

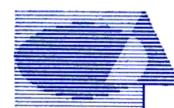


**RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y
CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES**

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2019**

PARCELA 22 Pn (TERUEL)

**20
19**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

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

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	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	29
5.6. Sodio	30
5.7. Amonio	31
5.8. Cloro	32
5.9. Nitratos	34
5.10. Sulfatos	35
5.11. Interpretación de resultados.....	36
6. Calidad del aire. Inmisión	38
7. Análisis foliar	39
7.1. Macronutrientes	39
7.2. Micronutrientes	41
7.3. Interpretación de resultados.....	42
8. Desfronde	43
9. Fenología	45
10. Cintas diamétricas	47
11. Meteorología.....	48
12. Índice de Área Foliar	50

INDICE DE TABLAS

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

TABLA 21: Inmisión atmosférica

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

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

TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 25: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 26: Valor medio dendrómetros

TABLA 27: Valores medios meteorológicos

TABLA 28: Parámetros de estrés meteorológico

TABLA 29: Índices de Área Foliar

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela

FIG 2: Climodiagrama de la parcela

FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela

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

FIG 5: Tipos de defoliación

FIG 6: Daños forestales

FIG 7: Instrumentación

FIG 8: Variación temporal de pH

FIG 9: Variación temporal de conductividad

FIG 10: Variación temporal de potasio

FIG 11: Variación temporal de calcio

FIG 12: Variación temporal de magnesio

FIG 13: Variación temporal de sodio

FIG 14: Variación temporal de amonio

FIG 15: Variación temporal de cloro

FIG 16: Variación temporal de nitratos

FIG 17: Variación temporal de sulfatos

FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 19: Evolución de macronutrientes

FIG 20: Evolución de micronutrientes

FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 22: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 23: Fases fenológicas

FIG 24: Crecimiento diametral anual

FIG 25: Principales variables meteorológicas

FIG 26: Índices de Área Foliar

FIG 27: Fotos hemisféricas

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el 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

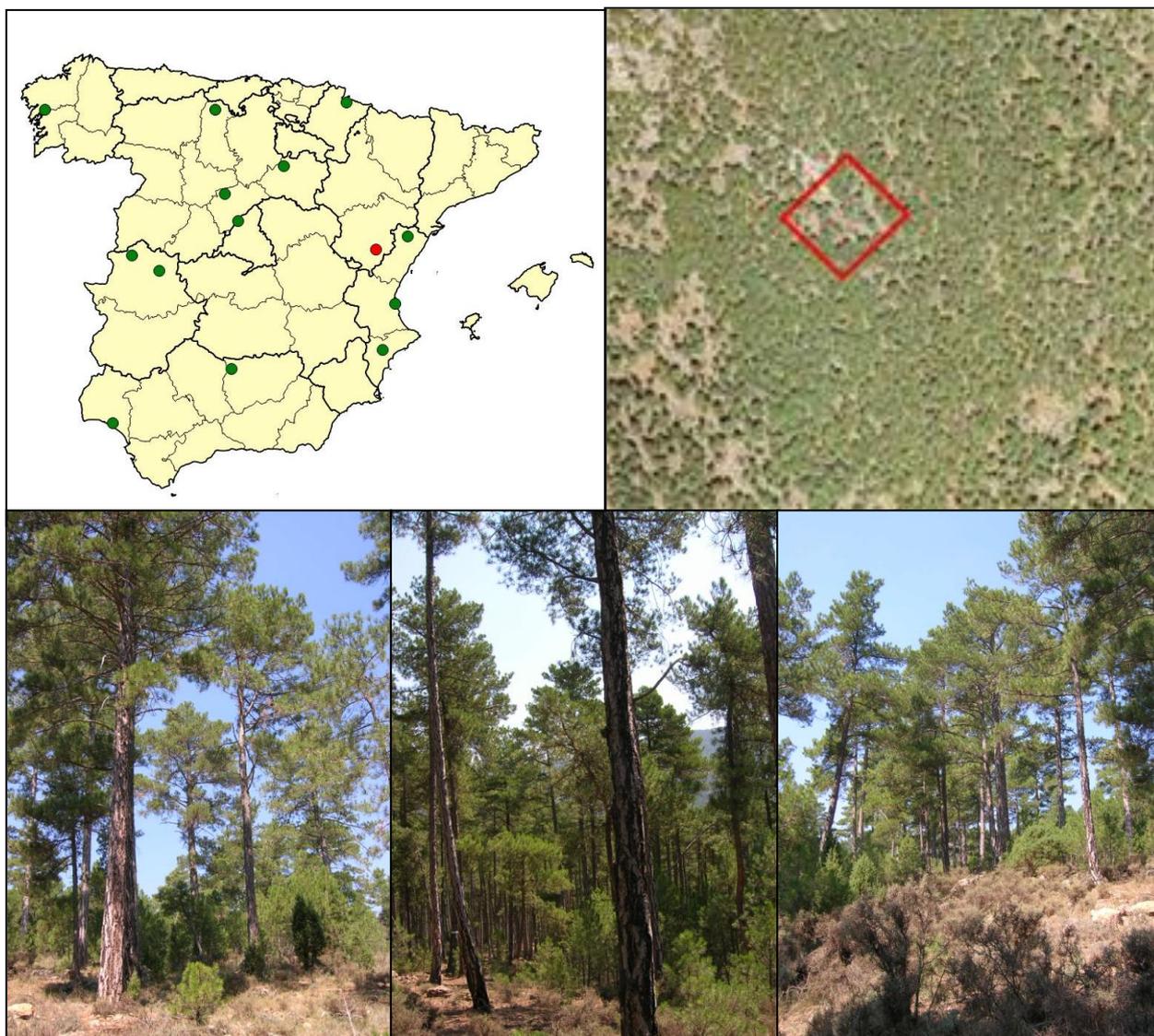


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 22Pn

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*.

