	8,58	1,90	5,08
	Ramillas	538							
	Otras	532							
2018	Hojas	2.349	50,75	5,24	0,77	0,92	9,38	1,95	3,83
	Ramillas	260							
	Otras	416							
Media	Hojas	2.375	52,07	6,50	0,79	1,06	8,11	2,10	4,04
	Ramillas	443	52,13	5,65	0,69	0,96	11,91	2,07	4,54
	Otras	658	49,74	16,41	1,25	1,69	8,48	1,98	7,20

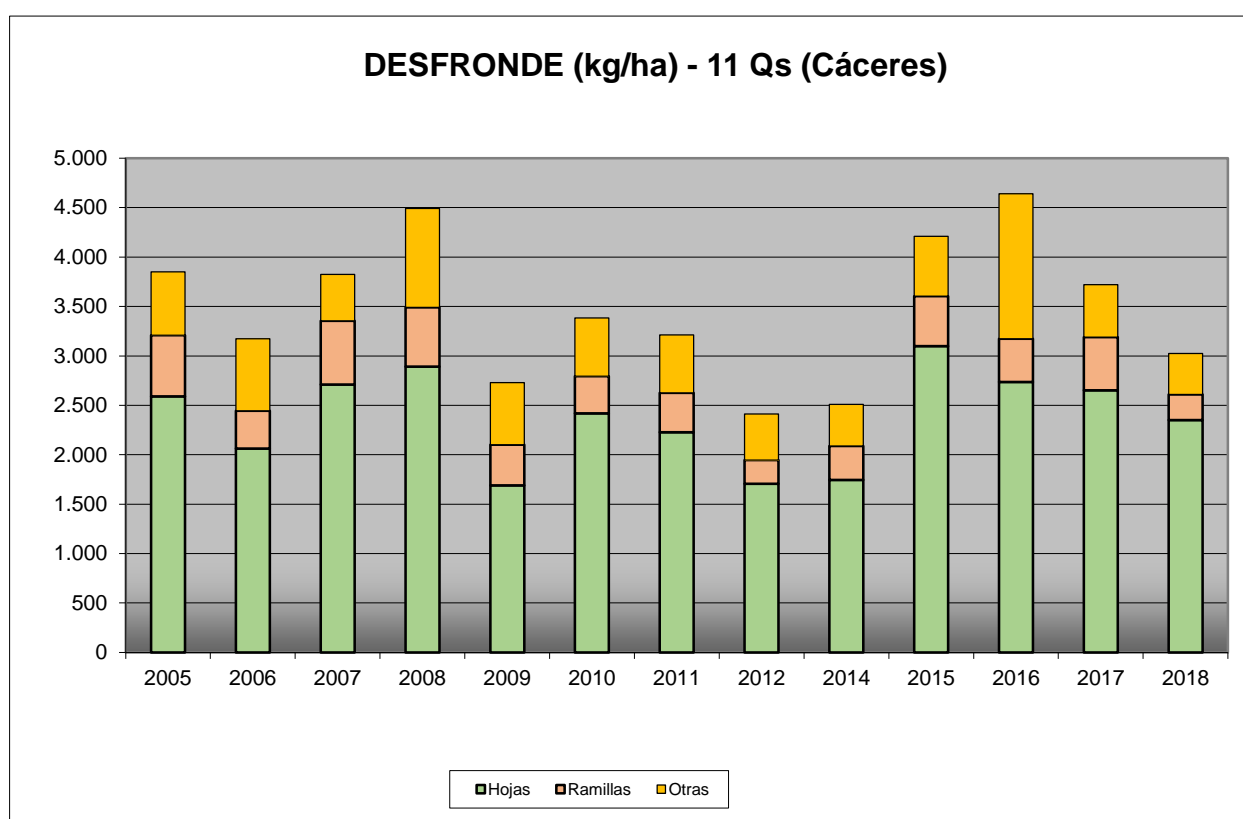


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.500-4.000 kg/ha; con una reducción respecto a campañas anteriores sobre todo debido a la disminución del factor “otros”. La

aportación de las ramillas es menor, siempre teniendo en cuenta que hace referencia a las ramillas con diámetro inferior a 2 cm si bien se incrementa con respecto a recogidas anteriores, quizá debido a los habituales fenómenos de dieback o muerte de ramillas en montes de quercíneas mediterráneas; y que los contenidos en carbono de estos aportes superan el 50% del desfronde total, lo que puede suponer una importante contribución a la fijación de CO₂ atmosférico.

