

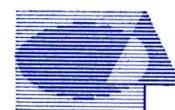


RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2016**

PARCELA 22 Pn (TERUEL)

**20
16**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	2
2.3. Vegetación	3
2.4. Caracterización forestal y dasométrica	4
3. Estado fitosanitario de la parcela	5
3.1. Defoliación y decoloración	5
3.2. Daños forestales	7
4. Instrumentación	20
5. Deposición atmosférica	22
5.1. pH	24
5.2. Conductividad	25
5.3. Potasio	26
5.4. Calcio	27
5.5. Magnesio	28
5.6. Sodio	29
5.7. Amonio	30
5.8. Cloro	31
5.9. Nitratos	32
5.10. Sulfatos	33
5.11. Interpretación de resultados.....	34
6. Calidad del aire. Inmisión	35
7. Análisis foliar	37
7.1. Macronutrientes	37
7.2. Micronutrientes	38
7.3. Interpretación de resultados.....	39
8. Desfronde	40
9. Fenología	42
10. Cintas diamétricas	44
11. Meteorología.....	45

INDICE DE TABLAS

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

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

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

TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 25: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 26: Valor medio dendrómetros

TABLA 27: Valores medios meteorológicos

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela

FIG 2: Climodiagrama de la parcela

FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela

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

FIG 5: Tipos de defoliación

FIG 6: Daños forestales

FIG 7: Instrumentación

FIG 8: Variación temporal de pH

FIG 9: Variación temporal de conductividad

FIG 10: Variación temporal de potasio

FIG 11: Variación temporal de calcio

FIG 12: Variación temporal de magnesio

FIG 13: Variación temporal de sodio

FIG 14: Variación temporal de amonio

FIG 15: Variación temporal de cloro

FIG 16: Variación temporal de nitratos

FIG 17: Variación temporal de sulfatos

FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 19: Evolución de macronutrientes

FIG 20: Evolución de micronutrientes

FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 22: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 23: Fases fenológicas

FIG 24: Crecimiento diametral anual

FIG 25: Principales variables meteorológicas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus sylvestris* del sector Maestracense de la provincia Castellano-Maestrazgo-Manchega (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
22 Pn	<i>Pinus nigra</i>	Teruel	Mora de Rubielos	14/07/1994	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+40°19'00"	-00°44'00"	693.000	4.467.000	1410	20	Sureste	La Olmedilla

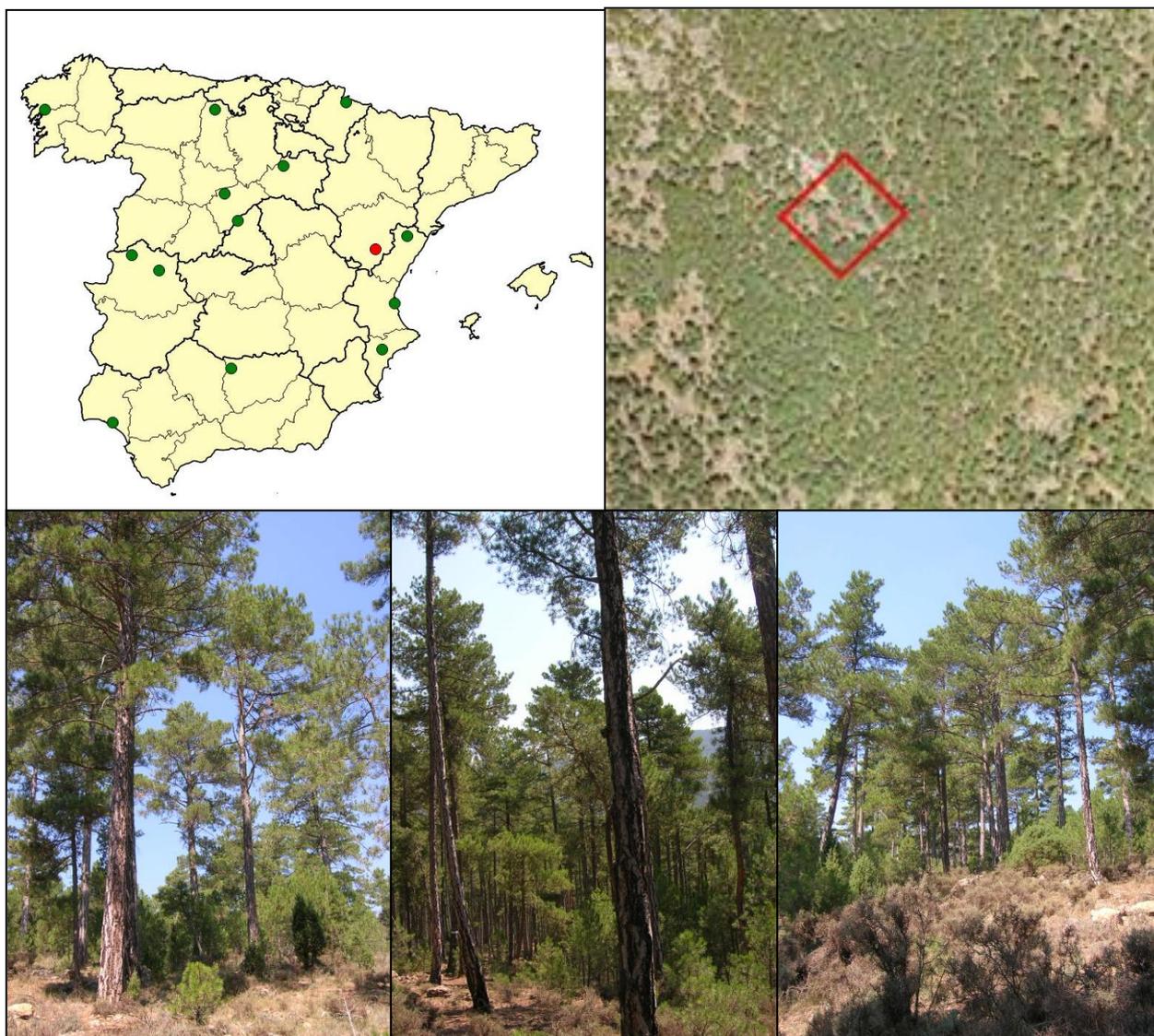


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 22Pn

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)	3,0	2,9	5,0	6,6	10,5	13,3	17,5	17,5	15,0	10,1	5,6	2,7	9,2	
P(mm)	30	33	39	42	65	59	37	40	47	72	48	46	559	
T. Media Máximas Mes más Cálido							25	T. Media Mínimas Mes más Frío						-2

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un VI(VII) *Nemoral subestepario*.

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

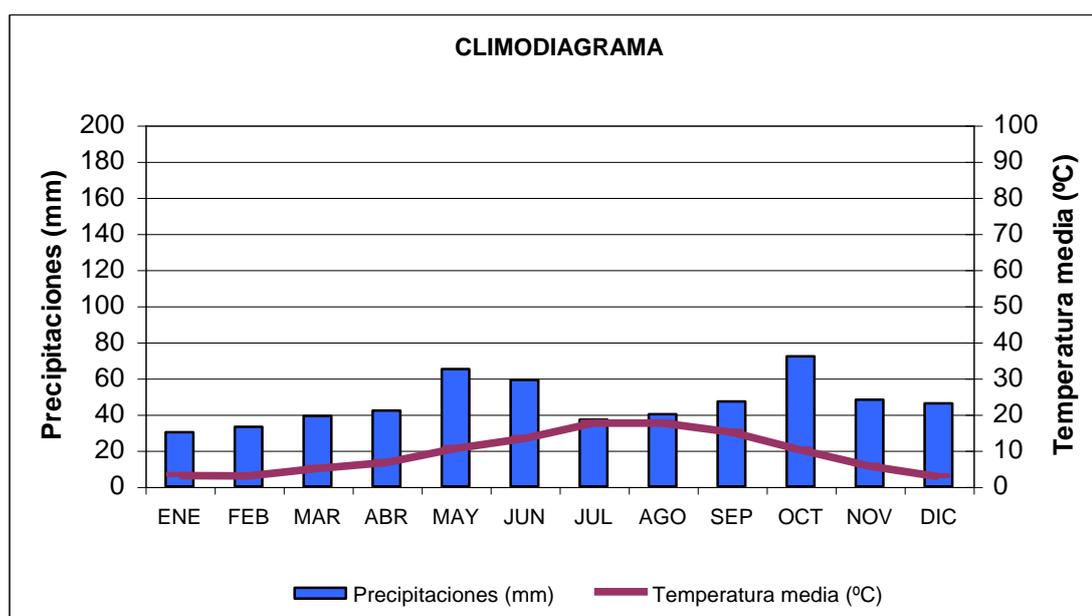


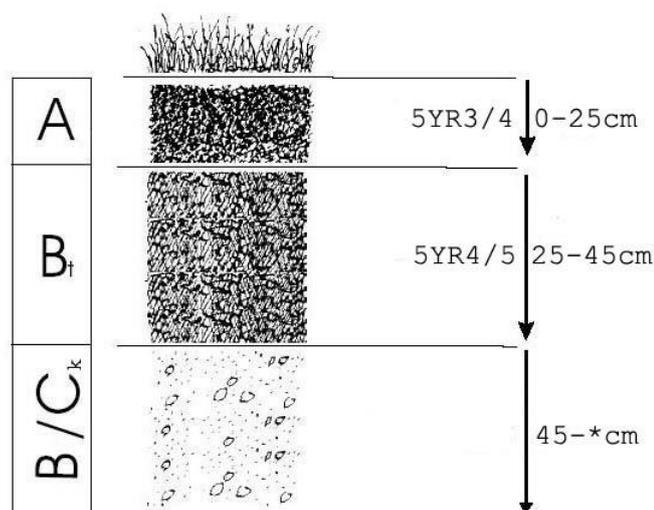
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

Litología: caliza común.

Edafología: Calcisol lúvico.

Perfiles extremadamente pedregosos. Presenta tierra fina, aunque escasa, prácticamente descarbonatada, con abundancia de arcillas rojas que penetran y se extienden a través de los intersticios de la roca. La reacción del suelo es básica en superficie, tendiendo a aumentar en profundidad.



Horizonte	Espesor (cm)	Descripción
A	0-25	Pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4) en seco; grumoso; franco; raíces abundantes finas y medias; límite neto.
B _t	25-45	Rojo pardusco (5 YR 4/5) en seco; grumoso-particular; entre 80-90 % de pedregosidad; raíces escasas gruesas; límite difuso.
B _{Ck}	45-*	Sin muestrear. Los fragmentos presentan recubrimientos calcáreos. La tierra del B penetrando en los intersticios de la roca.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Pinar de pino salgareño (*Pinus nigra*) en tramo de regeneración, antes de las cortas finales, por lo que presentan copas estrechas y poco densas. Parcela en ladera con suave pendiente.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	52,0	<i>Helianthemum marifolium</i> (L.) Miller	1,0
<i>Pinus nigra</i> Arnold	52,0	<i>Hieracium hoppeanum</i> Schultes	+
ESTRATO ARBUSTIVO	9,0	<i>Hieracium pseudopilosella</i> Ten.	+
<i>Amelanchier</i> sp.	+	<i>Hippocrepis</i> sp.	+
<i>Genista scorpius</i> (L.) DC.	3,5	<i>Juniperus phoenicea</i> L.	2,0
<i>Juniperus communis</i> L.	+	<i>Juniperus communis</i> L.	3,0
<i>Juniperus phoenicea</i> L.	+	<i>Koeleria vallesiana</i> (Honckeny) Gaudin	+
<i>Pinus nigra</i> Arnold	4,0	<i>Lavandula latifolia</i> Medicus	1,2
<i>Quercus ilex</i> L.	+	<i>Leuzea conifera</i> (L.) DC.	+
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	54,0	<i>Ononis pusilla</i> L.	+
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i> L.	+	<i>Pinus nigra</i> Arnold	5,2

	Cob		Cob
<i>Argyrobolium zanonii</i> (Turra) P.W. Ball	+	<i>Potentilla cinerea</i> Chaix ex Vill.	0,3
<i>Avenula pratensis</i> (L.) Dumort.	+	<i>Rubia peregrina</i> L.	+
<i>Biscutella valentina</i> (L.) Heywood	+	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	+
<i>Brachypodium retusum</i> (Pers.) Beauv.	30,0	<i>Thymus vulgaris</i> L.	0,5
<i>Centaurea</i> sp.	+	<i>Viola</i> sp.	+
<i>Echinops sphaerocephalus</i> L.	+	ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO	1,0
<i>Euphorbia polygalifolia</i> Boiss. & Reuter	+	<i>Cladonia convoluta</i>	+
<i>Galium</i> sp.	+	<i>Cladonia rangiformis</i>	+
<i>Genista scorpius</i> (L.) DC.	0,5	<i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw.	+

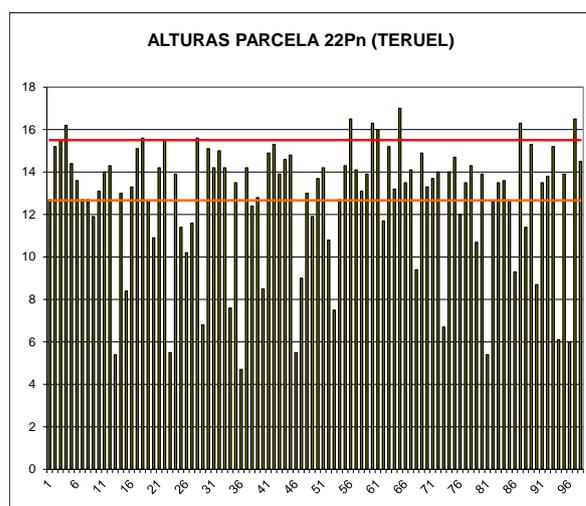
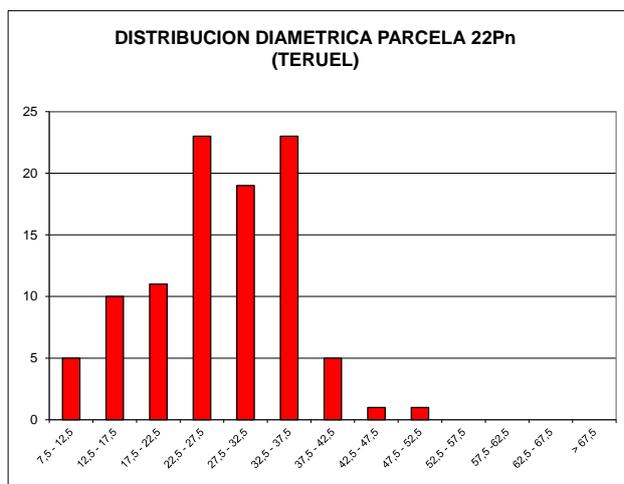
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en transición entre las series 14 a Serie oromediterránea maestrazgo-conquense basofila de *Juniperus sabina* o *sabina rastrera* (*Sabino-Pinetosylvestris sigmetum*) y la serie 19 c, Serie supra-mesomediterránea catalano-maestrazgo-aragonesa de *Quercus faginea*. *Violo-Querceto fagineae sigmetum*.

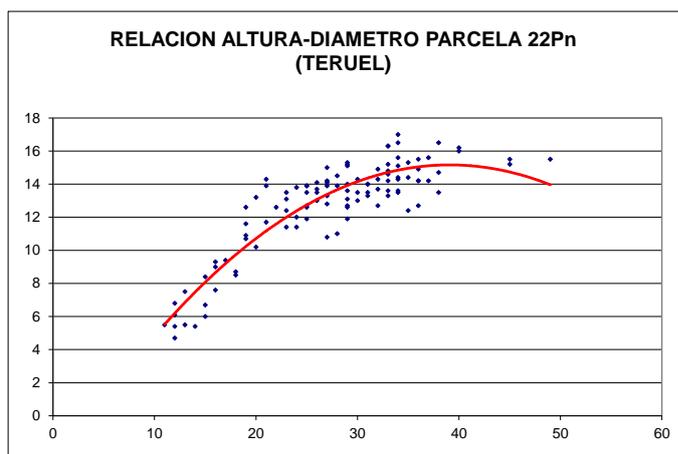
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de pino salgareño (*Pinus nigra*) 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, existencias.

Parcela	Area ha	N par	N/ha	Sp.p	Otras	Muerto	Edad años	D med (cm)	AB m ² /ha	D m c cm	Alt m m	Alt do m	Exist m ³ cc
22 Pn	0,2500	98	392	98	0	0	81-100	27,11	24,61	28,27	12,67	15,51	33,55





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5	5	20	4,8	48,3	0,17	0,70
12,5 - 17,5	10	40	8,1	53,9	0,66	2,65
17,5 - 22,5	11	44	10,7	53,6	1,52	6,09
22,5 - 27,5	23	92	12,7	51,0	5,91	23,63
27,5 - 32,5	19	76	14,2	47,2	7,14	28,55
32,5 - 37,5	23	92	15,0	42,8	12,29	49,16
37,5 - 42,5	5	20	15,2	37,9	3,52	14,09
42,5 - 47,5	1	4	14,8	32,8	1,05	4,20
47,5 - 52,5	1	4	13,7	27,5	1,29	5,14
52,5 - 57,5						
57,5 - 62,5						
62,5 - 67,5						
> 62,5						
TOTAL	98	392			33,55	134,19

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

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un estado fitosanitario pobre, con una defoliación media del 27,25% en el límite por tanto de la escala de daños moderados, categoría donde se han calificado más del 45% de los pies evaluados, en lo que supone un empeoramiento con respecto a la pasada revisión, con una disminución del parámetro en más de 5 puntos porcentuales, lo que supone una variación significativa en términos estadísticos de acuerdo a la normativa europea en materia de redes forestales. Este empeoramiento queda patente también en la distribución por clases de defoliación, de forma que los pies calificados con daño moderado crecen considerablemente a lo largo del último año.

Atendiendo a la serie histórica de datos, tras las defoliaciones medias en torno al 20-23% y escasa representación de árboles con daño moderado, se vuelve a la situación detectada en los bienios 1995-1996 y 2001-2002 en que se registraron los peores resultados desde el replanteo del punto. Se rompe además la tendencia descendente que venía presentando el parámetro desde 2011, indicando un empeoramiento de la masa.