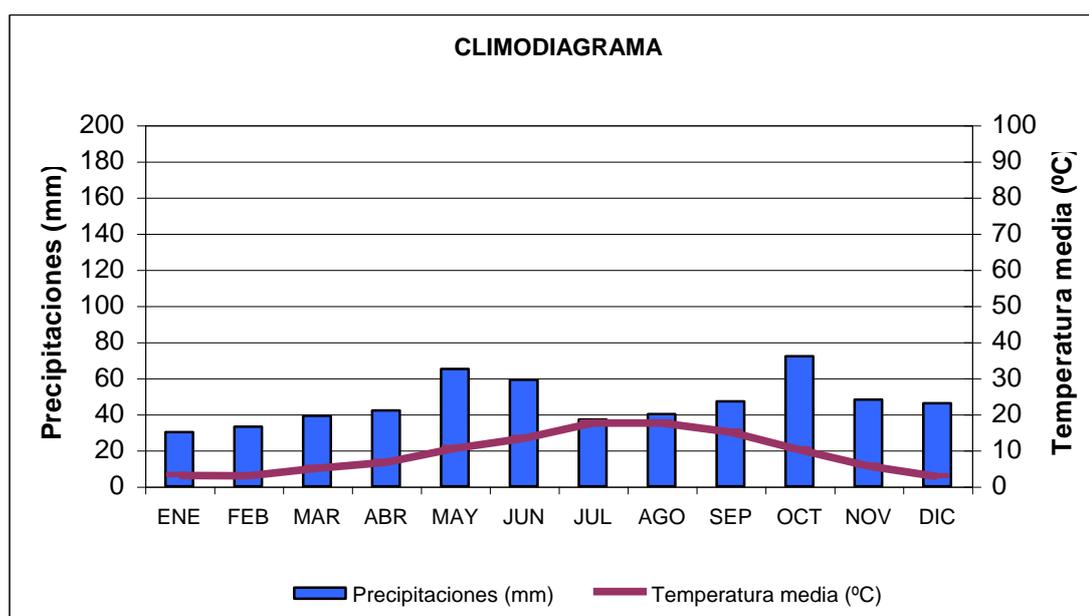


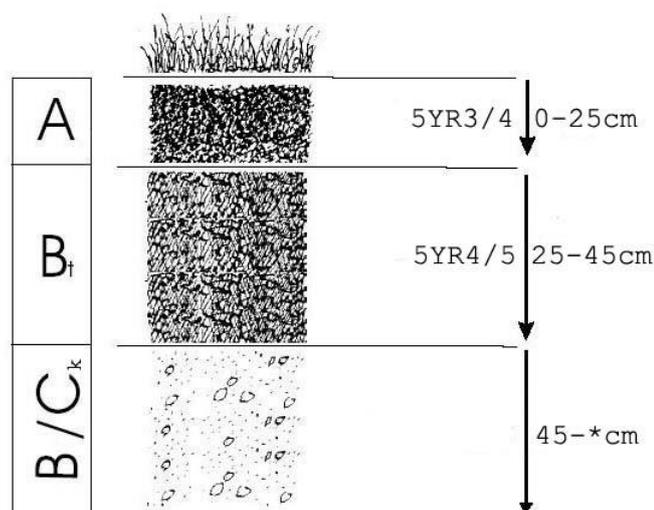
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

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.	+

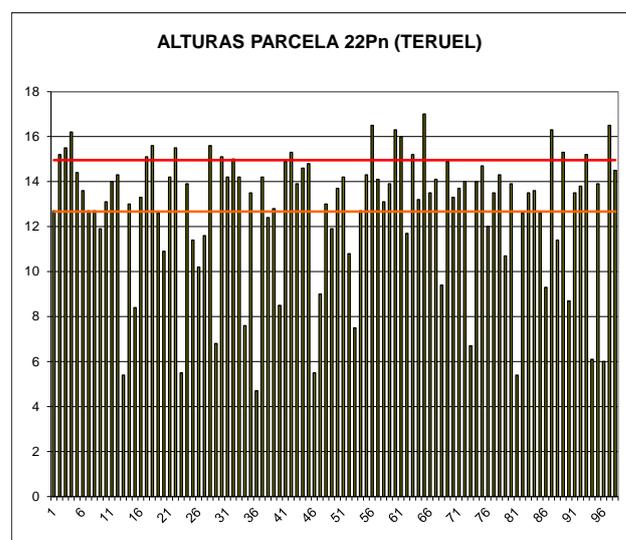
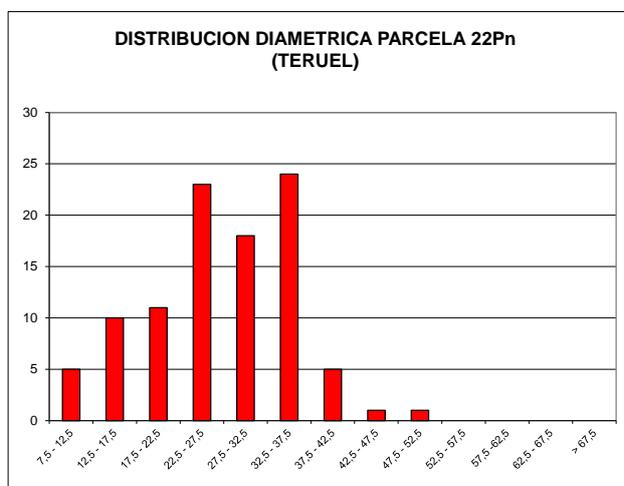
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en transición entre las series 14 a Serie oromediterránea maestrazgo-conquense basofila de *Juniperus sabina* o *sabina rastrera* (*Sabino-Pinetosylvestris sigmetum*) y la serie 19 c, Serie supra-mesomediterránea catalano-maestrazgo-aragonesa de *Quercus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

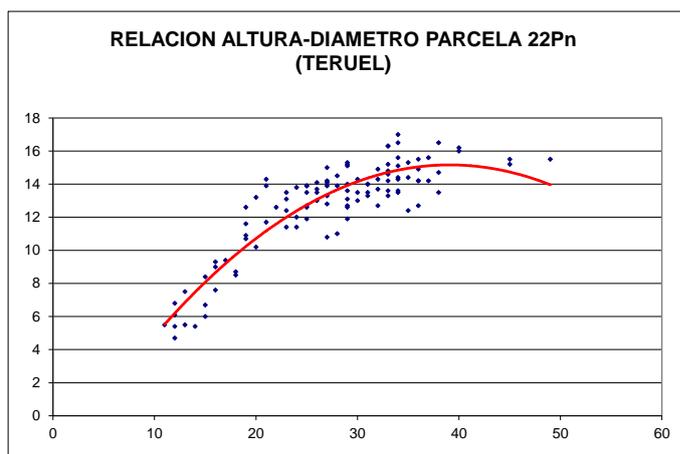
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

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 según criterio diámetro, 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	27,29	24,92	28,45	12,67	15,00	34,03





CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5	5	20	4,8	48,2	0,17	0,70
12,5 - 17,5	10	40	8,0	53,6	0,68	2,71
17,5 - 22,5	11	44	10,7	53,4	1,54	6,15
22,5 - 27,5	23	92	12,7	50,8	6,05	24,20
27,5 - 32,5	18	72	14,1	47,1	6,74	26,97
32,5 - 37,5	24	96	15,0	42,7	12,99	51,96
37,5 - 42,5	5	20	15,2	38,0	3,52	14,09
42,5 - 47,5	1	4	14,8	32,9	1,05	4,20
47,5 - 52,5	1	4	13,8	27,7	1,29	5,14
52,5 - 57,5						
57,5 - 62,5						
62,5 - 67,5						
> 62,5						
TOTAL	98	392			34,03	136,12

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 27,80% dentro por tanto de la escala de daños moderados si bien prácticamente en su umbral inferior, categoría donde se han calificado cerca del 50% de los pies evaluados, en lo que supone una ligera mejoría con respecto a la pasada revisión, al reducirse el parámetro en cerca de dos puntos porcentuales, inferior sin embargo al umbral de cinco puntos que suponfría una variación significativa en términos estadísticos, de acuerdo a la normativa europea en materia de redes forestales. Parece consolidarse así el empeoramiento marcado y que veien observándose desde 2016 y que parece responder al efecto de la sequía, junto con defoliaciones sucesivas causadas por la procesionaria del pino, y que limitan el follaje a las acículas más jóvenes, que afecta de forma casi generalizada al arbolado a lo largo del trienio 2017-2019.

