

20
24



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

RED DE NIVEL II MEMORIA – 2024

PARCELA 11 Qs (CACERES)



DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES
Y DESERTIFICACIÓN

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

Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL
Clara del Rey, 22
28002 Madrid
Tel. 91 413 70 07
Fax. 91 510 20 57
correo@tecmena.com

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	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	8
4. Instrumentación	19
5. Deposición atmosférica	22
5.1. pH	24
5.2. Conductividad	25
5.3. Potasio	26
5.4. Calcio	27
5.5. Magnesio	29
5.6. Sodio	30
5.7. Amonio	31
5.8. Cloro	32
5.9. Nitratos	34
5.10. Sulfatos	35
5.11. Alcalinidad	36
5.12. Nitrógeno total	38
5.13. Carbono orgánico disuelto	39
5.14. Aluminio	40
5.15. Manganese	40
5.16. Hierro	41
5.17. Interpretación de resultados	42
6. Calidad del aire. Inmisión	44
7. Análisis foliar	46
7.1. Macroelementos	46
7.2. Microelementos	48
7.3. Interpretación de resultados	49
8. Desfronde	49
9. Fenología	52
10. Cintas diamétricas	55
11. Meteorología	56
12. Índice de Área Foliar	58

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Características de la parcela.

TABLA 2: Datos meteorológicos parcela.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

TABLA 4: Características dasométricas

TABLA 5: Distribución de agentes dañinos en la parcela

TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela

TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados

TABLA 8: Equipos de medición instalados

TABLA 9: Parámetros descriptores de la deposición atmosférica

TABLA 10: Caracterización pH

TABLA 11: Caracterización conductividad

TABLA 12: Caracterización potasio

TABLA 13: Caracterización calcio

TABLA 14: Caracterización magnesio

TABLA 15: Caracterización sodio

TABLA 16: Caracterización amonio

TABLA 17: Caracterización cloro

TABLA 18: Caracterización nitratos

TABLA 19: Caracterización sulfatos

TABLA 20: Caracterización alcalinidad

TABLA 21: Caracterización nitrógeno total

TABLA 22: Caracterización carbono orgánico disuelto

TABLA 23: Caracterización aluminio

TABLA 24: Caracterización manganeso

TABLA 25: Caracterización hierro

TABLA 26: Valores de referencia de inmisión atmosférica

TABLA 27: Inmisión atmosférica

TABLA 28: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Macronutrientes

TABLA 29: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes

TABLA 30: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 31: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 32: Valor medio dendrómetros

TABLA 33: Valores medios meteorológicos

TABLA 34: Parámetros de estrés meteorológico

TABLA 35: Índices de Área Foliar

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela

FIG 2: Climodiagrama de la parcela

FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela

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

FIG 5: Tipos de defoliación

FIG 6: Daños forestales

FIG 7: Instrumentación

FIG 8: Variación temporal de pH

FIG 9: Variación temporal de conductividad

FIG 10: Variación temporal de potasio

FIG 11: Variación temporal de calcio

FIG 12: Variación temporal de magnesio

FIG 13: Variación temporal de sodio

FIG 14: Variación temporal de amonio

FIG 15: Variación temporal de cloro

FIG 16: Variación temporal de nitratos

FIG 17: Variación temporal de sulfatos

FIG 18: Variación temporal de alcalinidad

FIG 19: Variación temporal de nitrógeno total

FIG 20: Variación temporal de carbono orgánico disuelto

FIG 21: Variación temporal de aluminio

FIG 22: Variación temporal de manganeso

FIG 23: Variación temporal de hierro

FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 25: Evolución de macronutrientes

FIG 26: Evolución de micronutrientes

FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 28: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 29: Fases fenológicas

FIG 30: Crecimiento diametral anual. Crecimientos mensuales dendrómetros y media parcela

FIG 31: Principales variables meteorológicas

FIG 32: Índices de Área Foliar

FIG 33: Fotos hemisféricas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el alcornocal de *Quercus suber* del subsector Hurdano, sector Toledano-Tagano de la provincia Luso-Extremadureña (Rivas Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	LTER
11 Qs	<i>Quercus suber</i>	Cáceres	Villanueva de la Sierra	20/07/1994	ES-015

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

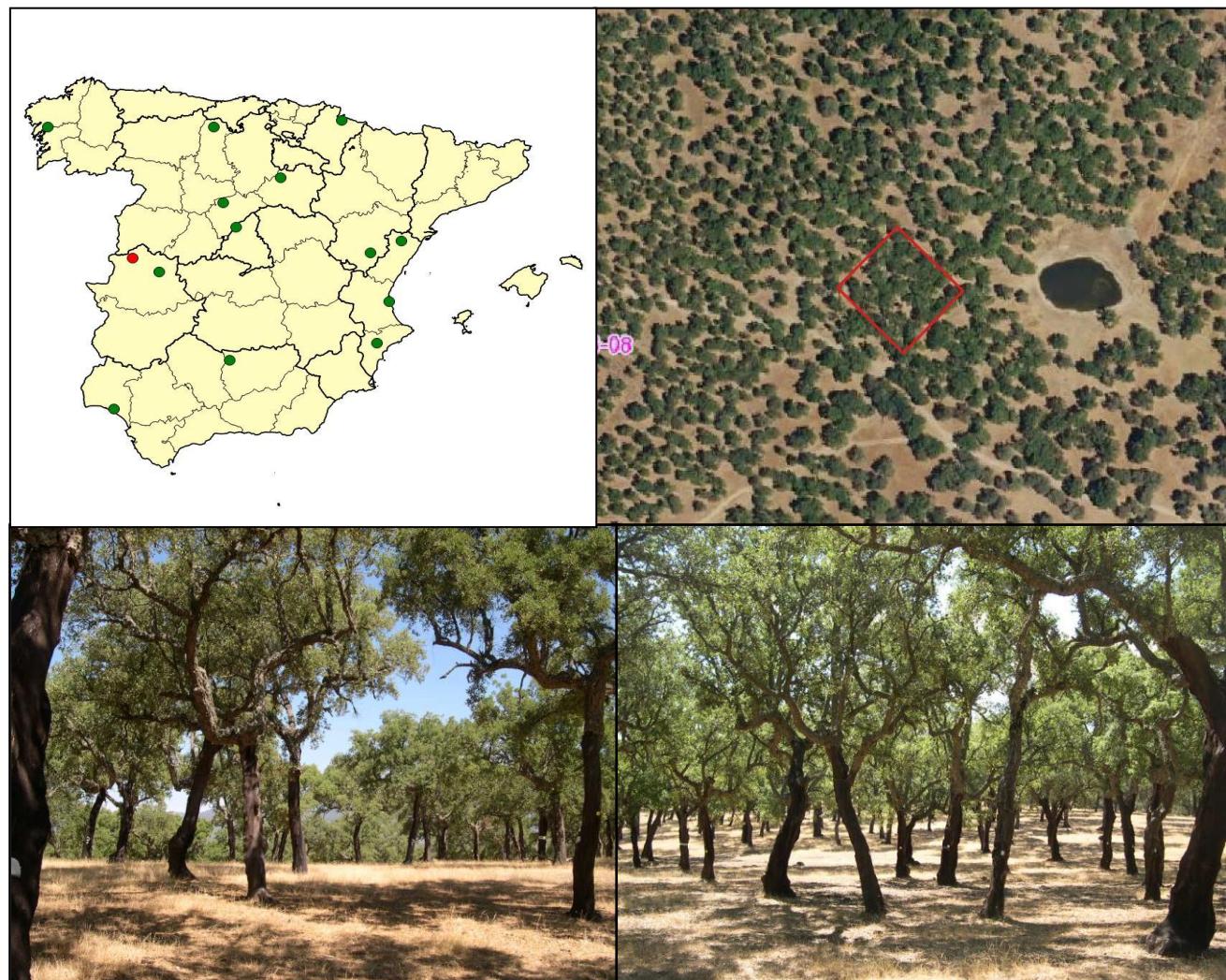


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 11Qs

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*.

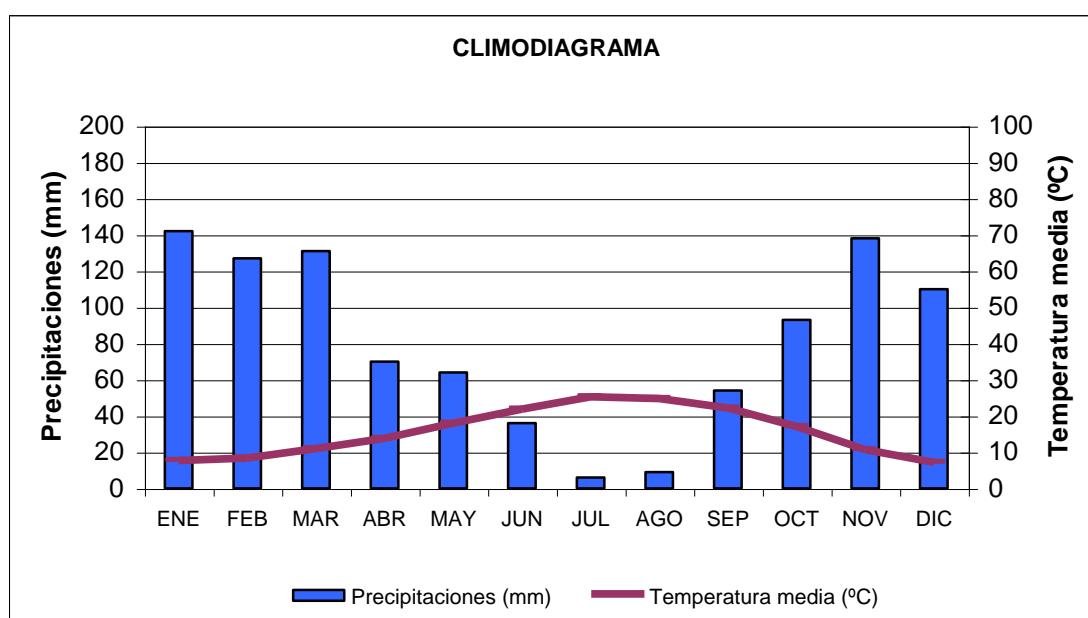


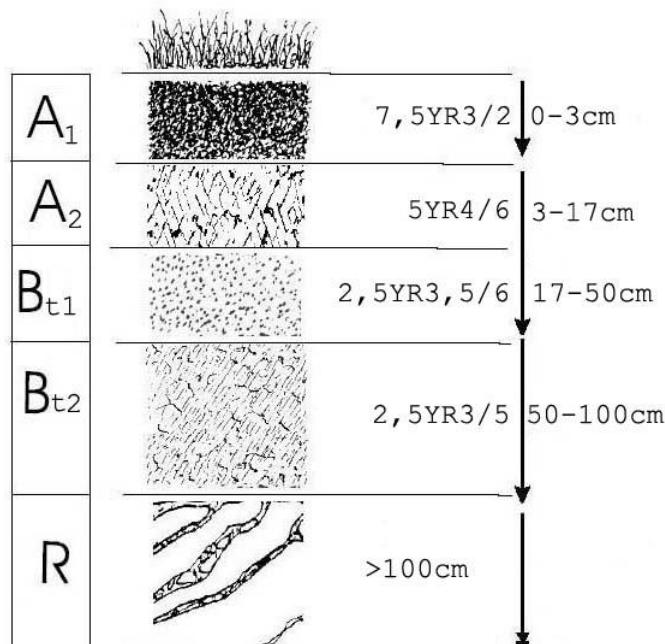
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

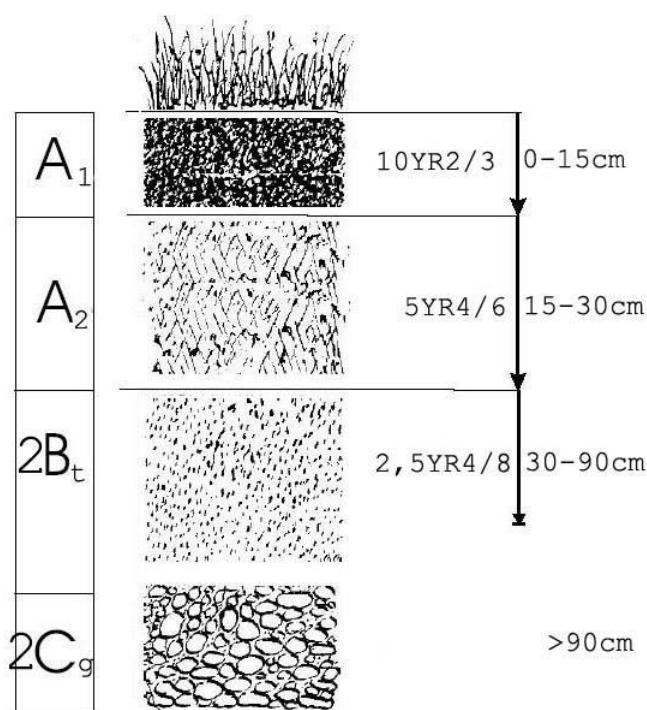
Litología: Material resultante de la alteración de pizarras oscuras ricas en hierro.

Edafología: *Haplic acrisol / Dystric leptosol.*

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

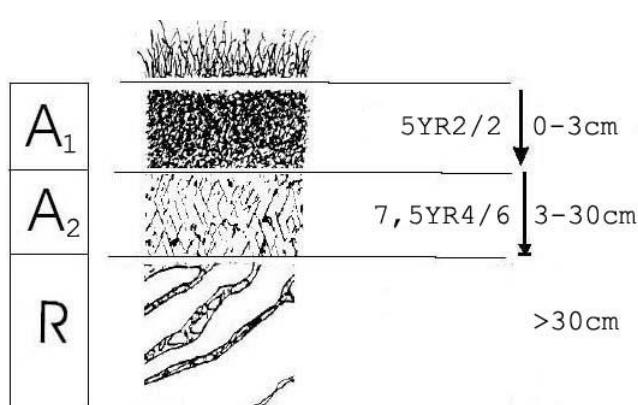


Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A ₁	0-3	Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; limoso; estructura grumosa, muy fina, moderada; muy friable en húmedo; posibles cutanes, de difícil apreciación; frecuentes raíces de todos los tamaños; muy poroso; ligera actividad de la fauna; límite brusco y piano.
A ₂	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-mediана; 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,	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, adehesado, con subvuelo de pastizal de terófitos ralo y discontinuo.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	58,0	<i>Lolium rigidum Gaudin</i>	+
<i>Quercus suber L.</i>	58,0	<i>Lotus corniculatus L.</i>	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	33,5	<i>Lotus parviflorus Desf.</i>	+
<i>Agrostis castellana Boiss. & Reuter</i>	+	<i>Medicago polymorpha L.</i>	+
<i>Aira caryophyllea L.</i>	+	<i>Ornithopus compressus L.</i>	2,5
<i>Andryala laxiflora DC.</i>	+	<i>Ornithopus perpusillus L.</i>	+
<i>Anthemis arvensis L.</i>	+	<i>Ornithopus pinnatus (Miller) Druce</i>	+
<i>Anthoxanthum aristatum Boiss.</i>	+	<i>Plantago bellardii All.</i>	+
<i>Asterolinon linum-stellatum (L.) Duby</i>	+	<i>Plantago lanceolata L.</i>	+
<i>Avenula marginata (Lowe) J. Holub</i>	+	<i>Quercus suber L.</i>	+
<i>Bellis sylvestris Cyr.</i>	+	<i>Sherardia arvensis L.</i>	+
<i>Brachypodium distachyon (L.) Beauv.</i>	3,5	<i>Silene gallica L.</i>	+
<i>Briza maxima L.</i>	+	<i>Tolpis barbata (L.) Gaertner</i>	+
<i>Briza minor L.</i>	+	<i>Trifolium angustifolium L.</i>	+
<i>Bromus madritensis L.</i>	+	<i>Trifolium arvense L.</i>	+
<i>Carlina corymbosa L.</i>	+	<i>Trifolium bocconeii Savi</i>	+
<i>Cistus ladanifer L.</i>	+	<i>Trifolium campestre Schreber</i>	+
<i>Coronilla repanda (Poiret) Guss.</i>	0,6	<i>Trifolium cherleri L.</i>	+
<i>Crucianella angustifolia L.</i>	+	<i>Trifolium glomeratum L.</i>	+

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

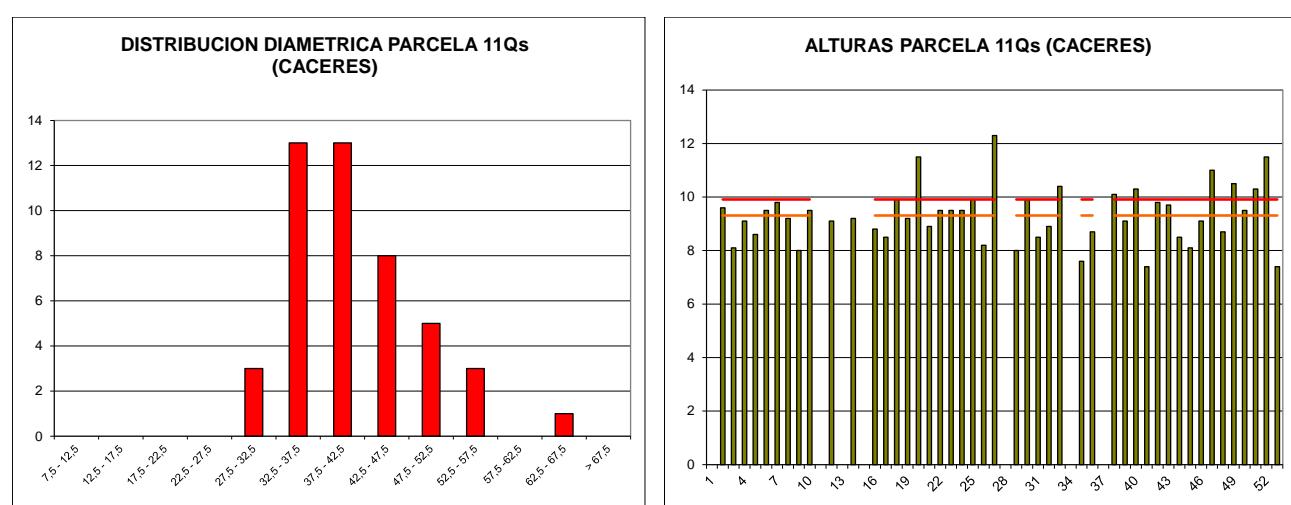
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 24 c, Serie mesomediterránea luso-extremadurensse seco-subhúmeda silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*). *Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae sigmetum*.

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, carbono fijado (partes aérea y radical). Existencias según IFN4

Área ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad (años)	D med (cm)	AB (m ² /ha)	D m c (cm)	Alt m (m)	Alt do (m)	Exist (m ³ cc)	C (t)
0,2500	46	184	46	0	7	101-120	41,46	25,56	42,06	9,31	9,87	15,40	14,68



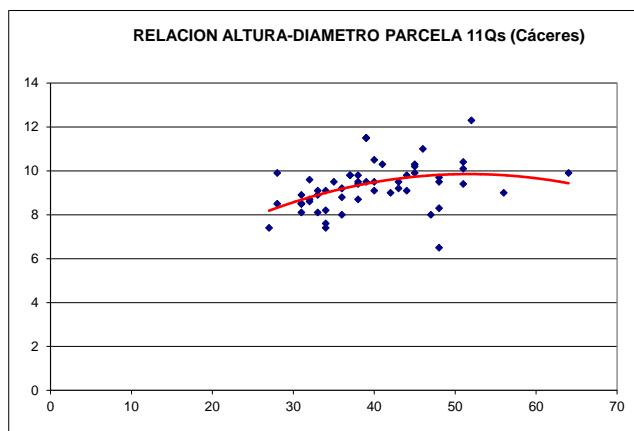


FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un buen estado fitosanitario, con una defoliación media del 21,19%, dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado casi el 90% de los pies evaluados, en lo que supone una mejoría del estado fitosanitario respecto a la revisión anterior al reducirse el parámetro en algo más de tres puntos porcentuales, inferior sin embargo al umbral de cinco puntos que supondría una variación significativa en términos estadísticos de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales.

Atendiendo a la serie histórica de daños, el arbolado continua la tendencia a la mejoría que presentaba en los últimos cinco años, y que contrasta con el mal estado del quinquenio previo, si bien no se alcanzan las malas distribuciones de comienzos de la serie o de 2005, 2009-2010 o 2015-2017 cuando los pies calificados con daños moderados llegaron en algún caso a superar el 50% de la muestra. Sí cabe destacar que en los últimos años se ha registrado la muerte de alcornoques, el último de ellos cortado tras una afección considerable por el perforador *Cerambyx wellensis*.

El segundo gran parámetro definidor del estado fitosanitario del arbolado, la decoloración, apenas se advierte de forma ligera en algún pie suelto.