En la misma línea de marcado empeoramiento se ha comportado también el segundo gran parámetro definitorio del estado fitosanitario del arbolado, la decoloración, que si bien en grado ligero se observa en casi el 66% de la población en la revisión del año en curso; lo que nuevamente nos reafirma en la idea de una peor situación del arbolado; apuntándose a la sequía como el agente dañino más relacionado con este empeoramiento.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

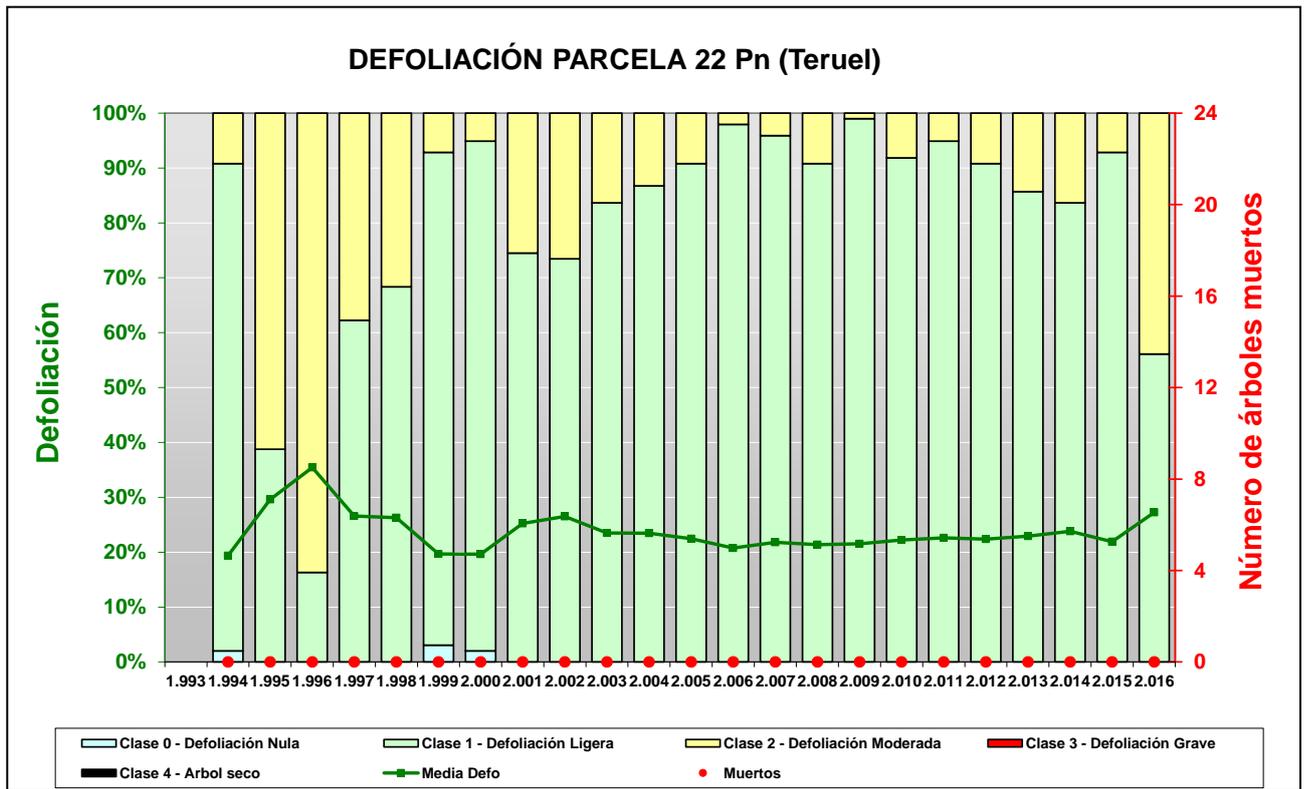


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15%, 20% y 25%

3.2. Daños forestales.

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

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

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
ANIMALES												
<i>Picidae</i>	3	1,33	12	3,06	25,00	0,67	-2,24	-0,02	29,67	15,43	2,55	2,76
Tronco	3	1,33	12	3,06	25,00	0,67	-2,24	-0,02	29,67	15,43	2,55	2,76
INSECTOS												
Defoliadores	44	1,05	176	44,90	27,50	0,68	0,26	-0,01	26,95	12,34	-0,16	-0,33
Acíc. antiguas	21	1,05	84	21,43	27,86	0,57	0,62	-0,12	25,24	11,93	-1,87	-0,74
Acíc. todas edades	1	1,00	4	1,02	25,00	1,00	-2,24	0,31	18,00	8,70	-9,11	-3,97
<i>Cryptocephalus sp</i>	2	1,00	8	2,04	27,50	0,50	0,26	-0,19	22,50	10,95	-4,61	-1,72
Acíc. antiguas	2	1,00	8	2,04	27,50	0,50	0,26	-0,19	22,50	10,95	-4,61	-1,72
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	20	1,05	80	20,41	27,25	0,80	0,01	0,11	29,65	13,10	2,54	0,43
Acíc. antiguas	5	1,00	20	5,10	28,00	1,00	0,76	0,31	32,80	13,78	5,69	1,11
Acíc. todas edades	15	1,07	60	15,31	27,00	0,73	-0,24	0,04	28,60	12,87	1,49	0,20
Perforadores	5	1,00	20	5,10	27,00	0,80	-0,24	0,11	30,60	14,62	3,49	1,95
Tronco	5	1,00	20	5,10	27,00	0,80	-0,24	0,11	30,60	14,62	3,49	1,95
Chupadores	18	1,00	72	18,37	28,61	0,78	1,37	0,09	23,83	11,98	-3,28	-0,69
Acíc. del año	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,76	0,31	19,00	10,90	-8,11	-1,77
Acíc. antiguas	17	1,00	68	17,35	28,53	0,76	1,29	0,07	24,12	12,05	-2,99	-0,62
ENFERMEDADES												
Hongos pudrición	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,24	-0,69	40,00	16,20	12,89	3,53
<i>Phellinus pini</i>	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,24	-0,69	40,00	16,20	12,89	3,53
Tronco	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,24	-0,69	40,00	16,20	12,89	3,53
AG.ABIÓTICOS												
Fact. físicos	1	1,00	4	1,02	35,00	1,00	7,76	0,31	45,00	15,20	17,89	2,53
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	1,02	35,00	1,00	7,76	0,31	45,00	15,20	17,89	2,53
Sequía	125	1,42	500	100,00	27,60	0,71	0,36	0,02	27,15	12,69	0,04	0,02
Acíc. del año	97	1,49	388	98,98	27,22	0,70	-0,02	0,01	27,23	12,70	0,11	0,03
Acíc. antiguas	5	1,80	20	5,10	32,00	1,00	4,76	0,31	27,20	12,74	0,09	0,07
Acíc. todas edades	1	1,00	4	1,02	30,00	0,00	2,76	-0,69	13,00	5,50	-14,11	-7,17
Brotos del año	16	1,00	64	16,33	27,81	0,63	0,57	-0,06	27,38	13,05	0,26	0,38
Ramillos <2 cm	4	1,00	16	4,08	28,75	1,00	1,51	0,31	29,25	13,18	2,14	0,51
Ramas tam. variable	2	1,00	8	2,04	30,00	1,00	2,76	0,31	24,50	11,40	-2,61	-1,27
Otros fact.abióticos	2	1,00	8	2,04	30,00	1,00	2,76	0,31	26,00	13,45	-1,11	0,78
Tronco	2	1,00	8	2,04	30,00	1,00	2,76	0,31	26,00	13,45	-1,11	0,78
ANTRÓPICOS												
Podas	1	1,00	4	1,02	20,00	0,00	-7,24	-0,69	25,00	13,90	-2,11	1,23
Tronco	1	1,00	4	1,02	20,00	0,00	-7,24	-0,69	25,00	13,90	-2,11	1,23
Op. en pies próximos	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,76	0,31	14,00	5,40	-13,11	-7,27
Tronco	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,76	0,31	14,00	5,40	-13,11	-7,27

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
INCENDIOS												
Fuego	11	1,09	44	11,22	24,55	0,64	-2,69	-0,05	29,82	13,75	2,71	1,08
Tronco	3	1,00	12	3,06	23,33	0,33	-3,91	-0,36	27,33	13,57	0,22	0,90
Cuello raíz	8	1,13	32	8,16	25,00	0,75	-2,24	0,06	30,75	13,81	3,64	1,14
CONTAMINANTES												
Contaminantes	14	1,00	56	14,29	23,57	0,50	-3,67	-0,19	28,86	13,78	1,74	1,11
Acíc. antiguas	14	1,00	56	14,29	23,57	0,50	-3,67	-0,19	28,86	13,78	1,74	1,11
OTROS DAÑOS												
Bacterias	5	1,00	20	5,10	30,00	1,00	2,76	0,31	21,40	10,36	-5,71	-2,31
Ramas 2-10 cm	5	1,00	20	5,10	30,00	1,00	2,76	0,31	21,40	10,36	-5,71	-2,31
Falta luz	21	1,05	84	21,43	29,29	0,67	2,05	-0,02	20,71	10,58	-6,40	-2,09
Acíc. antiguas	2	1,50	8	2,04	35,00	0,50	7,76	-0,19	16,00	8,60	-11,11	-4,07
Ramillos <2 cm	9	1,00	36	9,18	30,56	0,78	3,32	0,09	18,67	9,29	-8,45	-3,38
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,02	25,00	1,00	-2,24	0,31	25,00	12,60	-2,11	-0,07
Ramas tam. variable	9	1,00	36	9,18	27,22	0,56	-0,02	-0,13	23,33	12,09	-3,78	-0,58
Inter.físicas	11	1,00	44	11,22	28,64	0,82	1,40	0,13	26,00	12,40	-1,11	-0,27
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	2,04	27,50	1,00	0,26	0,31	30,00	13,50	2,89	0,83
Ramas 2-10 cm	3	1,00	12	3,06	30,00	0,67	2,76	-0,02	18,00	9,60	-9,11	-3,07
Ramas tam. variable	4	1,00	16	4,08	26,25	0,50	-0,99	-0,19	26,25	12,65	-0,86	-0,02
Tronco	2	1,00	8	2,04	32,50	1,50	5,26	0,81	33,50	15,00	6,39	2,33
Compet/Espesura	1	5,00	4	1,02	25,00	1,00	-2,24	0,31	33,00	15,20	5,89	2,53
Tronco	1	5,00	4	1,02	25,00	1,00	-2,24	0,31	33,00	15,20	5,89	2,53
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	85	1,01	340	86,73	26,35	0,72	-0,89	0,03	29,51	13,48	2,39	0,81
Acíc. antiguas	12	1,08	48	12,24	26,67	0,83	-0,57	0,14	31,50	14,32	4,39	1,65
Acíc. todas edades	2	1,00	8	2,04	22,50	0,50	-4,74	-0,19	30,50	13,65	3,39	0,98
Ramillos <2 cm	17	1,00	68	17,35	26,47	0,76	-0,77	0,07	29,12	12,97	2,01	0,30
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,02	25,00	1,00	-2,24	0,31	33,00	14,20	5,89	1,53
Ramas tam. variable	4	1,00	16	4,08	25,00	0,75	-2,24	0,06	27,00	13,58	-0,11	0,91
Yemas	29	1,00	116	29,59	26,72	0,72	-0,52	0,03	30,55	13,75	3,44	1,08
Tronco	13	1,00	52	13,27	24,62	0,54	-2,62	-0,15	30,00	13,88	2,89	1,22
Cuello raíz	7	1,00	28	7,14	29,29	0,71	2,05	0,02	22,43	11,19	-4,68	-1,48

En cuanto a la presencia de agentes dañinos identificados, destaca en primer lugar la aparición de callos o anillamientos transversales en los troncos debidos a la acción de **picidos** en sus estrategias de marcaje del territorio, que picotean alrededor de los troncos dando lugar a patentes engrosamientos de la corteza, asociados en ocasiones a resinosos, más patentes en años de temperaturas anormalmente altas, como el que nos ocupa, y que son muy frecuentes en la mitad septentrional de Aragón, sin mayor significación fitosanitaria. Este tipo de afecciones se ha visto ya en anteriores revisiones, y en la mayoría de los casos se trata de heridas ya cicatrizadas, por lo que la posibilidad de colonización por patógenos oportunistas que aprovecharan las heridas abiertas para penetrar en el árbol se ve disminuida.

Con respecto a la presencia de insectos se observa en primer lugar la abundancia de **defoliadores** presentes en casi la mitad de los pies evaluados, en lo que supone una ligera disminución con respecto a los daños habidos el año anterior, viéndose mordeduras y festoneados a lo largo de la acícula, presumiblemente debido a la acción de braquiderinos (*Cryptocephalus sp*, *Brachyderes sp*, *Pachyrhinus sp*, ...) como pone de manifiesto su predilección por acículas de mayor edad. Cabe destacar el incremento de los daños asociados a la procesionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa*, plaga observada indiciariamente en la anterior revisión y que afecta a la quinta parte del arbolado muestra en el año en curso, lo que indica una considerable

capacidad de expansión, si bien se trata en todos los casos de ataques correspondientes a los primeros estadios, no resultando tan patentes los típicos bolsones que se desarrollan a lo largo del invierno. Se ha advertido también un cierto adelantamiento en la aparición de este defoliador, quizá relacionado con las condiciones climáticas del verano. La procesionaria se ha encontrado en alguna ocasión ligada a daños forestales de consideración, y encuentra unas condiciones idóneas para su desarrollo en este tipo de pinares de laricio del Bajo Aragón, donde incluso la Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) llegó a desarrollar importantes estudios de seguimiento del defoliador.

Un segundo grupo de insectos ampliamente representados son los **chupadores** que actúan sobre uno de cada cinco pies evaluados reduciendo su actividad con respecto a la evaluación anterior. La penetración del estilete succionador en la epidermis foliar causa bandeados amarillentos, por desecación y necrosis de los tejidos afectados, y es fácilmente apreciable al tacto, a través de la leve exudación de resina que taponan la herida y sobresale de la acícula. Aunque la afección puede llegar a matar a la acícula afectada, sobre todo en condiciones de sequía, el grado general de daño es ligero, sin que se registren daños de consideración asociados.

En la presente revisión se han advertido daños por **sequía** en la totalidad del arbolado, tras manifestarse de forma esporádica en anteriores revisiones, aspecto al que a priori se ha ligado el empeoramiento general del estado fitosanitario ya mencionado. La sequía se manifiesta básicamente en forma de microfilia o anormal desarrollo de la hoja del año que no ha tenido agua suficiente para elongarse en toda su longitud, y de quien sí se advierte unas mayores tasas de defoliación asociadas, poniendo de manifiesto su capacidad debilitadora, junto con fenómenos de amarilleamiento o marchitamiento de las acículas más antiguas, en una típica estrategia de reducción del follaje para reducir las pérdidas de agua por transpiración; y que al progresar llevan a marchitar algunos ramillos enteros que adquieren un típico color rojizo. El fenómeno de sequía podría verse amplificado tras las elevadas temperaturas registradas a mediados del verano, que aumentarían las pérdidas de agua. De forma muy aislada se registra algún daño mecánico antiguo por podas u operaciones de arrastre de troncos abatidos en las inmediaciones, aunque en la mayoría de los casos se trata de daños ya cicatrizados y sin incidencia en el estado fitosanitario del pie afectado; al igual que sucede con algunos socarramientos en la base del tronco debido al paso de un antiguo incendio del que tanto el arbolado como la vegetación de sotobosque se han recuperado.

Como ya se ha indicado en anteriores evaluaciones, se advierten daños puntuales de competencia por **falta de luz** en casi la cuarta parte de los pies, debida sobre todo a fenómenos de autopoda, en los que el árbol afectado tiende a desprenderse de la ramificación inferior para favorecer el crecimiento en altura y el desarrollo de la fracción apical de la copa; con un notable incremento sin embargo con respecto a la revisión anterior, debido posiblemente a las peores condiciones hídricas de la estación que a un exceso de competencia, en una parcela con una densidad ligeramente inferior a los 400 pies/ha buena por tanto para el desarrollo de la especie; y que aumentase el efecto desestabilizador de la competencia. Se han registrado también daños aislados debidos a **interacciones físicas**, en las que el pie afectado pese a recibir luz directamente en el ápice, tiene dificultades para expandir su ramificación por impedirlo la cercanía de los pies colindantes. Este tipo de fenómenos, como es lógico, afectan más a los pies de dimensiones inferiores al vuelo medio de la masa.

Se han observado también punteaduras necróticas de color amarillento en las acículas de mayor edad que podrían estar ligadas a algún **contaminante atmosférico**.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se advierten **enrojecimientos** de distinta naturaleza en las acículas más antiguas, **tumoraciones** en troncos, ramillos **puntisecos** y **resinosis** en las yemas, no asociado en principio a daños forestales de consideración.

En los enebros del nivel de sotobosque se ha observado proliferación de muérdago enano, *Arceuthobium oxycedri* que puede llegar a causar daños de consideración en estos árboles.