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, que presenta una de las peores distribuciones desde el replanteo de la parcela.

En la presente revisión y ligado a la idea de un estado deficiente de la masa se ha comportado la decoloración, el segundo gran parámetro definitorio del estado fitosanitario del arbolado, muy ligado a los fenómenos de sequía o elevadas temperaturas estivales, y que afecta, si bien de forma ligera a la tercera parte de los pies.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

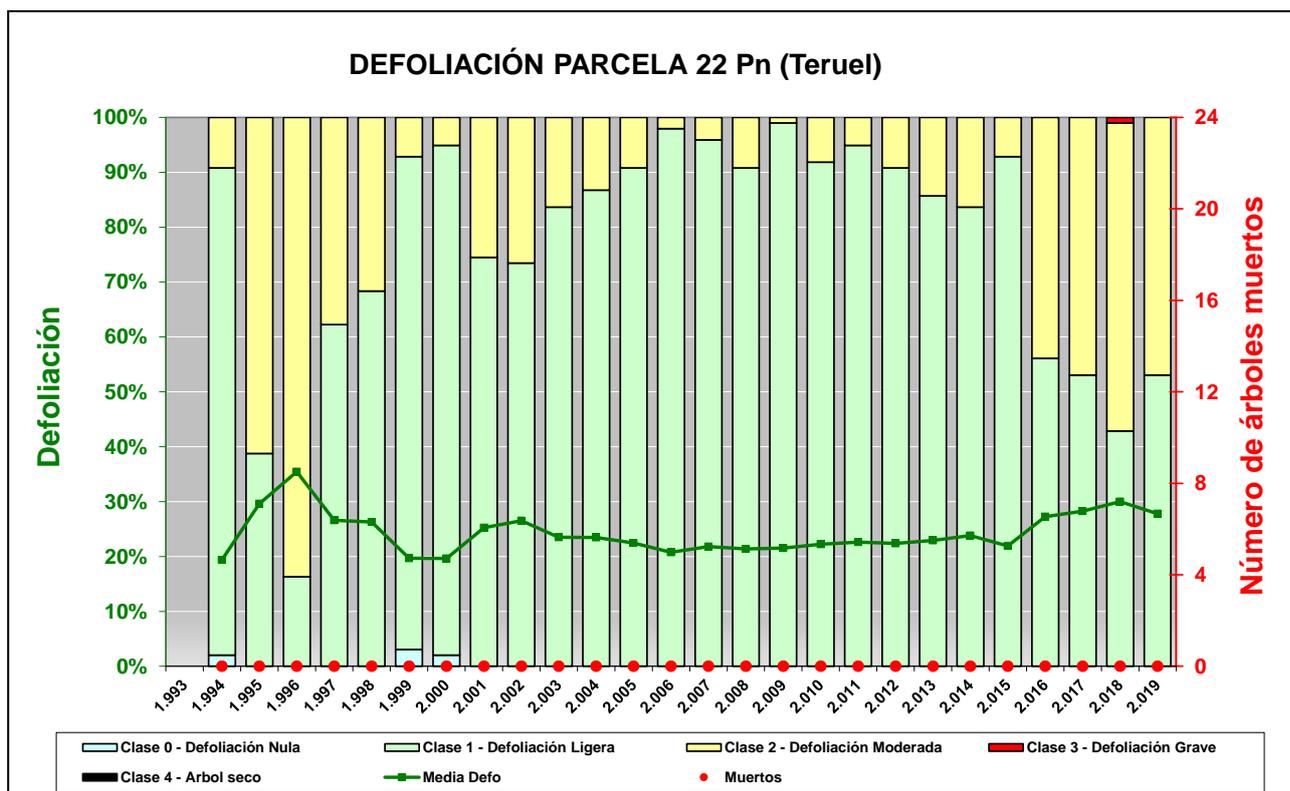


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.