Tras el descorche efectuado en 2021 continúa el proceso de formación de la nueva capa, con un turno aproximado de aprovechamiento cercano a los diez años.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

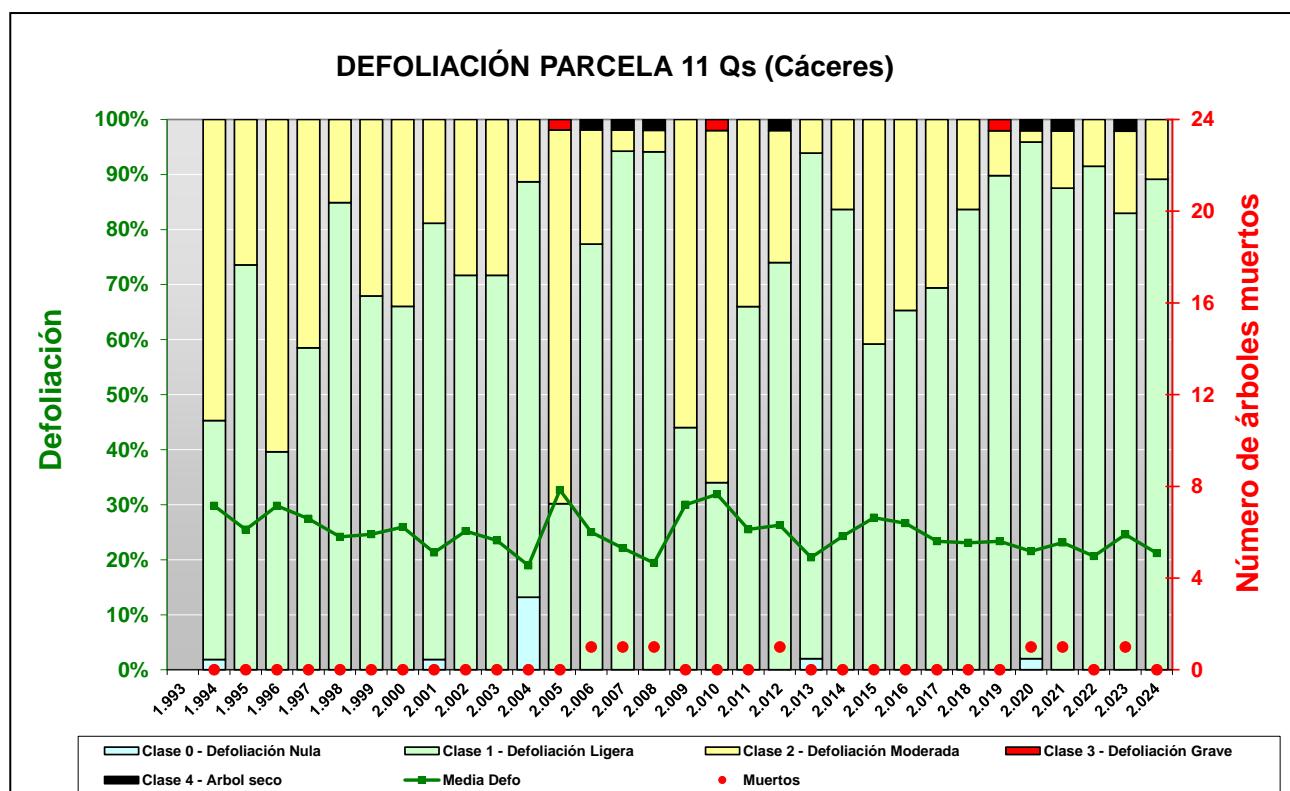


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



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
INSECTOS												
Defoliadores	34	1,06	136	73,91	21,32	0,03	0,13	0,01	41,15	9,28	-0,31	-0,04
Hojas	34	1,06	136	73,91	21,32	0,03	0,13	0,01	41,15	9,28	-0,31	-0,04
Perforadores	21	1,24	84	45,65	23,33	0,05	2,14	0,03	43,52	9,41	2,07	0,10
<i>Cerambyx wellensisii</i>	8	1,50	32	17,39	25,00	0,13	3,81	0,11	43,75	9,61	2,29	0,30
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	2,17	35,00	1,00	13,81	0,98	53,00	12,30	11,54	2,99
Ramas >10 cm	2	1,00	8	4,35	27,50	0,00	6,31	-0,02	42,00	9,00	0,54	-0,31
Tronco	3	2,00	12	6,52	21,67	0,00	0,48	-0,02	46,00	9,40	4,54	0,09
Cuello raíz	2	1,50	8	4,35	22,50	0,00	1,31	-0,02	37,50	9,20	-3,96	-0,11
<i>Coroebus florentinus</i>	13	1,08	52	28,26	22,31	0,00	1,12	-0,02	43,38	9,29	1,93	-0,02
Brotes del año	1	1,00	4	2,17	25,00	0,00	3,81	-0,02	53,00	10,10	11,54	0,79
Ramillos <2 cm	11	1,00	44	23,91	20,00	0,00	-1,19	-0,02	42,00	9,34	0,54	0,02
Ramas >10 cm	1	2,00	4	2,17	45,00	0,00	23,81	-0,02	49,00	8,00	7,54	-1,31
Minadores	7	1,00	28	15,22	22,86	0,00	1,67	-0,02	44,71	9,91	3,26	0,60
Hojas	7	1,00	28	15,22	22,86	0,00	1,67	-0,02	44,71	9,91	3,26	0,60
Form. Agallas	7	1,00	28	15,22	21,43	0,00	0,24	-0,02	44,29	9,17	2,83	-0,14
<i>Andricus sp</i>	5	1,00	20	10,87	21,00	0,00	-0,19	-0,02	41,60	9,04	0,14	-0,27
Brotes del año	5	1,00	20	10,87	21,00	0,00	-0,19	-0,02	41,60	9,04	0,14	-0,27
<i>Dryomyia lichtensteini</i>	2	1,00	8	4,35	22,50	0,00	1,31	-0,02	51,00	9,50	9,54	0,19
Hojas	2	1,00	8	4,35	22,50	0,00	1,31	-0,02	51,00	9,50	9,54	0,19
ENFERMEDADES												
Tizón	36	1,00	144	78,26	19,86	0,00	-1,33	-0,02	37,56	9,07	-3,90	-0,25
<i>Botryosphaeria stevensii</i>	15	1,00	60	32,61	19,00	0,00	-2,19	-0,02	37,27	9,05	-4,19	-0,27
Brotes del año	15	1,00	60	32,61	19,00	0,00	-2,19	-0,02	37,27	9,05	-4,19	-0,27
<i>Hypoxyylon mediterraneum</i>	21	1,00	84	45,65	20,48	0,00	-0,71	-0,02	37,76	9,08	-3,69	-0,23
Ramillos <2 cm	11	1,00	44	23,91	21,36	0,00	0,17	-0,02	38,00	9,16	-3,46	-0,15
Ramas 2-10 cm	10	1,00	40	21,74	19,50	0,00	-1,69	-0,02	37,50	8,99	-3,96	-0,32
AG.ABIÓTICOS												
Calor	30	1,90	120	65,22	20,17	0,03	-1,02	0,01	40,73	9,34	-0,72	0,02
Hojas	30	1,90	120	65,22	20,17	0,03	-1,02	0,01	40,73	9,34	-0,72	0,02
Viento/Tornado	3	1,00	12	6,52	21,67	0,00	0,48	-0,02	46,00	10,00	4,54	0,69
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	4,35	20,00	0,00	-1,19	-0,02	44,50	9,50	3,04	0,19
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	2,17	25,00	0,00	3,81	-0,02	49,00	11,00	7,54	1,69
Otros fact.abióticos	24	1,08	96	52,17	21,46	0,04	0,27	0,02	40,25	9,30	-1,21	-0,01
Hojas	4	1,00	16	8,70	23,75	0,00	2,56	-0,02	38,50	8,68	-2,96	-0,64
Tronco	19	1,11	76	41,30	21,05	0,05	-0,14	0,03	40,53	9,32	-0,93	0,00
Cuello raíz	1	1,00	4	2,17	20,00	0,00	-1,19	-0,02	42,00	11,50	0,54	2,19
OTROS DAÑOS												
Bacterias	9	1,00	36	19,57	22,22	0,00	1,03	-0,02	40,00	9,14	-1,46	-0,17
Tronco	9	1,00	36	19,57	22,22	0,00	1,03	-0,02	40,00	9,14	-1,46	-0,17
Falta luz	9	1,22	36	19,57	19,44	0,00	-1,75	-0,02	41,11	9,40	-0,35	0,09
Ramillos <2 cm	9	1,22	36	19,57	19,44	0,00	-1,75	-0,02	41,11	9,40	-0,35	0,09
AG.DESCONOCIDO												

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Ag.desconocido	55	2,09	220	100,00	22,27	0,04	1,08	0,02	42,73	9,36	1,27	0,05
Brotes del año	6	1,00	24	13,04	20,00	0,00	-1,19	-0,02	42,17	8,83	0,71	-0,48
Ramillos <2 cm	7	1,14	28	15,22	27,14	0,00	5,95	-0,02	48,00	9,59	6,54	0,27
Ramas 2-10 cm	1	2,00	4	2,17	35,00	1,00	13,81	0,98	53,00	12,30	11,54	2,99
Tronco	39	2,33	156	84,78	21,67	0,03	0,48	0,01	41,95	9,35	0,49	0,04
Cuello raíz	2	4,00	8	4,35	17,50	0,00	-3,69	-0,02	36,00	8,80	-5,46	-0,51

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, destaca en primer lugar, la presencia de **defoliadores** tortrícidos en cerca del 75% del arbolado muestra –en un nivel considerablemente mayor al de 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 dando a la hoja un aspecto de retícula), en un patrón ya observado en anteriores evaluaciones aunque no aparece asociado a daños forestales de consideración.

Los insectos **perforadores** continúan siendo uno de los agentes más peligrosos para los alcornoques de la zona, incrementándose apreciablemente respecto a la revisión anterior al afectar a casi la mitad de la población muestra, incrementándose también de forma apreciable respecto al año previo. De entre este tipo de insectos destaca el peligroso *Cerambyx welensis* que se expande apreciablemente en los últimos años, afectando a más del 17% de la muestra y que se encuentra asociado a muertes tanto en la parcela como en sus inmediaciones. 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. welensis* 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.

Se registran también daños por otros perforadores, aunque limitados a unos cuantos casos en toda la parcela, en un nivel de afección similar al del año anterior. Aparecen así ramillas terminales muertas debidas a los anillamientos larvarios de *Coroebus florentinus* en uno de cada tres alcornoques evaluados, incrementándose también durante la última revisión, junto con culebrillas de *Coroebus undatus* visibles tras el descorte, y cuyos daños son más importantes en la producción corchera que sobre el hospedante. Toda vez que estas aparecen ya cicatrizadas y sin influencia sobre el estado fitosanitario se prescinde de su consideración como agente activo.

Por último, y dentro de lo que puede considerarse normal en los alcornocales de la zona, se observa una presencia ligera de **insectos agallícolas** sobre cerca del 15% del arbolado muestra, reduciéndose con respecto al año previo, si bien no aparecen asociados a daños forestales de consideración. Destaca entre estos agallícolas el cecidómido *Dryomyia lischtensteini*, muy frecuente en los montes de quercíneas de la zona, y de quien se ven las típicas formaciones esféricas en el envés foliar, así como agallas por *Andricus kollarii* en algún pie aislado. Se registra también un incremento en la presencia de insectos **minadores** si bien no aparecen asociados a daños forestales de consideración.

Al igual que en anteriores revisiones, se advierte la presencia del hongo *Hypoxylon mediterraneum* (*Biscogniauxia mediterranea*) en casi la mitad de los pies, incrementándose apreciablemente respecto al año

precedente, 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.

En lo que se refiere a los daños abióticos, se advierten deformaciones o enrollamiento de las hojas a lo largo del nervio central debido a fenómenos de **golpe de calor** en un típico mecanismo de reducción de las pérdidas de agua por transpiración al reducir la superficie foliar, sintomatología que se observa en dos de cada tres alcornoques evaluados, junto con daños mecánicos en ramas por tormentas, que podrían verse amplificados en pies caracterizados por pérdidas de la resistencia estructural debidos a la acción de perforadores o pudriciones por *Hypoxylon*, como puede verse a lo largo del camino de acceso a la parcela.

Se advierte también la adecuada cicatrización de los daños 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 *Hypoxylon* en los árboles a través de las heridas causadas al tronco, acompañados de **exudados negruzcos** en algunos casos, presumiblemente asociados a bacteriosis. Son también relativamente frecuentes la aparición de grietas en el corcho, quizá debido a fenómenos de expansión-contracción debido a la oscilación de temperaturas noche/día.

Por último, y sin que se pueda precisar la causa con exactitud, se advierte algún **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	77	1,38	308	100,00	21,17	0,03	-0,02	0,01	41,43	9,33	-0,03	0,02
Comidos/perdidos	41	1,05	164	89,13	21,59	0,02	0,40	0,00	41,76	9,39	0,30	0,07
Agujeros/Parc. comidas	14	1,00	56	30,43	20,36	0,00	-0,83	-0,02	39,71	8,98	-1,74	-0,33
Muescas	2	1,00	8	4,35	17,50	0,00	-3,69	-0,02	39,00	9,60	-2,46	0,29
Esqueletizadas	18	1,11	72	39,13	22,50	0,06	1,31	0,04	42,50	9,47	1,04	0,16
Minadas	7	1,00	28	15,22	22,86	0,00	1,67	-0,02	44,71	9,91	3,26	0,60
Dec. Verde-amarillo	4	1,00	16	8,70	23,75	0,00	2,56	-0,02	38,50	8,68	-2,96	-0,64
Completa	4	1,00	16	8,70	23,75	0,00	2,56	-0,02	38,50	8,68	-2,96	-0,64
Deformaciones	32	1,84	128	69,57	20,31	0,03	-0,88	0,01	41,38	9,35	-0,08	0,03
Enrolladas	30	1,90	120	65,22	20,17	0,03	-1,02	0,01	40,73	9,34	-0,72	0,02
Agallas	2	1,00	8	4,35	22,50	0,00	1,31	-0,02	51,00	9,50	9,54	0,19
RAMAS/BROTES												
Brotes del año	27	1,00	108	58,70	19,81	0,00	-1,38	-0,02	39,74	9,04	-1,72	-0,28
Deformaciones	5	1,00	20	10,87	21,00	0,00	-0,19	-0,02	41,60	9,04	0,14	-0,27
Agallas	5	1,00	20	10,87	21,00	0,00	-0,19	-0,02	41,60	9,04	0,14	-0,27
Muerto/moribundo	22	1,00	88	47,83	19,55	0,00	-1,64	-0,02	39,32	9,04	-2,14	-0,28

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Ramillos <2 cm	40	1,08	160	86,96	21,50	0,00	0,31	-0,02	41,88	9,36	0,42	0,04
Rotura	2	1,00	8	4,35	20,00	0,00	-1,19	-0,02	44,50	9,50	3,04	0,19
Muerto/moribundo	27	1,11	108	58,70	21,67	0,00	0,48	-0,02	43,26	9,42	1,80	0,11
Pudriciones	11	1,00	44	23,91	21,36	0,00	0,17	-0,02	38,00	9,16	-3,46	-0,15
Ramas 2-10 cm	13	1,08	52	28,26	22,31	0,15	1,12	0,13	40,77	9,65	-0,69	0,34
Signos insectos	1	1,00	4	2,17	35,00	1,00	13,81	0,98	53,00	12,30	11,54	2,99
Perforaciones,serrín	1	1,00	4	2,17	35,00	1,00	13,81	0,98	53,00	12,30	11,54	2,99
Rotura	1	1,00	4	2,17	25,00	0,00	3,81	-0,02	49,00	11,00	7,54	1,69
Muerto/moribundo	1	2,00	4	2,17	35,00	1,00	13,81	0,98	53,00	12,30	11,54	2,99
Pudriciones	10	1,00	40	21,74	19,50	0,00	-1,69	-0,02	37,50	8,99	-3,96	-0,32
Ramas >10 cm	3	1,33	12	6,52	33,33	0,00	12,14	-0,02	44,33	8,67	2,88	-0,65
Signos insectos	2	1,00	8	4,35	27,50	0,00	6,31	-0,02	42,00	9,00	0,54	-0,31
Perforaciones,serrín	2	1,00	8	4,35	27,50	0,00	6,31	-0,02	42,00	9,00	0,54	-0,31
Muerto/moribundo	1	2,00	4	2,17	45,00	0,00	23,81	-0,02	49,00	8,00	7,54	-1,31
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco	70	1,81	280	100,00	21,57	0,03	0,38	0,01	41,49	9,32	0,03	0,00
Deformaciones	36	2,42	144	78,26	21,39	0,03	0,20	0,01	42,00	9,39	0,54	0,08
Tumores	36	2,42	144	78,26	21,39	0,03	0,20	0,01	42,00	9,39	0,54	0,08
Signos insectos	3	2,00	12	6,52	21,67	0,00	0,48	-0,02	46,00	9,40	4,54	0,09
Perforaciones,serrín	3	2,00	12	6,52	21,67	0,00	0,48	-0,02	46,00	9,40	4,54	0,09
Heridas	22	1,14	88	47,83	21,59	0,05	0,40	0,03	40,64	9,25	-0,82	-0,06
Descortezamientos	3	1,33	12	6,52	25,00	0,00	3,81	-0,02	41,33	8,87	-0,12	-0,45
Grietas	19	1,11	76	41,30	21,05	0,05	-0,14	0,03	40,53	9,32	-0,93	0,00
Exudaciones	9	1,00	36	19,57	22,22	0,00	1,03	-0,02	40,00	9,14	-1,46	-0,17
Cuello raíz	5	2,40	20	10,87	20,00	0,00	-1,19	-0,02	37,80	9,50	-3,66	0,19
Deformaciones	2	4,00	8	4,35	17,50	0,00	-3,69	-0,02	36,00	8,80	-5,46	-0,51
Tumores	2	4,00	8	4,35	17,50	0,00	-3,69	-0,02	36,00	8,80	-5,46	-0,51
Signos insectos	2	1,50	8	4,35	22,50	0,00	1,31	-0,02	37,50	9,20	-3,96	-0,11
Perforaciones,serrín	2	1,50	8	4,35	22,50	0,00	1,31	-0,02	37,50	9,20	-3,96	-0,11
Heridas	1	1,00	4	2,17	20,00	0,00	-1,19	-0,02	42,00	11,50	0,54	2,19
Grietas	1	1,00	4	2,17	20,00	0,00	-1,19	-0,02	42,00	11,50	0,54	2,19

Por último, se presenta a continuación la relación entre agentes dañinos identificados y los distintos síntomas observados.

TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados.

N par	Defoliadores		Perforadores		Minadores		Form. Agallas	
	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS								
Hojas	77	34	100,00				7	100,00
Comidos/perdidos	41	34	100,00				7	100,00
Agujeros/Parc. comidas	14	14	41,18					
Muescas	2	2	5,88					
Esqueletizadas	18	18	52,94					
Minadas	7						7	100,00
Dec. Verde-amarillo	4							

11 QS (CACERES)

RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO

DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES – RED DE NIVEL II

AÑO 2024

	N par	Defoliadores		Perforadores		Minadores		Form. Agallas	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Completa	4								
Deformaciones	32							2	28,57
Enrolladas	30								
Agallas	2							2	28,57
RAMAS/BROTES									
Brotes del año	27			1	4,76			5	71,43
Deformaciones	5							5	71,43
Agallas	5							5	71,43
Muerto/moribundo	22			1	4,76				
Ramillos <2 cm	40			11	52,38				
Rotura	2								
Muerto/moribundo	27			11	52,38				
Pudriciones	11								
Ramas 2-10 cm	13			1	4,76				
Signos insectos	1					1	4,76		
Perforaciones,serrín	1					1	4,76		
Rotura	1								
Muerto/moribundo	1								
Pudriciones	10								
Ramas >10 cm	3			3	14,29				
Signos insectos	2					2	9,52		
Perforaciones,serrín	2					2	9,52		
Muerto/moribundo	1					1	4,76		
TRONCO/CRAÍZ									
Tronco	70			3	14,29				
Deformaciones	36								
Tumores	36								
Signos insectos	3					3	14,29		
Perforaciones,serrín	3					3	14,29		
Heridas	22								
Descortezamientos	3								
Grietas	19								
Exudaciones	9								
Cuello raíz	5			2	9,52				
Deformaciones	2								
Tumores	2								
Signos insectos	2					2	9,52		
Perforaciones,serrín	2					2	9,52		
Heridas	1								
Grietas	1								

	N par	Tizón		Calor		Viento/ Tornado		Otros fact. abióticos	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Hojas	77			30	100,00			4	16,67

	N par	Tizón		Calor		Viento/ Tornado		Otros fact. abióticos	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Comidos/perdidos	41								
Agujeros/Parc. comidas	14								
Muescas	2								
Esqueletizadas	18								
Minadas	7								
Dec. Verde-amarillo	4							4	16,67
Completa	4							4	16,67
Deformaciones	32			30	100,00				
Enrolladas	30			30	100,00				
Agallas	2								
RAMAS/BROTES									
Brotes del año	27	15	41,67						
Deformaciones	5								
Agallas	5								
Muerto/moribundo	22	15	41,67						
Ramillos <2 cm	40	11	30,56				2	66,67	
Rotura	2						2	66,67	
Muerto/moribundo	27								
Pudriciones	11	11	30,56						
Ramas 2-10 cm	13	10	27,78				1	33,33	
Signos insectos	1								
Perforaciones,serrín	1								
Rotura	1						1	33,33	
Muerto/moribundo	1								
Pudriciones	10	10	27,78						
Ramas >10 cm	3								
Signos insectos	2								
Perforaciones,serrín	2								
Muerto/moribundo	1								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco	70							19	79,17
Deformaciones	36								
Tumores	36								
Signos insectos	3								
Perforaciones,serrín	3								
Heridas	22							19	79,17
Descortezamientos	3								
Grietas	19							19	79,17
Exudaciones	9								
Cuello raíz	5							1	4,17
Deformaciones	2								
Tumores	2								
Signos insectos	2								
Perforaciones,serrín	2								
Heridas	1							1	4,17
Grietas	1							1	4,17