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												
Acíc. del año	98	1,49	392	100,00	27,24	0,70	0,00	0,01	27,14	12,68	0,03	0,02
Dec. Verde-amarillo	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,76	0,31	19,00	10,90	-8,11	-1,77
Bandeado	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,76	0,31	19,00	10,90	-8,11	-1,77
Microfilia	97	1,49	388	98,98	27,22	0,70	-0,02	0,01	27,23	12,70	0,11	0,03
Acíc. antiguas	78	1,09	312	79,59	27,50	0,69	0,26	0,00	26,91	12,72	-0,20	0,05
Comidos/perdidos	34	1,18	136	34,69	28,68	0,68	1,44	-0,01	26,18	12,14	-0,94	-0,52
Agujeros/Parc. comidas	7	1,00	28	7,14	27,86	0,86	0,62	0,17	29,86	12,97	2,74	0,30
Muestras	21	1,05	84	21,43	27,86	0,57	0,62	-0,12	25,24	11,93	-1,87	-0,74
Caída prematura	6	1,83	24	6,12	32,50	0,83	5,26	0,14	25,17	11,92	-1,95	-0,75
Dec. Verde-amarillo	31	1,00	124	31,63	26,29	0,65	-0,95	-0,04	26,26	12,83	-0,85	0,16
Punteado	14	1,00	56	14,29	23,57	0,50	-3,67	-0,19	28,86	13,78	1,74	1,11
Bandeado	17	1,00	68	17,35	28,53	0,76	1,29	0,07	24,12	12,05	-2,99	-0,62
Dec. Rojo-marrón	13	1,08	52	13,27	27,31	0,85	0,07	0,16	30,38	13,94	3,27	1,27
Completa	13	1,08	52	13,27	27,31	0,85	0,07	0,16	30,38	13,94	3,27	1,27
Acíc. todas edades	19	1,05	76	19,39	26,58	0,68	-0,66	-0,01	27,42	12,34	0,31	-0,33
Comidos/perdidos	16	1,06	64	16,33	26,88	0,75	-0,36	0,06	27,94	12,61	0,83	-0,06
Agujeros/Parc. comidas	15	1,07	60	15,31	27,00	0,73	-0,24	0,04	28,60	12,87	1,49	0,20
Muestras	1	1,00	4	1,02	25,00	1,00	-2,24	0,31	18,00	8,70	-9,11	-3,97
Dec. Rojo-marrón	3	1,00	12	3,06	25,00	0,33	-2,24	-0,36	24,67	10,93	-2,45	-1,74
Completa	3	1,00	12	3,06	25,00	0,33	-2,24	-0,36	24,67	10,93	-2,45	-1,74
RAMAS/BROTOS												
Brotos del año	16	1,00	64	16,33	27,81	0,63	0,57	-0,06	27,38	13,05	0,26	0,38
Muerto/moribundo	1	1,00	4	1,02	30,00	0,00	2,76	-0,69	16,00	9,00	-11,11	-3,67
Aborto	15	1,00	60	15,31	27,67	0,67	0,43	-0,02	28,13	13,32	1,02	0,65
Ramillos <2 cm	33	1,00	132	33,67	28,18	0,82	0,94	0,13	26,82	12,09	-0,29	-0,58
Rotura	3	1,00	12	3,06	30,00	1,00	2,76	0,31	35,00	14,07	7,89	1,40
Muerto/moribundo	30	1,00	120	30,61	28,00	0,80	0,76	0,11	26,00	11,89	-1,11	-0,78
Ramas 2-10 cm	10	1,00	40	10,20	29,00	0,90	1,76	0,21	21,90	10,74	-5,21	-1,93
Deformaciones	5	1,00	20	5,10	30,00	1,00	2,76	0,31	21,40	10,36	-5,71	-2,31
Tumores	5	1,00	20	5,10	30,00	1,00	2,76	0,31	21,40	10,36	-5,71	-2,31
Rotura	1	1,00	4	1,02	30,00	0,00	2,76	-0,69	15,00	8,40	-12,11	-4,27
Muerto/moribundo	2	1,00	8	2,04	25,00	1,00	-2,24	0,31	29,00	13,40	1,89	0,73
Heridas	2	1,00	8	2,04	30,00	1,00	2,76	0,31	19,50	10,20	-7,61	-2,47
Descortezamientos	2	1,00	8	2,04	30,00	1,00	2,76	0,31	19,50	10,20	-7,61	-2,47
Ramas tam. variable	19	1,00	76	19,39	26,84	0,63	-0,40	-0,06	24,84	12,45	-2,27	-0,22
Rotura	4	1,00	16	4,08	26,25	0,50	-0,99	-0,19	26,25	12,65	-0,86	-0,02
Muerto/moribundo	15	1,00	60	15,31	27,00	0,67	-0,24	-0,02	24,47	12,39	-2,65	-0,28
Yemas	29	1,00	116	29,59	26,72	0,72	-0,52	0,03	30,55	13,75	3,44	1,08

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Resinosis	29	1,00	116	29,59	26,72	0,72	-0,52	0,03	30,55	13,75	3,44	1,08
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco	32	1,16	128	32,65	25,78	0,66	-1,46	-0,03	29,53	14,01	2,42	1,34
Deformaciones	12	1,08	48	12,24	25,42	0,58	-1,82	-0,11	27,08	13,51	-0,03	0,84
Otras deformaciones	6	1,17	24	6,12	23,33	0,33	-3,91	-0,36	29,50	14,92	2,39	2,25
Tumores	5	1,00	20	5,10	27,00	0,80	-0,24	0,11	25,20	12,00	-1,91	-0,67
Fendas longitudinales	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,76	0,31	22,00	12,60	-5,11	-0,07
Signos insectos	5	1,00	20	5,10	27,00	0,80	-0,24	0,11	30,60	14,62	3,49	1,95
Perforaciones,serrín	5	1,00	20	5,10	27,00	0,80	-0,24	0,11	30,60	14,62	3,49	1,95
Signos hongos	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,24	-0,69	40,00	16,20	12,89	3,53
C.fructificación	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,24	-0,69	40,00	16,20	12,89	3,53
Otros signos	2	1,00	8	2,04	25,00	0,50	-2,24	-0,19	29,50	13,80	2,39	1,13
Heridas	3	1,00	12	3,06	30,00	1,33	2,76	0,64	31,00	14,57	3,89	1,90
Descortezamientos	2	1,00	8	2,04	32,50	1,50	5,26	0,81	33,50	15,00	6,39	2,33
Otras heridas	1	1,00	4	1,02	25,00	1,00	-2,24	0,31	26,00	13,70	-1,11	1,03
Resinosis	8	1,00	32	8,16	24,38	0,50	-2,87	-0,19	30,25	13,79	3,14	1,12
Inclinado	1	5,00	4	1,02	25,00	1,00	-2,24	0,31	33,00	15,20	5,89	2,53
Cuello raíz	15	1,07	60	15,31	27,00	0,73	-0,24	0,04	26,87	12,59	-0,25	-0,08
Deformaciones	3	1,00	12	3,06	28,33	0,67	1,09	-0,02	21,33	9,83	-5,78	-2,84
Otras deformaciones	1	1,00	4	1,02	25,00	1,00	-2,24	0,31	33,00	14,20	5,89	1,53
Tumores	2	1,00	8	2,04	30,00	0,50	2,76	-0,19	15,50	7,65	-11,61	-5,02
Otros signos	5	1,00	20	5,10	24,00	0,80	-3,24	0,11	32,00	13,98	4,89	1,31
Heridas	3	1,33	12	3,06	28,33	0,33	1,09	-0,36	21,67	10,60	-5,45	-2,07
Descortezamientos	2	1,50	8	2,04	27,50	0,50	0,26	-0,19	26,50	13,20	-0,61	0,53
Otras heridas	1	1,00	4	1,02	30,00	0,00	2,76	-0,69	12,00	5,40	-15,11	-7,27
Resinosis	4	1,00	16	4,08	28,75	1,00	1,51	0,31	28,50	14,40	1,39	1,73

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

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

	N par	<i>Picidae</i>		Defoliadores		Perforadores		Chupadores	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	98							1	5,56
Dec. Verde-amarillo	1							1	5,56
Bandeado	1							1	5,56
Microfilia	97								
Acíc. antiguas	78			28	63,64			17	94,44
Comidos/perdidos	34			28	63,64				
Agujeros/Parc. comidas	7			7	15,91				
Muecas	21			21	47,73				
Caída prematura	6								
Dec. Verde-amarillo	31							17	94,44
Punteado	14								
Bandeado	17							17	94,44
Dec. Rojo-marrón	13								

	N par	Pcidae		Defoliadores		Perforadores		Chupadores	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Completa	13								
Acíc. todas edades	19			16	36,36				
Comidos/perdidos	16			16	36,36				
Agujeros/Parc. comidas	15			15	34,09				
Muecas	1			1	2,27				
Dec. Rojo-marrón	3								
Completa	3								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	16								
Muerto/moribundo	1								
Aborto	15								
Ramillos <2 cm	33								
Rotura	3								
Muerto/moribundo	30								
Ramas 2-10 cm	10								
Deformaciones	5								
Tumores	5								
Rotura	1								
Muerto/moribundo	2								
Heridas	2								
Descortezamientos	2								
Ramas tam. variable	19								
Rotura	4								
Muerto/moribundo	15								
Yemas	29								
Resinosis	29								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco	32	3	100,00			5	100,00		
Deformaciones	12	3	100,00						
Otras deformaciones	6	3	100,00						
Tumores	5								
Fendas longitudinales	1								
Signos insectos	5					5	100,00		
Perforaciones,serrín	5					5	100,00		
Signos hongos	1								
C.fructificación	1								
Otros signos	2								
Heridas	3								
Descortezamientos	2								
Otras heridas	1								
Resinosis	8								
Inclinado	1								
Cuello raíz	15								
Deformaciones	3								
Otras deformaciones	1								
Tumores	2								
Otros signos	5								
Heridas	3								
Descortezamientos	2								
Otras heridas	1								

	N par	Picidae		Defoliadores		Perforadores		Chupadores	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Resinosis	4								

	N par	Hongos pudrición		Fact. físicos		Sequía		Otros fact.abióticos	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	98					97	77,60		
Dec. Verde-amarillo	1								
Bandeado	1								
Microfilia	97					97	77,60		
Acíc. antiguas	78					5	4,00		
Comidos/perdidos	34					4	3,20		
Agujeros/Parc. comidas	7								
Muecas	21								
Caída prematura	6					4	3,20		
Dec. Verde-amarillo	31								
Punteado	14								
Bandeado	17								
Dec. Rojo-marrón	13					1	0,80		
Completa	13					1	0,80		
Acíc. todas edades	19					1	0,80		
Comidos/perdidos	16								
Agujeros/Parc. comidas	15								
Muecas	1								
Dec. Rojo-marrón	3					1	0,80		
Completa	3					1	0,80		
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	16					16	12,80		
Muerto/moribundo	1					1	0,80		
Aborto	15					15	12,00		
Ramillos <2 cm	33			1	100,00	4	3,20		
Rotura	3			1	100,00				
Muerto/moribundo	30					4	3,20		
Ramas 2-10 cm	10								
Deformaciones	5								
Tumores	5								
Rotura	1								
Muerto/moribundo	2								
Heridas	2								
Descortezamientos	2								
Ramas tam. variable	19					2	1,60		
Rotura	4								
Muerto/moribundo	15					2	1,60		
Yemas	29								
Resinosis	29								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco	32	1	100,00					2	100,00
Deformaciones	12							1	50,00
Otras deformaciones	6								

	N par	Hongos pudrición		Fact. físicos		Sequía		Otros fact.abióticos	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Tumores	5								
Fendas longitudinales	1							1	50,00
Signos insectos	5								
Perforaciones,serrín	5								
Signos hongos	1	1	100,00						
C.fructificación	1	1	100,00						
Otros signos	2								
Heridas	3								
Descortezamientos	2								
Otras heridas	1								
Resinosis	8							1	50,00
Inclinado	1								
Cuello raíz	15								
Deformaciones	3								
Otras deformaciones	1								
Tumores	2								
Otros signos	5								
Heridas	3								
Descortezamientos	2								
Otras heridas	1								
Resinosis	4								

	N par	Podas		Op. en pies próximos		Fuego		Contaminantes	
		n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS									
Acíc. del año	98								
Dec. Verde-amarillo	1								
Bandeado	1								
Microfilia	97								
Acíc. antiguas	78							14	100,00
Comidos/perdidos	34								
Agujeros/Parc. comidas	7								
Muecas	21								
Caída prematura	6								
Dec. Verde-amarillo	31							14	100,00
Punteado	14							14	100,00
Bandeado	17								
Dec. Rojo-marrón	13								
Completa	13								
Acíc. todas edades	19								
Comidos/perdidos	16								
Agujeros/Parc. comidas	15								
Muecas	1								
Dec. Rojo-marrón	3								
Completa	3								
RAMAS/BROTOS									
Brotos del año	16								

	N par	Podas		Op. en pies próximos		Fuego		Contaminantes	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Muerto/moribundo	1								
Aborto	15								
Ramillos <2 cm	33								
Rotura	3								
Muerto/moribundo	30								
Ramas 2-10 cm	10								
Deformaciones	5								
Tumores	5								
Rotura	1								
Muerto/moribundo	2								
Heridas	2								
Descortezamientos	2								
Ramas tam. variable	19								
Rotura	4								
Muerto/moribundo	15								
Yemas	29								
Resinosis	29								
TRONCO/C.RAÍZ									
Tronco	32	1	100,00	1	100,00	3	27,27		
Deformaciones	12	1	100,00	1	100,00	1	9,09		
Otras deformaciones	6	1	100,00			1	9,09		
Tumores	5			1	100,00				
Fendas longitudinales	1								
Signos insectos	5								
Perforaciones,serrín	5								
Signos hongos	1								
C.fructificación	1								
Otros signos	2					2	18,18		
Heridas	3								
Descortezamientos	2								
Otras heridas	1								
Resinosis	8								
Inclinado	1								
Cuello raíz	15					8	72,73		
Deformaciones	3					1	9,09		
Otras deformaciones	1					1	9,09		
Tumores	2								
Otros signos	5					5	45,45		
Heridas	3					2	18,18		
Descortezamientos	2					2	18,18		
Otras heridas	1								
Resinosis	4								

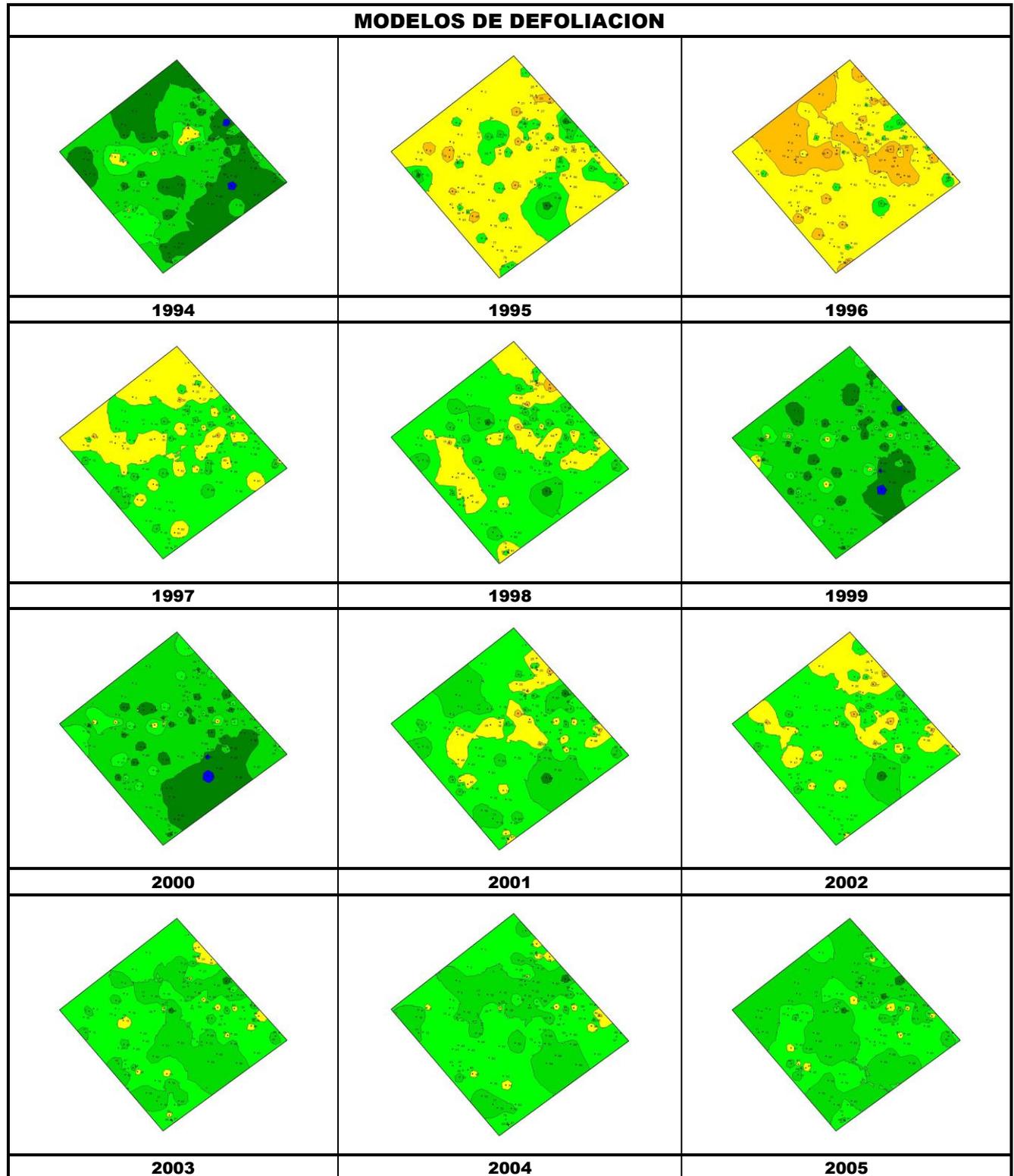
	N par	Bacterias		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	98										

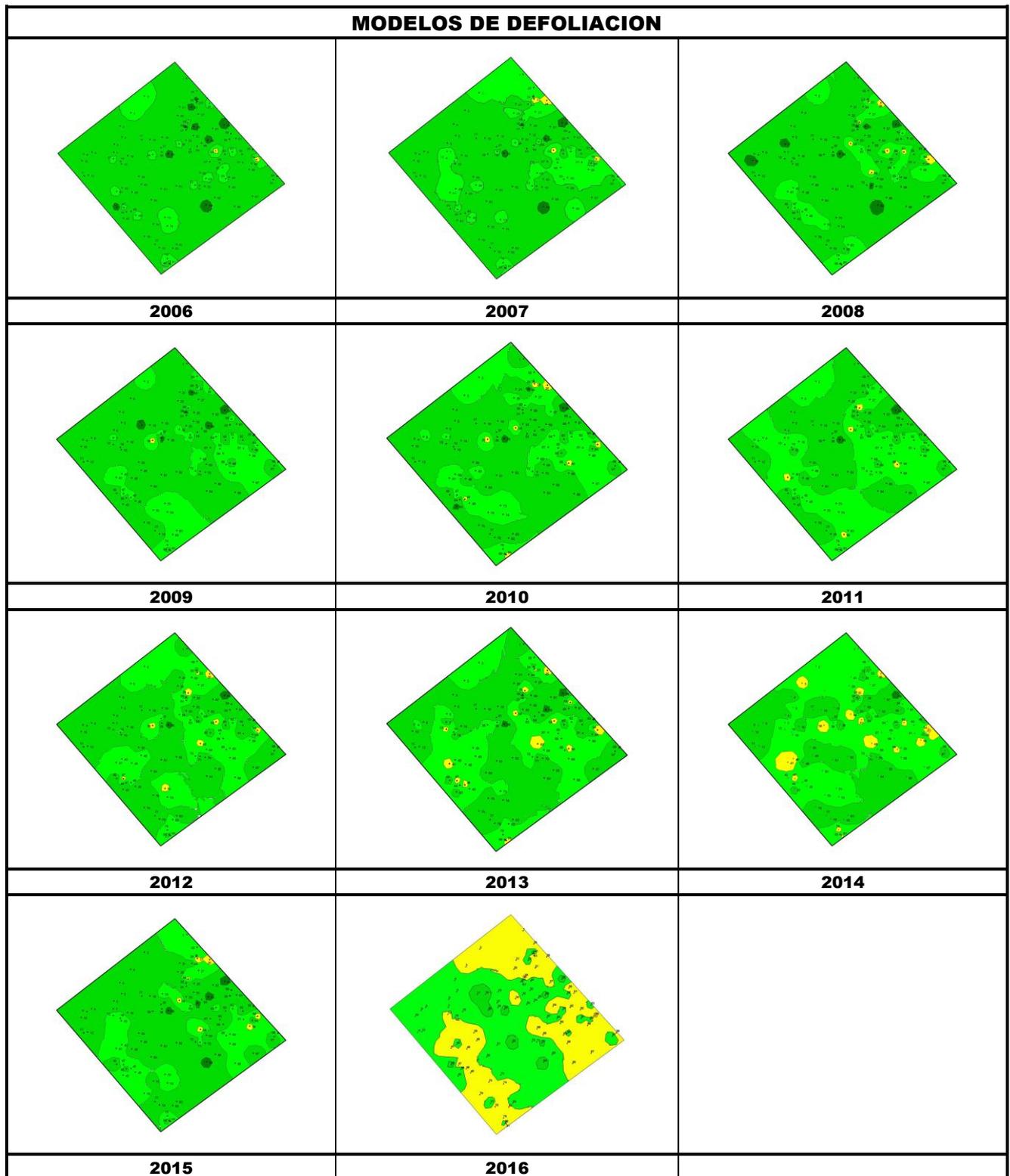
	N par	Bacterias		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Dec. Verde-amarillo	1										
Bandeado	1										
Microfilia	97										
Acíc. antiguas	78			2	9,52					12	14,12
Comidos/perdidos	34			2	9,52						
Agujeros/Parc. comidas	7										
Muescas	21										
Caída prematura	6			2	9,52						
Dec. Verde-amarillo	31										
Punteado	14										
Bandeado	17										
Dec. Rojo-marrón	13									12	14,12
Completa	13									12	14,12
Acíc. todas edades	19									2	2,35
Comidos/perdidos	16										
Agujeros/Parc. comidas	15										
Muescas	1										
Dec. Rojo-marrón	3									2	2,35
Completa	3									2	2,35
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	16										
Muerto/moribundo	1										
Aborto	15										
Ramillos <2 cm	33			9	42,86	2	18,18			17	20,00
Rotura	3					2	18,18				
Muerto/moribundo	30			9	42,86					17	20,00
Ramas 2-10 cm	10	5	100,00	1	4,76	3	27,27			1	1,18
Deformaciones	5	5	100,00								
Tumores	5	5	100,00								
Rotura	1					1	9,09				
Muerto/moribundo	2			1	4,76					1	1,18
Heridas	2					2	18,18				
Descortezamientos	2					2	18,18				
Ramas tam. variable	19			9	42,86	4	36,36			4	4,71
Rotura	4					4	36,36				
Muerto/moribundo	15			9	42,86					4	4,71
Yemas	29									29	34,12
Resinosis	29									29	34,12
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco	32					2	18,18	1	100,00	13	15,29
Deformaciones	12									5	5,88
Otras deformaciones	6									1	1,18
Tumores	5									4	4,71
Fendas longitudinales	1										
Signos insectos	5										
Perforaciones,serrín	5										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Otros signos	2										

	N par	Bacterias		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Heridas	3					2	18,18			1	1,18
Descortezamientos	2					2	18,18				
Otras heridas	1									1	1,18
Resinosis	8									7	8,24
Inclinado	1							1	100,00		
Cuello raíz	15									7	8,24
Deformaciones	3									2	2,35
Otras deformaciones	1										
Tumores	2									2	2,35
Otros signos	5										
Heridas	3									1	1,18
Descortezamientos	2										
Otras heridas	1									1	1,18
Resinosis	4									4	4,71



FIG 6: Bolsón y daños incipientes por procesionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa*. Mordeduras en margen de acículas. Microfilia en la metida del año en curso debidas a sequía. Punteaduras necróticas atribuidas a contaminantes.