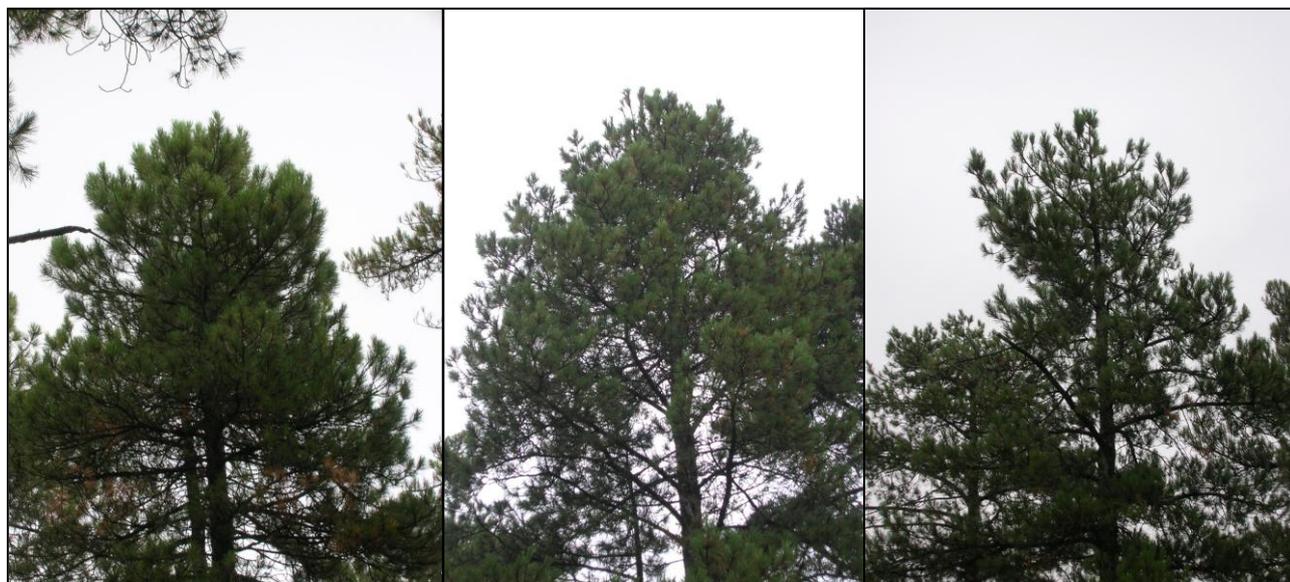


FIG 5: Defoliación 15%, 20% y 25%

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												
Aves	5	1,20	20	5,10	24,00	0,60	-3,81	0,29	30,40	14,90	3,11	2,23
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,19	0,69	34,00	14,30	6,71	1,63
Tronco	4	1,25	16	4,08	22,50	0,50	-5,31	0,19	29,50	15,05	2,21	2,38
INSECTOS												
Defoliadores	53	1,72	212	54,08	28,21	0,30	0,40	0,00	28,92	12,91	1,64	0,24
Acíc. del año	2	1,00	8	2,04	25,00	0,50	-2,81	0,19	36,50	15,85	9,21	3,18
Acíc. antiguas	13	1,08	52	13,27	23,46	0,15	-4,34	-0,15	29,38	13,47	2,10	0,80
Acíc. todas edades	3	1,00	12	3,06	25,00	0,00	-2,81	-0,31	25,33	12,30	-1,95	-0,37
<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	35	2,06	140	35,71	30,43	0,37	2,62	0,07	28,63	12,59	1,34	-0,08
Acíc. del año	1	1,00	4	1,02	20,00	0,00	-7,81	-0,31	29,00	13,60	1,71	0,93
Acíc. antiguas	32	2,06	128	32,65	30,78	0,41	2,98	0,10	28,47	12,54	1,18	-0,13
Acíc. todas edades	2	2,50	8	2,04	30,00	0,00	2,19	-0,31	31,00	12,90	3,71	0,23
Chupadores	25	1,00	100	25,51	26,00	0,28	-1,81	-0,03	25,92	11,86	-1,37	-0,81
Acíc. del año	2	1,00	8	2,04	22,50	0,50	-5,31	0,19	30,00	14,40	2,71	1,73
Acíc. antiguas	23	1,00	92	23,47	26,30	0,26	-1,50	-0,05	25,57	11,64	-1,72	-1,03
Otros insectos	3	1,00	12	3,06	25,00	0,33	-2,81	0,03	25,67	13,67	-1,62	1,00
Tronco	3	1,00	12	3,06	25,00	0,33	-2,81	0,03	25,67	13,67	-1,62	1,00
ENFERMEDADES												
Hongos pudrición	2	1,00	8	2,04	25,00	0,00	-2,81	-0,31	33,00	14,85	5,71	2,18
Cuello raíz	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,81	-0,31	26,00	13,50	-1,29	0,83
<i>Phellinus pini</i>	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,81	-0,31	40,00	16,20	12,71	3,53
Tronco	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,81	-0,31	40,00	16,20	12,71	3,53
AG.ABIÓTICOS												
Fact. físicos	5	1,00	20	5,10	28,00	0,40	0,19	0,09	28,80	13,80	1,51	1,13
Ramillos <2 cm	4	1,00	16	4,08	30,00	0,50	2,19	0,19	27,75	13,45	0,46	0,78
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,02	20,00	0,00	-7,81	-0,31	33,00	15,20	5,71	2,53
Sequía	65	1,38	260	66,33	27,62	0,35	-0,19	0,05	27,75	12,91	0,47	0,24
Acíc. del año	45	1,31	180	45,92	28,78	0,38	0,97	0,07	27,58	12,70	0,29	0,03
Acíc. antiguas	20	1,55	80	20,41	25,00	0,30	-2,81	-0,01	28,15	13,38	0,86	0,71
Calor	8	1,38	32	8,16	28,13	0,63	0,32	0,32	26,13	13,20	-1,16	0,53
Acíc. antiguas	8	1,38	32	8,16	28,13	0,63	0,32	0,32	26,13	13,20	-1,16	0,53
Viento/Tornado	3	1,00	12	3,06	28,33	0,33	0,53	0,03	35,67	14,73	8,38	2,06
Ramillos <2 cm	3	1,00	12	3,06	28,33	0,33	0,53	0,03	35,67	14,73	8,38	2,06
Otros fact.abióticos	2	1,00	8	2,04	22,50	0,00	-5,31	-0,31	26,00	13,45	-1,29	0,78
Tronco	2	1,00	8	2,04	22,50	0,00	-5,31	-0,31	26,00	13,45	-1,29	0,78
ANTRÓPICOS												
Podas	1	1,00	4	1,02	20,00	0,00	-7,81	-0,31	25,00	13,90	-2,29	1,23

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Tronco	1	1,00	4	1,02	20,00	0,00	-7,81	-0,31	25,00	13,90	-2,29	1,23
INCENDIOS												
Fuego	11	1,09	44	11,22	25,91	0,27	-1,90	-0,03	30,00	13,75	2,71	1,08
Tronco	3	1,00	12	3,06	28,33	0,33	0,53	0,03	28,00	13,57	0,71	0,90
Cuello raíz	8	1,13	32	8,16	25,00	0,25	-2,81	-0,06	30,75	13,81	3,46	1,14
CONTAMINANTES												
Contaminantes	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,19	0,69	27,00	13,30	-0,29	0,63
Acíc. del año	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,19	0,69	27,00	13,30	-0,29	0,63
OTROS DAÑOS												
Bacterias	5	1,00	20	5,10	34,00	0,80	6,19	0,49	21,60	10,36	-5,69	-2,31
Ramas 2-10 cm	5	1,00	20	5,10	34,00	0,80	6,19	0,49	21,60	10,36	-5,69	-2,31
Falta luz	39	1,23	156	39,80	29,10	0,26	1,30	-0,05	24,87	11,83	-2,41	-0,84
Acíc. antiguas	12	1,75	48	12,24	36,67	0,17	8,86	-0,14	15,50	8,41	-11,79	-4,26
Ramillos <2 cm	18	1,00	72	18,37	26,39	0,22	-1,42	-0,08	27,89	13,01	0,60	0,34
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	1,02	40,00	1,00	12,19	0,69	45,00	15,20	17,71	2,53
Ramas tam. variable	8	1,00	32	8,16	22,50	0,38	-5,31	0,07	29,63	13,91	2,34	1,24
Inter.físicas	14	1,00	56	14,29	29,29	0,36	1,48	0,05	24,36	12,59	-2,93	-0,08
Ramillos <2 cm	7	1,00	28	7,14	27,86	0,14	0,05	-0,16	23,14	12,34	-4,14	-0,33
Ramas 2-10 cm	2	1,00	8	2,04	27,50	0,50	-0,31	0,19	26,50	13,50	-0,79	0,83
Ramas tam. variable	3	1,00	12	3,06	35,00	0,67	7,19	0,36	19,67	10,93	-7,62	-1,74
Tronco	2	1,00	8	2,04	27,50	0,50	-0,31	0,19	33,50	15,00	6,21	2,33
Compet/Espeura	5	2,20	20	5,10	37,00	0,00	9,19	-0,31	16,80	8,24	-10,49	-4,43
Ramillos <2 cm	3	1,00	12	3,06	41,67	0,00	13,86	-0,31	13,00	6,63	-14,29	-6,04
Ramas tam. variable	1	1,00	4	1,02	40,00	0,00	12,19	-0,31	12,00	6,10	-15,29	-6,57
Tronco	1	7,00	4	1,02	20,00	0,00	-7,81	-0,31	33,00	15,20	5,71	2,53
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	82	1,04	328	83,67	27,50	0,28	-0,31	-0,03	27,43	12,74	0,14	0,07
Acíc. del año	4	1,00	16	4,08	21,25	0,00	-6,56	-0,31	30,00	14,78	2,71	2,11
Acíc. antiguas	12	1,17	48	12,24	26,67	0,17	-1,14	-0,14	27,83	13,16	0,55	0,49
Acíc. todas edades	9	1,00	36	9,18	28,89	0,33	1,08	0,03	29,44	13,47	2,16	0,80
Ramillos <2 cm	12	1,00	48	12,24	30,42	0,58	2,61	0,28	26,83	12,14	-0,45	-0,53
Ramas 2-10 cm	4	1,00	16	4,08	30,00	0,25	2,19	-0,06	25,50	11,03	-1,79	-1,64
Yemas	22	1,00	88	22,45	25,91	0,27	-1,90	-0,03	29,05	13,45	1,76	0,78
Tronco en copa	1	1,00	4	1,02	30,00	0,00	2,19	-0,31	24,00	11,40	-3,29	-1,27
Tronco	12	1,00	48	12,24	27,50	0,17	-0,31	-0,14	27,67	12,87	0,38	0,20
Cuello raíz	6	1,17	24	6,12	29,17	0,33	1,36	0,03	18,50	9,18	-8,79	-3,49