9. Fenología.

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

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

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

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 11Qs, 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 ≥ 50% Población					Floración ≥ 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	02/06/99	04/08/99	63	152	1755	16/06/99	07/07/99	21	166	2057
2000	02/05/00	13/06/00	42	122	1377					
2001	03/05/01	11/06/01	39	122	1341					
2002	29/04/02	10/06/02	42	118	1190					
2003	13/04/03	02/06/03	50	102	1141					
2004	26/04/04	24/06/04	59	116	1110					
2005	30/05/05	27/06/05	28	149	1815	09/05/05	30/05/05	21	128	1421
2006	01/05/06	15/05/06	14	120	1379	15/05/06	30/06/06	46	134	1386
2007	28/05/07	09/07/07	42	147	1642					
2008	19/05/08	16/07/08	58	139	1858	19/05/08	02/06/08	14	139	1858
2009	22/06/09	03/08/09	42	172	2494	19/05/09	08/06/09	20	138	1726

Año	Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población					Floración \geq 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
2010	10/05/10	24/05/10	14	129	1278	10/05/10	24/05/10	14	129	1278
2011	25/04/11	23/05/11	28	114	1219	25/04/11	23/05/11	28	114	1219
2012	24/04/12	28/05/12	34	114		28/05/12	25/06/12	28	148	
2014	21/04/14	23/06/14	63	110	1127	21/04/14	26/05/14	35	110	1127
2015	25/05/15	22/06/15	28	144	1682	27/04/15	25/05/15	28	116	1166
2016	25/04/16	06/06/16	42	115	1081	06/06/16	04/07/16	28	157	1750
2017	24/04/17	27/06/17	64	113	1181	29/05/17	27/06/17	29	148	1799
2018	28/05/18	02/07/18	35	147	1527	28/05/18	31/07/18	64	147	1527
2019	03/06/19	01/07/19	28	153	1884	03/06/19	01/07/19	28	153	1884
Media			41	130	1478			29	138	1554