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

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

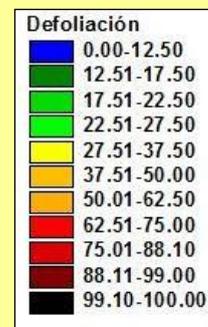
De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

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

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

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

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



4. Instrumentación.

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

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

Variable	Equipo	Parcela Interior	Parcela Exterior	Instalación	Periodicidad
Meteorología	Torre meteorológica		1	1997	Quincenal/Mensual
	Placa solar		1		
	Meteodata		1		
	Anemómetro		1		
	Veleta		1		
	Piranómetro		1		
	Termómetro		1		
	Sonda Humedad		1		
	Pluviómetro		1		
Precipitación incidente	Acumuladores		4	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		1		
	Captador nieve		1		
Trascolación	Acumuladores	6		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	1			
	Captador nieve	1			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	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. Captador de desfronde. Cinta diámetrica y árbol de evaluación fenológica. Data-logger y dosímetros. Captadores parcela interior

5. Deposición atmosférica.

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

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 22Pn, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

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

5.1. pH.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	6,04	20,00	355	6,34	20,00	424	5,95	6,27
1998	5,88	53,33	252	6,23	6,25	306	5,84	6,21
1999	6,40	5,00	382	6,76	0,00	477	6,19	6,48
2000	6,32	15,38	428	6,56	0,00	507	6,07	6,27
2001	6,03	7,69	274	6,33	0,00	334	5,86	6,00
2002	6,74	0,00	474	6,87	0,00	553	6,41	6,54
2003	6,26	9,52	567	6,46	4,55	677	6,17	6,21
2004	6,35	22,22	446	6,36	16,67	529	6,19	6,13
2005	6,03	23,53	294	6,02	35,29	368	6,01	5,98
2006	6,33	6,67	389	6,20	17,65	461	6,13	6,07
2007	6,16	16,67	566	6,18	11,11	614	6,01	5,79
2008	6,10	27,27	561	5,94	27,27	673	6,14	5,99
2009	6,18	18,18	437	6,27	9,09	551	6,14	6,13
2010	6,29	8,33	629	6,42	0,00	699	6,22	6,19
2011	6,00	10,00	439	6,19	0,00	497	6,10	6,04
2012	5,88	50,00	153	6,29	16,67	175	5,96	5,98
2014	6,29	0,00	383	6,34	0,00	404	6,17	6,20
2015	6,14	0,00	673	6,27	0,00	719	6,08	6,18
Media	6,19	16,32	428	6,33	9,14	498	6,09	6,15

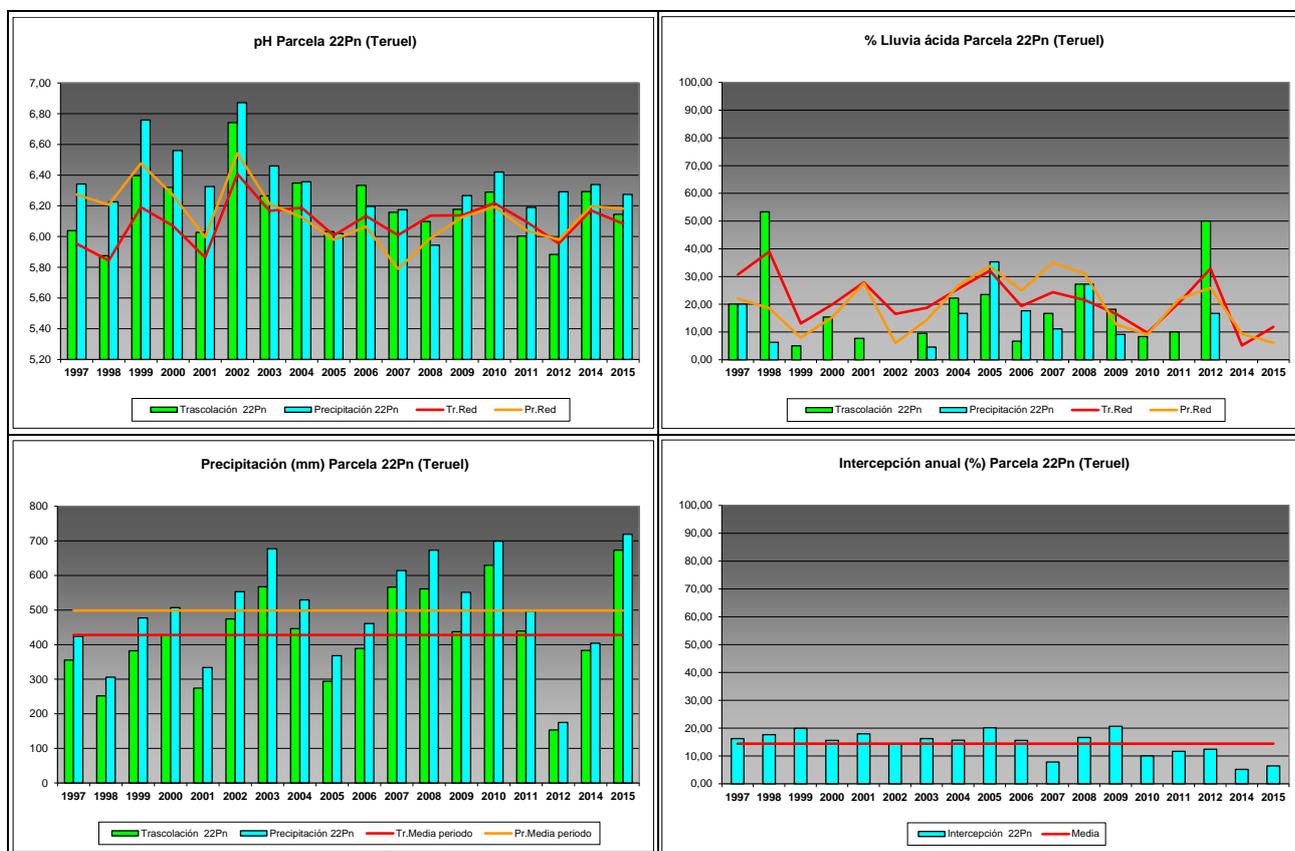


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	43,13		355	29,23		424	25,59	22,11
1998	36,06		252	23,39		306	29,47	22,63
1999	32,10		382	19,45		477	33,24	19,93
2000	30,64		428	18,77		507	35,37	22,07
2001	33,41		274	17,44		334	28,43	16,06
2002	63,37		474	47,44		553	49,05	30,17
2003	29,81		567	30,16		677	46,47	25,27
2004	74,57		446	50,10		529	63,98	37,20
2005	54,15		294	35,64		368	65,86	30,61
2006	52,15		389	42,71		461	61,93	28,83
2007	38,25		566	30,64		614	50,03	28,98
2008	33,86		561	29,27		673	46,84	22,94
2009	39,18		437	24,82		551	49,56	20,18
2010	22,95		629	12,12		699	44,44	15,09
2011	23,44		439	13,81		497	51,52	19,09
2012	36,57		153	14,32		175	53,38	20,50
2014	28,66		383	21,99		404	27,94	15,23
2015	22,05		673	11,49		719	45,28	18,25
Media	38,58		428	26,27		498	44,91	23,06

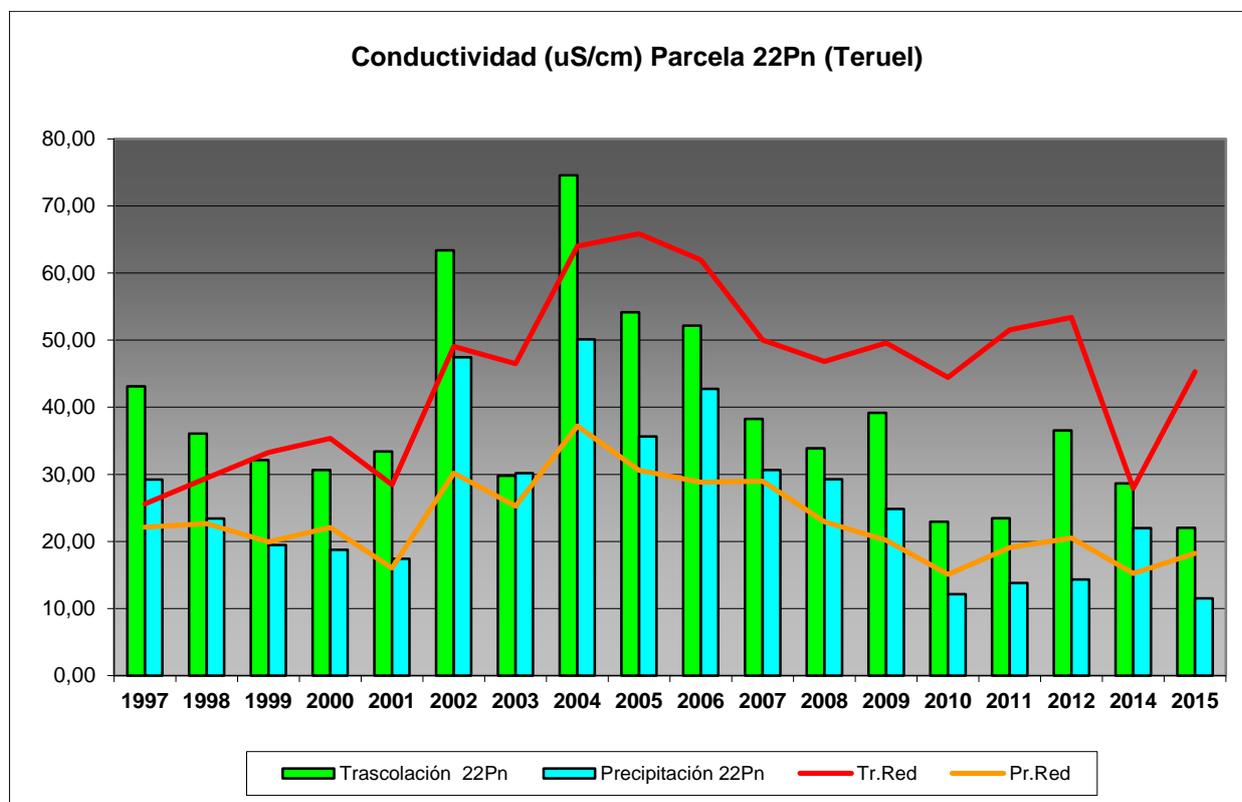


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,34	4,76	355	0,64	2,69	424	2,06	7,33	5,18
1998	6,21	15,66	252	3,88	11,88	306	3,78	19,45	13,28
1999	2,54	9,70	382	1,39	6,63	477	3,07	17,99	11,86
2000	3,07	13,03	428	1,60	8,11	507	4,92	22,33	15,28
2001	1,86	4,96	274	0,99	3,23	334	1,73	16,00	9,92
2002	3,46	16,41	474	1,31	7,25	553	9,16	19,36	7,73
2003	1,32	7,43	567	0,35	2,33	677	5,09	12,93	3,83
2004	2,06	7,42	446	0,85	4,06	529	3,36	16,14	4,88
2005	3,58	10,48	294	1,48	5,43	368	5,05	12,47	5,15
2006	3,09	11,87	389	2,02	9,25	461	2,62	19,14	9,86
2007	2,53	14,29	566	1,23	7,52	614	6,77	20,44	7,92
2008	3,05	17,10	561	1,60	10,77	673	6,34	22,97	6,57
2009	2,94	12,87	437	0,69	3,75	551	9,12	18,05	4,28
2010	2,03	12,79	629	0,25	1,78	699	11,01	21,96	3,59
2011	1,67	6,74	439	0,44	2,11	497	4,63	18,92	5,75
2012	1,66	2,55	153	0,34	0,60	175	1,95	2,99	0,92
2014	2,21	8,48	383	0,19	0,75	404	7,73	11,97	1,60
2015	1,41	9,48	673	0,62	4,47	719	5,00	18,33	4,20
Media	2,56	10,33	428	1,10	5,14	498	5,19	16,60	6,77

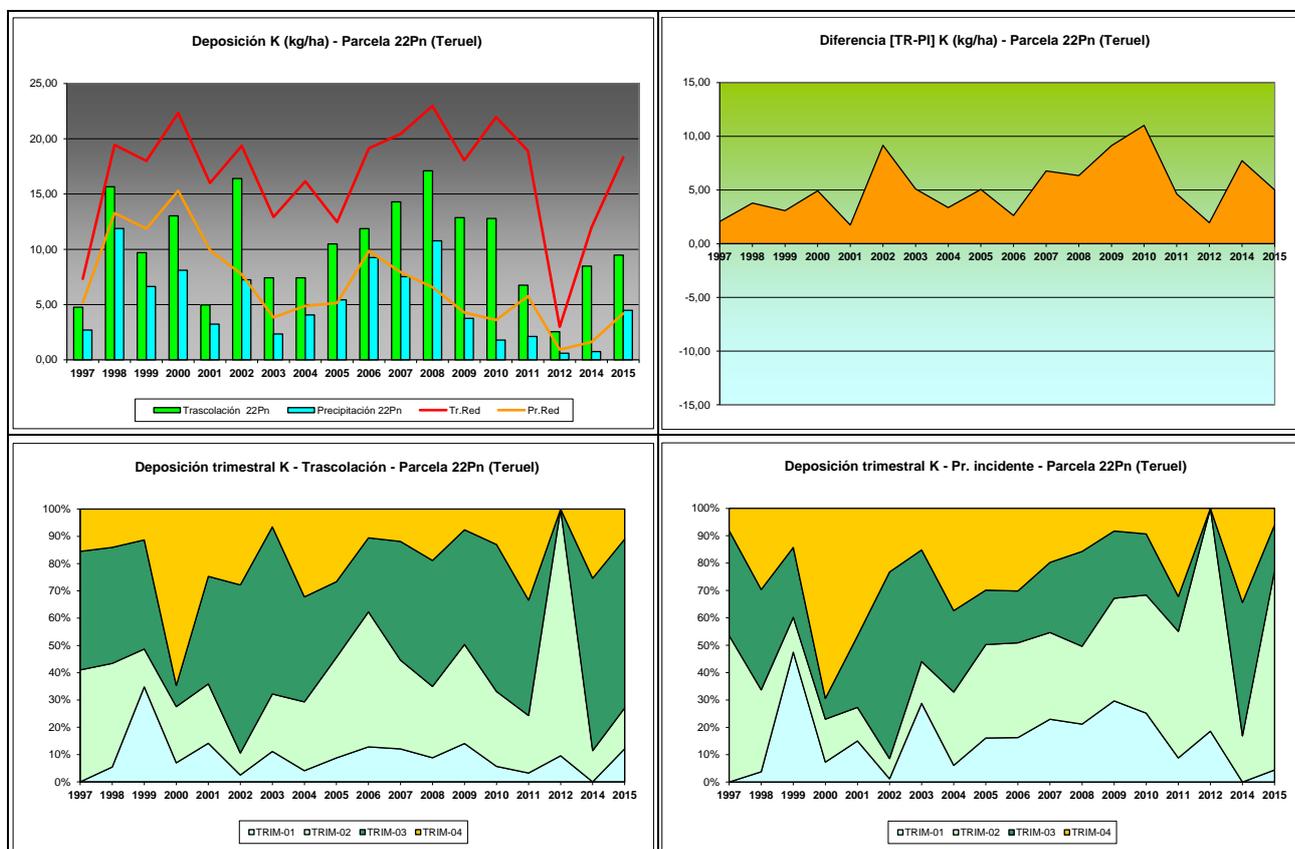


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	2,27	8,07	355	1,58	6,69	424	1,38	7,29	5,16
1998	2,39	6,03	252	1,28	3,92	306	2,11	6,91	4,05
1999	4,67	17,85	382	1,51	7,19	477	10,66	10,77	6,68
2000	2,30	9,77	428	1,24	6,30	507	3,47	10,94	7,70
2001	3,05	8,15	274	1,59	5,17	334	2,98	8,58	6,22
2002	3,43	16,27	474	2,18	12,07	553	4,20	12,23	9,40
2003	3,09	17,51	567	3,07	20,78	677	-3,27	23,45	26,64
2004	5,51	19,90	446	5,95	28,46	529	-8,56	18,95	20,04
2005	5,13	15,04	294	3,34	12,28	368	2,77	11,17	9,81
2006	5,24	20,13	389	3,93	17,97	461	2,16	17,51	16,49
2007	3,59	20,27	566	3,00	18,31	614	1,97	18,16	14,99
2008	3,49	19,55	561	2,91	19,61	673	-0,05	14,94	12,47
2009	3,35	14,64	437	2,54	13,91	551	0,73	10,43	6,81
2010	1,65	10,36	629	1,04	7,30	699	3,06	11,50	7,59
2011	2,15	8,68	439	1,11	5,30	497	3,39	11,32	6,29
2012	3,02	4,63	153	2,01	3,53	175	1,11	3,22	2,60
2014	2,57	9,85	383	1,31	5,30	404	4,55	8,57	5,86
2015	2,87	19,30	673	2,38	17,13	719	2,17	15,19	12,39
Media	3,32	13,67	428	2,33	11,73	498	1,93	12,28	10,07