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 **pícid**os 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 resinosis, 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, recubiertas de una callosidad transversal. En condiciones de elevadas temperaturas puede estimularse la secreción de resina en las heridas, haciendo estas más vistosas.

Con respecto a la presencia de insectos se observa en primer lugar la abundancia de **defoliadores** presentes en algo más de la mitad del arbolado, reduciéndose con respecto a la revisión del año anterior de forma considerable, destacando la presencia de procesionaria del pino, *Thaumetopoea pityocampa*, plaga ya

observada en revisiones anteriores y que afecta a más del 35% del arbolado muestra en el año en curso, en el que se registran los primeros e incipientes daños debidos a los primeros estadios de la plaga. La reducción en los niveles de procesionaria podría también explicar la ligera mejoría experimentada por el arbolado muestra, que quizá empieza a remitir, siendo el carácter cíclico de esta plaga una de sus características. 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. Ligado al progresivo debilitamiento del arbolado se han encontrado orificios de entrada de algunos **perforadores** oportunistas, que podrían suponer un peligro potencial en años venideros de encontrar las condiciones oportunas para su expansión. La presencia de serrín fresco en las inmediaciones de los orificios de entrada pone de manifiesto que estos insectos se encuentran activos.

Un segundo grupo de insectos representados son los **chupadores** que actúan sobre la cuarta parte de los pies, reduciendo ligeramente su actividad con respecto a la evaluación anterior, y de quien se ven bandeados amarillentos en las acículas, ligados a la penetración del estilete succionador en la epidermis foliar, por desecación y necrosis de los tejidos afectados, 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 el momento de la evaluación.

Tras un año notablemente más seco, en el que el conjunto de precipitaciones ha pasado de 876 a 515 mm, menudean los daños por **sequía** al situarse muy próximo al umbral mínimo de la especie situado en 500 mm de precipitación anual. Aparecen así abundantes microfiliarias en las acículas del año junto con caída prematura del follaje de mayor edad en un mecanismo clásico de reducción de pérdidas de agua por transpiración. Más salpicados se encuentran el resto de daños abióticos, registrándose presencia esporádica de daños por **granizo** y roturas de ramas por **nieve** lo que resulta lógico en una parcela situada a más de 1.400 m de altitud.

Esporádicamente 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 ennegrecimientos 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 en anteriores revisiones, se advierten punteaduras necróticas de color amarillento sobre las acículas de mayor edad, no asociadas a insectos chupadores pues no se advierten las típicas exudaciones de resina asociadas, en un mecanismo frecuentemente ligado a **contaminantes atmosféricos**, opinión que se ve reforzada por la ausencia del síntoma en las acículas de menor edad, emergidas a finales de la primavera y que por tanto han estado menos expuestas a su acción. Cabe destacar sin embargo que estos síntomas se han reducido considerablemente respecto a la revisión anterior.

Como ya se ha indicado en anteriores evaluaciones, se advierten daños puntuales de competencia por **falta de luz** en casi el 40% de los pies, y que se manifiesta sobre todo en 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 incremento sin embargo con respecto a la revisión anterior, debido posiblemente más 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. 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.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se advierten **decoloraciones** rojizas o amarillentas de distinta naturaleza en las acículas particularmente en las de mayor edad, **tumoraciones** en troncos –ligadas en algún caso a bacteriosis-, ramillos **puntisecos** y **resinosis** en partes leñosas y yemas, no asociado en principio a daños forestales de consideración. Se observan también abundantes piñas caídas en el suelo, quizá debido al paso de alguna tormenta.

En los enebros del nivel de sotobosque, y al igual que en años anteriores, se ha observado proliferación de muérdago enano, *Arceuthobium oxycedri* que puede llegar a causar daños de consideración en estos árboles, junto con algún fagonazo de ramas necrosadas debidas a la acción de *Phomopsis juniperova*.