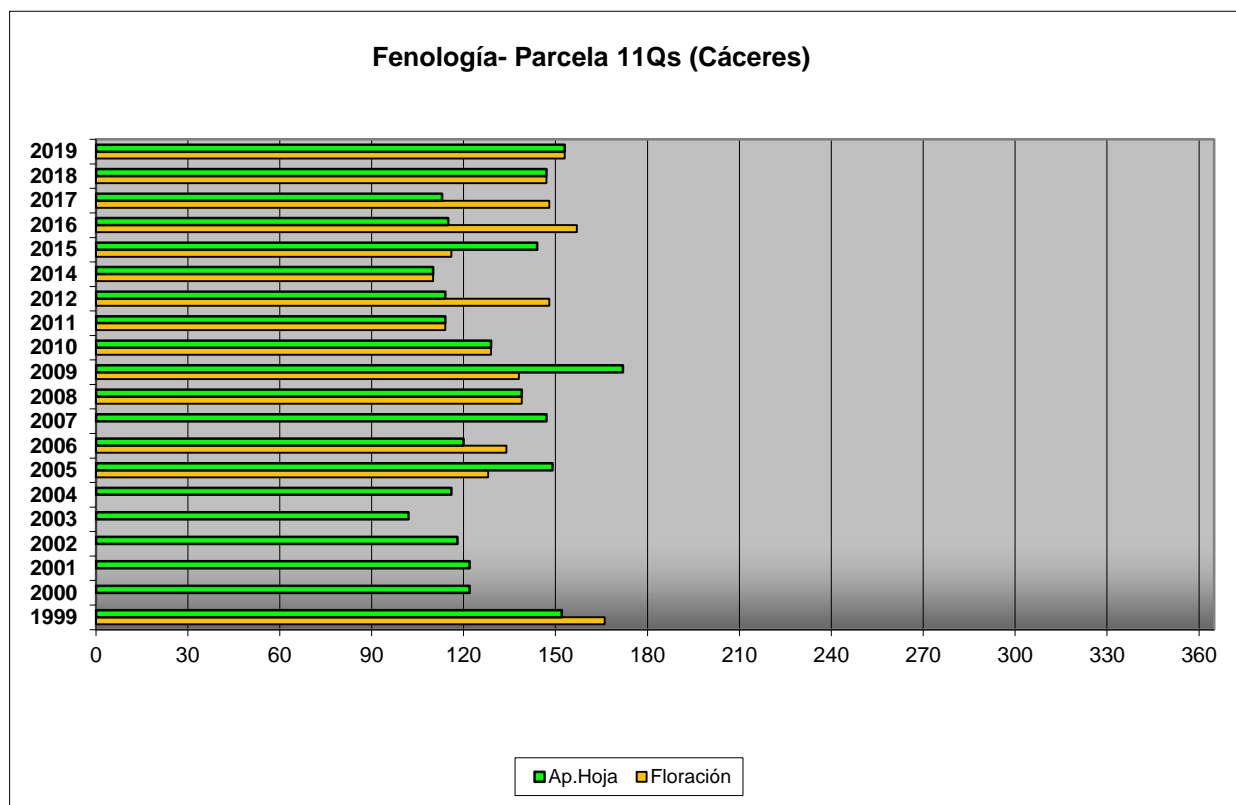


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración suele producirse en los meses de abril o mayo, mientras que por regla general la nueva hoja se encuentra formada en abril. En la presente revisión se advierte un retraso en ambas fases hasta finales de mayo, en una situación muy similar a la de la revisión anterior.



FIG. 23: Brotación. Amentos y floración.

10. Cintas diamétricas.

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

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

TABLA 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 (%)
1999	0,01	0,03	0,01	0,03
2000	0,11	0,34	0,11	0,34
2001	0,05	0,16	0,05	0,16
2002				
2003				
2004	0,21	0,52	0,21	-0,15
2005	0,34	0,81	0,34	0,52
2006	0,65	1,47	0,65	1,18
2007	0,77	1,82	0,77	1,59
2008	0,56	1,28	0,56	1,27
2009	0,49	1,41	0,49	0,73
2010	0,19	0,54	0,19	0,38
2011	1,04	2,83	1,04	2,19
2012	0,47	1,25	0,47	1,13
2014	0,25	0,68	0,25	0,88
2015	0,15	0,40	0,15	0,39
2016	0,57	1,47	0,57	1,34
2017	0,66	1,80	0,66	1,02
2018	0,49	1,28	0,49	1,14

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
2019	0,41	1,04	0,41	0,51
Media	0,41	1,06	0,41	0,81