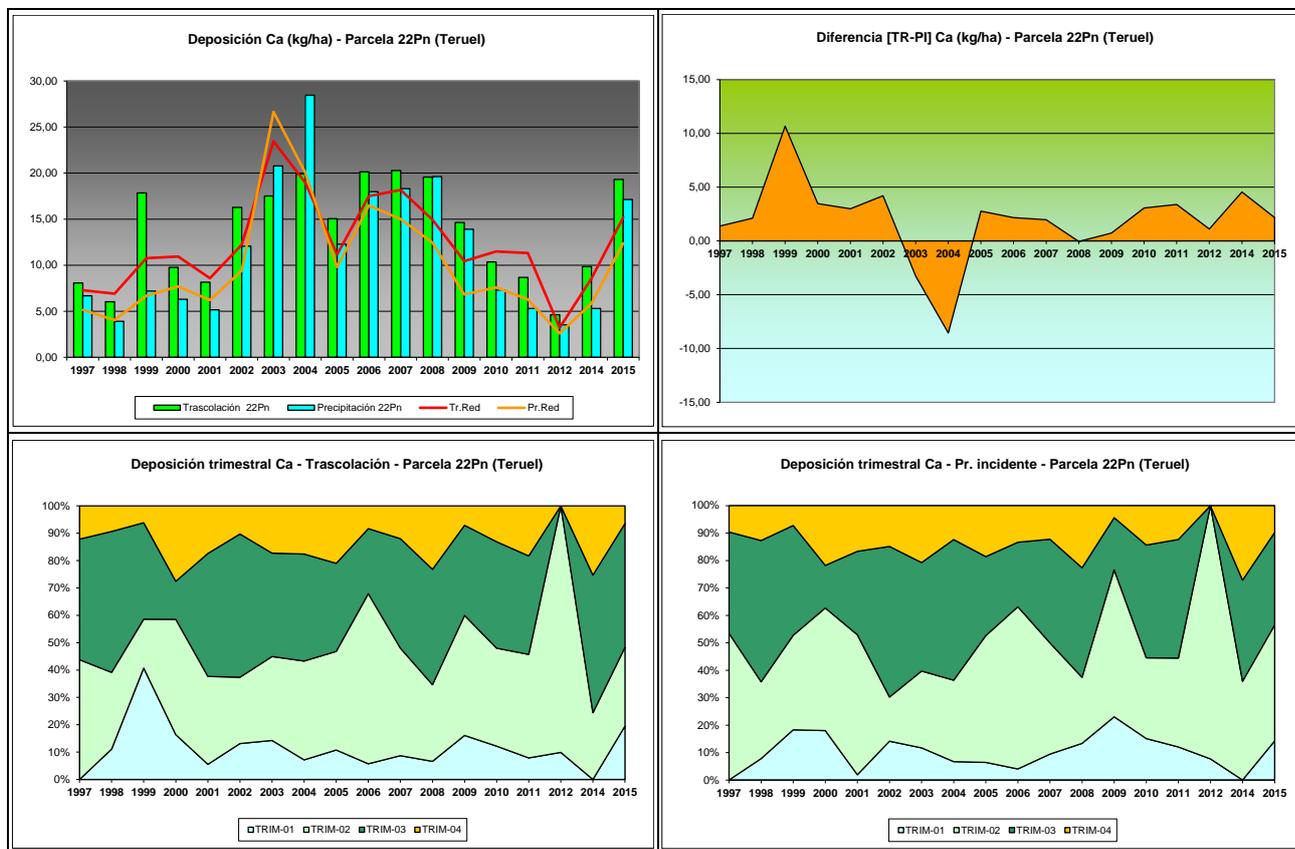


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,67	2,39	355	0,23	0,98	424	1,41	3,66	3,20
1998	1,09	2,75	252	0,40	1,23	306	1,52	4,07	2,78
1999	0,47	1,80	382	0,19	0,88	477	0,92	4,18	2,58
2000	0,48	2,03	428	0,17	0,86	507	1,17	3,46	1,84
2001	0,38	1,02	274	0,15	0,46	334	0,56	2,99	1,45
2002	0,42	1,98	474	0,22	0,98	553	1,00	3,93	1,83
2003	0,33	1,85	567	0,13	0,86	677	1,00	3,97	1,65
2004	0,56	2,02	446	0,43	2,06	529	-0,04	4,03	2,51
2005	0,56	1,66	294	0,17	0,49	368	1,17	2,73	1,01
2006	0,50	1,92	389	0,23	0,97	461	0,96	4,06	1,94
2007	0,44	2,51	566	0,20	1,21	614	1,31	4,56	2,17
2008	0,40	2,25	561	0,20	1,34	673	0,91	3,99	1,87
2009	0,50	2,19	437	0,15	0,80	551	1,39	3,95	1,67
2010	0,32	2,04	629	0,11	0,78	699	1,25	4,42	1,89
2011	0,38	1,53	439	0,08	0,41	497	1,12	3,98	1,27
2012	0,96	1,46	153	0,46	0,81	175	0,65	2,35	1,52
2014	0,41	1,56	383	0,10	0,39	404	1,17	1,90	0,75
2015	0,34	2,32	673	0,19	1,37	719	0,95	3,32	1,84
Media	0,51	1,96	428	0,21	0,94	498	1,02	3,64	1,87

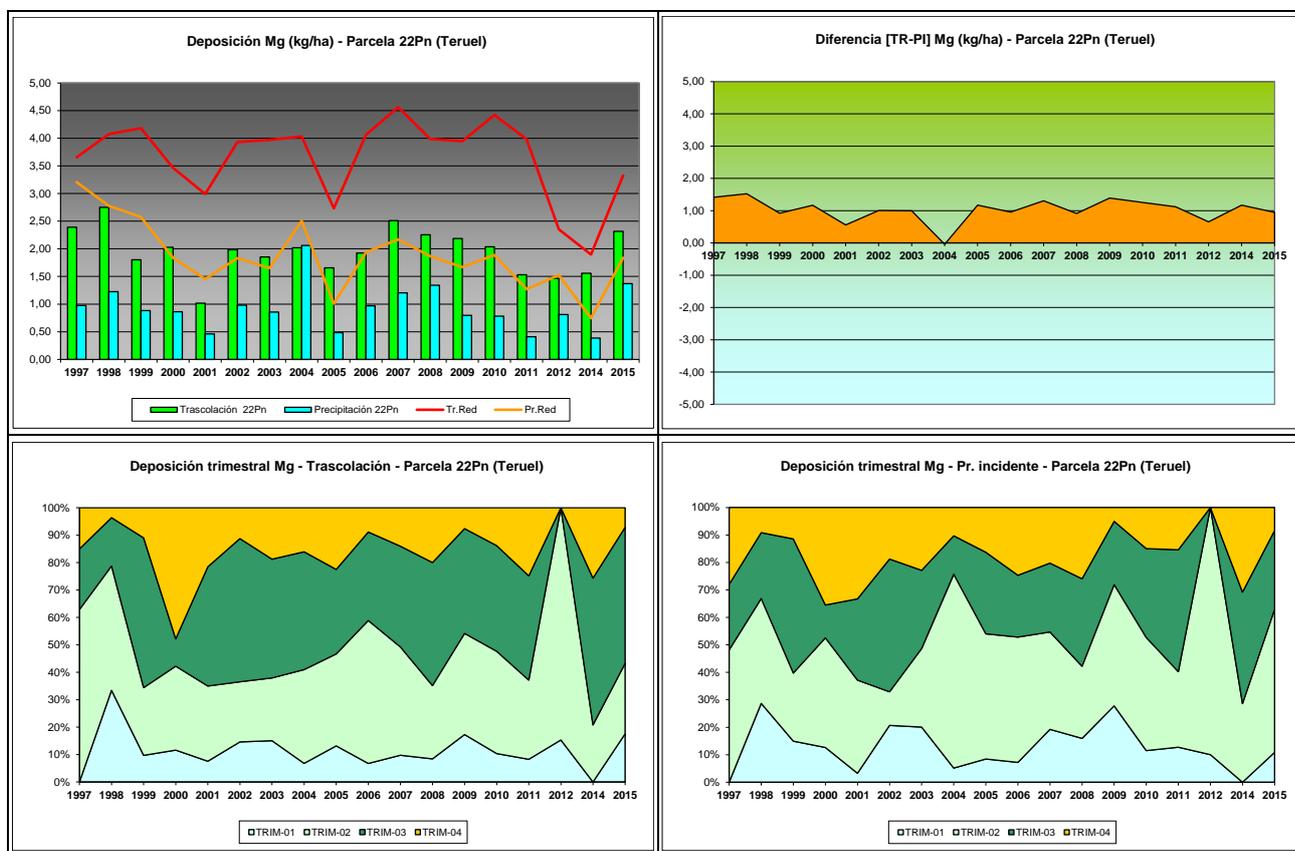


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,30	4,62	355	0,41	1,74	424	2,88	6,07	6,65
1998	1,55	3,90	252	1,24	3,80	306	0,10	11,74	10,50
1999	1,54	5,87	382	1,12	5,36	477	0,51	19,31	13,85
2000	1,01	4,31	428	0,88	4,48	507	-0,17	18,12	13,02
2001	0,81	2,16	274	0,54	1,76	334	0,40	18,38	12,14
2002	2,67	12,64	474	2,30	12,72	553	-0,08	28,50	18,75
2003	0,90	5,06	567	0,74	5,02	677	0,04	22,49	12,86
2004	1,57	5,68	446	1,06	5,06	529	0,62	22,85	13,75
2005	1,12	3,28	294	0,70	2,58	368	0,70	14,42	7,16
2006	1,64	6,29	389	1,49	6,79	461	-0,49	24,17	16,07
2007	0,84	4,74	566	0,61	3,70	614	1,04	23,14	14,21
2008	0,77	4,34	561	0,64	4,30	673	0,04	19,63	11,01
2009	0,83	3,63	437	0,56	3,04	551	0,59	22,09	12,27
2010	0,64	4,05	629	0,40	2,82	699	1,22	24,37	13,76
2011	0,88	3,54	439	0,26	1,24	497	2,30	20,72	5,97
2012	0,70	1,08	153	0,40	0,70	175	0,38	4,35	2,86
2014	0,73	2,79	383	0,52	2,09	404	0,70	6,77	4,55
2015	0,57	3,85	673	0,45	3,25	719	0,60	15,27	11,59
Media	1,12	4,54	428	0,80	3,91	498	0,63	17,91	11,17

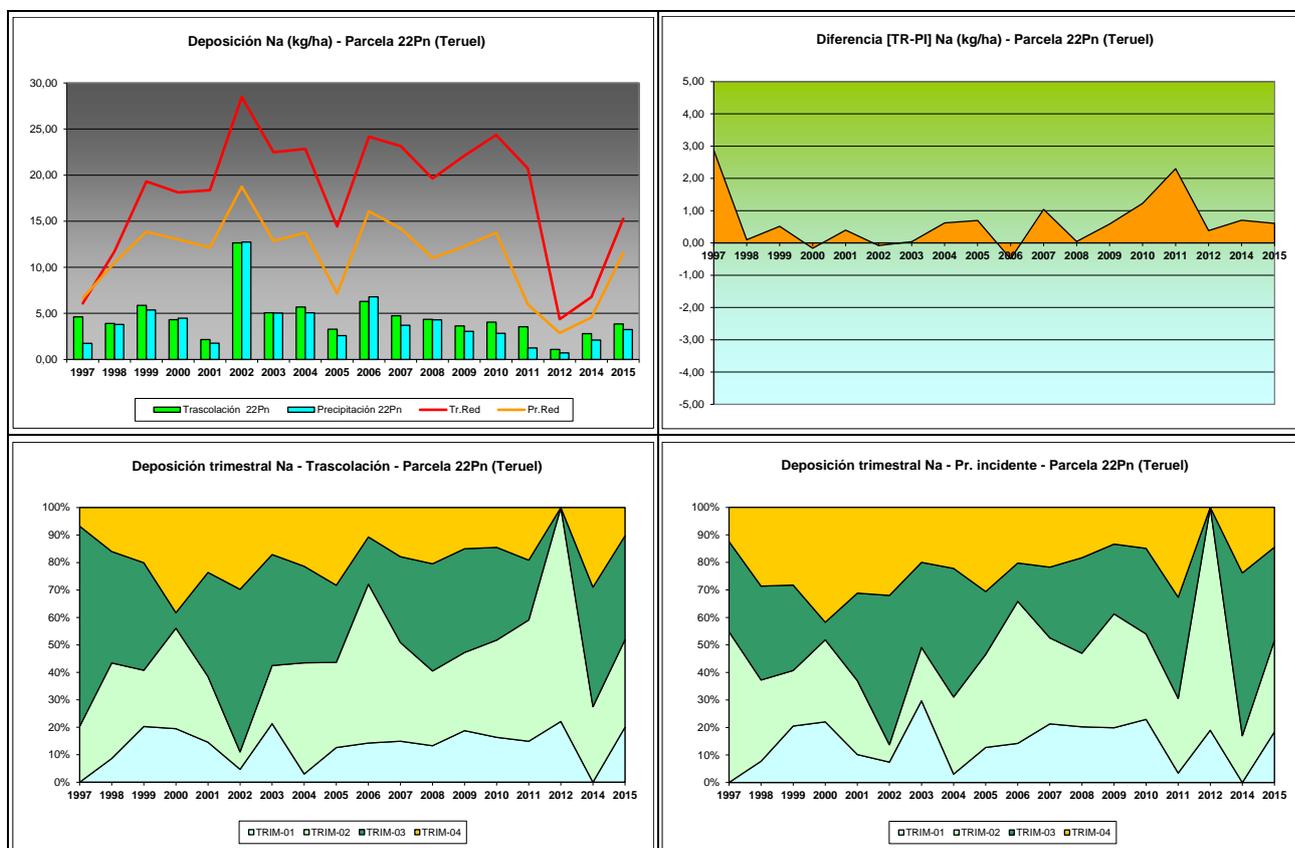


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,37	1,30	355	0,42	1,78	424	-0,48	1,81	8,19
1998	0,31	0,78	252	0,49	1,49	306	-0,72	2,24	8,36
1999	0,64	2,45	382	0,48	2,28	477	0,17	2,71	3,66
2000	0,44	1,88	428	0,35	1,77	507	0,11	2,48	4,26
2001	0,48	1,29	274	0,42	1,38	334	-0,09	1,86	1,82
2002	0,36	1,58	474	0,32	1,79	553	-0,20	2,43	2,91
2003	0,46	2,57	567	0,45	3,00	677	-0,43	3,06	3,10
2004	0,54	2,14	446	0,43	2,30	529	-0,16	4,12	3,23
2005	0,56	1,64	294	0,47	1,73	368	-0,09	2,41	1,80
2006	0,61	2,34	389	0,47	2,15	461	0,20	3,62	3,05
2007	0,39	2,21	566	0,43	2,66	614	-0,45	3,53	3,58
2008	0,26	1,48	561	0,31	2,12	673	-0,64	2,91	2,62
2009	0,45	1,95	437	0,30	1,62	551	0,34	2,73	1,82
2010	0,29	1,83	629	0,25	1,73	699	0,10	3,12	2,09
2011	0,60	2,43	439	0,56	2,69	497	-0,26	4,36	3,15
2012	0,94	1,44	153	0,50	0,87	175	0,57	2,26	2,06
2014	1,32	5,04	383	0,67	2,73	404	2,32	4,16	3,35
2015	0,91	6,10	673	0,67	4,81	719	1,30	5,30	6,04
Media	0,55	2,25	428	0,44	2,16	498	0,09	3,06	3,61