	N par	Bacterias		Falta luz		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS							
Hojas	77						
Comidos/perdidos	41						
Agujeros/Parc. comidas	14						
Muescas	2						
Esqueletizadas	18						
Minadas	7						
Dec. Verde-amarillo	4						
Completa	4						
Deformaciones	32						
Enrolladas	30						
Agallas	2						
RAMAS/BROTES							
Brotes del año	27					6	10,91
Deformaciones	5						
Agallas	5						
Muerto/moribundo	22					6	10,91
Ramillos <2 cm	40			9	100,00	7	12,73
Rotura	2						
Muerto/moribundo	27			9	100,00	7	12,73
Pudriciones	11						
Ramas 2-10 cm	13					1	1,82
Signos insectos	1						
Perforaciones,serrín	1						
Rotura	1						
Muerto/moribundo	1					1	1,82
Pudriciones	10						
Ramas >10 cm	3						
Signos insectos	2						
Perforaciones,serrín	2						
Muerto/moribundo	1						
TRONCO/CRAÍZ							
Tronco	70	9	100,00			39	70,91
Deformaciones	36					36	65,45
Tumores	36					36	65,45
Signos insectos	3						
Perforaciones,serrín	3						
Heridas	22					3	5,45
Descortezamientos	3					3	5,45
Grietas	19						
Exudaciones	9	9	100,00				
Cuello raíz	5					2	3,64
Deformaciones	2					2	3,64
Tumores	2					2	3,64
Signos insectos	2						
Perforaciones,serrín	2						

N par	Bacterias		Falta luz		Ag.desconocido	
	n	%	n	%	n	%
Heridas	1					
Grietas	1					

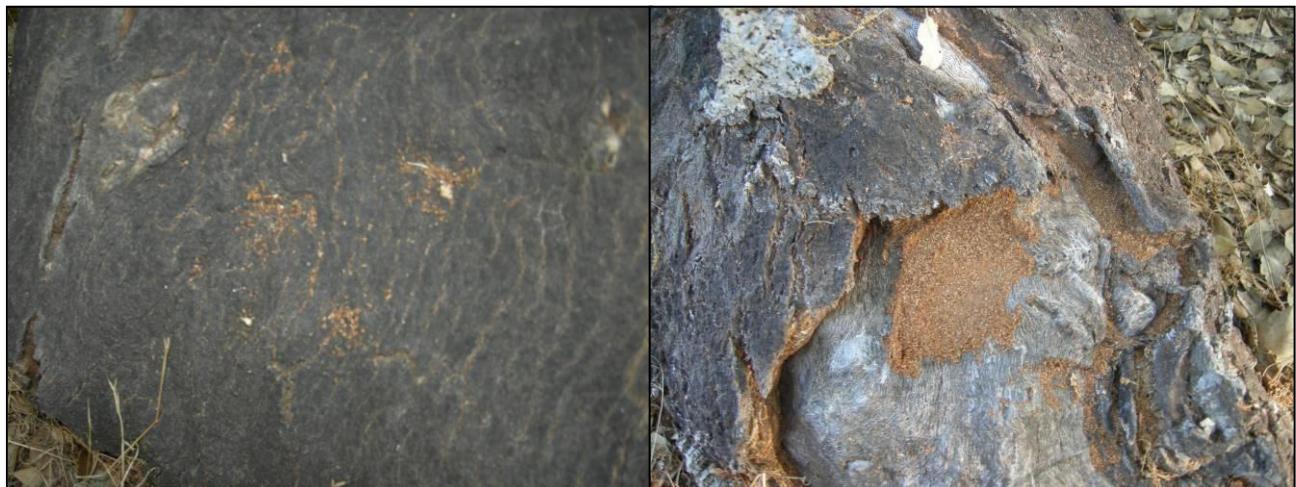
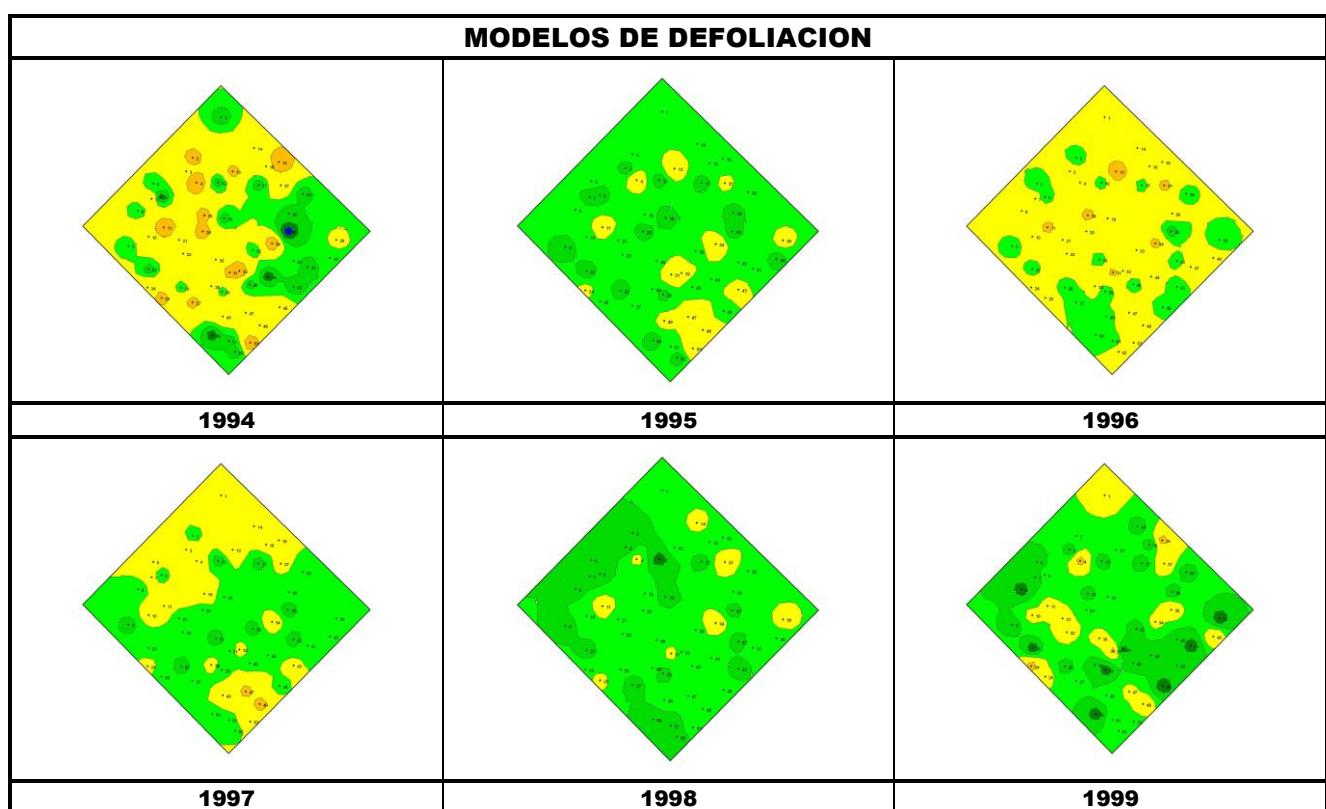
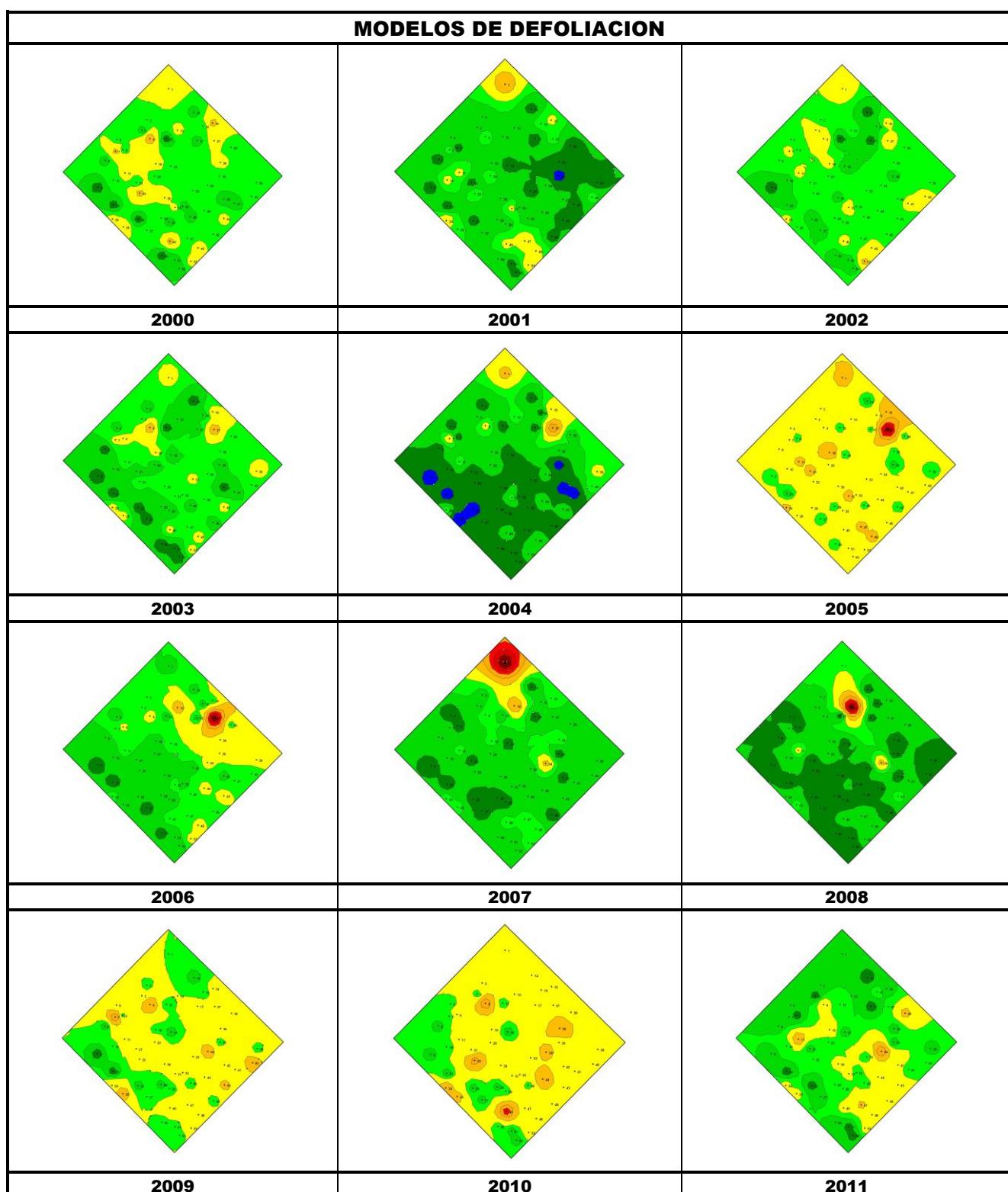


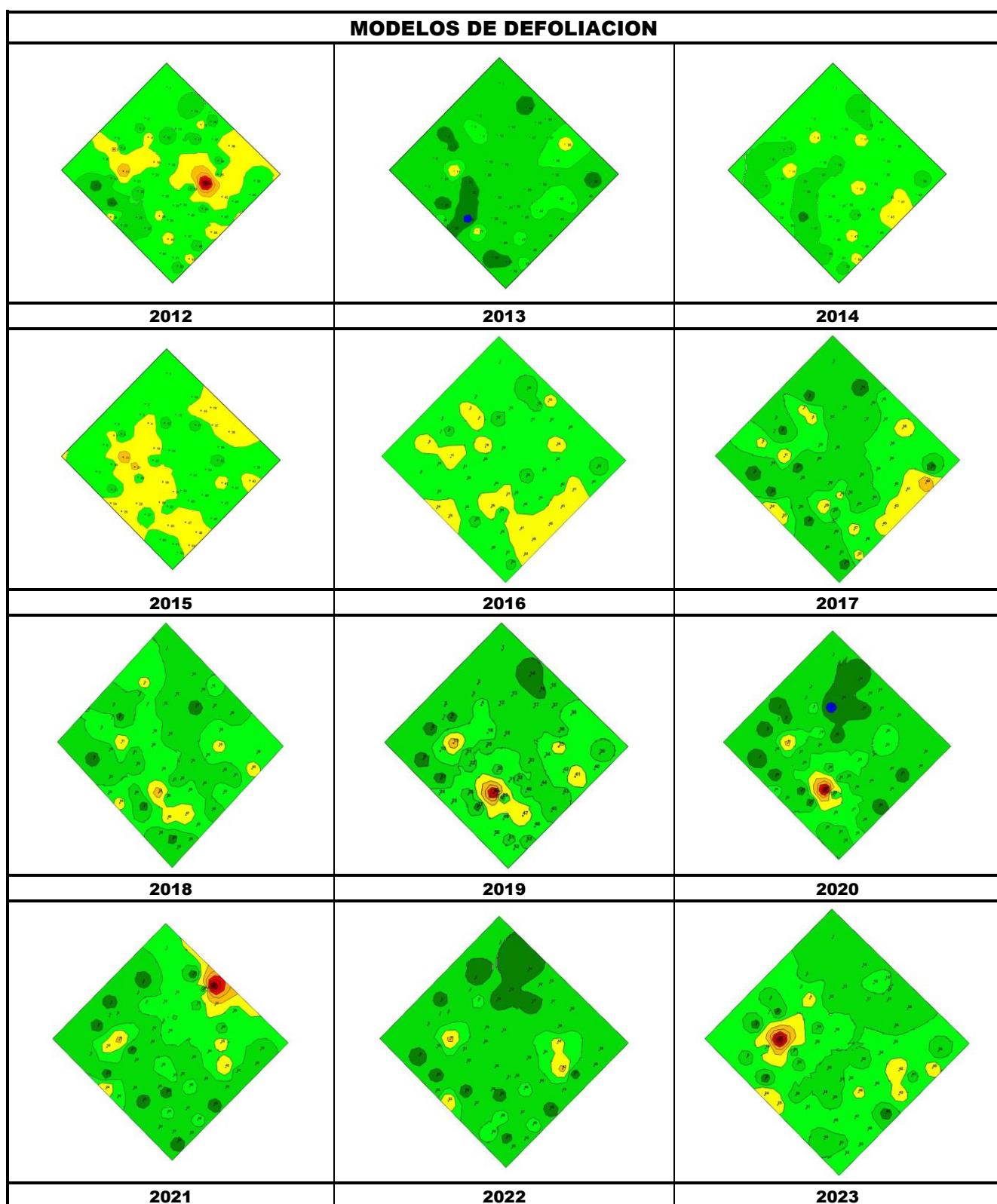
FIG 6: Serrín y perforaciones en troncos por *Cerambyx wellensi*.

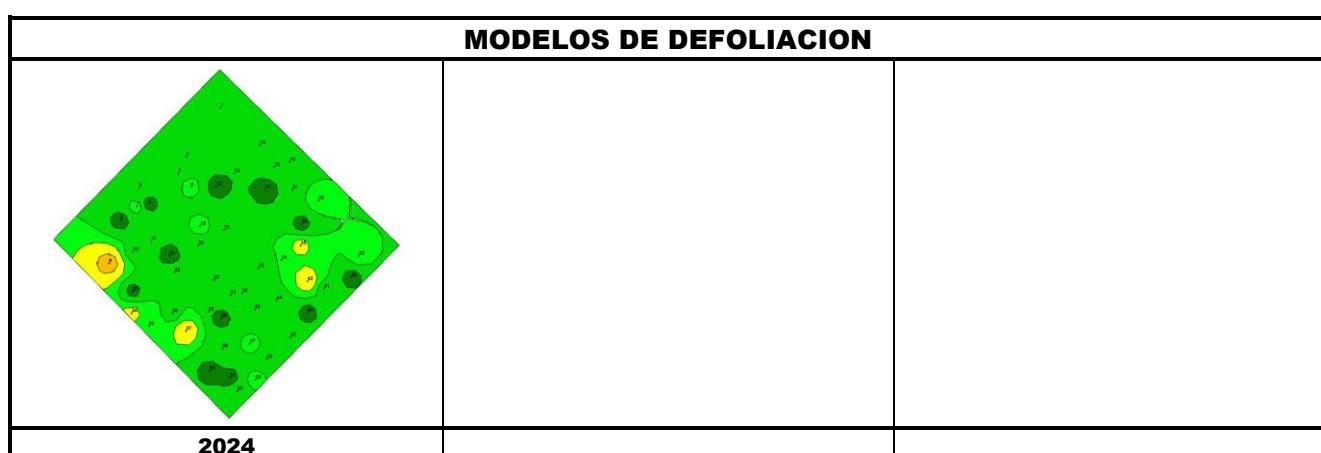


MODELOS DE DEFOLIACION



MODELOS DE DEFOLIACION





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 ramaletos 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		
	Vela		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		

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



FIG 7: Parcela exterior. 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 interaccionar con ellas, arrastrando parte de la deposición seca previamente caída, así como la precipitación húmeda.

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

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

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

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

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

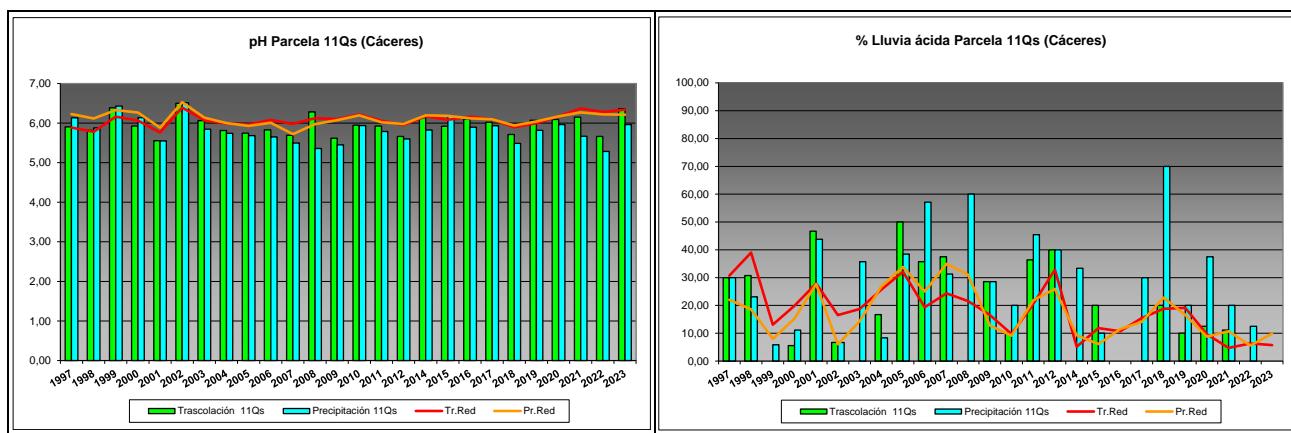
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 11Qs, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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	5,90	30,00	715	6,13	30,00	775	5,89	6,23
1998	5,82	30,77	676	5,88	23,08	785	5,78	6,12
1999	6,39	0,00	526	6,43	5,88	650	6,16	6,33
2000	5,93	5,56	820	6,14	11,11	972	6,06	6,27
2001	5,55	46,67	819	5,55	43,75	990	5,76	5,88
2002	6,50	6,67	877	6,51	6,67	985	6,39	6,53
2003	6,06	0,00	942	5,85	35,71	1085	6,07	6,14
2004	5,81	16,67	466	5,74	8,33	524	5,99	6,00
2005	5,75	50,00	351	5,68	38,46	396	5,96	5,93
2006	5,83	35,71	875	5,65	57,14	1006	6,08	6,01
2007	5,69	37,50	638	5,50	31,25	721	5,98	5,72
2008	6,28	0,00	568	5,36	60,00	677	6,12	5,97
2009	5,62	28,57	462	5,45	28,57	520	6,10	6,07
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	6,06	6,02
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
2019	6,07	10,00	433	5,82	20,00	521	5,99	6,04
2020	6,09	12,50	835	5,96	37,50	882	6,17	6,17
2021	6,15	11,11	443	5,67	20,00	545	6,37	6,27
2022	5,66	0,00	732	5,28	12,50	806	6,28	6,22
2023	6,37	0,00	746	5,96	0,00	767	6,34	6,21
Media	5,96	17,23	658	5,82	27,64	739	6,08	6,11



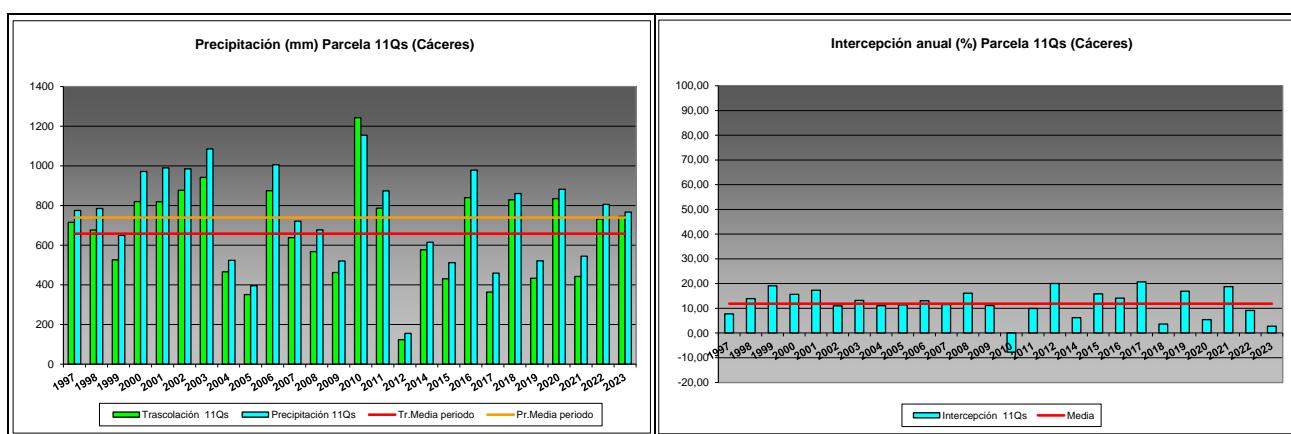


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

Año	Trascisión (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	10,79		715	9,46		775	25,52	22,05
1998	15,86		676	10,35		785	29,37	22,53
1999	17,86		526	14,75		650	33,18	19,89
2000	19,80		820	16,36		972	35,34	22,06
2001	15,42		819	12,13		990	27,99	15,78
2002	24,98		877	18,92		985	48,98	30,11
2003	19,57		942	16,40		1085	45,96	25,07
2004	29,19		466	35,92		524	62,42	37,00
2005	25,44		351	21,64		396	65,42	30,19
2006	21,19		875	18,90		1006	61,52	28,60
2007	25,08		638	22,95		721	49,85	28,88
2008	30,36		568	24,76		677	46,65	22,88
2009	21,83		462	16,02		520	49,43	20,10
2010	14,90		1243	11,34		1154	44,44	15,09
2011	18,62		787	9,14		874	51,36	19,04
2012	19,13		124	17,08		155	53,38	20,50
2014	17,61		577	9,94		615	33,76	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
2019	32,73		433	19,40		521	74,16	28,49
2020	22,33		835	18,36		882	46,43	20,40
2021	19,24		443	14,35		545	40,51	22,14
2022	16,49		732	11,19		806	44,12	20,37
2023	21,46		746	10,98		767	45,95	17,21
Media	20,70		658	15,53		739	46,28	22,01