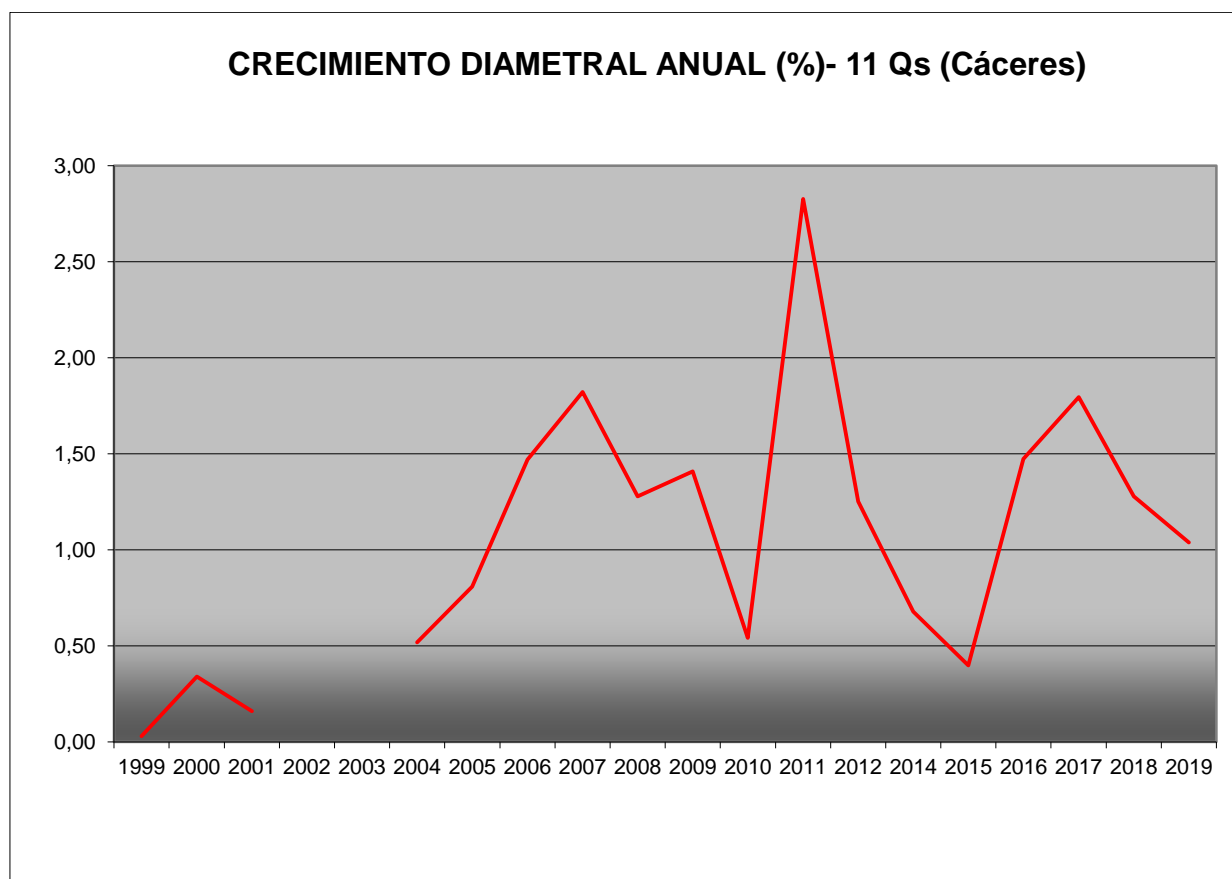


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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 0,16% de 2001 y el 2,83% de 2011, situándose por regla general en valores próximos al 1% anual, valor que se supera a lo largo de la última revisión. Debe hacerse constar que esta parcela, por haberse descorchado en alguna ocasión, puede llegar a experimentar oscilaciones bruscas.

11. Meteorología.

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

TABLA 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	775	9,0	19,3	-1,9	12,8	5,8	58,1	80,3	1,2	19,7
1998	785	15,2	39,0	-12,5	21,7	9,2	184,5	62,5	1,3	17,1
1999	650	16,5	40,6	-14,1	23,2	9,7	203,5	58,1	1,5	34,3
2000	972	18,4	38,7	-15,4	23,5	-5,0	182,0	49,4	2,0	20,8
2001	990	14,9	38,0	-19,2	22,0	6,8	191,9	56,7	0,7	19,7
2002	985	14,7	38,2	-15,5	21,7	2,9	225,8	59,9	0,9	32,5
2003	1085	14,7	38,2	-15,5	21,7	2,9	225,8	59,9	0,9	32,5
2004	524	15,1	41,0		22,5	-4,6		49,3	1,6	
2005	396	18,4	41,7	-19,0	24,3	-5,5		46,5	2,1	23,9
2006	1006	12,9	39,4	-18,4	18,8	5,9	120,6	65,3	1,4	19,0
2007	721	15,4	37,7	-4,5	22,2	9,2		63,5	1,1	
2008	677	16,0	39,3	-0,5	22,6	9,9	144,5	64,6	1,1	27,2
2009	520	18,1	38,4	-5,9	25,1	11,1	179,1	55,4	1,4	20,8
2010	1154	10,4	27,9	-3,1	15,4	5,5	95,1	67,7	1,1	23,5
2011	874	16,9	41,0	-4,0	23,6	10,2	137,1	67,2	3,3	23,9
2012	155						124,3	67,7	1,2	17,8
2014	615	15,5	38,2	-3,6	21,8	9,6	139,5	70,5	1,4	18,6
2015	512	16,0	40,2	-5,9	22,7	9,6	220,9	77,1	1,4	18,2
2016	978	15,6	41,2	-3,6	22,0	9,5	311,2	80,6	1,5	21,2
2017	459	16,6	41,9	-4,9	23,8	9,8	141,6	76,0	1,5	24,2
2018	860	15,2	43,4	-3,7	21,5	9,0	121,1	83,7	1,5	18,2
2019	521	16,0	39,1	-3,3	22,7	9,3	101,9	83,0	1,1	40,0
Media	737	15,3	38,2	-8,7	21,7	6,2	163,6	65,7	1,4	23,7