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	55	1,25	220	56,12	27,73	0,36	-0,08	0,06	28,18	13,05	0,90	0,39
Comidos/perdidos	3	1,00	12	3,06	23,33	0,33	-4,47	0,03	34,00	15,10	6,71	2,43
Agujeros/Parc. comidas	3	1,00	12	3,06	23,33	0,33	-4,47	0,03	34,00	15,10	6,71	2,43
Dec. Verde-amarillo	5	1,00	20	5,10	24,00	0,40	-3,81	0,09	28,00	13,90	0,71	1,23
Punteado	1	1,00	4	1,02	30,00	1,00	2,19	0,69	27,00	13,30	-0,29	0,63
Bandeado	2	1,00	8	2,04	22,50	0,50	-5,31	0,19	30,00	14,40	2,71	1,73
Apical	2	1,00	8	2,04	22,50	0,00	-5,31	-0,31	26,50	13,70	-0,79	1,03
Microfilia	45	1,31	180	45,92	28,78	0,38	0,97	0,07	27,58	12,70	0,29	0,03
Deformaciones	2	1,00	8	2,04	20,00	0,00	-7,81	-0,31	33,50	15,85	6,21	3,18
Enrolladas	2	1,00	8	2,04	20,00	0,00	-7,81	-0,31	33,50	15,85	6,21	3,18
Acíc. antiguas	120	1,50	480	100,00	28,17	0,30	0,36	-0,01	26,44	12,30	-0,84	-0,37
Comidos/perdidos	84	1,69	336	85,71	29,17	0,33	1,36	0,03	26,61	12,33	-0,68	-0,34
Agujeros/Parc. comidas	31	1,74	124	31,63	28,23	0,39	0,42	0,08	28,94	12,61	1,65	-0,06
Muestras	6	1,00	24	6,12	22,50	0,00	-5,31	-0,31	32,67	14,53	5,38	1,86
Totalmente comidas/perd.	8	2,50	32	8,16	35,00	0,38	7,19	0,07	25,00	12,29	-2,29	-0,38
Caída prematura	39	1,59	156	39,80	29,74	0,33	1,94	0,03	24,15	11,78	-3,13	-0,89
Dec. Verde-amarillo	29	1,00	116	29,59	26,90	0,24	-0,91	-0,06	25,83	11,83	-1,46	-0,83
Bandeado	23	1,00	92	23,47	26,30	0,26	-1,50	-0,05	25,57	11,64	-1,72	-1,03
Apical	1	1,00	4	1,02	20,00	0,00	-7,81	-0,31	37,00	14,20	9,71	1,53
Parcial	5	1,00	20	5,10	31,00	0,20	3,19	-0,11	24,80	12,26	-2,49	-0,41
Dec. Rojo-marrón	7	1,29	28	7,14	21,43	0,14	-6,38	-0,16	27,00	13,87	-0,29	1,20
Completa	7	1,29	28	7,14	21,43	0,14	-6,38	-0,16	27,00	13,87	-0,29	1,20
Acíc. todas edades	14	1,21	56	14,29	28,21	0,21	0,41	-0,09	28,79	13,14	1,50	0,47
Comidos/perdidos	5	1,60	20	5,10	27,00	0,00	-0,81	-0,31	27,60	12,54	0,31	-0,13
Agujeros/Parc. comidas	5	1,60	20	5,10	27,00	0,00	-0,81	-0,31	27,60	12,54	0,31	-0,13
Dec. Verde-amarillo	4	1,00	16	4,08	27,50	0,50	-0,31	0,19	31,00	14,55	3,71	1,88
Completa	4	1,00	16	4,08	27,50	0,50	-0,31	0,19	31,00	14,55	3,71	1,88
Dec. Rojo-marrón	5	1,00	20	5,10	30,00	0,20	2,19	-0,11	28,20	12,60	0,91	-0,07
Completa	5	1,00	20	5,10	30,00	0,20	2,19	-0,11	28,20	12,60	0,91	-0,07
RAMAS/BROTOS												

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Ramillos <2 cm	48	1,00	192	48,98	29,06	0,33	1,26	0,03	26,60	12,47	-0,68	-0,20
Rotura	14	1,00	56	14,29	28,57	0,29	0,77	-0,02	27,14	13,17	-0,14	0,50
Muerto/moribundo	34	1,00	136	34,69	29,26	0,35	1,46	0,05	26,38	12,18	-0,90	-0,49
Ramas 2-10 cm	13	1,00	52	13,27	31,15	0,54	3,35	0,23	26,23	11,79	-1,05	-0,88
Deformaciones	5	1,00	20	5,10	34,00	0,80	6,19	0,49	21,60	10,36	-5,69	-2,31
Tumores	5	1,00	20	5,10	34,00	0,80	6,19	0,49	21,60	10,36	-5,69	-2,31
Rotura	3	1,00	12	3,06	25,00	0,33	-2,81	0,03	28,67	14,07	1,38	1,40
Muerto/moribundo	5	1,00	20	5,10	32,00	0,40	4,19	0,09	29,40	11,86	2,11	-0,81
Ramas tam. variable	12	1,00	48	12,24	27,08	0,42	-0,72	0,11	25,67	12,52	-1,62	-0,15
Rotura	2	1,00	8	2,04	35,00	0,50	7,19	0,19	20,50	12,05	-6,79	-0,62
Muerto/moribundo	9	1,00	36	9,18	24,44	0,33	-3,36	0,03	27,67	13,04	0,38	0,38
Heridas	1	1,00	4	1,02	35,00	1,00	7,19	0,69	18,00	8,70	-9,29	-3,97
Descortezamientos	1	1,00	4	1,02	35,00	1,00	7,19	0,69	18,00	8,70	-9,29	-3,97
Yemas	22	1,00	88	22,45	25,91	0,27	-1,90	-0,03	29,05	13,45	1,76	0,78
Resinosis	22	1,00	88	22,45	25,91	0,27	-1,90	-0,03	29,05	13,45	1,76	0,78
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	1	1,00	4	1,02	30,00	0,00	2,19	-0,31	24,00	11,40	-3,29	-1,27
Resinosis	1	1,00	4	1,02	30,00	0,00	2,19	-0,31	24,00	11,40	-3,29	-1,27
Tronco	29	1,24	116	29,59	25,69	0,24	-2,12	-0,06	28,55	13,74	1,27	1,07
Deformaciones	14	1,07	56	14,29	26,07	0,29	-1,73	-0,02	25,36	12,92	-1,93	0,25
Otras deformaciones	7	1,14	28	7,14	22,14	0,29	-5,66	-0,02	27,00	14,26	-0,29	1,59
Tumores	7	1,00	28	7,14	30,00	0,29	2,19	-0,02	23,71	11,59	-3,57	-1,08
Signos insectos	3	1,00	12	3,06	25,00	0,33	-2,81	0,03	25,67	13,67	-1,62	1,00
Perforaciones,serrín	3	1,00	12	3,06	25,00	0,33	-2,81	0,03	25,67	13,67	-1,62	1,00
Signos hongos	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,81	-0,31	40,00	16,20	12,71	3,53
C.fructificación	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,81	-0,31	40,00	16,20	12,71	3,53
Otros signos	2	1,00	8	2,04	32,50	0,50	4,69	0,19	30,00	13,80	2,71	1,13
Heridas	3	1,00	12	3,06	26,67	0,33	-1,14	0,03	31,00	14,57	3,71	1,90
Descortezamientos	2	1,00	8	2,04	27,50	0,50	-0,31	0,19	33,50	15,00	6,21	2,33
Otras heridas	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,81	-0,31	26,00	13,70	-1,29	1,03
Resinosis	5	1,00	20	5,10	23,00	0,00	-4,81	-0,31	34,00	14,78	6,71	2,11
Inclinado	1	7,00	4	1,02	20,00	0,00	-7,81	-0,31	33,00	15,20	5,71	2,53
Cuello raíz	15	1,13	60	15,31	26,67	0,27	-1,14	-0,04	25,53	11,94	-1,75	-0,73
Deformaciones	6	1,17	24	6,12	28,33	0,33	0,53	0,03	22,50	10,48	-4,79	-2,19
Otras deformaciones	2	1,50	8	2,04	30,00	0,00	2,19	-0,31	23,00	10,85	-4,29	-1,82
Tumores	4	1,00	16	4,08	27,50	0,50	-0,31	0,19	22,25	10,30	-5,04	-2,37
Otros signos	4	1,00	16	4,08	26,25	0,25	-1,56	-0,06	31,00	13,93	3,71	1,26
Heridas	4	1,25	16	4,08	25,00	0,25	-2,81	-0,06	24,50	11,75	-2,79	-0,92
Descortezamientos	2	1,50	8	2,04	25,00	0,50	-2,81	0,19	26,50	13,20	-0,79	0,53
Otras heridas	2	1,00	8	2,04	25,00	0,00	-2,81	-0,31	22,50	10,30	-4,79	-2,37
Pudriciones	1	1,00	4	1,02	25,00	0,00	-2,81	-0,31	26,00	13,50	-1,29	0,83