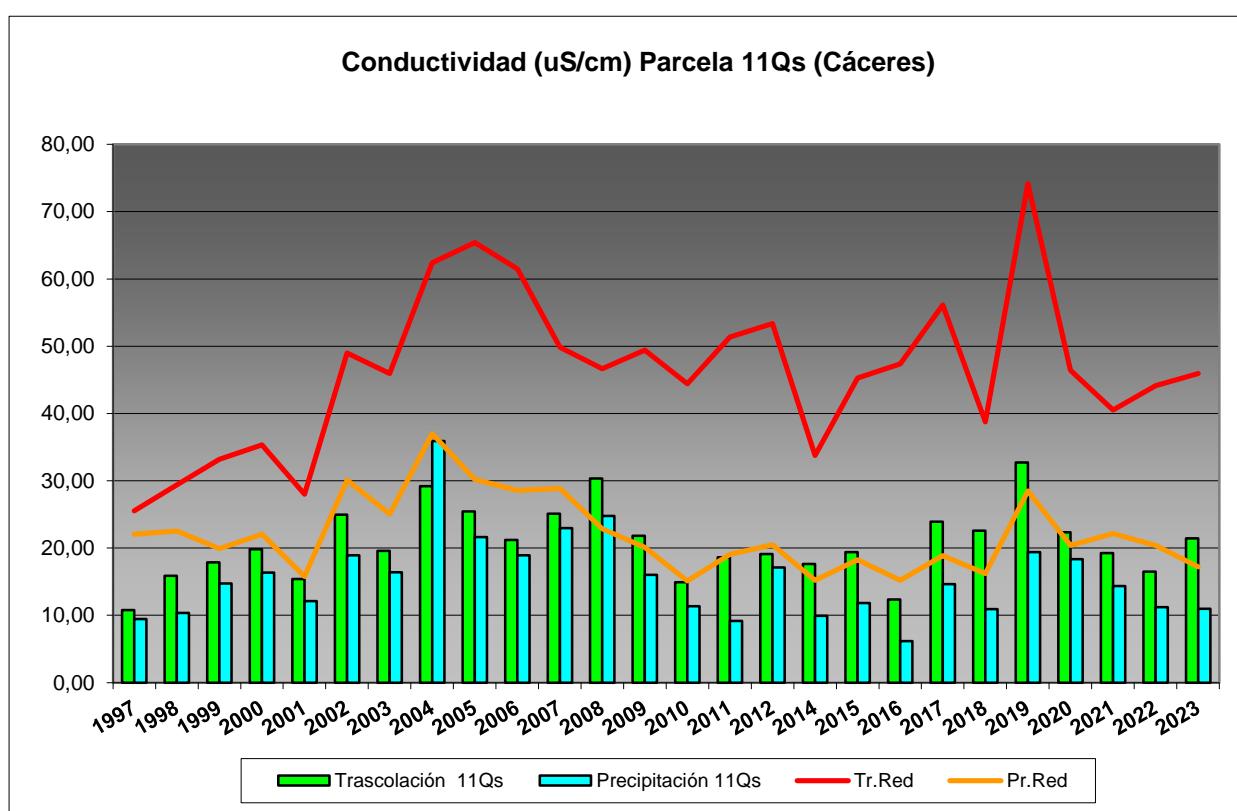


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,00	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	1,40	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	1,39	13,11	942	0,31	3,34	1085	9,77	12,93	3,83
2004	2,09	9,75	466	0,80	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	1,83	16,02	875	0,94	9,46	1006	6,57	19,14	9,86
2007	2,44	15,57	638	1,12	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	2,29	10,59	462	0,64	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
2016	1,89	15,88	840	0,13	1,28	978	14,59	19,15	2,17

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2017	2,94	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
2019	2,72	11,76	433	0,39	2,05	521	9,72	17,04	3,33
2020	3,15	26,27	835	0,19	1,67	882	24,60	22,26	2,32
2021	2,25	9,96	443	1,41	1,46	545	8,50	15,69	1,94
2022	1,82	13,34	732	0,06	0,52	806	12,82	18,27	1,30
2023	3,04	22,67	746	0,14	1,07	767	21,60	20,05	0,93
Media	2,28	14,89	658	0,67	4,69	739	10,20	17,10	5,33

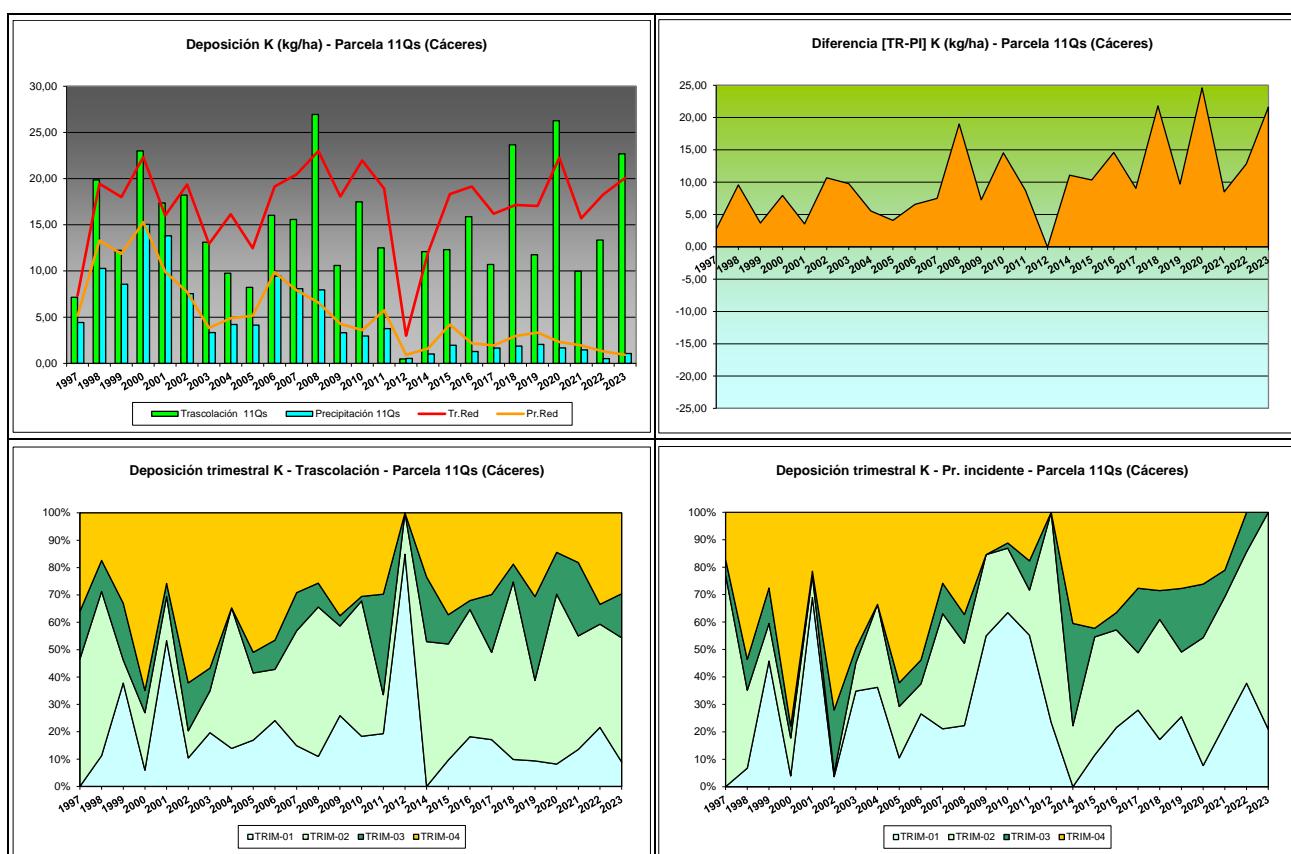


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2002	0,64	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	1,11	5,19	466	3,32	17,42	524	-12,23	18,95	20,04
2005	1,47	5,17	351	1,78	7,06	396	-1,88	11,17	9,81
2006	0,99	8,69	875	1,12	11,28	1006	-2,59	17,51	16,49
2007	1,52	9,68	638	1,55	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	0,82	3,79	462	0,79	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
2019	1,32	5,72	433	1,04	5,41	521	0,30	18,41	13,57
2020	0,97	8,08	835	0,83	7,34	882	0,75	21,83	11,67
2021	1,07	4,74	443	0,91	4,96	545	-0,23	13,31	19,20
2022	1,32	9,64	732	1,17	9,40	806	0,24	16,71	13,93
2023	0,89	6,67	746	0,50	3,85	767	2,81	13,29	8,93
Media	1,05	6,39	658	1,02	6,80	739	-0,41	13,30	10,68

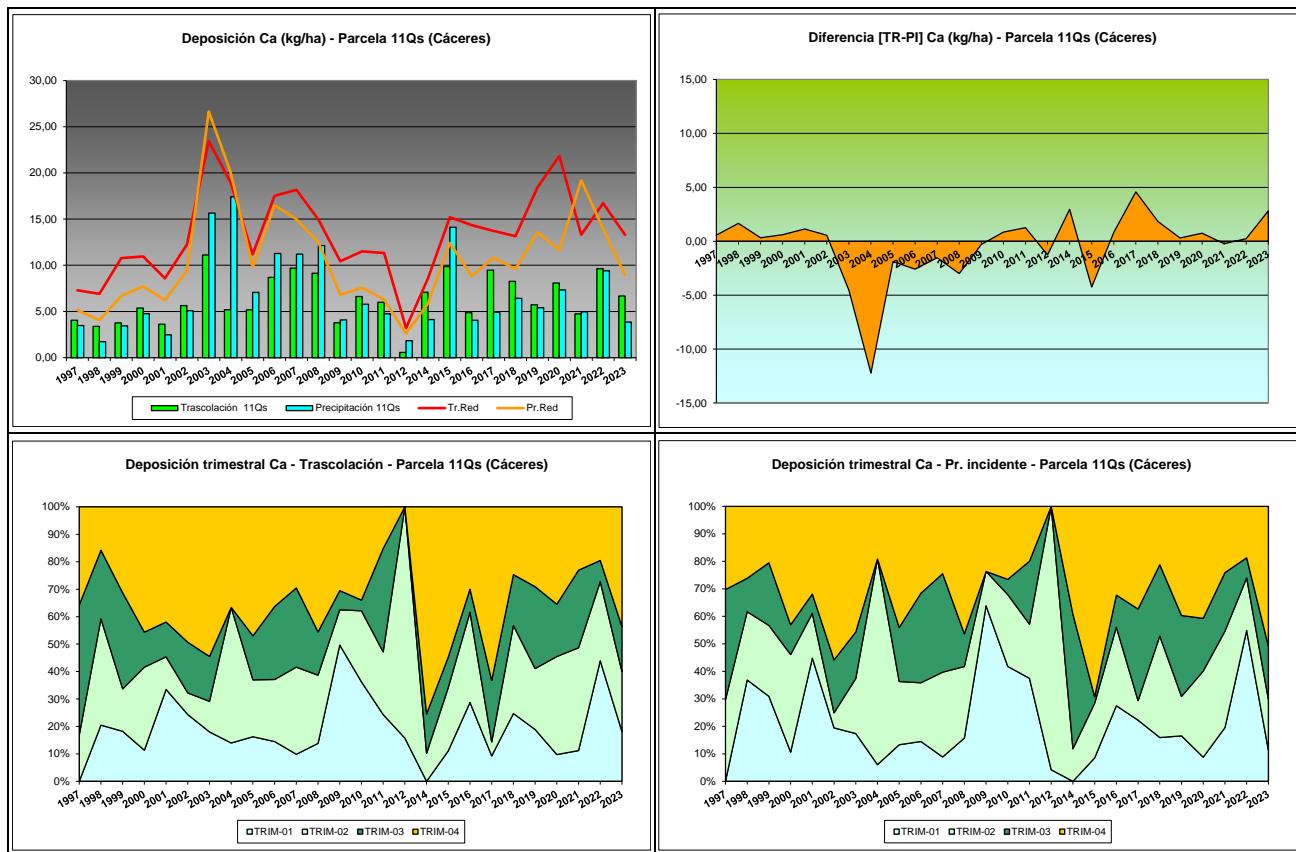
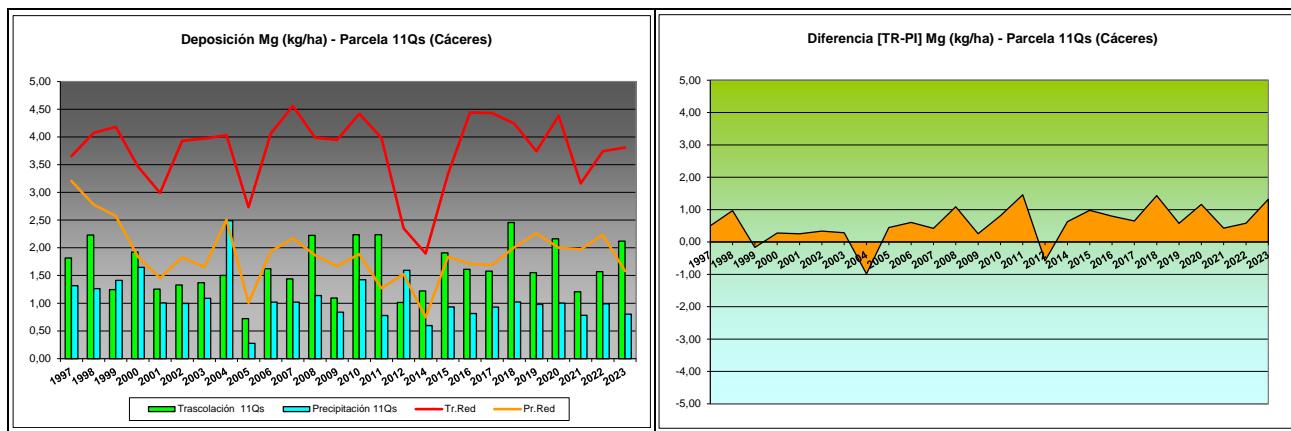


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	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	0,10	1,00	990	0,25	2,99	1,45
2002	0,15	1,33	877	0,10	1,00	985	0,34	3,93	1,83
2003	0,15	1,37	942	0,10	1,09	1085	0,28	3,97	1,65
2004	0,32	1,50	466	0,47	2,49	524	-0,99	4,03	2,51
2005	0,21	0,72	351	0,07	0,28	396	0,45	2,73	1,01
2006	0,19	1,62	875	0,10	1,02	1006	0,60	4,06	1,94
2007	0,23	1,44	638	0,14	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	0,16	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
2019	0,36	1,55	433	0,19	0,98	521	0,57	3,74	2,26
2020	0,26	2,16	835	0,11	1,00	882	1,16	4,38	2,00
2021	0,27	1,21	443	0,14	0,78	545	0,43	3,16	1,97
2022	0,21	1,57	732	0,12	0,99	806	0,58	3,74	2,23
2023	0,28	2,12	746	0,10	0,80	767	1,32	3,81	1,58
Media	0,28	1,64	658	0,18	1,08	739	0,56	3,75	1,89



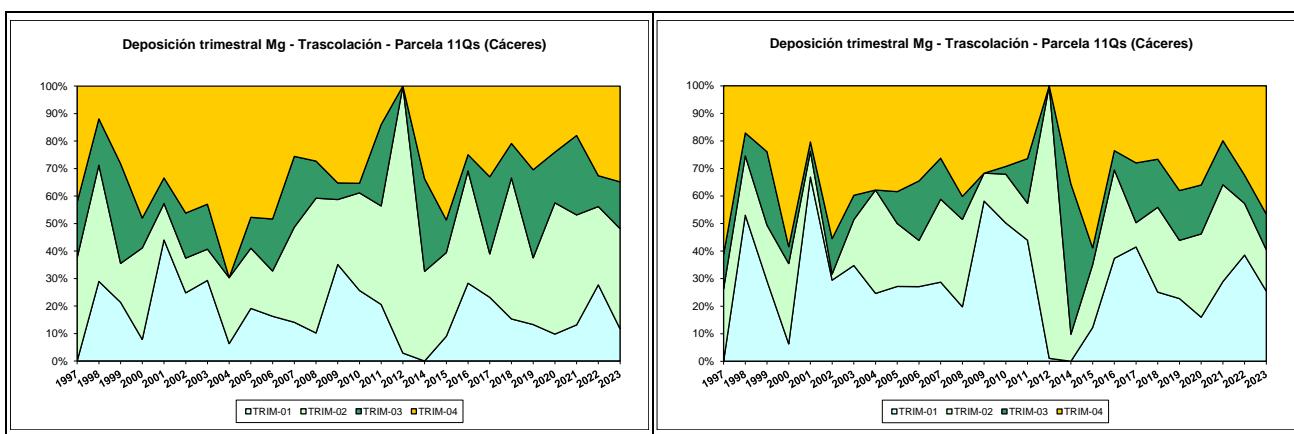


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	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	0,87	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	0,90	8,46	942	0,68	7,42	1085	1,04	22,49	12,86
2004	1,11	5,19	466	1,04	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	0,74	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	1,19	5,49	462	0,96	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
2019	1,28	5,56	433	1,03	5,36	521	0,19	19,32	13,98
2020	0,64	5,33	835	0,51	4,49	882	0,84	20,09	11,74
2021	0,64	2,82	443	0,82	4,48	545	-1,66	12,97	10,32
2022	0,68	5,01	732	0,57	4,61	806	0,40	18,67	11,08
2023	0,97	7,21	746	0,67	5,14	767	2,07	18,93	11,19
Media	1,05	6,92	658	0,81	5,93	739	0,99	18,35	11,36

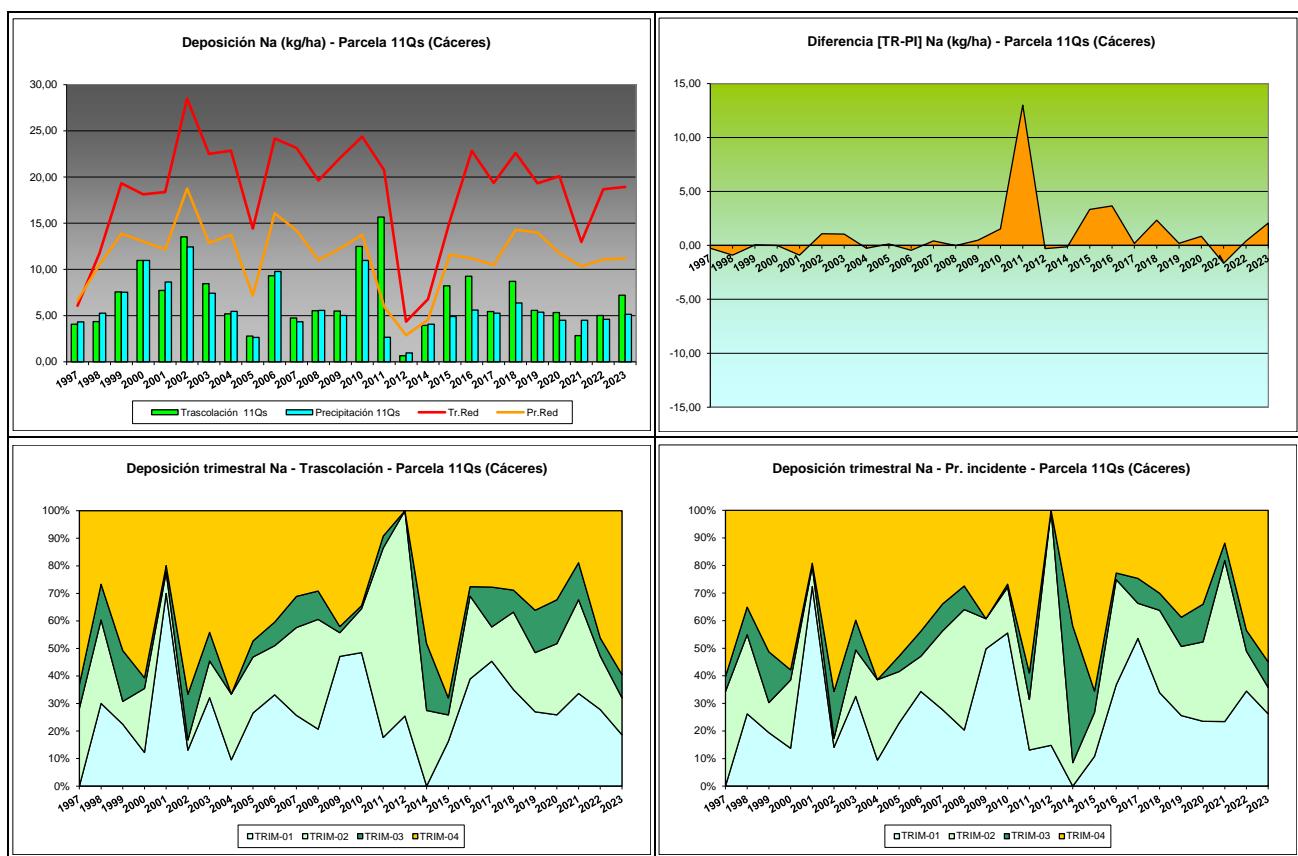


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio (nitrógeno en forma de).