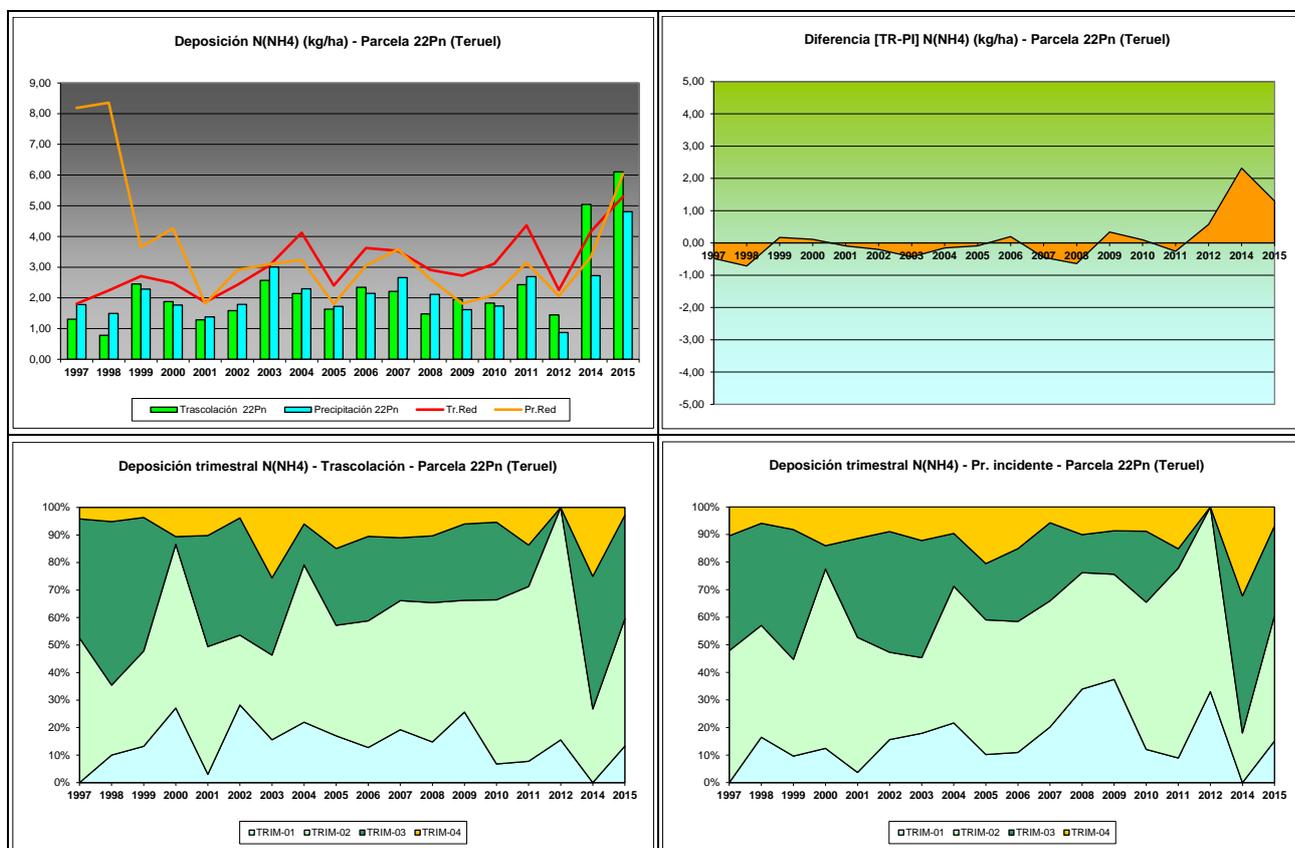


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,78	2,76	355	0,80	3,39	424	-0,63	10,88	10,93
1998	1,84	4,63	252	0,76	2,33	306	2,30	19,88	16,27
1999	2,25	8,60	382	0,87	4,16	477	4,43	36,56	23,56
2000	1,28	5,43	428	0,54	2,72	507	2,71	28,62	15,70
2001	1,71	4,58	274	0,63	2,06	334	2,51	32,37	19,20
2002	3,09	14,66	474	2,96	16,38	553	-1,72	44,79	24,88
2003	2,02	11,32	567	3,07	20,67	677	-9,35	39,97	31,89
2004	3,18	12,82	446	6,82	36,10	529	-23,28	47,45	37,43
2005	4,42	13,01	294	4,66	17,15	368	-4,14	28,61	21,76
2006	4,05	15,64	389	5,97	27,36	461	-11,72	49,90	41,76
2007	2,76	15,60	566	3,38	20,75	614	-5,16	45,78	37,79
2008	3,29	18,44	561	5,18	34,89	673	-16,45	40,90	30,60
2009	2,21	9,64	437	1,86	10,18	551	-0,55	45,08	25,80
2010	1,22	7,70	629	0,72	5,01	699	2,68	41,17	21,32
2011	0,93	3,29	439	0,38	1,58	497	1,71	29,44	13,12
2012	1,82	2,80	153	0,74	1,29	175	1,50	11,34	5,87
2014	1,41	5,39	383	0,52	2,10	404	3,29	5,78	2,90
2015	0,81	5,43	673	0,47	3,39	719	2,03	24,25	15,25
Media	2,17	8,98	428	2,24	11,75	498	-2,77	32,38	22,00

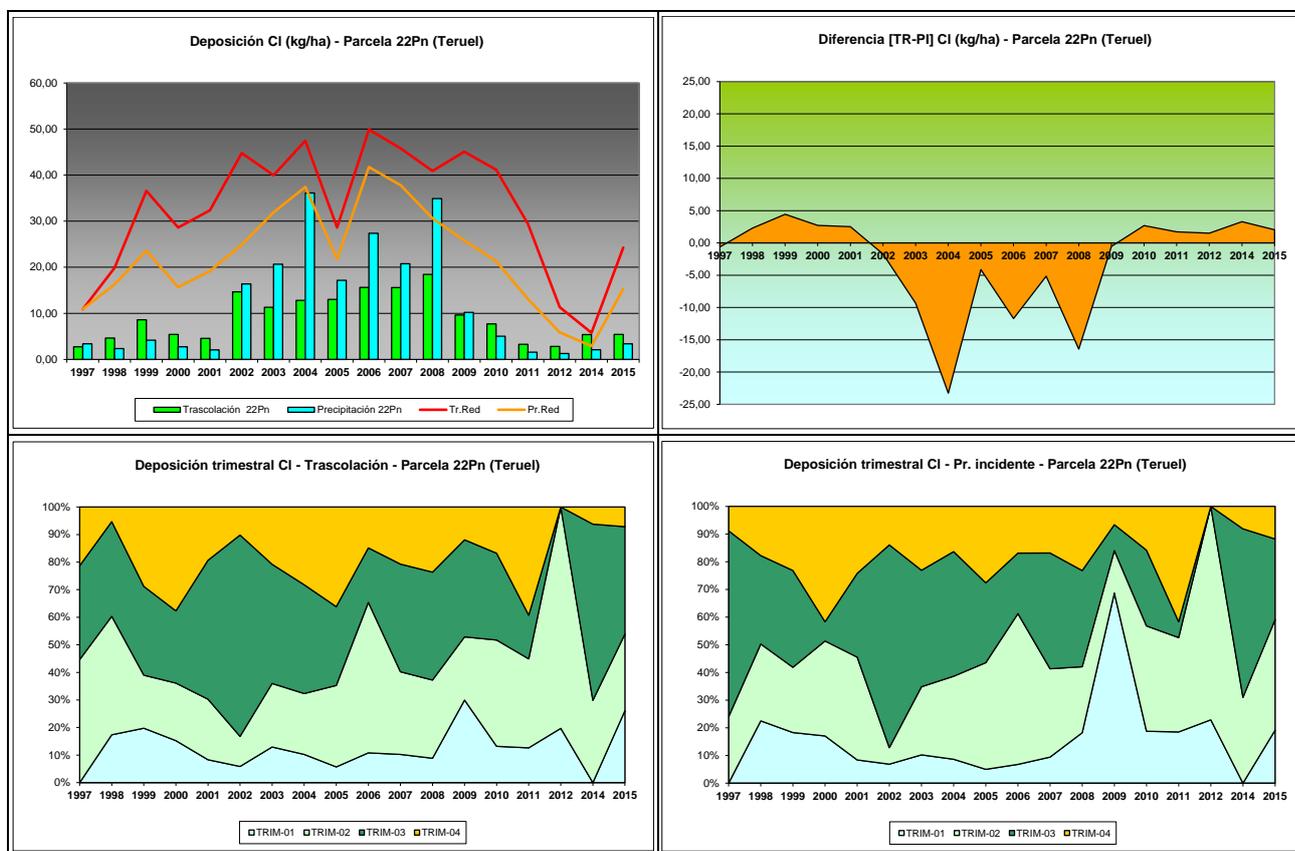


FIG 15: Variación temporal de deposición de CI, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,54	1,92	355	0,39	1,66	424	0,26	2,24	2,13
1998	1,16	2,92	252	0,56	1,72	306	1,20	3,67	2,27
1999	1,39	5,30	382	0,44	2,09	477	3,21	4,43	2,94
2000	0,76	3,22	428	0,27	1,35	507	1,88	3,79	2,38
2001	1,13	3,01	274	0,39	1,11	334	1,90	3,51	2,09
2002	1,05	4,64	474	0,52	2,86	553	1,78	4,15	2,84
2003	0,91	5,11	567	0,45	3,00	677	2,11	5,39	2,74
2004	1,88	7,57	446	0,59	3,14	529	4,43	6,93	3,28
2005	1,66	4,88	294	0,44	1,63	368	3,25	4,31	1,83
2006	1,46	5,62	389	0,58	2,66	461	2,96	5,54	2,75
2007	1,00	5,67	566	0,44	2,72	614	2,95	5,06	2,96
2008	0,58	3,24	561	0,42	2,83	673	0,41	4,72	3,38
2009	1,29	4,97	437	0,34	1,66	551	3,32	3,87	1,87
2010	0,49	1,66	629	0,28	1,94	699	-0,28	1,87	2,37
2011	1,84	6,50	439	0,68	2,83	497	3,66	7,76	4,61
2012	1,65	2,53	153	0,30	0,53	175	2,00	1,65	0,99
2014	0,97	3,72	383	0,30	1,21	404	2,51	2,54	1,43
2015	0,58	3,89	673	0,39	2,83	719	1,06	3,25	2,17
Media	1,13	4,24	428	0,43	2,10	498	2,14	4,15	2,50

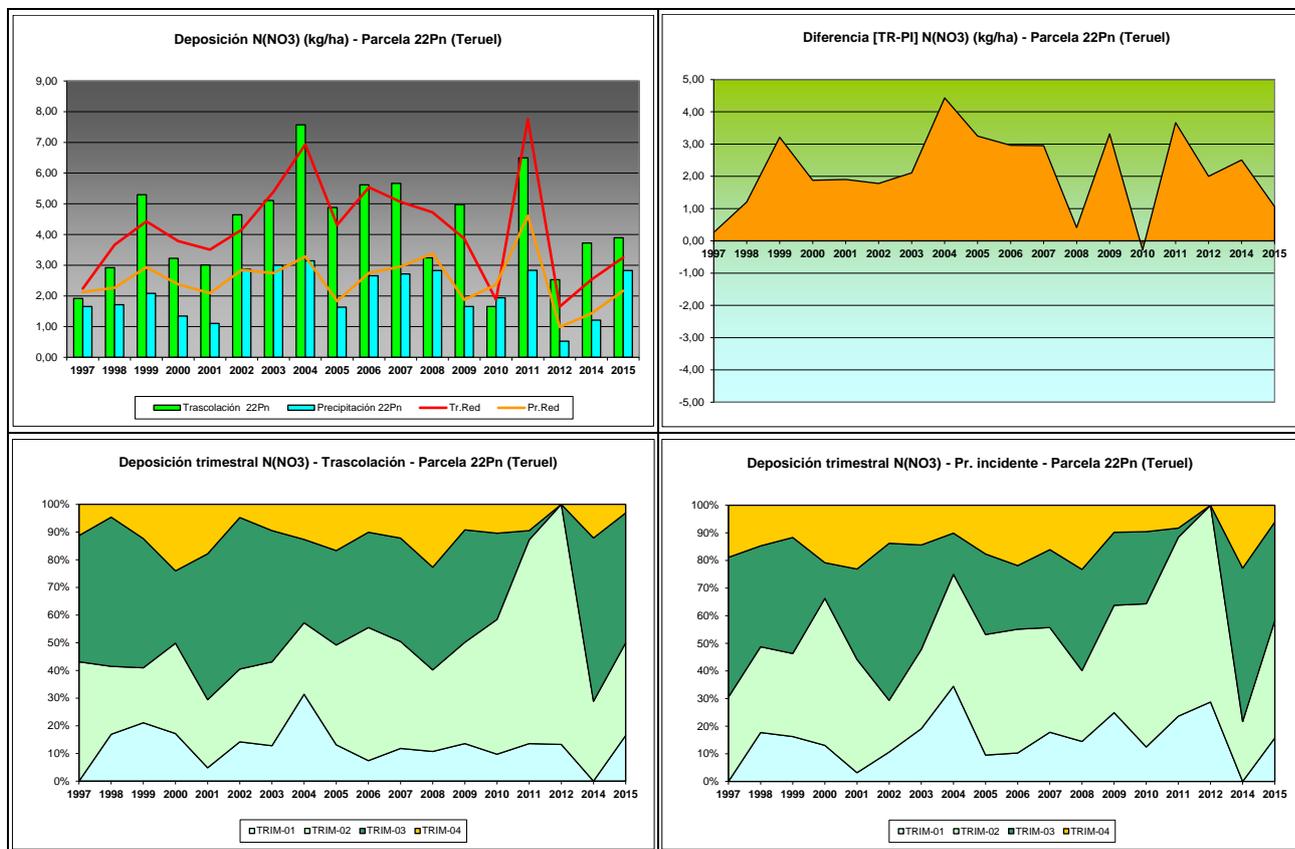


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,79	2,79	355	0,68	2,89	424	-0,10	3,00	3,70
1998	1,15	2,90	252	0,89	2,72	306	0,18	5,81	5,79
1999	1,36	5,21	382	0,75	3,59	477	1,62	7,17	6,35
2000	0,55	2,34	428	0,34	1,74	507	0,60	6,42	4,57
2001	1,23	3,28	274	0,73	2,39	334	0,89	5,68	4,11
2002	1,26	5,95	474	0,97	5,35	553	0,60	7,73	6,07
2003	0,73	4,09	567	0,60	4,06	677	0,02	6,85	4,80
2004	1,52	6,12	446	1,00	5,31	529	0,81	8,72	5,84
2005	1,32	3,89	294	0,69	2,52	368	1,37	4,69	3,12
2006	1,33	5,14	389	0,87	3,96	461	1,18	6,80	4,69
2007	1,01	5,69	566	0,70	4,27	614	1,41	7,24	5,12
2008	0,69	3,86	561	0,34	2,32	673	1,54	4,49	2,61
2009	0,88	3,83	437	0,66	3,60	551	0,23	4,67	3,32
2010	0,31	1,92	629	0,25	1,72	699	0,20	4,27	2,88
2011	0,69	2,43	439	0,51	2,11	497	0,32	5,93	4,57
2012	0,81	1,25	153	0,49	0,85	175	0,39	1,84	1,35
2014	0,43	1,63	383	0,35	1,43	404	0,20	2,14	2,00
2015	0,39	2,62	673	0,34	2,43	719	0,19	3,56	2,95
Media	0,91	3,61	428	0,62	2,96	498	0,65	5,39	4,10

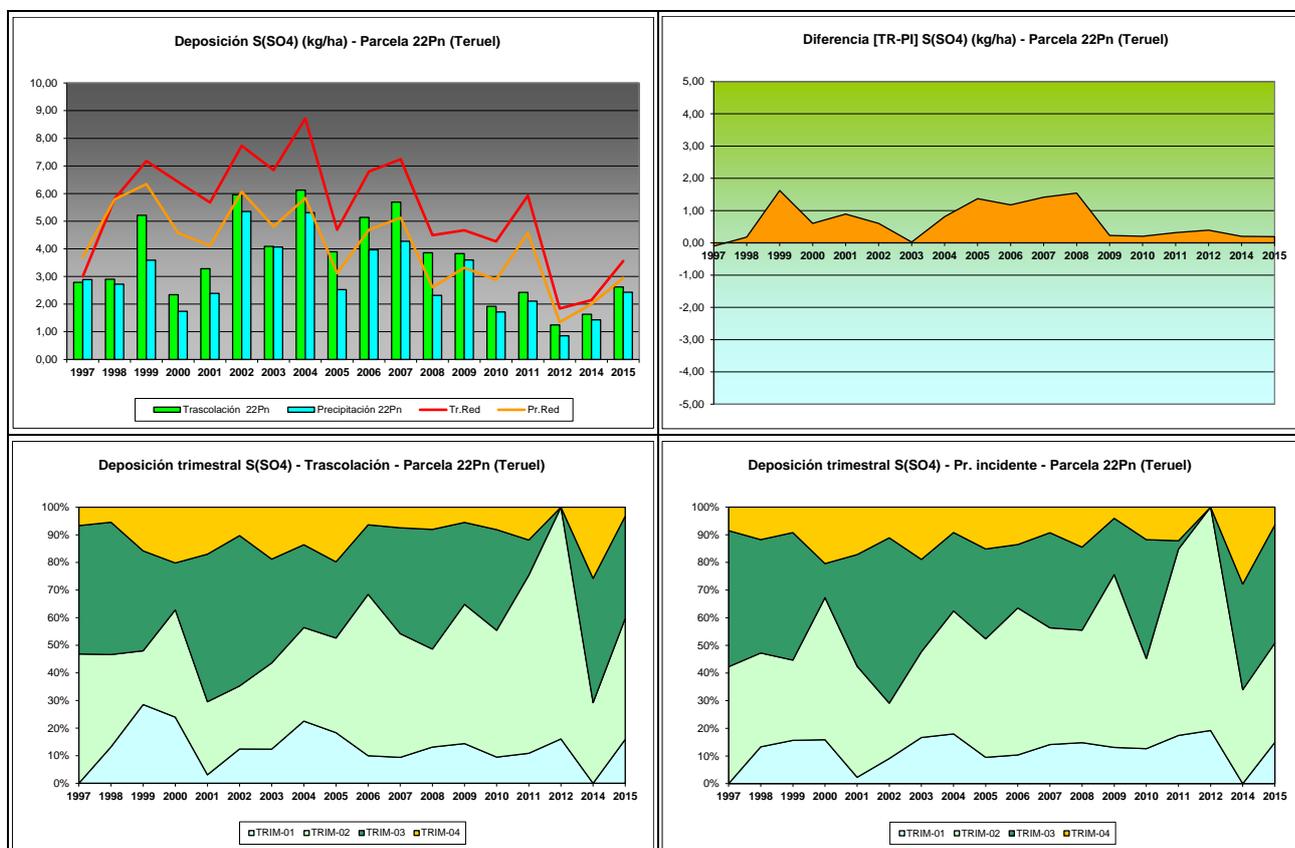


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 22Pn, cabe destacar:

Se observan valores de **pH** ligeramente superiores a la media de la red, y una mayor acidez en la deposición bajo cubierta que a campo abierto. La presencia de valores próximos a lo que podría considerarse lluvia ácida es inferior a la de otras parcelas, advirtiéndose de forma salpicada en 1998 y 2012 y sin apenas representación en los últimos años, fuera del máximo local observado en 2012. El valor de la intercepción bajo cubierta arbórea es relativamente bajo y se sitúa en torno a valores del 15%. Al contrario que en otras parcelas, a lo largo del último año se ha obtenido una mayor precipitación, en torno a los 700 mm, siendo 2015 de hecho el año de mayor lluvia de la serie histórica, lo que incidirá en las distintas tasas de deposición obtenidas.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores generalmente por debajo del resto de la Red a lo largo de la serie de años junto con mayores valores en la serie de trascolación debido a la incidencia del depósito sobre la cubierta arbórea, junto con una tendencia decreciente de la serie de datos desde los máximos de 2004. La mayor dilución de los aportes durante el último año, debido a una mayor precipitación, ha disminuido el valor del parámetro, que en torno a 10-20 $\mu\text{S}/\text{cm}$ registra los mínimos de la serie histórica en el último año de evaluación.

En cuanto al **potasio**, presenta también en general valores por debajo de la media nacional, obteniéndose los mayores valores en 1998, 2002 y 2008, momento a partir del cual las tasas de deposición van disminuyendo si bien se advierte un cierto incremento a lo largo del último año, teniendo en cuenta que los resultados correspondientes a 2012-2014 corresponden a años incompletos. Los depósitos bajo cubierta arbórea son, en todas las ocasiones, superiores a los obtenidos a campo abierto, lo que indicaría el papel jugado por la deposición seca.

El **calcio** presenta las mayores tasas en torno al bienio 2003-2004, con mayores depósitos a campo abierto, alcanzándose en el último año tasas comparativamente elevadas, superándose los 15 kg/ha, en niveles propios de cinco años atrás, y por encima del valor medio de la red, sin que se adviertan grandes diferencias entre las deposiciones bajo cubierta y a campo abierto.