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

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

	N par	Aves		Defoliadores		Chupadores		Otros insectos		Hongos pudrición		Fact. físicos	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS													
Acíc. del año	55			3	5,66	2	8,00						
Comidos/perdidos	3			3	5,66								
Agujeros/Parc. comidas	3			3	5,66								
Dec. Verde-amarillo	5					2	8,00						
Punteado	1												
Bandeado	2					2	8,00						
Apical	2												
Microfilia	45												
Deformaciones	2												
Enrolladas	2												
Acíc. antiguas	120			45	84,91	23	92,00						
Comidos/perdidos	84			45	84,91								
Agujeros/Parc. comidas	31			31	58,49								
Muescas	6			6	11,32								
Totalmente comidas/perd.	8			8	15,09								
Caída prematura	39												
Dec. Verde-amarillo	29					23	92,00						
Bandeado	23					23	92,00						
Apical	1												
Parcial	5												
Dec. Rojo-marrón	7												
Completa	7												
Acíc. todas edades	14			5	9,43								
Comidos/perdidos	5			5	9,43								
Agujeros/Parc. comidas	5			5	9,43								
Dec. Verde-amarillo	4												
Completa	4												
Dec. Rojo-marrón	5												
Completa	5												
RAMAS/BROTOS													
Ramillos <2 cm	48	1	20,00									4	80,00
Rotura	14											4	80,00
Muerto/moribundo	34	1	20,00										
Ramas 2-10 cm	13											1	20,00
Deformaciones	5												
Tumores	5												
Rotura	3											1	20,00
Muerto/moribundo	5												
Ramas tam. variable	12												
Rotura	2												
Muerto/moribundo	9												
Heridas	1												
Descortezamientos	1												
Yemas	22												
Resinosis	22												
TRONCO/C.RAÍZ													
Tronco en copa	1												

	N par	Aves		Defoliadores		Chupadores		Otros insectos		Hongos pudrición		Fact. físicos	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Resinosis	1												
Tronco	29	4	80,00					3	100,00	1	50,00		
Deformaciones	14	4	80,00										
Otras deformaciones	7	4	80,00										
Tumores	7												
Signos insectos	3							3	100,00				
Perforaciones,serrín	3							3	100,00				
Signos hongos	1									1	50,00		
C.fructificación	1									1	50,00		
Otros signos	2												
Heridas	3												
Descortezamientos	2												
Otras heridas	1												
Resinosis	5												
Inclinado	1												
Cuello raíz	15									1	50,00		
Deformaciones	6												
Otras deformaciones	2												
Tumores	4												
Otros signos	4												
Heridas	4												
Descortezamientos	2												
Otras heridas	2												
Pudriciones	1									1	50,00		

	N par	Sequía		Calor		Viento/ Tornado		Otros fact.abióticos		Podas		Fuego	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS													
Acíc. del año	55	45	69,23										
Comidos/perdidos	3												
Agujeros/Parc. comidas	3												
Dec. Verde-amarillo	5												
Punteado	1												
Bandeado	2												
Apical	2												
Microfilia	45	45	69,23										
Deformaciones	2												
Enrolladas	2												
Acíc. antiguas	120	20	30,77	8	100,00								
Comidos/perdidos	84	17	26,15	6	75,00								
Agujeros/Parc. comidas	31												
Muestras	6												
Totalmente comidas/perd.	8												
Caída prematura	39	17	26,15	6	75,00								
Dec. Verde-amarillo	29												
Bandeado	23												
Apical	1												

	N par	Sequía		Calor		Viento/ Tornado		Otros fact.abióticos		Podas		Fuego	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Parcial	5												
Dec. Rojo-marrón	7	3	4,62	2	25,00								
Completa	7	3	4,62	2	25,00								
Acíc. todas edades	14												
Comidos/perdidos	5												
Agujeros/Parc. comidas	5												
Dec. Verde-amarillo	4												
Completa	4												
Dec. Rojo-marrón	5												
Completa	5												
RAMAS/BROTOS													
Ramillos <2 cm	48					3	100,00						
Rotura	14					3	100,00						
Muerto/moribundo	34												
Ramas 2-10 cm	13												
Deformaciones	5												
Tumores	5												
Rotura	3												
Muerto/moribundo	5												
Ramas tam. variable	12												
Rotura	2												
Muerto/moribundo	9												
Heridas	1												
Descortezamientos	1												
Yemas	22												
Resinosis	22												
TRONCO/C.RAÍZ													
Tronco en copa	1												
Resinosis	1												
Tronco	29							2	100,00	1	100,00	3	27,27
Deformaciones	14							1	50,00	1	100,00	1	9,09
Otras deformaciones	7							1	50,00	1	100,00	1	9,09
Tumores	7												
Signos insectos	3												
Perforaciones,serrín	3												
Signos hongos	1												
C.fructificación	1												
Otros signos	2											2	18,18
Heridas	3												
Descortezamientos	2												
Otras heridas	1												
Resinosis	5							1	50,00				
Inclinado	1												
Cuello raíz	15											8	72,73
Deformaciones	6											2	18,18
Otras deformaciones	2											1	9,09
Tumores	4											1	9,09
Otros signos	4											4	36,36
Heridas	4											2	18,18