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

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	0,17	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	0,12	1,02	877	0,17	1,65	985	-0,63	2,43	2,91
2003	0,22	2,07	942	0,22	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	0,24	1,52	638	0,32	2,29	721	-0,77	3,53	3,58
2008	0,21	1,18	568	0,23	1,56	677	-0,38	2,91	2,62
2009	0,18	0,83	462	0,23	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	0,40	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

11 QS (CACERES)

RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO

DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES – RED DE NIVEL II

AÑO 2024

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
2019	0,13	0,56	433	0,18	0,94	521	-0,38	1,60	1,23
2020	0,11	0,93	835	0,21	1,85	882	-0,91	1,98	1,81
2021	0,20	0,90	443	0,22	1,22	545	-0,32	2,18	1,71
2022	0,09	0,67	732	0,06	0,51	806	0,16	1,60	2,23
2023	0,24	1,79	746	0,28	2,16	767	-0,38	1,96	1,66
Media	0,24	1,43	658	0,27	1,85	739	-0,42	2,91	3,15

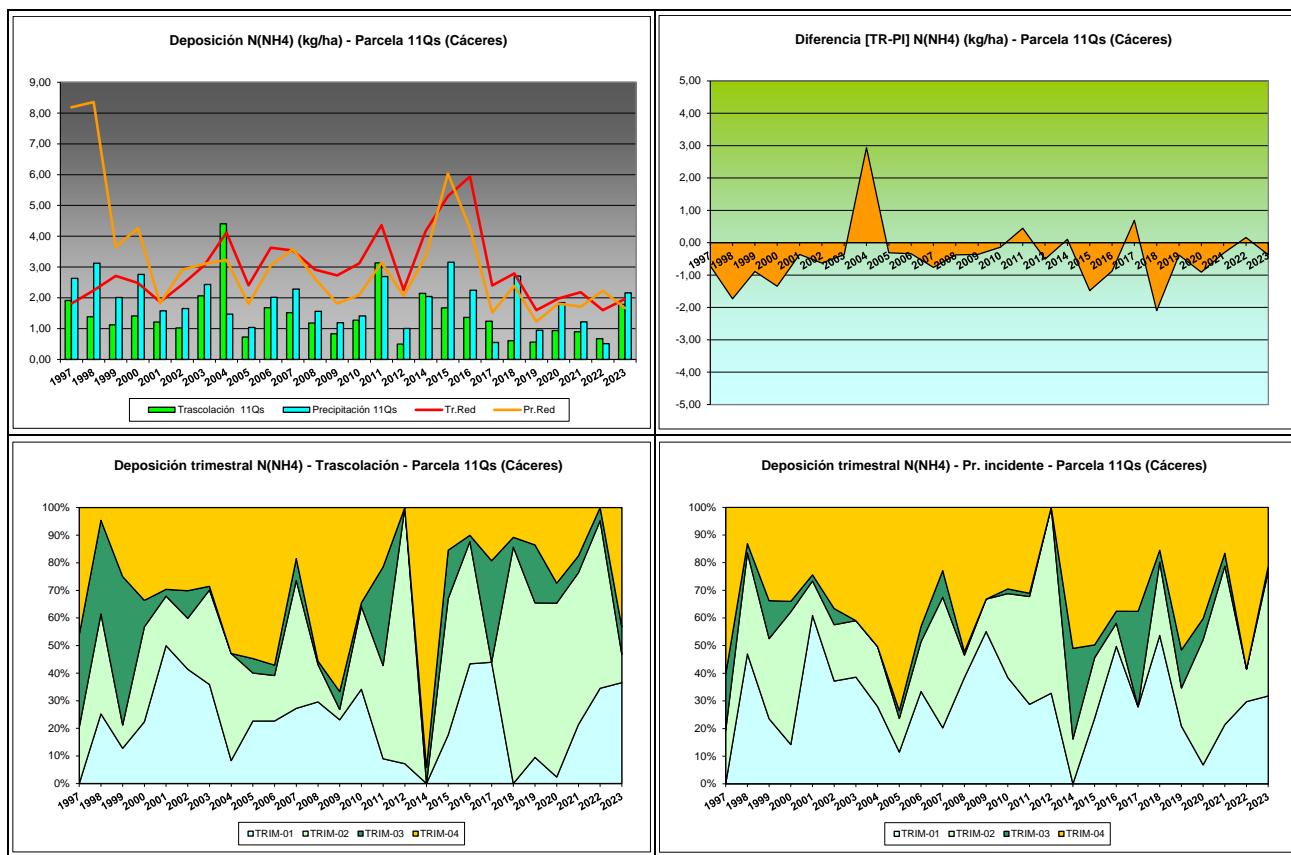


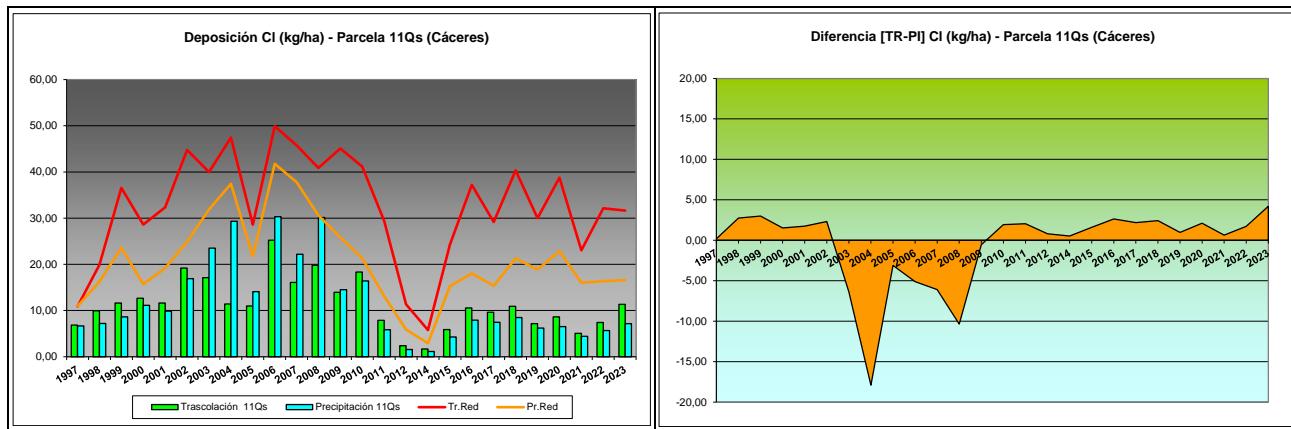
FIG 14: Variación temporal de deposición de Amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	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

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)
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	1,42	11,62	819	1,00	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	1,82	17,12	942	2,17	23,49	1085	-6,38	39,97	31,89
2004	2,45	11,42	466	5,60	29,34	524	-17,92	47,45	37,43
2005	3,13	10,98	351	3,56	14,09	396	-3,11	28,61	21,76
2006	2,88	25,21	875	3,01	30,32	1006	-5,11	49,90	41,76
2007	2,52	16,07	638	3,07	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	3,02	13,95	462	2,79	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	1,00	7,86	787	0,67	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
2019	1,65	7,16	433	1,19	6,19	521	0,97	29,98	18,87
2020	1,03	8,61	835	0,74	6,50	882	2,11	38,79	22,86
2021	1,14	5,04	443	0,81	4,40	545	0,63	23,04	15,99
2022	1,01	7,39	732	0,70	5,67	806	1,72	32,15	16,37
2023	1,52	11,33	746	0,93	7,14	767	4,20	31,63	16,59
Media	1,79	11,27	658	1,67	11,82	739	-0,55	32,50	20,82



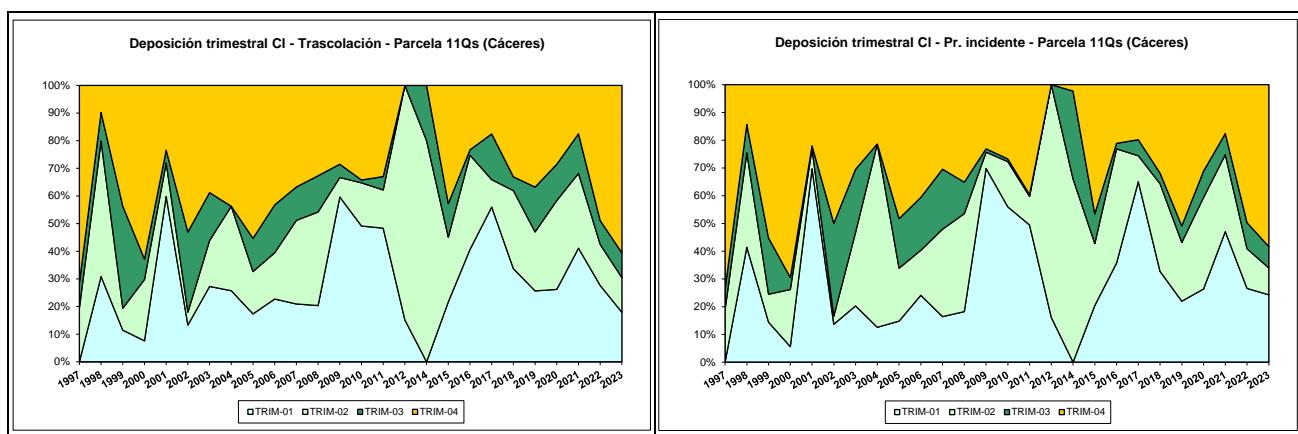


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos (nitrógeno en forma de).

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

Año	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	0,22	1,83	820	0,18	1,77	972	0,05	3,79	2,38
2001	0,24	1,98	819	0,14	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	0,26	2,48	942	0,20	2,18	1085	0,30	5,39	2,74
2004	0,63	2,96	466	0,34	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	0,35	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	0,52	4,09	787	0,52	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
2019	0,16	0,68	433	0,17	0,87	521	-0,19	2,46	1,61
2020	0,10	0,84	835	0,14	1,27	882	-0,44	2,02	1,64
2021	0,14	0,62	443	0,13	0,72	545	-0,11	2,15	1,43
2022	0,06	0,45	732	0,10	0,82	806	-0,37	2,09	1,49
2023	0,15	1,08	746	0,16	1,24	767	-0,16	2,00	1,29
Media	0,25	1,55	658	0,22	1,59	739	-0,04	3,68	2,24

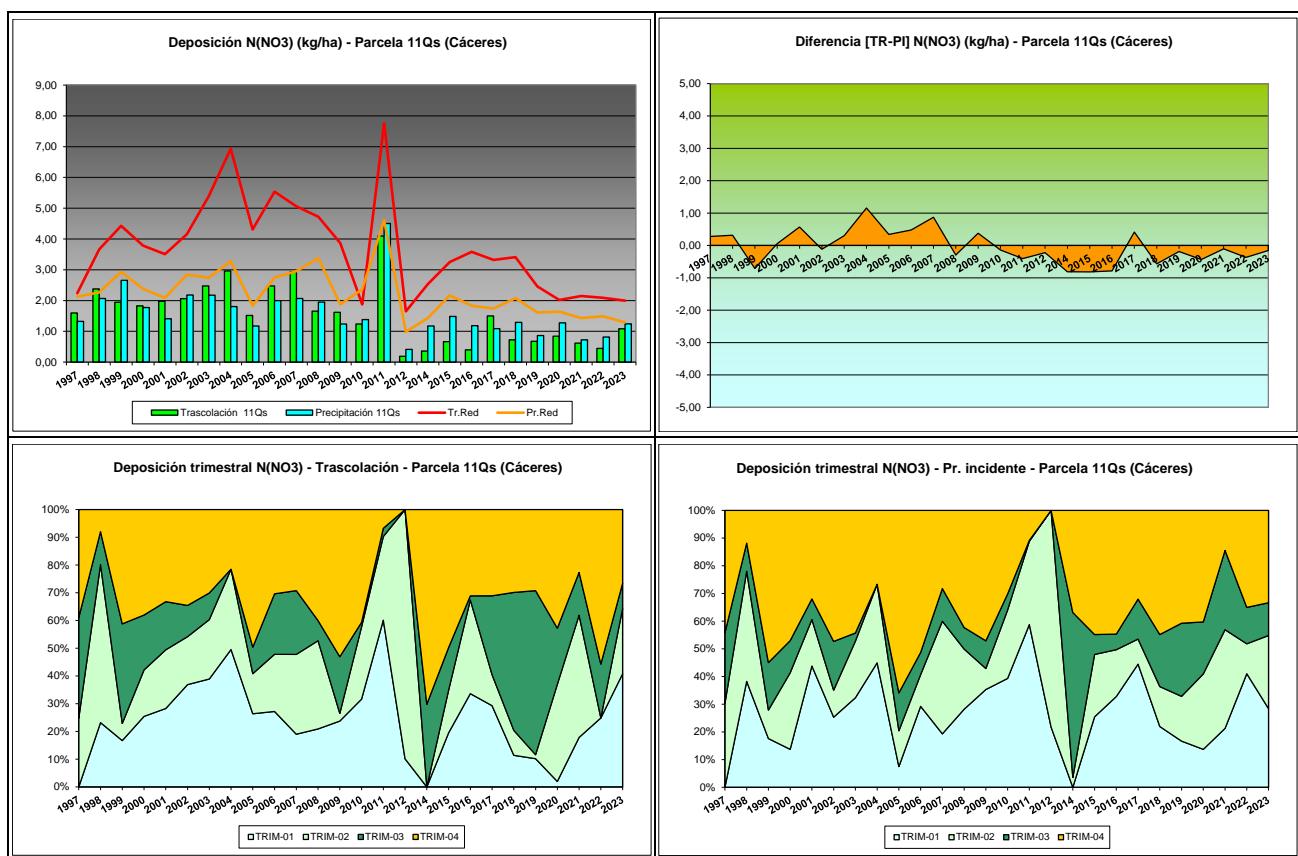


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos (azufre en forma de).

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,34	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	0,38	3,15	819	0,34	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	-0,01	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	0,28	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	0,18	1,03	568	0,20	1,33	677	-0,31	4,49	2,61
2009	0,34	1,59	462	0,31	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	0,47	3,72	787	0,45	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

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	0,31	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
2019	0,24	1,06	433	0,27	1,42	521	-0,36	3,75	3,13
2020	0,22	1,85	835	0,19	1,66	882	0,19	3,59	3,24
2021	0,18	0,81	443	0,19	1,03	545	-0,22	2,60	2,69
2022	0,17	1,24	732	0,18	1,48	806	-0,24	3,19	2,67
2023	0,19	1,41	746	0,19	1,47	767	-0,06	3,07	2,32
Media	0,33	2,12	658	0,32	2,33	739	-0,21	4,84	3,72

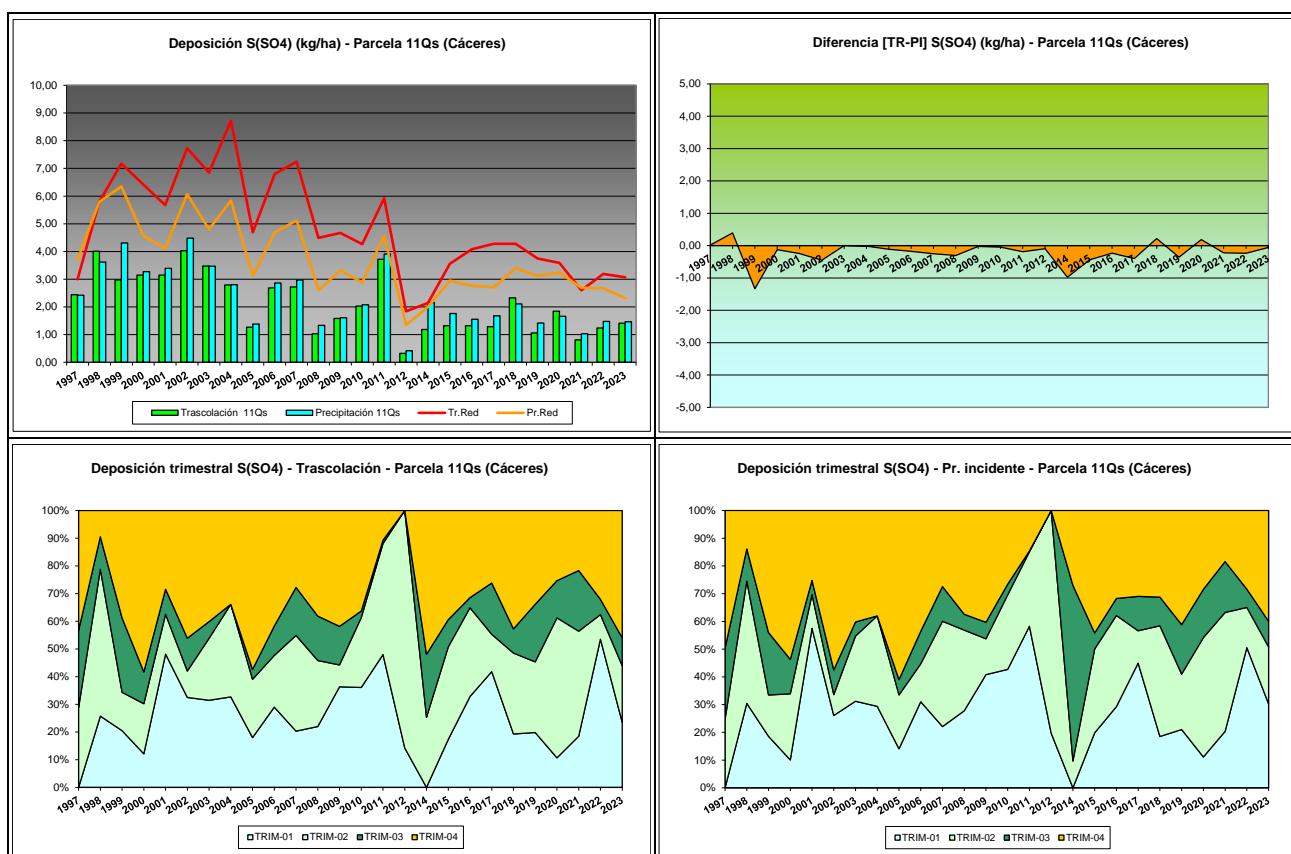


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Alcalinidad (μeq/l).