Por lo que respecta al **magnesio**, elemento también terrígeno, las tasas obtenidas han sido en general bajas, en el entorno de los 2 kg/ha y siempre por debajo de los valores medios de la red, y al igual que en el soluto anterior, con un cierto incremento con respecto a la anterior evaluación. Como en otros contaminantes analizados, los depósitos bajo cubierta son superiores a los obtenidos a campo abierto.

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 2002, sin demasiadas variaciones entre trascolación y precipitación a campo abierto, fuera de una mayor tendencia a la concentración bajo cubierta.

El **amonio**, contaminante ligado a la actividad agrícola y ganadera, ha venido presentando tasas comparativamente bajas y por lo normal inferiores a la media de la red, tendencia que se rompe en los dos últimos años en que se registran depósitos superiores a la media de la red y claramente superiores a los obtenidos a lo largo de la serie histórica, atenuándose las diferencias entre los dos tipos de aporte quizá debido a la mayor precipitación durante el último año, que ha reducido las diferencias entre trascolación bajo cubierta y a campo abierto.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, las mayores tasas se han registrado en 2004-2008, generalmente por debajo de la media de la red, para ir reduciéndose paulatinamente a partir de entonces y registrar un ligero repunte en el último bienio. Por regla general se han obtenido mayores tasas a campo abierto que bajo la cubierta arbórea.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general inferiores a la media de la Red, excepto en la trascolación de los años 1999, 2002, 2004, 2007, 2009, 2012 y 2014 en que se ha superado ese valor, que ha resultado ser siempre superior a las tasas obtenidas a campo abierto, posiblemente relacionado con los efectos de la deposición seca. A lo largo de los dos últimos años se ha advertido un incremento sostenido de este depósito, que llega a superar el valor medio de la red.

Por último, y en referencia a los **sulfatos**, se registran niveles comparativamente bajos, inferiores a la media de la red, con un mayor incremento en el periodo 2002-2007 y una estabilización a partir de 2010 en torno a valores de 2 kg/ha, umbral que se supera durante el último año. Al igual que en el caso anterior, las mayores deposiciones se han dado en la trascolación bajo cubierta, pero con escasas diferencias entre ambas posiblemente debido a una mayor lluvia.

En cuanto al reparto estacional de la deposición, los mayores aportes se han producido en primavera y verano; posiblemente ligados al reparto de la precipitación de la estación.

6. Calidad del aire. Inmisión.

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

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

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

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

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

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

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

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

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)
2000	1,72	1,12	1,52	39,65	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	1,76	1,01	1,62	44,81	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	0,78	0,25	1,24	36,14	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	0,83	0,29	1,88	33,60	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	1,38	0,34	1,59	28,64	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	1,26	0,33	0,73	31,42	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	0,93	0,49	0,96	31,13	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	0,86	0,69	0,57	31,68	0,82	1,32	0,93	27,18
2009	1,14	1,09	1,03	42,43	1,06	2,89	1,30	36,30
2010	1,05	1,06	0,68	40,62	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	1,15				1,50		0,48	
2012	1,79	1,19	0,48	44,75	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	0,87	1,48	0,87	34,79	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	0,97	1,34	0,97	30,31	1,32	3,73	1,24	26,27
Media	1,18	0,82	1,09	36,15	1,49	2,25	1,52	31,66

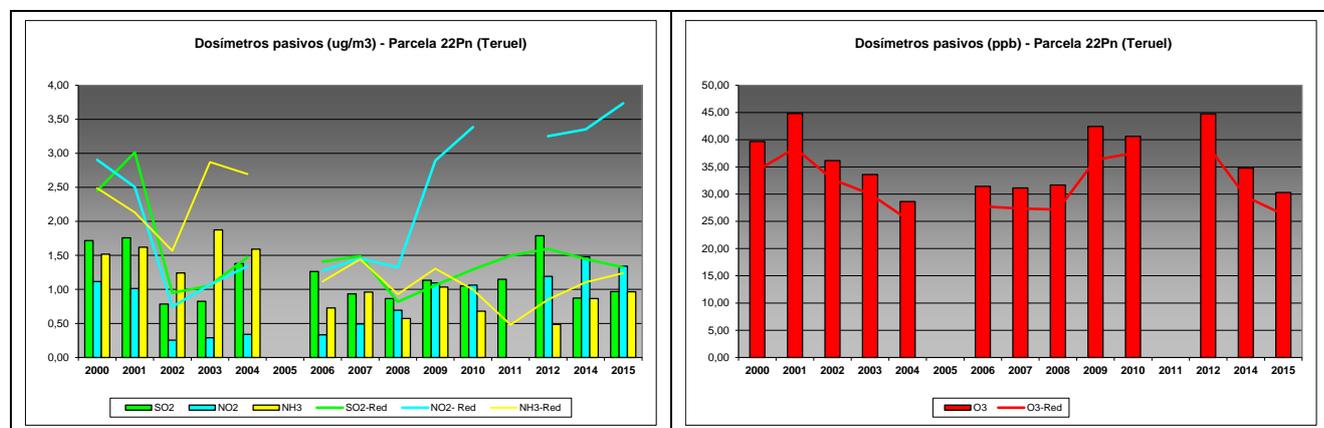


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, los valores de inmisión en la parcela 22Pn son en general inferiores a los habidos en el conjunto de la Red, destacando la reducción obtenida en las tasas de amoníaco a las que ha seguido un incremento en los óxidos de nitrógeno y el repunte de dióxido de azufre en 2012. Por lo que respecta al ozono se advierte también una reducción respecto al pico de 2012, sin que se hayan obtenido resultados superiores a los umbrales de protección antedichos, fuera de una posible afección a líquenes por amoníaco, en lo que se configura casi como una tendencia.

7. Análisis foliar.

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

7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

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

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1995-1996	22 Pn	Teruel	33,00	10,78	1,03	0,96	4,08	1,88	4,62	
	27 Pn	Jaén	33,00	9,89	0,85	1,23	2,70	1,48	8,30	
	42 Pn	Cuenca	31,00	9,40	0,65	1,10	2,35	2,08	6,33	
	<i>P.nigra</i>	Red	32,33	10,02	0,84	1,10	3,04	1,81	6,42	
1997-1998	22 Pn	Teruel								
	27 Pn	Jaén								
	42 Pn	Cuenca								
	<i>P.nigra</i>	Red								
1999-2000	22 Pn	Teruel	27,00	11,24	0,87	0,88	2,97	1,44	4,37	
	27 Pn	Jaén	26,00	12,17	0,85	1,15	3,07	1,20	6,71	
	42 Pn	Cuenca	32,00	9,35	0,69	0,94	1,92	1,53	3,80	
	<i>P.nigra</i>	Red	28,33	10,92	0,80	0,99	2,65	1,39	4,96	
2001-2002	22 Pn	Teruel	26,00	9,66	0,91	0,88	2,54	1,46	3,90	
	27 Pn	Jaén	34,00	10,57	0,84	1,16	2,79	1,13	6,88	
	42 Pn	Cuenca	33,00	9,20	0,74	1,09	2,11	2,01	3,98	
	<i>P.nigra</i>	Red	31,00	9,81	0,83	1,04	2,48	1,53	4,92	
2003-2004	22 Pn	Teruel	41,00	11,57	0,92	1,08	1,88	1,40	4,78	
	27 Pn	Jaén	43,00	10,87	0,82	1,21	2,15	1,24	5,53	
	42 Pn	Cuenca	47,00	9,87	0,76	0,99	1,56	1,72	4,10	
	<i>P.nigra</i>	Red	43,67	10,77	0,83	1,09	1,86	1,45	4,80	
2005-2006	22 Pn	Teruel	28,00	9,60	0,96	0,85	2,82	1,37	4,65	
	27 Pn	Jaén	31,00	10,90	0,97	1,16	3,40	1,35	6,47	
	42 Pn	Cuenca	33,50	7,63	0,74	0,89	2,54	1,75	4,29	
	<i>P.nigra</i>	Red	30,83	9,37	0,89	0,97	2,92	1,49	5,14	
2007-2008	22 Pn	Teruel	31,50	10,59	0,91	0,71	3,10	1,19	3,79	
	27 Pn	Jaén	52,00	11,10	0,96	1,06	4,56	1,56	5,98	
	42 Pn	Cuenca	30,50	8,41	0,82	0,83	3,19	1,82	3,61	
	<i>P.nigra</i>	Red	38,00	10,03	0,90	0,86	3,62	1,52	4,46	
2009-2010	22 Pn	Teruel	44,00	10,39	1,27	1,00	5,35	1,85	5,62	
	<i>P.nigra</i>	Red	44,00	10,39	1,27	1,00	5,35	1,85	5,62	
2011-2012	22 Pn	Teruel	37,59	10,28	1,08	0,85	4,04	1,50	4,43	
	<i>P.nigra</i>	Red	37,59	10,28	1,08	0,85	4,04	1,50	4,43	
2013-2014	22 Pn	Teruel	43,18	11,23	0,91	0,77	4,18	1,63	3,48	54,12
	<i>P.nigra</i>	Red	43,18	11,23	0,91	0,77	4,18	1,63	3,48	54,12

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
2015-2016	22 Pn	Teruel	47,47	12,70	0,99	0,99	4,36	1,44	5,05	54,01
	P.nigra	Red	47,47	12,70	0,99	0,99	4,36	1,44	5,05	54,01

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 0,906 mg/g, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por lluvia ácida. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica.

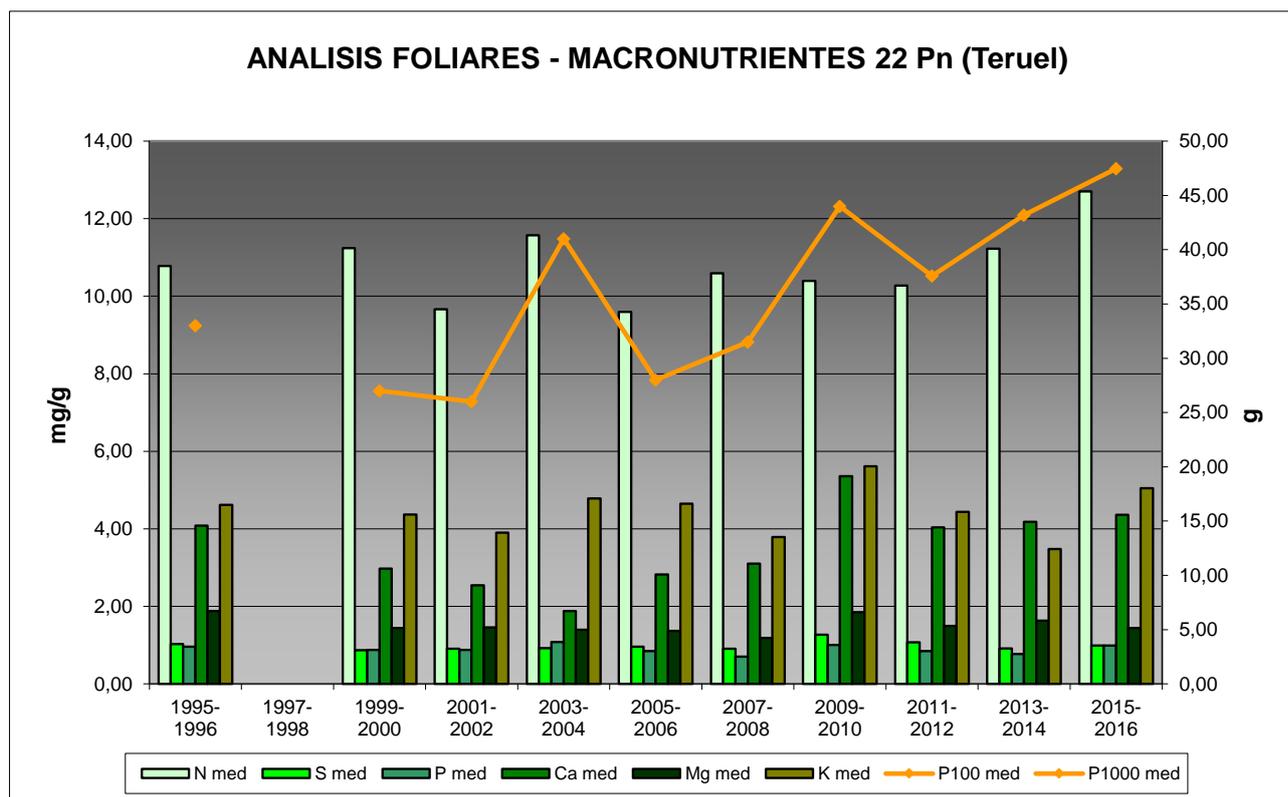


FIG. 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

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

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
1995-1996	22 Pn	Teruel		37,00	417,00	114,00	
	27 Pn	Jaén		38,00	269,00	62,00	
	42 Pn	Cuenca		25,00	60,00	47,00	
	P.nigra	Red		33,33	248,67	74,33	
1997-1998	22 Pn	Teruel					
	27 Pn	Jaén					
	42 Pn	Cuenca					
	P.nigra	Red					

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
2013-2014	22 Pn	Teruel		36,89	173,94	96,18	2,50
	<i>P.nigra</i>	Red		36,89	173,94	96,18	2,50
2015-2016	22 Pn	Teruel		34,51	151,80	92,05	3,27
	<i>P.nigra</i>	Red		34,51	151,80	92,05	3,27

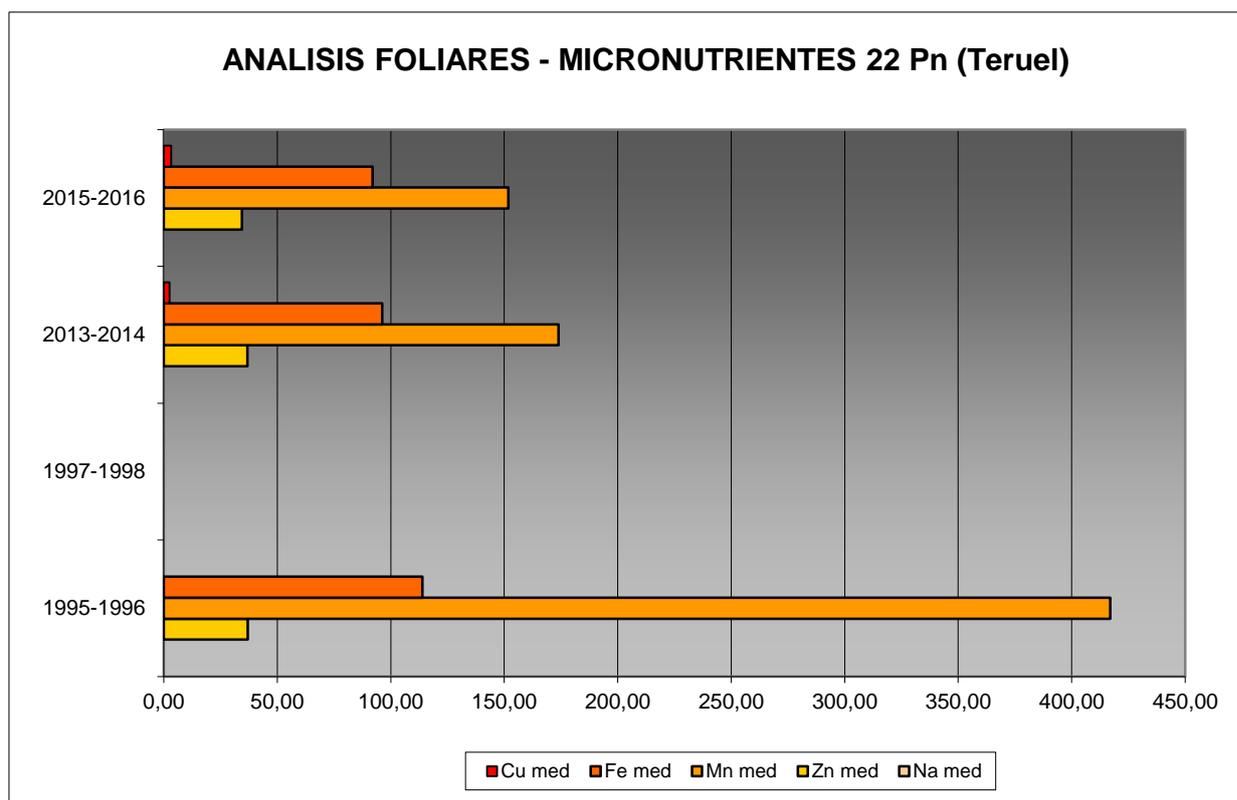


FIG 20: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 22Pn se realizó un análisis foliar en 1995-1996 y el siguiente no se realizó hasta 1999-2000.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 22Pn podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino laricio como especie dominante:

El **peso** medio de la muestra analizada muestra 2 periodos con pesos bajos, el primero desde 1999 a 2002 y el segundo desde 2005 a 2008 los cuales podrían estar asociados con periodos de sequía. Desde 2005

parece que la masa se está recuperando, experimentando un crecimiento sostenido hasta el máximo local de la presente campaña.

Respecto a los **macronutrientes**; se han obtenido valores bastante homogéneos para el **nitrógeno** en las acículas de la parcela y para la especie, oscilan entre 9,6 mg/g y 12,7 mg/g. La presencia de **azufre** en la masa se sitúa por encima de los valores medios de la especie, alcanzando el valor máximo en 2009 con 1,27 g/mg y un ligero repunte con respecto a la campaña anterior, superándose si bien de forma casi testimonial, el valor de referencia de la especie situado en 0,906 mg/g y que indicaría una cierta incidencia de la contaminación por lluvia ácida sobre el arbolado. Los contenidos en **fósforo, calcio y potasio** presentan un comportamiento muy similar, con un ligero incremento en la última campaña, mientras que el **magnesio** se reduce ligeramente; destacando en todos ellos la campaña 2009-2010 en que se han obtenido los máximos de la serie histórica. En cuanto al contenido en **carbono**, medido por primera vez en la campaña anterior, se sitúa muy estable en torno a valores del 54%.

Los **micronutrientes** sólo se han analizado en los muestreos de 1995-1996, 1997-1998 y 2013-2014 y no siempre se han evaluado todos ellos: sodio no se ha medido en ninguno, cobre sólo en el muestreo de 2013-2014 y zinc, manganeso y hierro en 1995-1996 y 2013-2014. Esta situación conlleva que no se pueda abordar la valoración de la evolución temporal de los nutrientes en acículas. Lo que si podemos confirmar es un descenso en el contenido de zinc, manganeso y hierro, y ligero incremento del cobre con respecto a la campaña precedente.