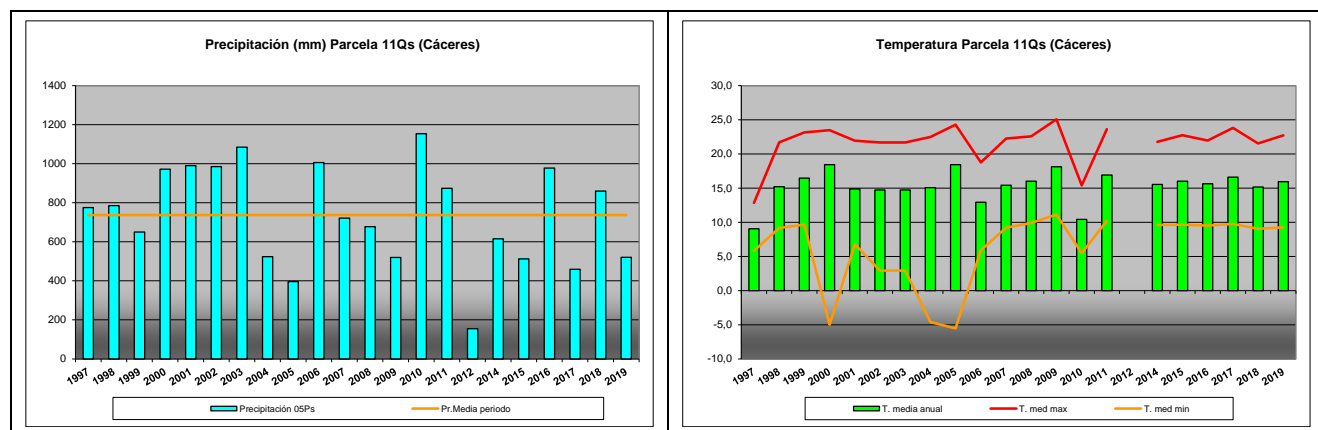


FIG 25: Principales variables meteorológicas.

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

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

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2000	73	0	86,8	22/12 a 27/12	1	51	13/05 a 02/07
2001	82	2	85,2	17/10 a 21/10	1	21	19/05 a 08/06
2002	70	0	70,2	14/12 a 20/12	0	81	05/06 a 31/08
2003							
2004	65	0	39,0	21/02 a 25/02	0	51	26/05 a 15/07
2005	94	0	125,0	27/10 a 31/10	0	38	20/06 a 27/07
2006	20	1	170,0	22/10 a 26/10	0		
2007	62	0	68,0	08/02 a 12/02	3	33	20/06 a 22/07
2008	27	0	34,0	17/02 a 21/02	1	28	04/08 a 31/08
2009	96	0	112,8	27/12 a 31/12	0	36	17/06 a 22/07
2010			116,0	05/12 a 09/12	0	61	02/07 a 31/08
2011	102	0	101,4	23/10 a 27/10	0	35	07/06 a 11/07
2012							
2013							
2014	66	0	120,0	02/01 a 06/01	1	43	20/07 a 31/08
2015	91	0	77,0	31/10 a 04/11	0	76	16/06 a 30/08
2016	89	0	77,4	07/01 a 11/01	4	55	08/07 a 31/08
2017	110	0	70,2	10/02 a 14/02	1	37	26/07 a 31/08
2018	96	0	76,2	24/02 a 28/02	1	28	03/07 a 30/07
2019	94	0	106,2	18/12 a 22/12	0	26	11/05 a 05/06

12. Índice de Área Foliar.