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997			715				775	
1998			676				785	
1999	212,61		526	247,64			650	258,14 255,59

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2000	117,52		820	118,95		972	157,24	154,47
2001	58,86		819	44,38		990	76,17	54,64
2002	114,40		877	92,00		985	169,83	139,42
2003	5,70		942	3,34		1085	21,95	10,18
2004	70,94		466	53,25		524	109,89	117,44
2005	34,56		351	27,70		396	76,86	45,33
2006	36,33		875	24,32		1006	105,76	56,48
2007	31,19		638	25,51		721	59,09	37,75
2008	64,61		568	14,34		677	71,35	40,35
2009	31,48		462	11,68		520	68,62	36,01
2010	58,71		1243	39,20		1154	86,39	49,13
2011	76,83		787	45,68		874	75,33	49,79
2012			124			155	19,53	10,46
2014	118,85		577	68,50		615	136,23	120,02
2015	59,76		431	36,25		512	114,70	71,81
2016	60,08		840	72,57		978	108,18	61,70
2017	62,32		364	54,35		459	132,93	56,84
2018	76,44		829	21,70		860	94,72	48,11
2019	68,64		433	40,75		521	101,80	58,32
2020	60,51		835	28,77		882	86,06	49,71
2021	59,18		443	23,62		545	117,39	82,82
2022	60,49		732	30,66		806	105,33	59,15
2023	64,31		746	15,14		767	90,82	45,63
Media	69,75		658	49,58		739	101,85	71,30

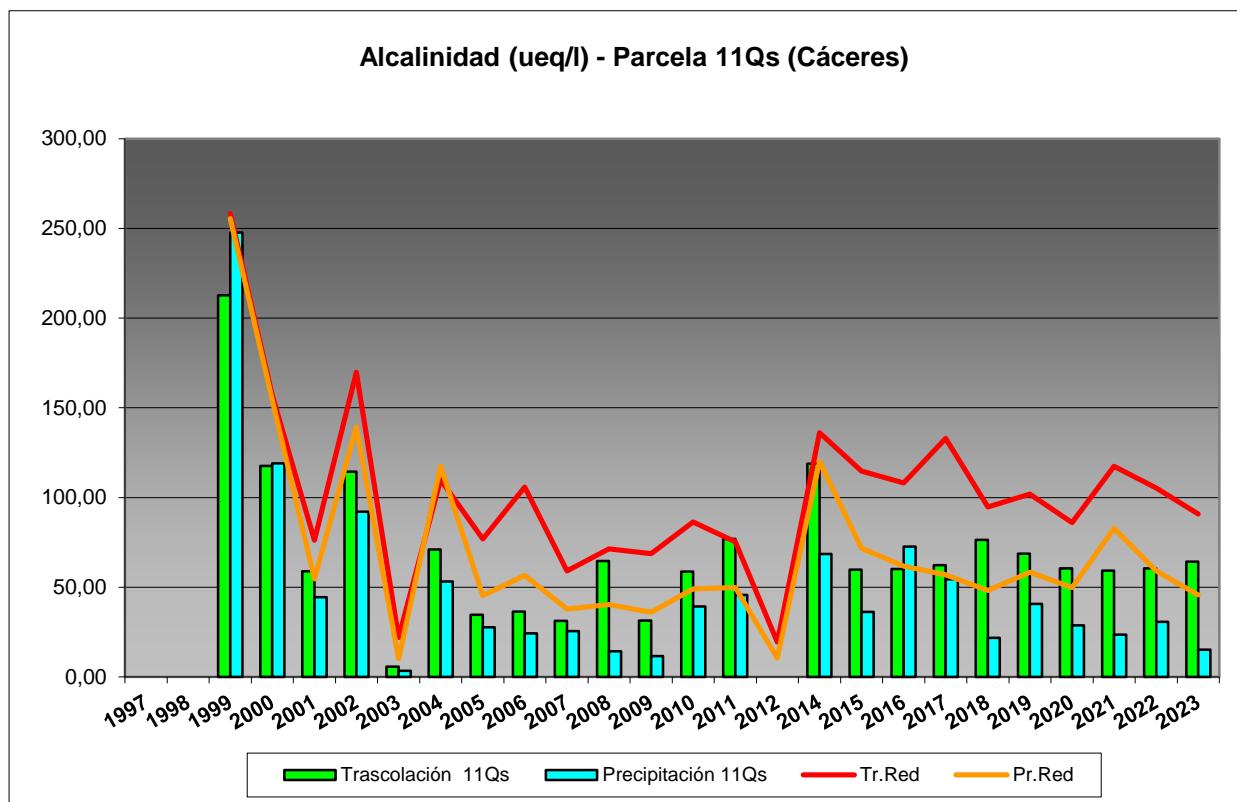
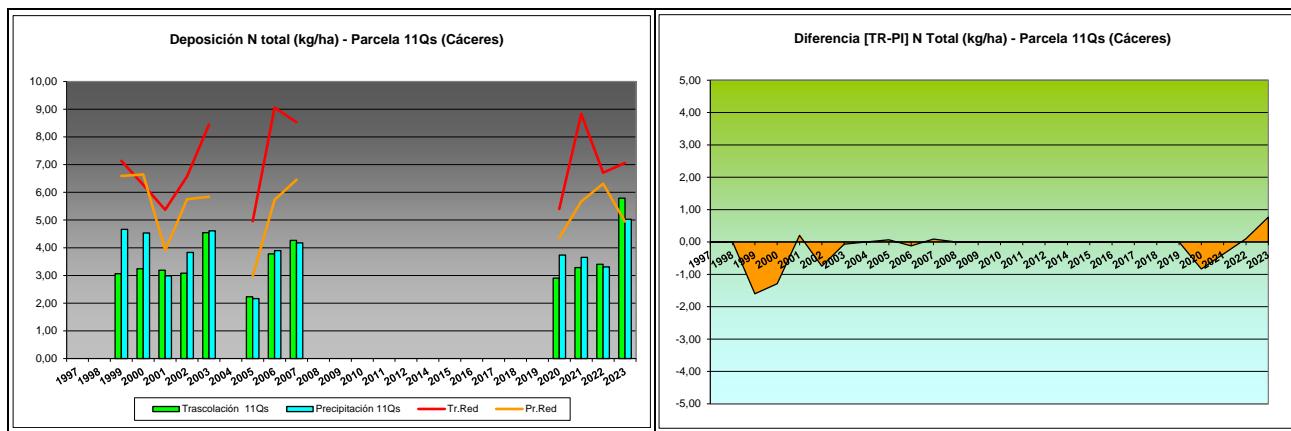


FIG 18: Variación temporal de la alcalinidad.

5.12. Nitrógeno total.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997			715			775			
1998			676			785			
1999	0,58	3,06	526	0,72	4,67	650	-1,60	7,14	6,59
2000	0,40	3,24	820	0,47	4,53	972	-1,29	6,27	6,64
2001	0,39	3,19	819	0,30	2,99	990	0,21	5,37	3,91
2002	0,35	3,08	877	0,39	3,83	985	-0,75	6,58	5,75
2003	0,48	4,54	942	0,42	4,61	1085	-0,07	8,44	5,84
2004			466			524			
2005	0,64	2,23	351	0,55	2,16	396	0,07	4,96	2,97
2006	0,43	3,78	875	0,39	3,90	1006	-0,12	9,06	5,73
2007	0,67	4,26	638	0,58	4,17	721	0,09	8,53	6,45
2008			568			677			
2009			462			520			
2010			1243			1154			
2011			787			874			
2012			124			155			
2014			577			615			
2015			431			512			
2016			840			978			
2017			364			459			
2018			829			860			
2019			433			521			
2020	0,35	2,90	835	0,42	3,74	882	-0,84	5,40	4,36
2021	0,74	3,28	443	0,67	3,65	545	-0,37	8,83	5,67
2022	0,47	3,41	732	0,41	3,31	806	0,10	6,71	6,31
2023	0,78	5,79	746	0,66	5,02	767	0,77	7,06	4,94
Media	0,52	3,56	658	0,50	3,88	739	-0,32	7,03	5,43



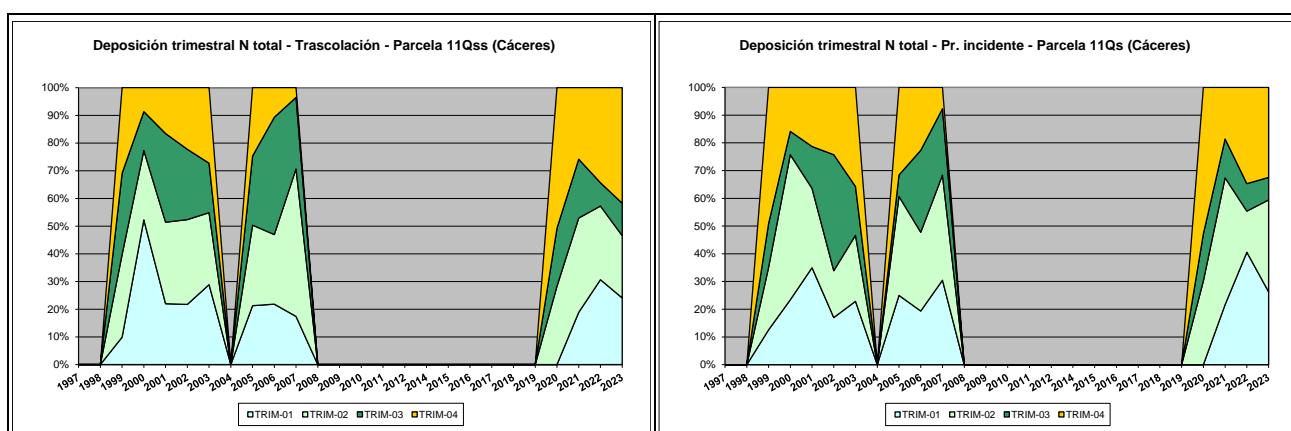


FIG 19: Variación temporal de deposición de Ntotal, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2020	61,45		835	56,86		882	54,88	57,75
2021	38,08		443	31,53		545	48,33	66,04
2022	33,18		732	73,21		806	45,72	59,49
2023	40,50		746	64,51		767	53,85	59,36
Media	43,30		689	56,53		750	50,70	60,66

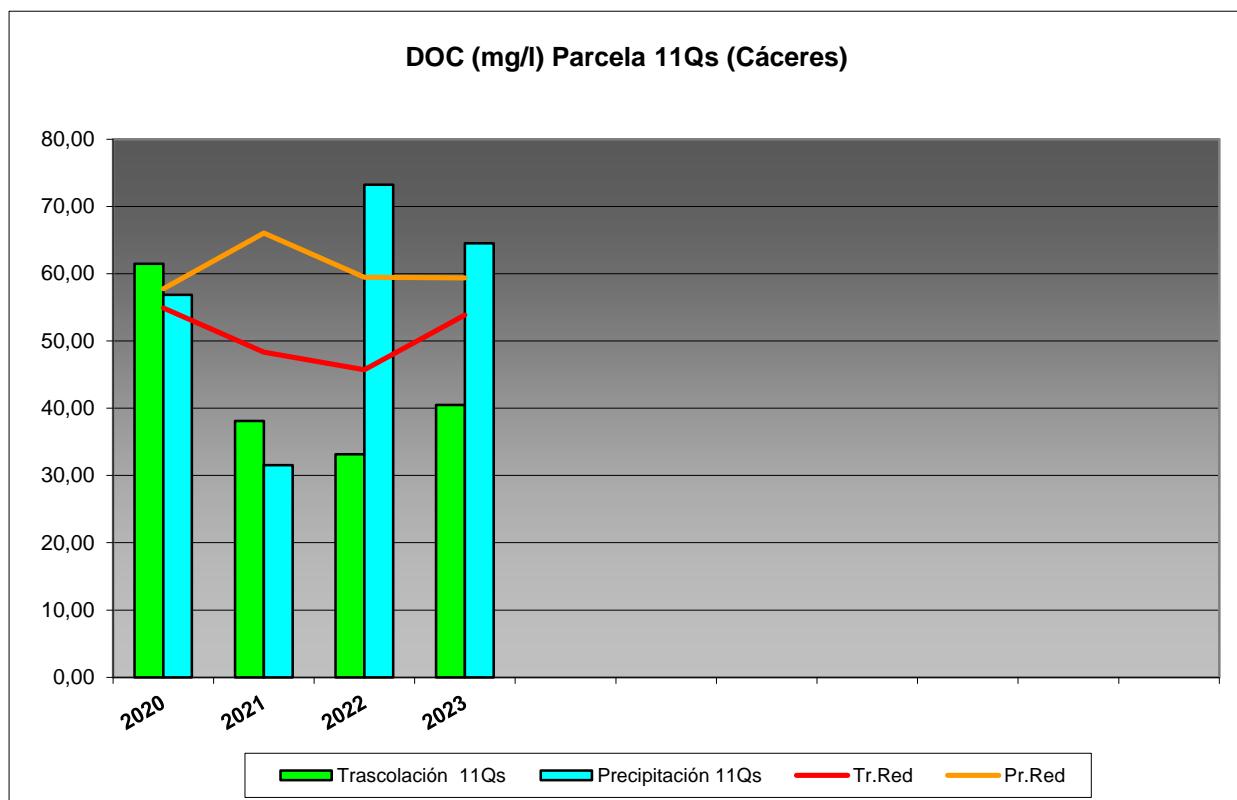


FIG 20: Variación temporal de DOC.

5.14. Aluminio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2020	0,04	0,32	835	0,02	0,20	882	0,12	0,38	0,25
2021	0,04	0,16	443	0,02	0,12	545	0,03	0,28	0,19
2022	0,00	0,00	732	0,00	0,00	806	0,00	0,05	0,11
2023	0,02	0,18	746	0,01	0,05	767	0,12	0,25	0,08
Media	0,02	0,16	689	0,01	0,09	750	0,07	0,24	0,16

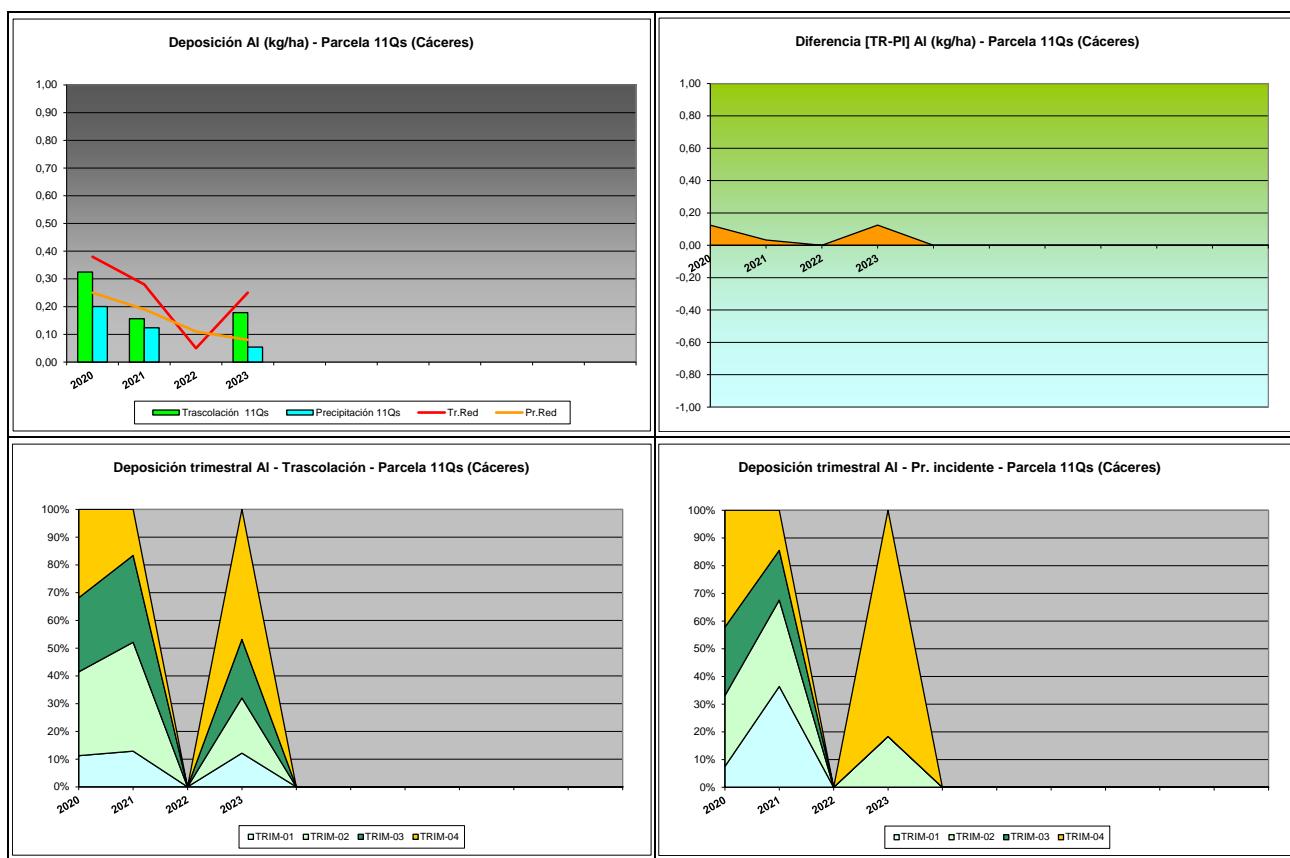


FIG 21: Variación temporal de deposición de Al, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.15. Manganeso.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2020	0,03	0,25	835	0,01	0,04	882	0,21	0,21	0,05
2021	0,03	0,14	443	0,01	0,05	545	0,09	0,17	0,04
2022	0,01	0,10	732	0,00	0,04	806	0,07	0,21	0,05

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)
2023	0,03	0,19	746	0,01	0,05	767	0,14	0,26	0,05
Media	0,03	0,17	689	0,01	0,04	750	0,13	0,21	0,05

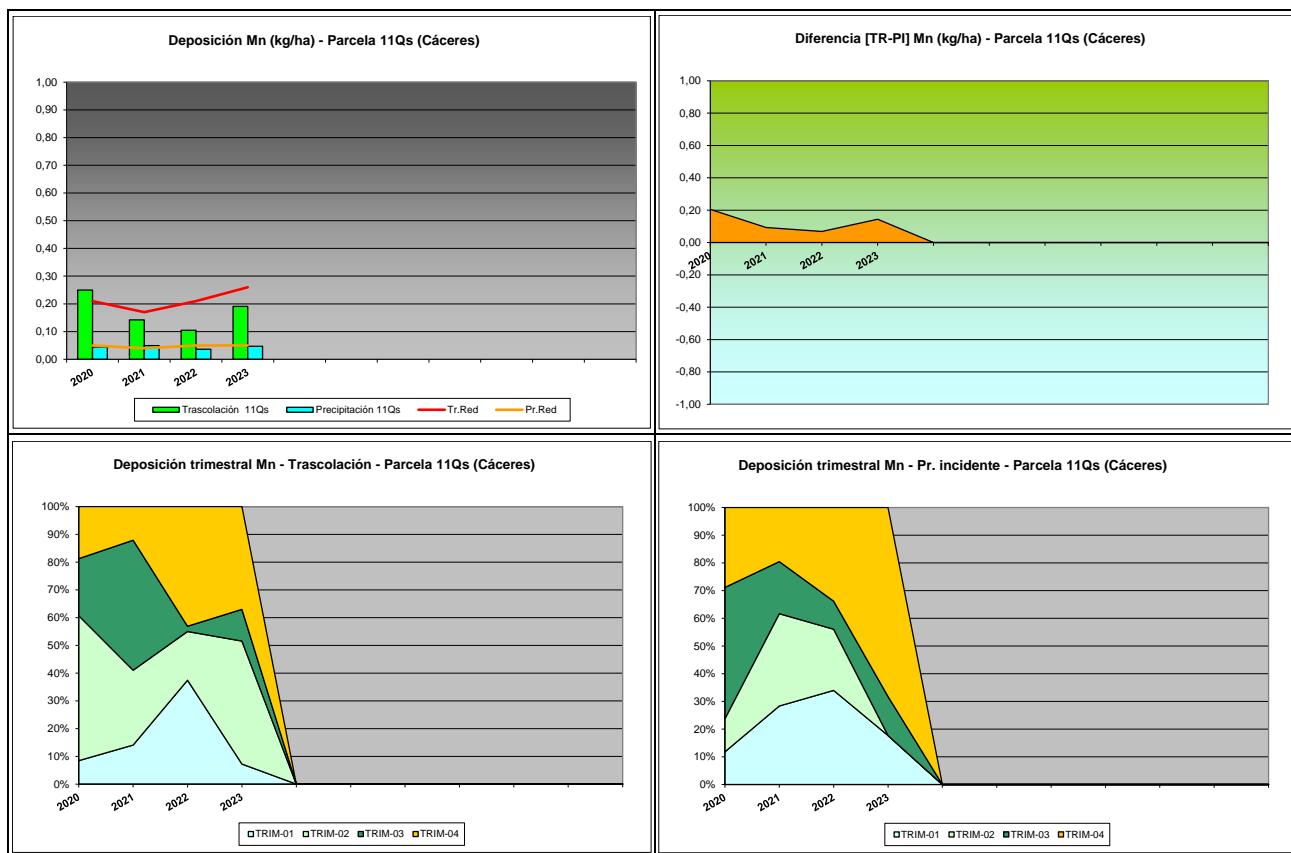


FIG 22: Variación temporal de deposición de Mn, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.16. Hierro.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2020	0,03	0,23	835	0,01	0,06	882	0,16	0,15	0,08
2021	0,02	0,07	443	0,01	0,04	545	0,03	0,11	0,14
2022	0,01	0,08	732	0,01	0,05	806	0,04	0,12	0,06
2023	0,01	0,11	746	0,00	0,03	767	0,08	0,13	0,04
Media	0,02	0,12	689	0,01	0,04	750	0,08	0,13	0,08

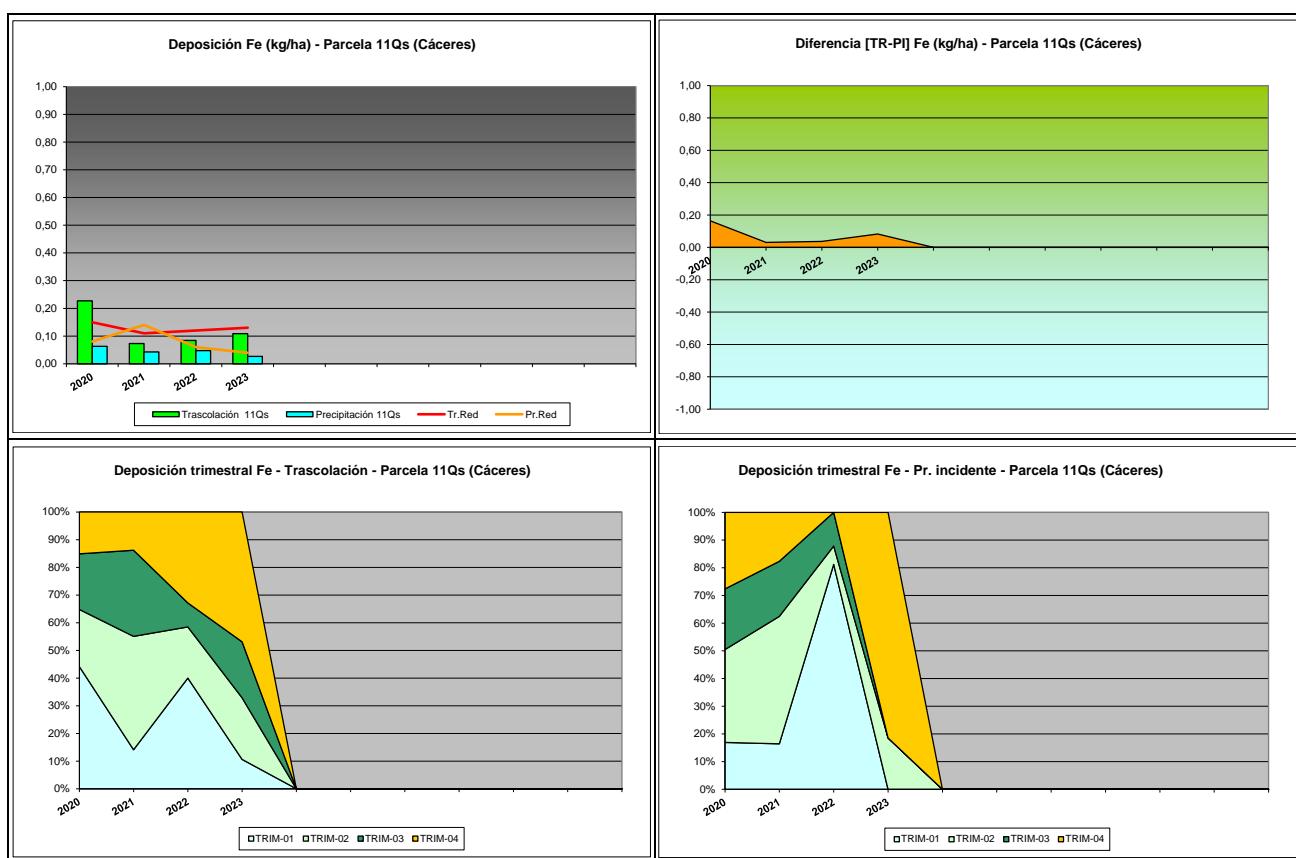


FIG 23: Variación temporal de deposición de Fe, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.17. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 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, en lo que supone una tendencia bastante estable a lo largo de los últimos años, con un ligero incremento durante el último año tras el mínimo local de 2022, mientras disminuyen los episodios de lo que podría considerarse “lluvia ácida”, que no se advierten a lo largo de 2023 y lejos del episodio de fuerte acidificación obtenido durante 2018.