8. Desfronde.

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

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

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

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	1.430	53,18	9,87	0,69	0,43	5,54	1,29	2,60
	Ramillas	180	52,44	8,89	0,49	0,19	12,88	0,77	0,69
	Otras	760	52,11	10,03	0,67	0,35	7,67	0,52	0,99
2006	Hojas	1.407	53,94	5,77	0,69	0,34	4,35	1,16	2,41
	Ramillas	301	53,33	4,25	0,66	0,22	8,43	0,54	1,06
	Otras	474	52,35	6,67	0,81	0,34	5,61	0,45	0,92
2007	Hojas	1.820	54,78	6,95	0,88	0,58	5,68	1,74	2,16
	Ramillas	55	54,34	5,04	0,76	0,17	9,94	2,01	0,57
	Otras	770	53,08	7,76	0,98	0,71	4,94	1,57	0,96
2008	Hojas	2.520	54,47	5,53	0,81	0,42	6,94	1,32	2,42
	Ramillas	258	54,15	4,37	0,64	0,21	12,74	0,69	0,64
	Otras	980	51,15	7,00	0,87	0,39	6,27	0,55	1,15
2009	Hojas	2.640	54,52	5,69	1,19	0,40	6,16	1,15	2,45
	Ramillas	350	53,92	3,58	1,16	0,18	10,06	0,48	0,77
	Otras	1.130	53,17	6,90	1,44	0,40	5,69	0,60	1,38

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2010	Hojas	1.610	55,47	6,01	0,78	0,39	6,45	1,12	2,27
	Ramillas	10							
	Otras	990	53,59	7,04	0,77	0,37	5,02	0,52	1,11
2011	Hojas	2.010	54,67	5,80	0,89	0,39	5,77	1,74	2,17
	Ramillas	418	53,54	4,93	0,75	0,21	8,84	2,95	0,68
	Otras	827	52,50	7,55	0,91	0,37	5,09	1,58	1,01
2012	Hojas	763	54,69	6,21	0,96	0,42	6,27	1,21	2,24
	Ramillas	198	53,64	4,49	0,85	0,16	9,92	1,74	0,56
	Otras	555	53,25	6,71	1,09	0,34	5,33	0,88	1,14
2014	Hojas	1.877	54,35	5,92	0,74	0,31	6,08	1,43	2,35
	Ramillas	148							
	Otras	1.174							
2015	Hojas	1.811	55,06	5,71	0,67	0,33	6,12	1,39	2,25
	Ramillas	126							
	Otras	681	50,88	6,51	0,69	0,44	7,49	0,61	0,95
Media	Hojas	1.789	54,51	6,35	0,83	0,40	5,94	1,36	2,33
	Ramillas	204	53,62	5,08	0,76	0,19	10,40	1,31	0,71
	Otras	834	52,45	7,35	0,91	0,41	5,90	0,81	1,07

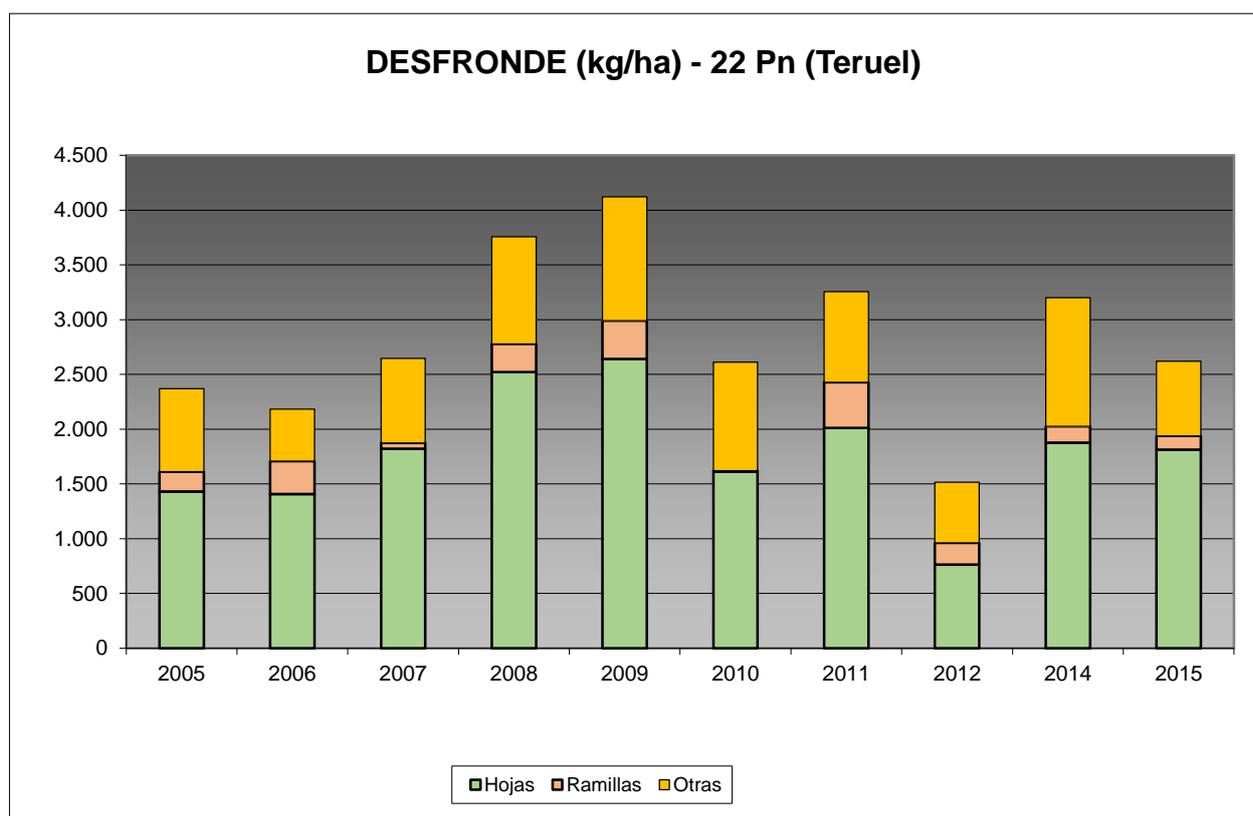


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.000kg/ha, con una ligera reducción en la última campaña, debido sobre todo a la disminución de la fracción correspondiente a líquenes, frutos y otros elementos; la aportación de las ramillas es menor, siempre teniendo en cuenta que

hace referencia a las ramillas con diámetro inferior a 2 cm; y que los contenidos en carbono de estos aportes se sitúan en torno al 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 22Pn, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

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

Año	Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población					Floración ≥ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
1999	31/05/99	02/08/99	63	150	890					
2000	02/06/00	14/07/00	42	153	941					
2001	16/05/01	27/06/01	42	135	559					
2002	15/05/02	31/07/02	77	134	732					
2003	22/05/03	05/06/03	14	141	711					
2004	03/06/04	30/06/04	27	154	856					
2005	30/06/05	11/08/05	42	180	1387	16/06/05	30/06/05	14	166	1117
2006	13/07/06	27/07/06	14	193	1636	13/06/06	29/06/06	16	163	1087
2007	31/05/07	09/08/07	70	150	910	14/06/07	26/07/07	42	164	1098
2008	19/06/08	20/08/08	62	170	1105	03/07/08	14/07/08	11	184	1362
2009	24/06/09	02/09/09	70	174	1243	11/06/09	24/06/09	13	161	990

Año	Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población					Floración \geq 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°C día)
2010	27/05/10	17/06/10	21	146	599	01/07/10	14/07/10	13	181	1077
2011	26/05/11	30/06/11	35	145	875	30/06/11	28/07/11	28	180	1389
2012	30/05/12	28/06/12	29	150		28/06/12	25/07/12	27	179	
2014	26/05/14	23/06/14	28	145	913	26/05/14	23/06/14	28	145	913
2015	23/05/15	26/06/15	34	142	819	26/06/15	28/07/15	32	176	1282
Media			42	154	945			22	170	1146

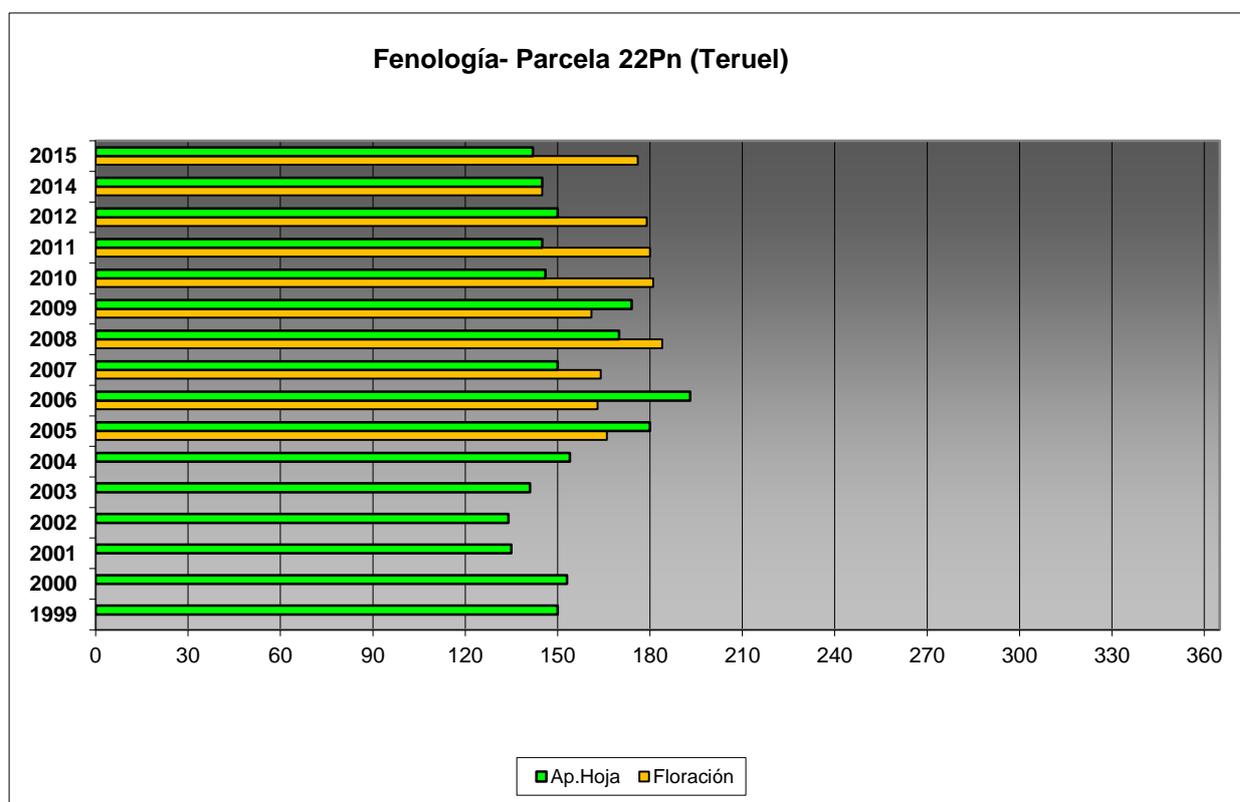


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, la salida de la hoja tiende a producirse a lo largo del mes de mayo, mientras que la floración ha sido más errática, y ha podido observarse en los meses de mayo y junio.



FIG 23: Aparición primeras acículas (mayo). Formación flores (mayo)

10. Cintas diamétricas.

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

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

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

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
2006	0,03	0,11	0,03	-0,10
2007	0,06	0,19	0,06	0,01
2008	0,07	0,24	0,07	0,07
2009	0,12	0,42	0,12	-0,38
2010	0,17	0,61	0,17	0,42
2011	0,25	0,86	0,25	0,58
2012	0,12	0,42	0,12	0,00
2014	0,14	0,45	0,14	0,44
2015	0,16	0,51	0,16	0,42
Media	0,15	0,50	0,15	0,30

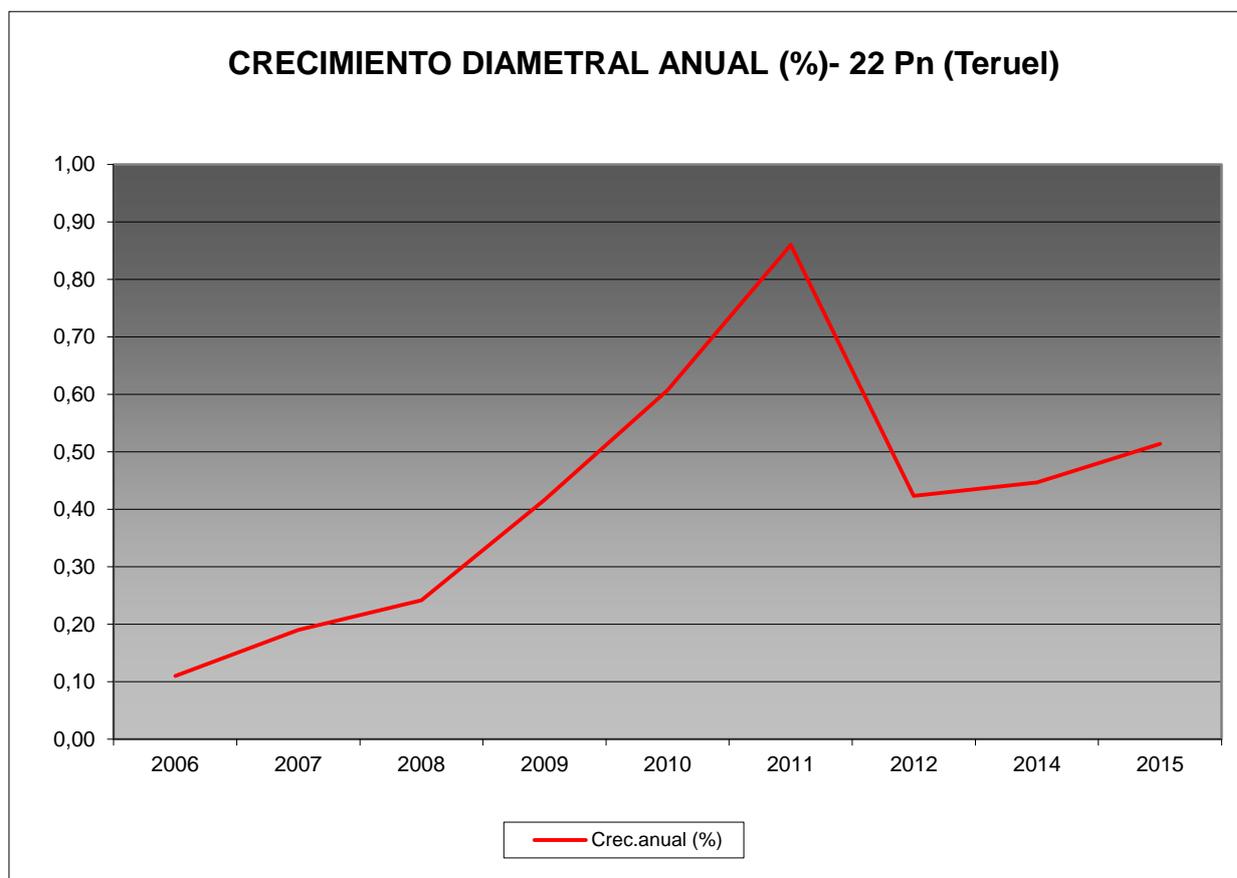


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, excepción hecha del primer año de evaluación, entre el 0,20% de 2007 y el 0,86% de 2011, situándose por regla general en valores próximos al 0,40% anual y un aumento ligero pero sostenido desde el mínimo de 2012.

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 mayo-julio.

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

Año	Prec	T med	T MAX	T MIN	T max	T min	Rad med	HR med	V viento med	V viento max
	(mm)	(°C)					(W/m ²)	(%)	(m/s)	
1997	424	4,6	17,2	-5,3	8,6	1,3	68,3	73,1	1,3	19,7
1998	306	9,5	31,7	-7,6	15,5	4,8	188,1	67,8	1,3	25,7

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)	
1999	477	9,2	33,0	-12,0	15,1	4,5	188,6	71,6	1,4	22,0
2000	507	9,4	30,3	-19,6	15,6	3,7	191,7	61,6	1,3	22,3
2001	334	6,1	31,8	-16,5	10,4	2,2	192,2	62,2	1,8	21,2
2002	553	9,2	29,7	-5,0	14,7	4,8	179,1	64,0	1,6	20,1
2003	677	9,2	29,7	-5,0	14,7	4,8	179,1	64,0	1,6	20,1
2004	529	6,9	29,3	-10,4	12,4	2,6	160,0	63,2	1,4	21,4
2005	368									
2006	461	11,0	31,8	-7,5	16,9	6,0	150,3	59,6	1,3	22,7
2007	614	9,3	33,4	-7,9	15,1	4,5		61,2	1,5	
2008	673	8,9	29,7	-7,7	14,5	4,4	136,3	65,0	1,4	20,8
2009	551	10,0	32,7	-11,7	15,9	5,1	147,1	59,7	1,4	25,0
2010	699	9,0	31,9	-10,7	14,6	4,4		64,6	1,5	20,5
2011	497	10,1	31,3	-13,4	15,8	3,4	171,1	61,4	1,4	20,5
2012	175	18,5	34,2	1,8	25,8	12,0	239,5	50,7	1,5	16,3
2014	404	10,0	31,0	-7,7	15,9	5,2	141,9	63,6	1,4	22,3
2015	719	10,2	33,3	-10,1	16,0	5,3	142,6	61,9	1,3	20,5
Media	498	9,84	31	-9,39	15,60	4,88	165,05	63,25	1,43	21,32

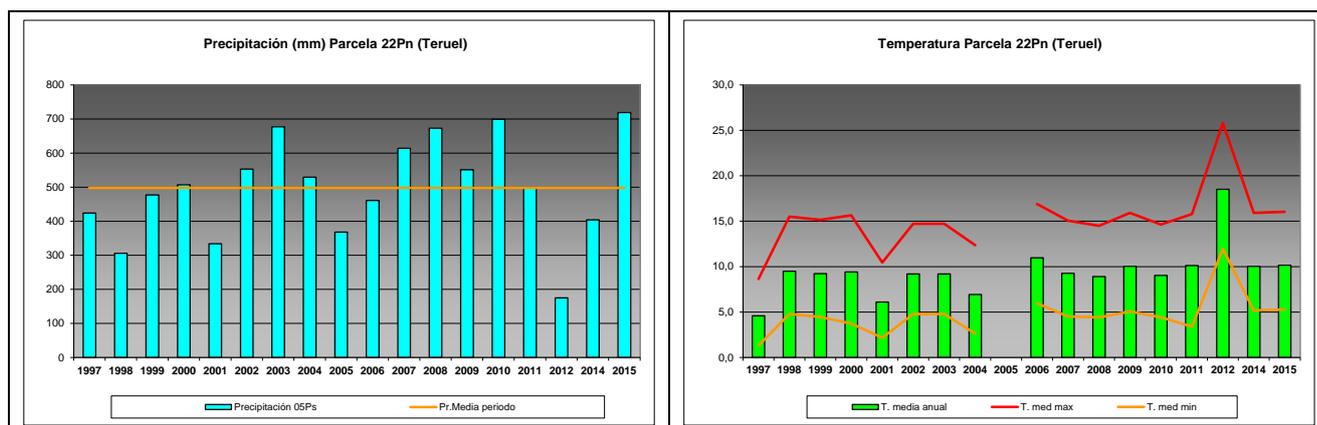


FIG 25: Principales variables meteorológicas.