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

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

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

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media
S-01	1,69	1,35	1,36	1,07	1,55	0,86	1,31
S-02	1,54	1,12	1,25	0,89	0,96	1,07	1,14
S-03	1,55	1,05	1,25	0,95	1,18	1,12	1,18
S-04	1,55	0,96	1,25	0,89	1,10	0,91	1,11
S-05	1,86	1,01	1,41	0,99	1,23	1,28	1,30
S-06	1,33	0,93	1,26	1,15	1,10	0,75	1,09
S-07	1,39	1,07	1,40	1,06	1,29	1,05	1,21
S-08	1,55	1,20	1,45	1,23	1,44	1,10	1,33
S-09	1,42	1,22	1,45	1,13	1,33	1,30	1,31
S-10	1,51	1,12	1,69	1,08	1,40	1,15	1,33
S-11	1,42	1,05	1,42	1,27	1,17	1,09	1,24
S-12	1,64	1,06	1,56	1,23	1,41	1,18	1,35
S-13	1,57	1,20	1,74	1,13	1,39	1,06	1,35
S-14	1,65	1,08	1,70	1,17	1,44	1,13	1,36
S-15	1,45	1,26	1,59	1,02	1,20	1,08	1,27
S-16	1,23	1,09	1,26	0,97	0,91	0,76	1,04
Media	1,52	1,11	1,44	1,08	1,26	1,05	1,24

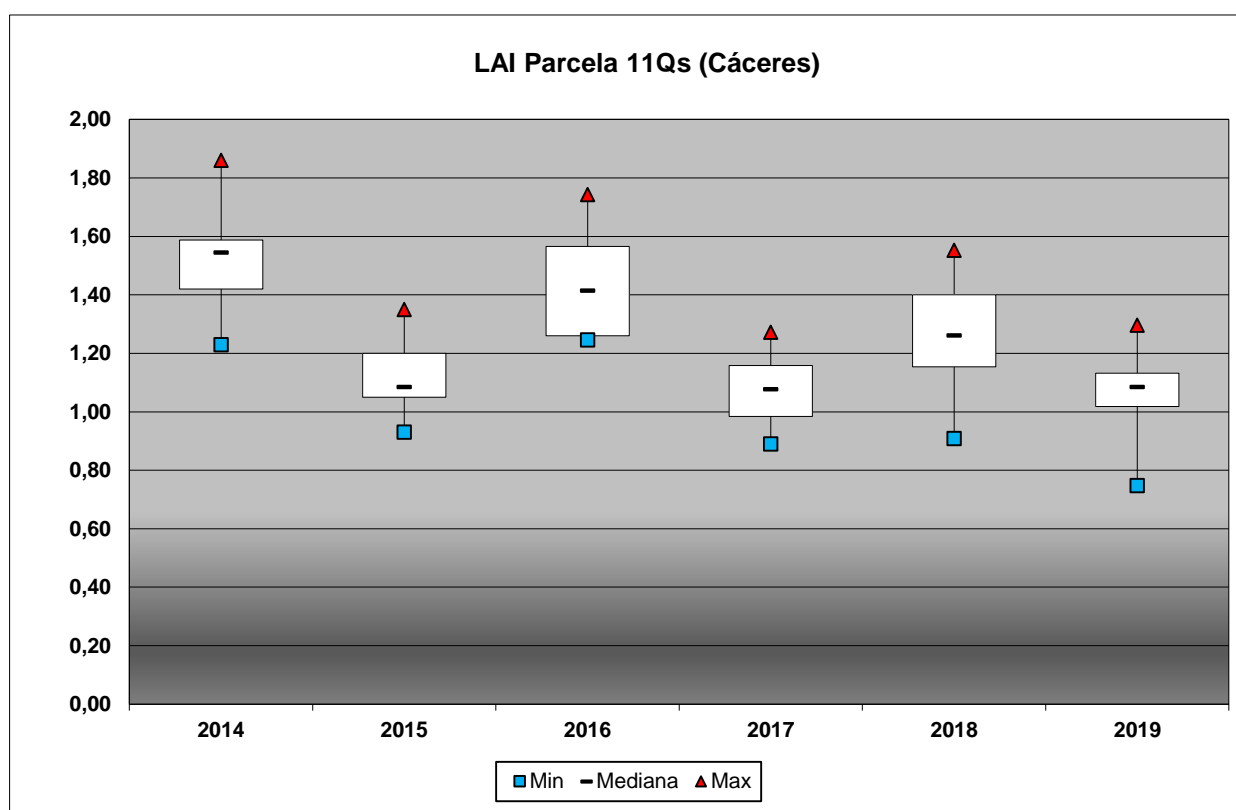


FIG 26: Diagrama de cajas LAI anual.