Durante la revisión del año en curso se ha obtenido un valor de la precipitación total próxima a los 770 mm, próxima a los valores medios de la estación. 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 elevada en la trascolación, sin que por regla general se superen los 30 µS/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 µS/cm, con un ligero incremento durante el último año y con valores generalmente superiores en trascolación, seguramente debido al efecto de la fracción seca de la deposición.

En cuanto al **potasio**, se registra un acusado incremento del aporte, tras el mínimo local de 2021, superándose el umbral de 20 kg/ha bajo cubierta, con valores a campo abierto mucho menores y más estables

a lo largo del tiempo, sin que apenas se superen los 2 kg/ha durante los últimos años de forma que se alcanzan uno de los mayores valores bajo cubierta de la serie histórica analizada. 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. Durante el último año destaca el aporte habido durante la primavera.

El **calcio** presenta sus máximos concentrados en torno a 2003-2004, siendo más atenuada la diferencia entre las dos vías de entrada, reduciéndose apreciablemente los aportes durante el último año, sin llegar a superar los 10 kg/ha. En la mayoría de los casos, el depósito de calcio resulta ser mayor a campo abierto que bajo cubierta, tendencia que se invierte a lo largo de los últimos años.

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 incremento de la trascolación a lo largo del último año, mientras que los valores obtenidos a campo abierto permanecen más estables.

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. Durante el último año se mantienen en niveles ligeramente superiores a los del año precedente y los mayores aportes han tenido lugar durante el otoño para las dos vías de entrada al ecosistema.

El **amonio**, cuyo origen es básicamente agrícola y ganadero, no registra tampoco una gran incidencia en esta parcela sin que se suelan superar los 2 kg/ha, advirtiéndose las mayores tasas en 2004 y 2011, y que se incrementa apreciablemente durante el último año sobre todo por lo que al depósito bajo cubierta se refiere que no alcanzaba un nivel similar desde 2014, a medida que continúa la actividad ganadera en la finca, pero en niveles inferiores a los habidos durante los primeros años de evaluación en que había ganado permanentemente estabulado, mientras que en la actualidad se alternan temporadas de montanera con otras de inactividad. Como suele ser habitual en este contaminante, las tasas obtenidas a campo abierto son mayores que bajo cubierta.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influido 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, incrementándose ligeramente respecto al año anterior, sin que apenas se sobrepasen los 10 kg/ha en trascolación, siempre por debajo de los valores medios de la Red y con un comportamiento creciente desde el mínimo local de 2021. Tras un primer periodo, en el que las deposiciones a campo abierto superaban a las obtenidas bajo cubierta, durante la segunda mitad de la serie este comportamiento tiende a invertirse. Durante el último año los mayores aportes se han producido a lo largo del otoño.

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 años, en los que se han registrado mayores niveles a campo abierto, siempre en el entorno de 1 kg/ha incrementándose ligeramente respecto al mínimo local de 2022.

Se advierte 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, en niveles inferiores a 1,50 kg/ha.

Por lo que respecta a la **alcalinidad**, se advierten en general valores inferiores a las medias de la Red, superiores bajo cubierta arbórea, con una tendencia progresivamente descendente desde los valores más altos habidos al comienzo de la serie histórica, por encima de 200 µeq/l y una situación bastante estable durante los últimos años, en el entorno de los 50-75 µeq/l, con una ligera pero sostenida disminución del parámetro a lo largo del último tramo de la serie.

Desde 2020 se retoma el análisis del **nitrógeno total**, interrumpido en 2007, y que se sitúa en el entorno de los 3-4 kg/ha, con mayores tasas a campo abierto, tendencia esta que se interrumpe durante 2023 en que se registran los mayores depósitos de la serie, por encima de los 5 kg/ha en ambas vías de entrada al sistema. Se han analizado también el **carbono orgánico disuelto** que se reduce ligeramente a campo abierto mientras se incrementa bajo cubierta durante el último año; **aluminio, manganeso y hierro**, también con aportes mayores bajo arbolado y en tasas traza en todos los casos, sin superar 0,3 kg/ha, incrementándose también ligeramente respecto a la revisión anterior.

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 µg/m³) y ozono (expresado en ppb).

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

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

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

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

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

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

TABLA 27: Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red. O_3 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
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
2020	0,57	1,72	1,62	18,91	0,73	2,73	1,98	23,42
2021	0,65	1,91	1,67	21,77	0,76	2,63	1,47	25,19
2022	0,49	1,96	1,78	17,38	0,68	2,88	1,75	21,13
2023	0,35	1,97	2,04	22,39	0,50	2,58	2,06	22,45
2024	0,78	1,76	1,51	19,06	0,94	2,35	1,60	22,14
Media	0,79	1,60	1,59	26,45	1,26	2,52	1,59	28,99

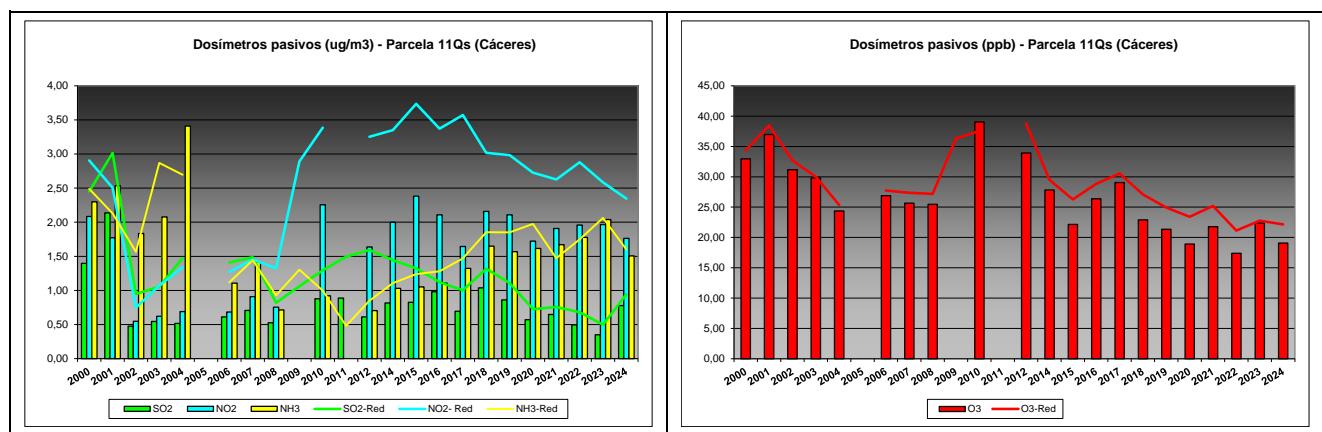


FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

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 por amonio, no se han superado los umbrales de referencia descritos, alcanzándose esporádicamente los valores de referencia inferiores para plantas superiores. Durante la última revisión se advierte una ligera reducción en las tasas de los contaminantes nitrogenados, un marcado incremento de los óxidos de azufre y un repunte del ozono, tras el mínimo histórico de la revisión anterior.

7. Análisis foliar.

El objetivo del análisis foliar es, en concordancia con las especificaciones de las redes europeas, estimar el estado nutricional del arbolado y el impacto de los contaminantes atmosféricos en los ecosistemas forestales; así como la detección de tendencias temporales y sus patrones geográficos de distribución y con ello contribuir al conocimiento y cuantificación del estado de los bosques en Europa.

7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

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

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1995-1996	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	
	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	

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 100 hojas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	<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
2019-2020	11 Qs	Cáceres	10,89	13,00	0,95	1,44	6,79	2,29	5,28	51,99
	<i>Q.suber</i>	Red	10,89	13,00	0,95	1,44	6,79	2,29	5,28	51,99
2021-2022	11 Qs	Cáceres	9,33		0,36	1,02	5,19	1,82	6,43	
	<i>Q.suber</i>	Red	9,33		0,36	1,02	5,19	1,82	6,43	
2023-2024	11 Qs	Cáceres	13,43	13,90	1,09	1,61	8,83	2,42	5,68	49,51
	<i>Q.suber</i>	Red	13,43	13,90	1,09	1,61	8,83	2,42	5,68	49,51

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

ANALISIS FOLIARES - MACRONUTRIENTES 11 Qs (Caceres)

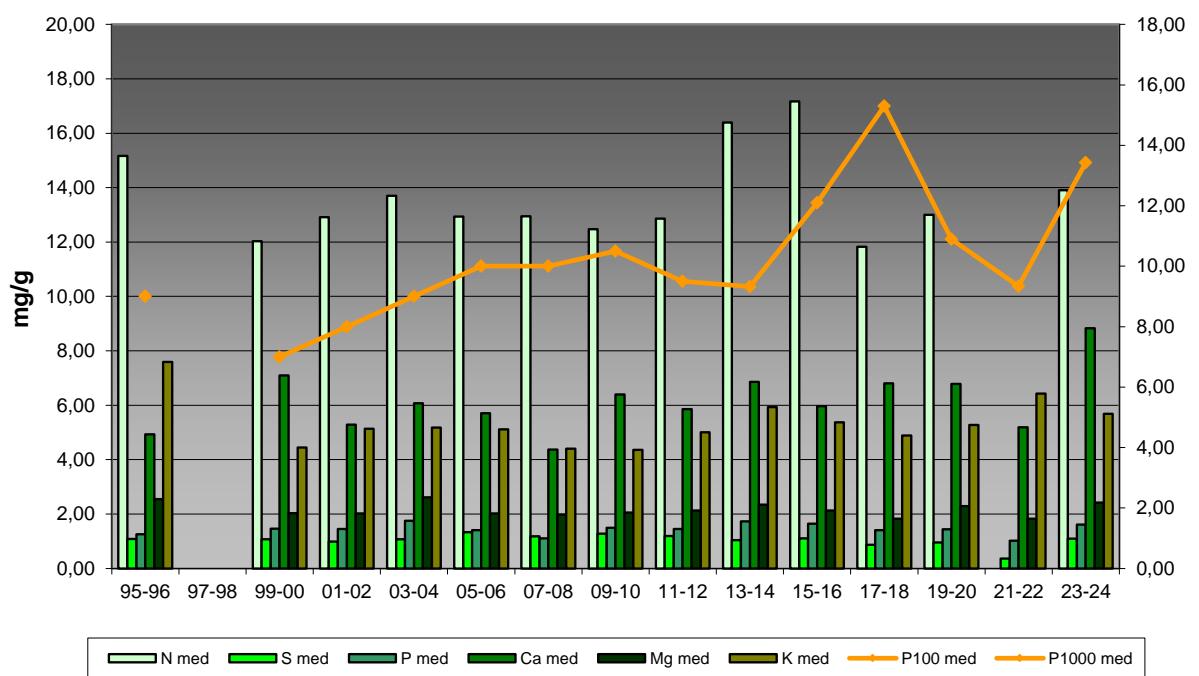


FIG 25: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

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

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES ($\mu\text{g/g MS}$)				
			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
2019-2020	11 Qs	Cáceres		16,07	1073,34	77,58	4,17
	<i>Q. suber</i>	Red		16,07	1073,34	77,58	4,17
2021-2022	11 Qs	Cáceres		13,77	764,82	46,20	4,27
	<i>Q. suber</i>	Red		13,77	764,82	46,20	4,27
2023-2024	11 Qs	Cáceres		17,92	1131,63	99,16	4,66
	<i>Q. suber</i>	Red		17,92	1131,63	99,16	4,66

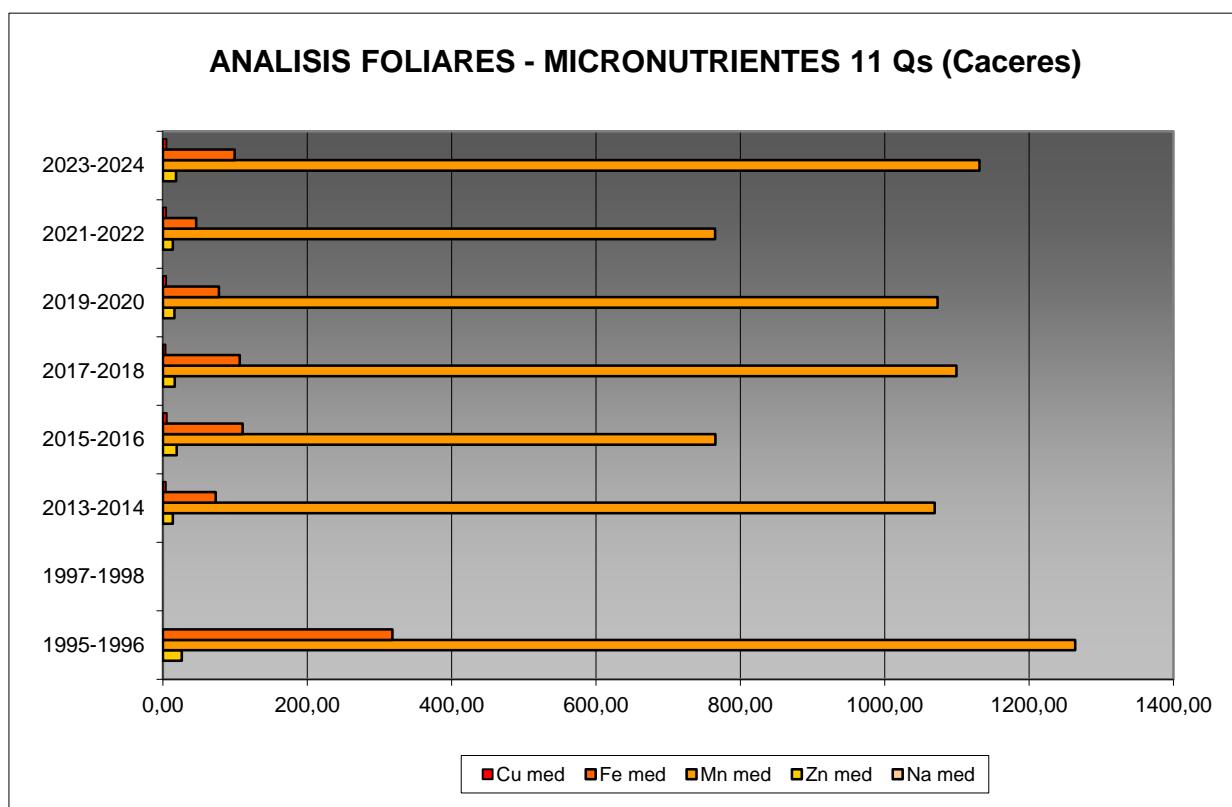


FIG 26: Evolución de micronutrientes ($\mu\text{g/g}$) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 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 alcornoque como especie dominante:

El **peso** medio de la muestra analizada se incrementa hasta los 13 g/100 hojas tras el mínimo local de la campaña anterior y rompiendo la tendencia decreciente que venía observándose en los últimos años. Las fluctuaciones en el parámetro posiblemente estén relacionadas con variaciones en el nivel de las precipitaciones durante el año de toma de muestras, en los que menor aporte hídrico conllevaría un menor crecimiento de la parte foliar.

Respecto a los **macronutrientes**; se observa en general un incremento de los niveles observados en casi todos los elementos. Por lo que se refiere al **nitrógeno**, el elemento más abundante en el follaje, continúa incrementándose superando el mínimo de la serie alcanzado en 2017-2018, en torno a los valores de 13 mg/g, próximo a los valores medios de la parcela. El **fósforo**, elemento más limitante al ser el más escaso, se sitúa también en un nivel próximo a la media de la parcela tras el mínimo de la campaña anterior, siempre por debajo de 2 mg/g. El **azufre** se incrementa también respecto al mínimo del año previo superando 1 mg/g superando de nuevo el valor umbral para la especie, lo que indicaría un cierto grado de contaminación por compuestos sulfurosos. El **magnesio** y el **calcio** se incrementan también, particularmente en el caso de este último que con casi 9 mg/g alcanza el valor más alto de la serie, mientras que el **potasio** se reduce ligeramente respecto al mínimo local de la campaña previa. En cuanto al contenido de **carbono** en el follaje, medido por primera vez en 2013-2014, se reduce ligeramente este año, siempre en valores próximos al 50%.

Los **micronutrientes** se han analizado con menos regularidad y no siempre todos ellos, manteniendo un comportamiento bastante estable a lo largo de los años, sin grandes diferencias entre ellos. Durante la última campaña se observa un incremento de todos los elementos analizados, particularmente marcado en el caso del **manganeso** que alcanza uno de los mayores valores de la serie.

8. Desfronde.

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

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

8.1. Análisis Macronutrientes.

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

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	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
	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							
2019	Hojas	2.221	51,32	4,49	0,74	0,95	8,27	1,74	4,08
	Ramillas	436							
	Otras	665							
2020	Hojas	3.313			0,63	0,46	8,54	1,72	4,37
	Ramillas	525							
	Otras	1.576							

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2021	Hojas	3.141			0,83	1,07	9,02	2,13	4,56
	Ramillas	567							
	Otras	1.149							
2022	Hojas	2.164	51,03	6,79	1,50	0,64	9,52	1,59	2,83
	Ramillas	316							
	Otras	724							
2023	Hojas	2.031	48,25	6,26	-0,01	0,79	8,32	1,62	3,64
	Ramillas	570							
	Otras	1.425							
Media	Hojas	2.430	51,72	6,38	0,78	0,99	8,28	2,01	4,00
	Ramillas	454	52,13	5,65	0,69	0,96	11,91	2,07	4,54
	Otras	783	49,74	16,41	1,25	1,69	8,48	1,98	7,20

8.2. Análisis Micronutrientes.

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

Año	Fracción	Zn (µg/g)	Mn (µg/g)	Fe (µg/g)	Cu (µg/g)	Pb (µg/g)	Co (µg/g)	Ni (µg/g)	Cd (ng/g)
2014	Hojas	14,81	981,65	124,32	2,74				
	Ramillas								
	Otras								
2015	Hojas	14,16	1200,34	140,13	3,28				
	Ramillas								
	Otras	27,79	346,04	319,98	8,79				
2016	Hojas	10,03	900,92	151,83	3,44				
	Ramillas								
	Otras	24,79	13,90	749,78	4,84				
2017	Hojas	13,29	1004,17	126,64	2,70				
	Ramillas								
	Otras								
2018	Hojas	22,54	1199,58	143,83	7,24				
	Ramillas								
	Otras								
2019	Hojas	14,32	970,85	100,34	2,70				
	Ramillas								
	Otras								
2020	Hojas	14,22	957,80	124,63	3,19	0,58	0,19	2,51	20,75
	Ramillas								
	Otras								
2021	Hojas	14,08	956,93	153,43	3,61				
	Ramillas								
	Otras								
2022	Hojas	16,84	519,53	246,35	2,69				
	Ramillas								
	Otras								
2023	Hojas	17,85	893,58	162,53	3,04				
	Ramillas								
	Otras								

Año	Fracción	Zn ($\mu\text{g/g}$)	Mn ($\mu\text{g/g}$)	Fe ($\mu\text{g/g}$)	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Pb ($\mu\text{g/g}$)	Co ($\mu\text{g/g}$)	Ni ($\mu\text{g/g}$)	Cd (ng/g)
Media	Hojas	15,21	958,53	147,40	3,46	0,58	0,19	2,51	20,75
	Ramillas								
	Otras	26,29	179,97	534,88	6,82				

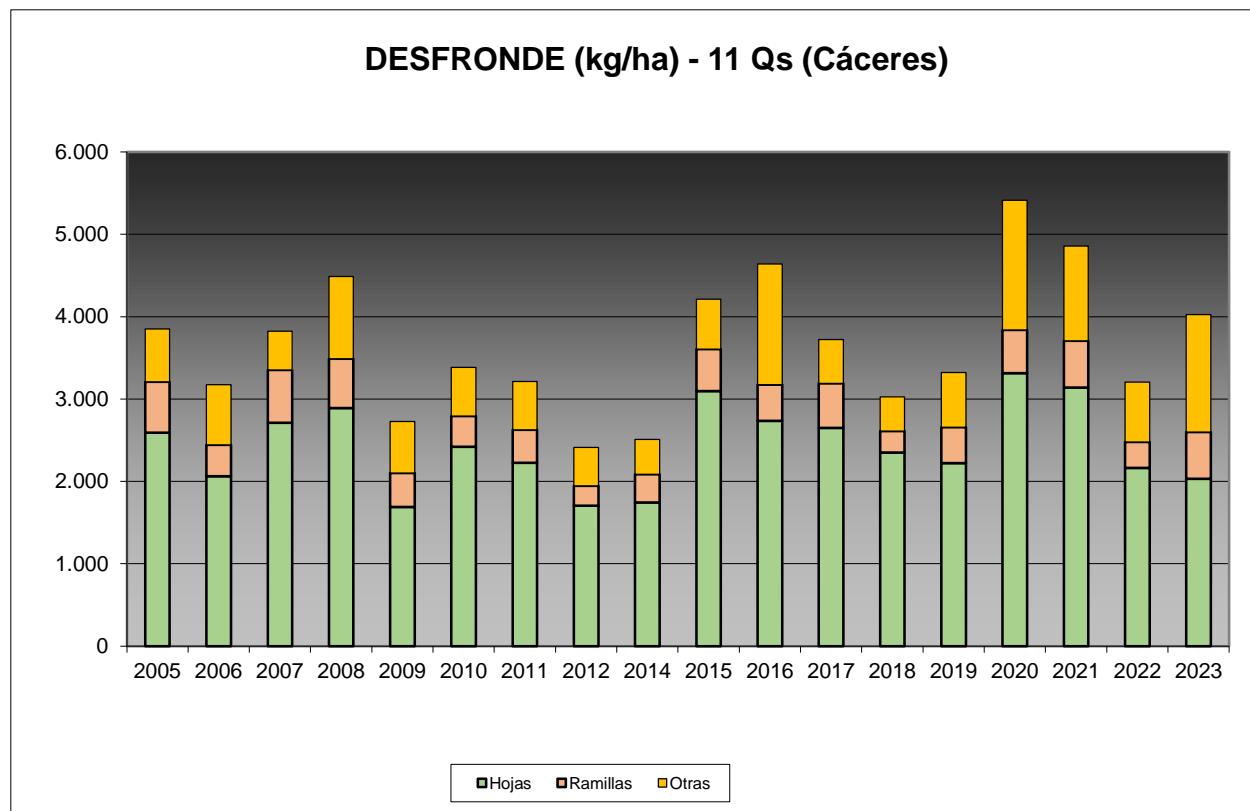


FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde se sitúa en torno a los 3.000-4.000 kg/ha; con un incremento durante el último año tras los bajos valores del año precedente, debido sobre todo a un incremento de la fracción leñosa, y sobre todo al aporte de flores, frutos o líquenes. La aportación de las ramillas es menor, siempre teniendo en cuenta que hace referencia a las ramillas con diámetro inferior a 2 cm reduciéndose respecto a recogidas anteriores, quizás 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 31: Resultados de la evaluación fenológica. Comienzo, final y amplitud de la fase. Días desde el 1 de enero hasta el comienzo de fase.
Temperatura acumulada (grados-día) hasta el inicio de fase.

Año	Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población					Floración ≥ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
1999	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
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
2020	21/04/20	26/05/20	35	111	1137	21/04/20	26/05/20	35	111	1137
2021	29/04/21	28/06/21	60	118	1220	29/04/21	24/05/21	25	118	1220
2022	23/05/22	05/07/22	43	142	1655	23/05/22	05/07/22	43	142	1655
2023	29/05/23	26/06/23	28	148	1814	29/05/23	26/06/23	28	148	1814
2024	24/04/24	05/06/24	42	114	1277	24/04/24	24/06/24	61	114	1277
Media			41	129	1466			31	135	1517

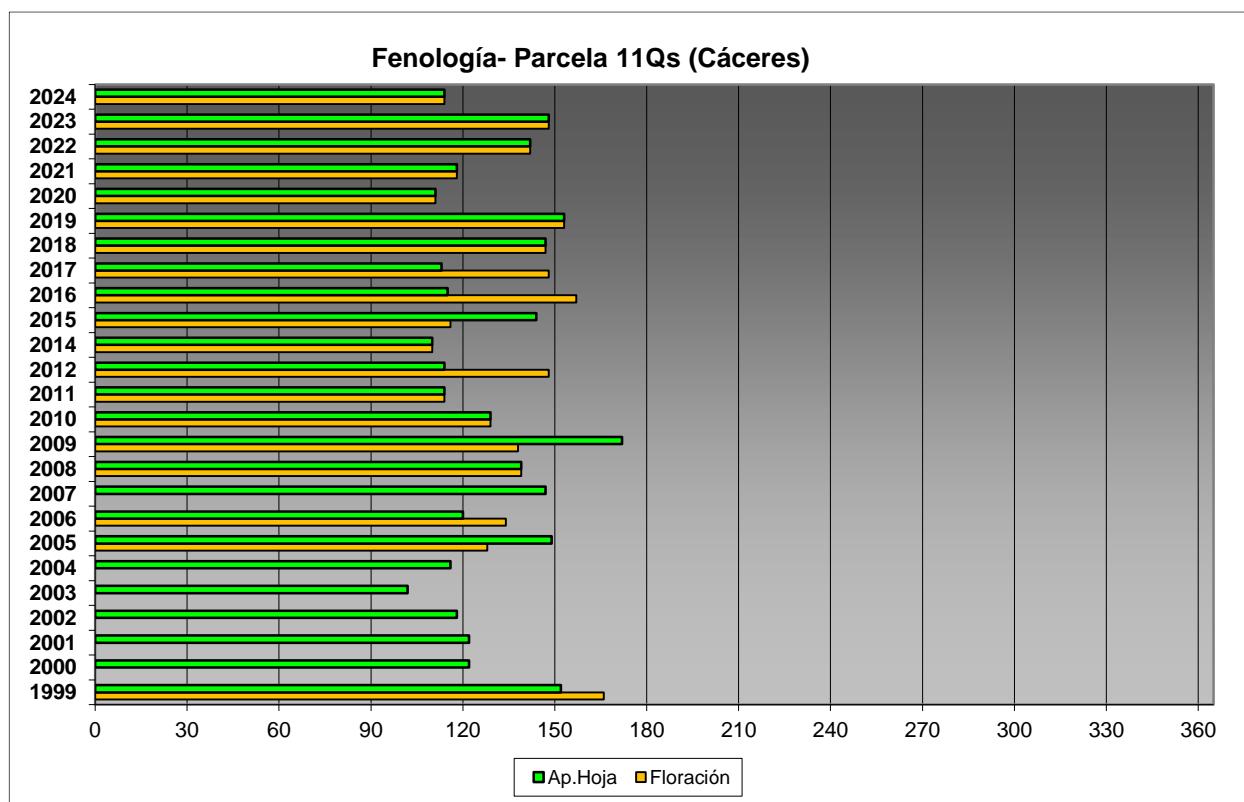


FIG 28: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase

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, comportamiento que ha vuelto a observarse durante la revisión del año en curso tras el retraso observado durante las dos campañas anteriores.



FIG. 29: 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 32: Valor medio dendrómetros. Crecimiento medio: diferencia en cm y porcentaje entre el máximo y mínimo del año. Oscilación media: diferencia y porcentaje entre los valores de enero y diciembre (o comienzo/fin de año en años incompletos)

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
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
2019	0,41	1,04	0,41	0,51
2020	0,48	1,27	0,48	1,12
2021	n.d	n.d	n.d	n.d
2022	0,54	1,33	0,54	1,28
2023	0,95	2,29	0,95	2,22
2024	0,50	1,20	0,50	1,18
Media	0,45	1,15	0,45	0,93

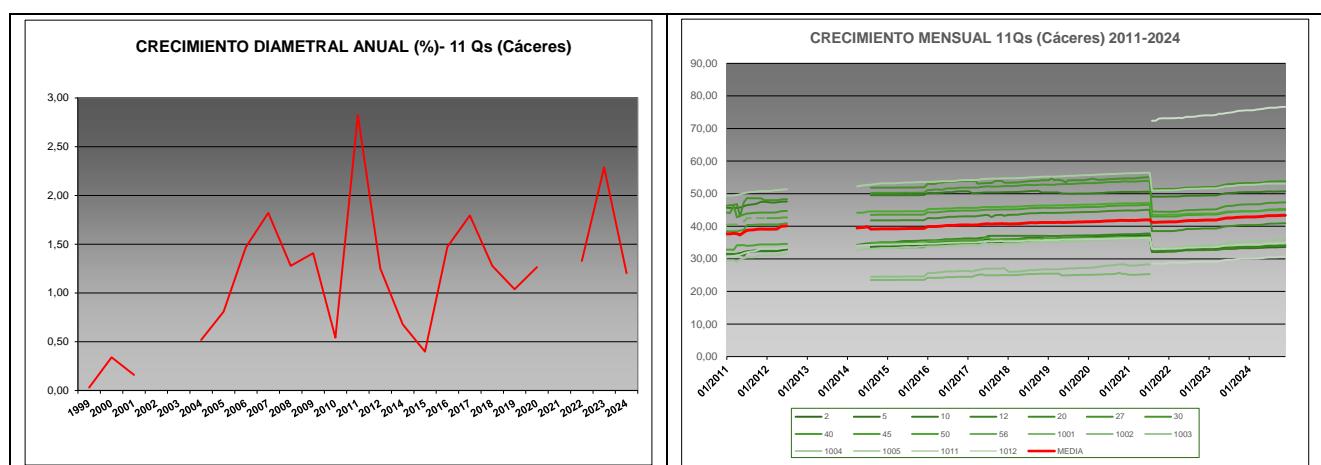


FIG 30: Crecimiento diametral anual y porcentaje sobre el inicio. Crecimientos mensuales dendrómetros y media parcela

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 se ha descorchado a lo largo del verano de 2021, debiéndose retirar los dendrómetros. Tras su reposición se retoman las mediciones que se reducen hasta el 1,20% desde el máximo local registrado en el año anterior.

11. Meteorología.

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

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

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

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)		
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
2020	882	15,9	39,5	-3,7	22,0	9,8	121,2	87,3	4,6	21,9
2021	545	15,9	41,6	-5,5	22,2	9,5	133,8	86,2	4,8	17,2
2022	806	16,6	42,0	-2,0	23,0	10,3	130,7	85,1	4,8	17,8
2023	767	16,2	40,7	-3,9	22,7	9,7	126,5	85,0	5,0	28,3
2024	802	16,4	41,3	-2,2	22,7	10,1	115,7	87,5	4,6	17,8
Media	741	15,5	38,8	-8,0	21,9	6,9	155,7	69,5	2,0	22,9

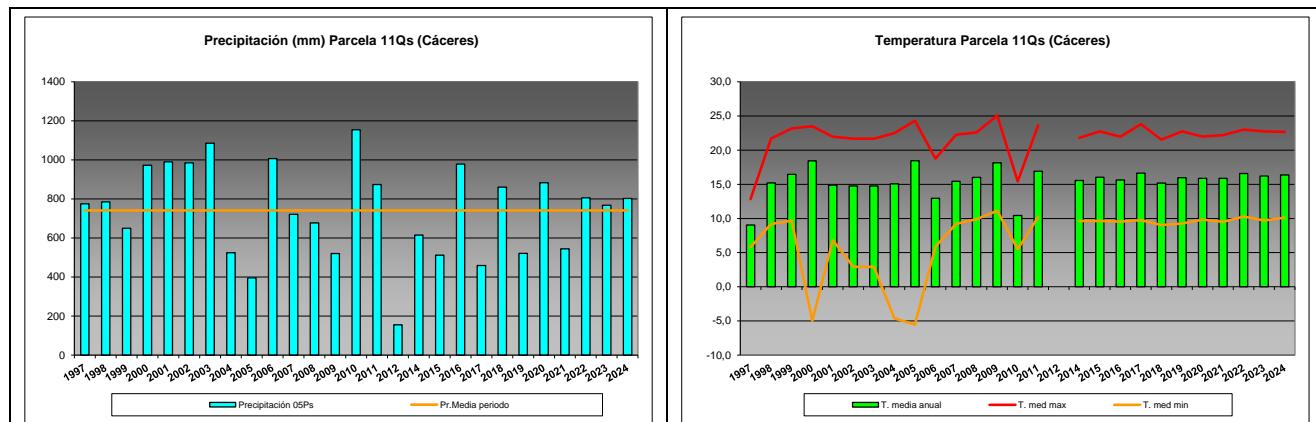


FIG 31: Principales variables meteorológicas.

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

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

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	Días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2000	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

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	Días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
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
2020	80	0	131,0	19/10 a 23/10	1	34	17/06 a 20/07
2021	78	0	139,4	29/10 a 02/11	1	56	07/07 a 31/08
2022	93	0	105,2	11/12 a 15/12	0	57	06/07 a 31/08
2023	91	0	55,6	29/10 a 02/11	0	66	27/06 a 31/08
2024	85	0	117,4	12/10 a 16/10	1	63	30/06 a 31/08

12. Índice de Área Foliar.

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

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

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

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Media
S-01	1,69	1,35	1,36	1,07	1,55	0,86	1,28	1,06	1,29	1,20	1,55	1,30
S-02	1,54	1,12	1,25	0,89	0,96	1,07	1,14	1,10	1,11	1,63	1,38	1,20
S-03	1,55	1,05	1,25	0,95	1,18	1,12	1,18	1,01	1,30	1,30	1,48	1,22
S-04	1,55	0,96	1,25	0,89	1,10	0,91	1,16	1,01	1,13	1,55	1,38	1,17
S-05	1,86	1,01	1,41	0,99	1,23	1,28	1,17	1,05	1,11	1,29	1,21	1,24
S-06	1,33	0,93	1,26	1,15	1,10	0,75	1,08	0,91	1,03	1,10	1,10	1,07
S-07	1,39	1,07	1,40	1,06	1,29	1,05	1,16	1,13	1,12	1,17	1,64	1,23
S-08	1,55	1,20	1,45	1,23	1,44	1,10	1,28	1,16	1,22	1,47	1,62	1,34
S-09	1,42	1,22	1,45	1,13	1,33	1,30	1,34	1,11	1,46	1,37	1,56	1,34

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Media
S-10	1,51	1,12	1,69	1,08	1,40	1,15	1,32	1,14	1,22	1,23	1,35	1,29
S-11	1,42	1,05	1,42	1,27	1,17	1,09	1,11	1,03	1,07	1,24	1,21	1,19
S-12	1,64	1,06	1,56	1,23	1,41	1,18	1,20	1,10	1,17	1,39	1,56	1,32
S-13	1,57	1,20	1,74	1,13	1,39	1,06	1,20	1,20	1,27	1,44	1,23	1,31
S-14	1,65	1,08	1,70	1,17	1,44	1,13	1,21	1,20	1,33	1,21	1,66	1,34
S-15	1,45	1,26	1,59	1,02	1,20	1,08	1,36	1,26	1,32	1,22	1,06	1,26
S-16	1,23	1,09	1,26	0,97	0,91	0,76	1,09	1,16	0,95	1,48	1,14	1,09
Media	1,52	1,11	1,44	1,08	1,26	1,05	1,21	1,10	1,19	1,33	1,38	1,24

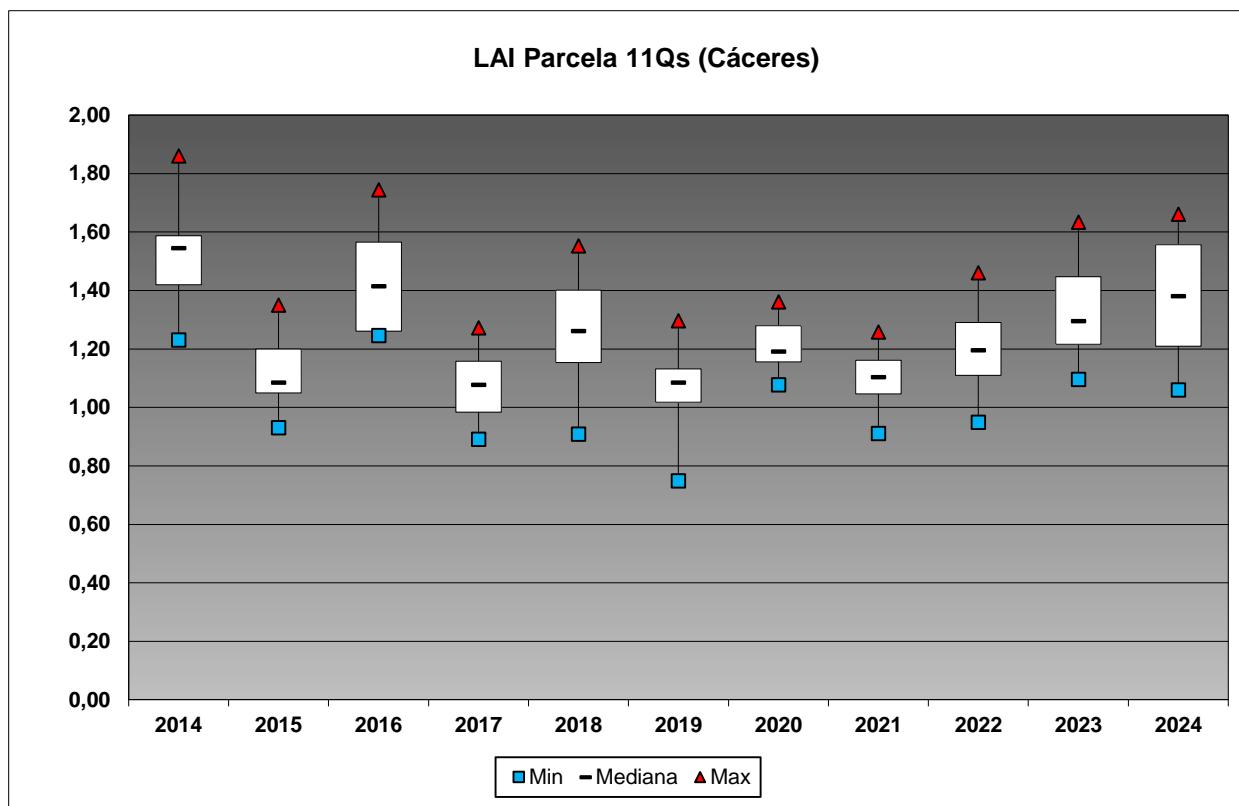


FIG 32: Diagrama de cajas LAI anual.

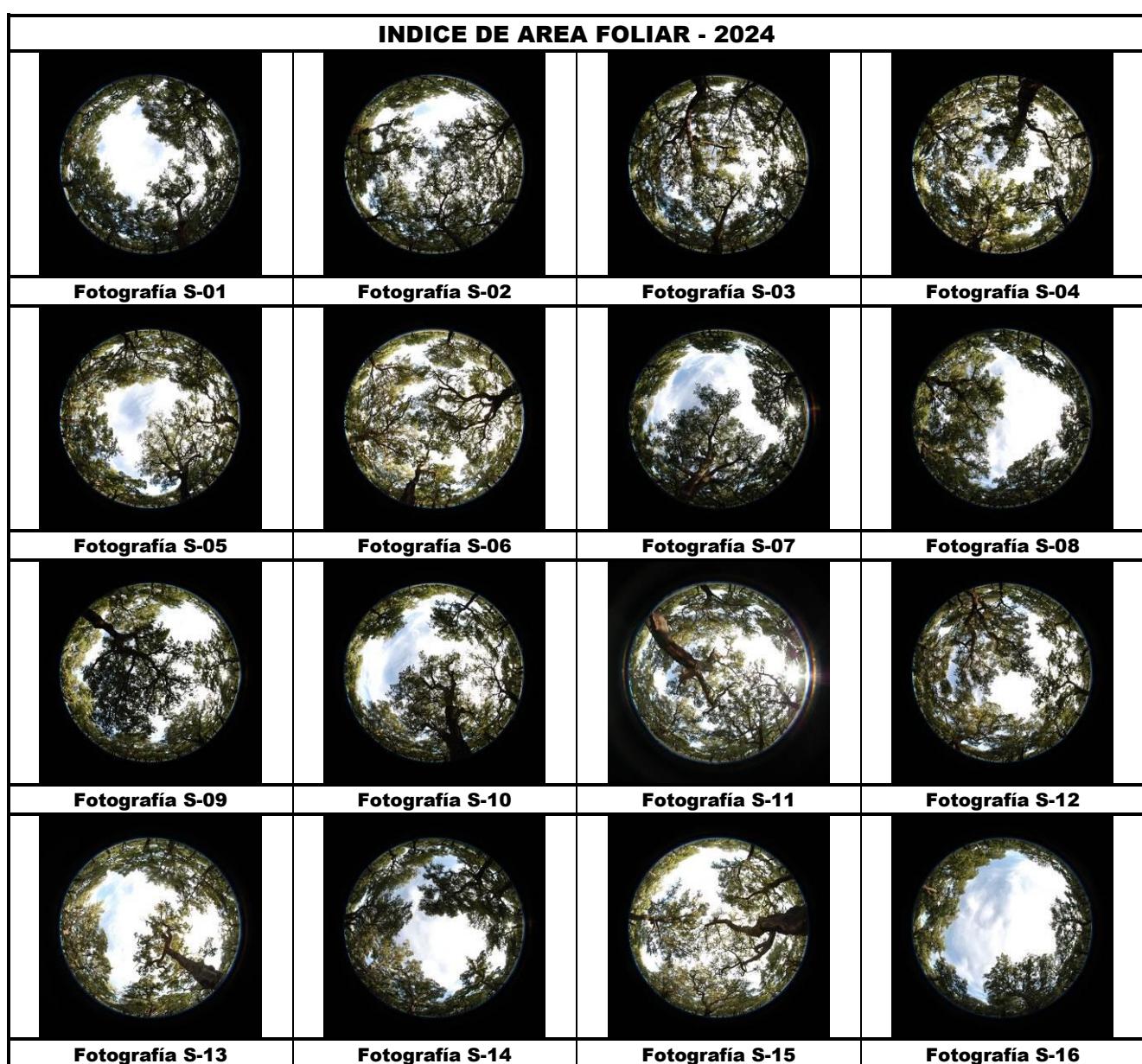


FIG 33: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.