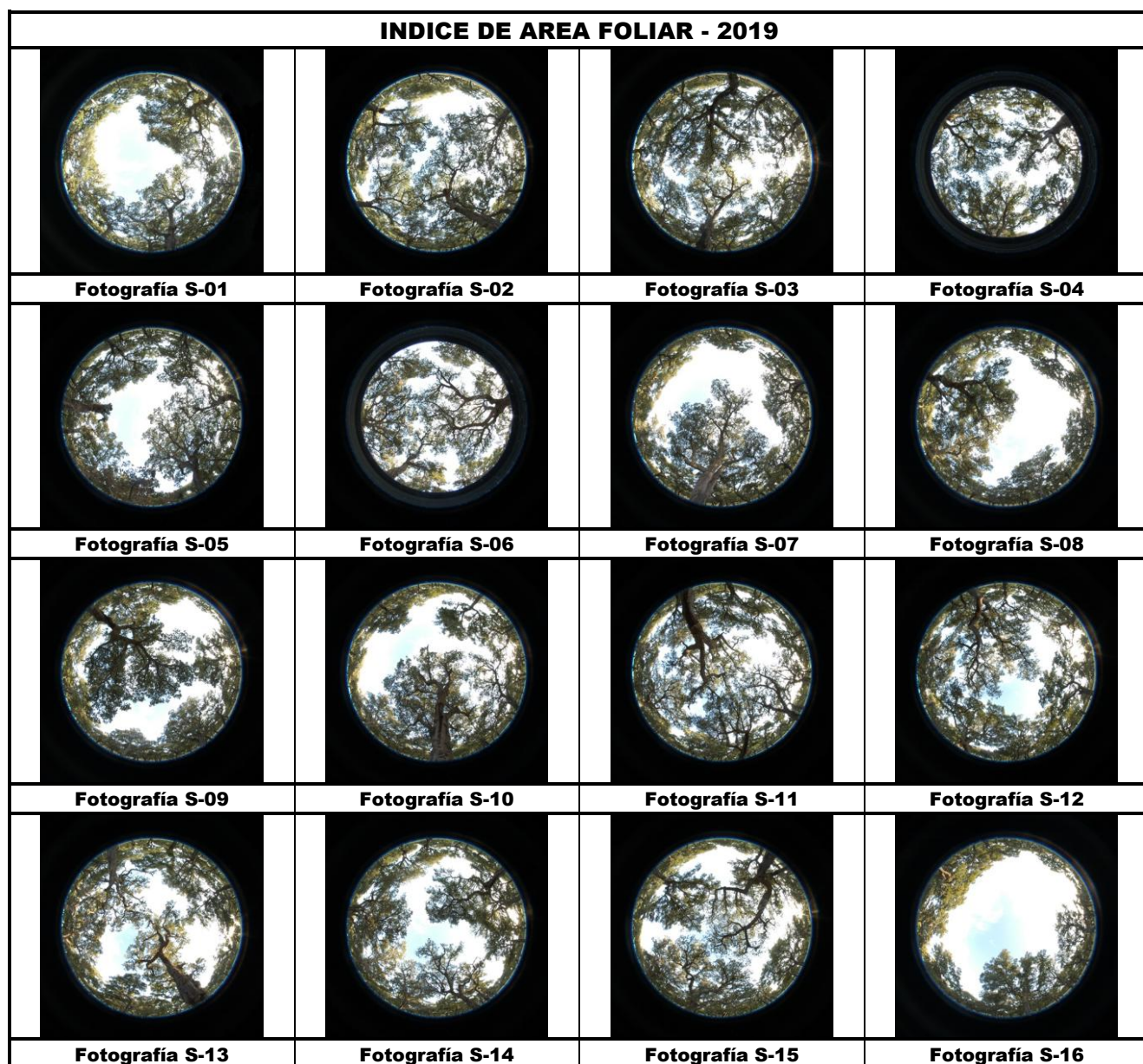


FIG 27: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.