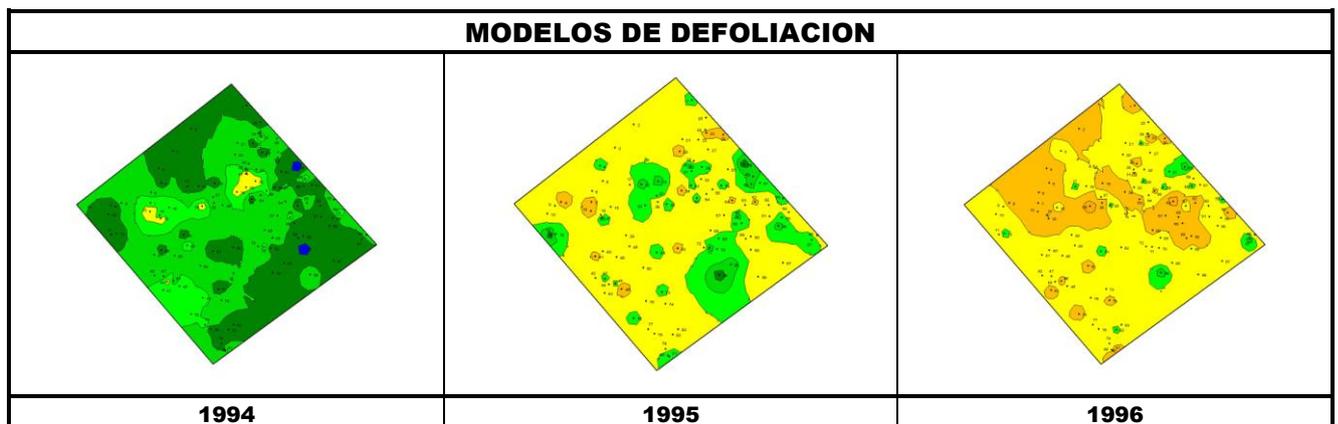
	N par	Sequía		Calor		Viento/ Tornado		Otros fact.abióticos		Podas		Fuego	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Descortezamientos	2											2	18,18
Otras heridas	2												
Pudriciones	1												

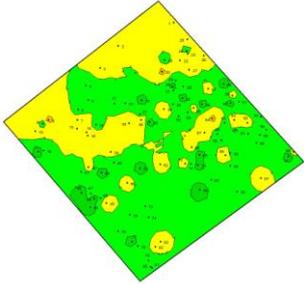
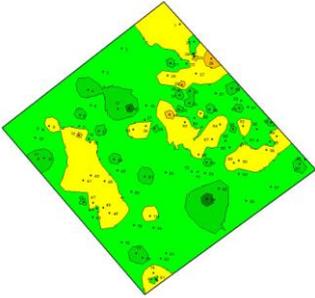
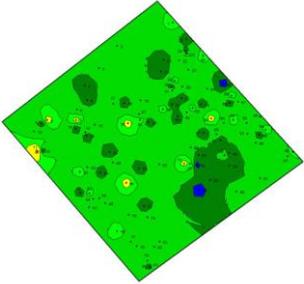
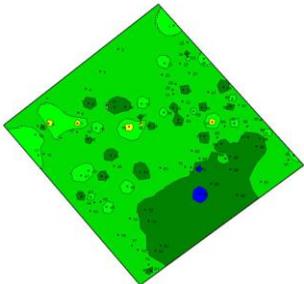
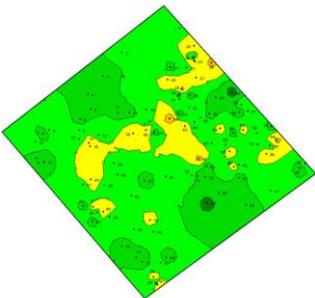
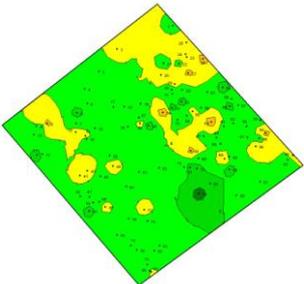
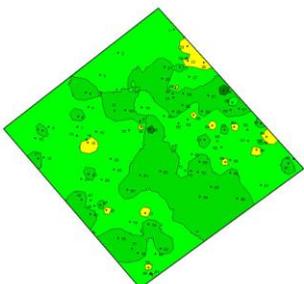
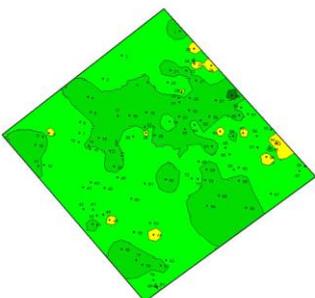
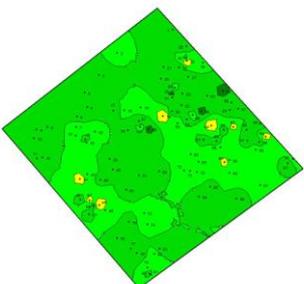
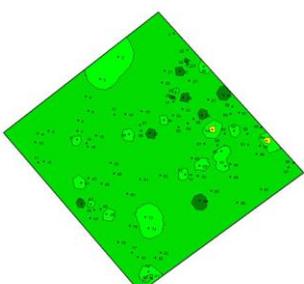
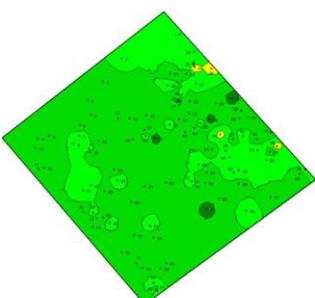
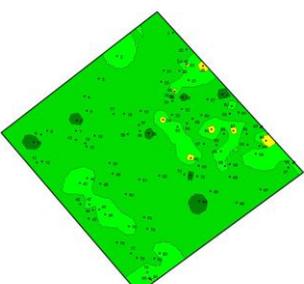
	N par	Contaminantes		Bacterias		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS													
Acíc. del año	55	1	100,00									4	4,88
Comidos/perdidos	3												
Agujeros/Parc. comidas	3												
Dec. Verde-amarillo	5	1	100,00									2	2,44
Punteado	1	1	100,00										
Bandeado	2												
Apical	2											2	2,44
Microfilia	45												
Deformaciones	2											2	2,44
Enrolladas	2											2	2,44
Acíc. antiguas	120					12	30,77					12	14,63
Comidos/perdidos	84					12	30,77					4	4,88
Agujeros/Parc. comidas	31												
Muestras	6												
Totalmente comidas/perd.	8												
Caída prematura	39					12	30,77					4	4,88
Dec. Verde-amarillo	29											6	7,32
Bandeado	23												
Apical	1											1	1,22
Parcial	5											5	6,10
Dec. Rojo-marrón	7											2	2,44
Completa	7											2	2,44
Acíc. todas edades	14											9	10,98
Comidos/perdidos	5												
Agujeros/Parc. comidas	5												
Dec. Verde-amarillo	4											4	4,88
Completa	4											4	4,88
Dec. Rojo-marrón	5											5	6,10
Completa	5											5	6,10
RAMAS/BROTOS													
Ramillos <2 cm	48					18	46,15	7	50,00	3	60,00	12	14,63
Rotura	14							7	50,00				
Muerto/moribundo	34					18	46,15			3	60,00	12	14,63
Ramas 2-10 cm	13			5	100,00	1	2,56	2	14,29			4	4,88
Deformaciones	5			5	100,00								
Tumores	5			5	100,00								
Rotura	3							2	14,29				
Muerto/moribundo	5					1	2,56					4	4,88
Ramas tam. variable	12					8	20,51	3	21,43	1	20,00		
Rotura	2							2	14,29				

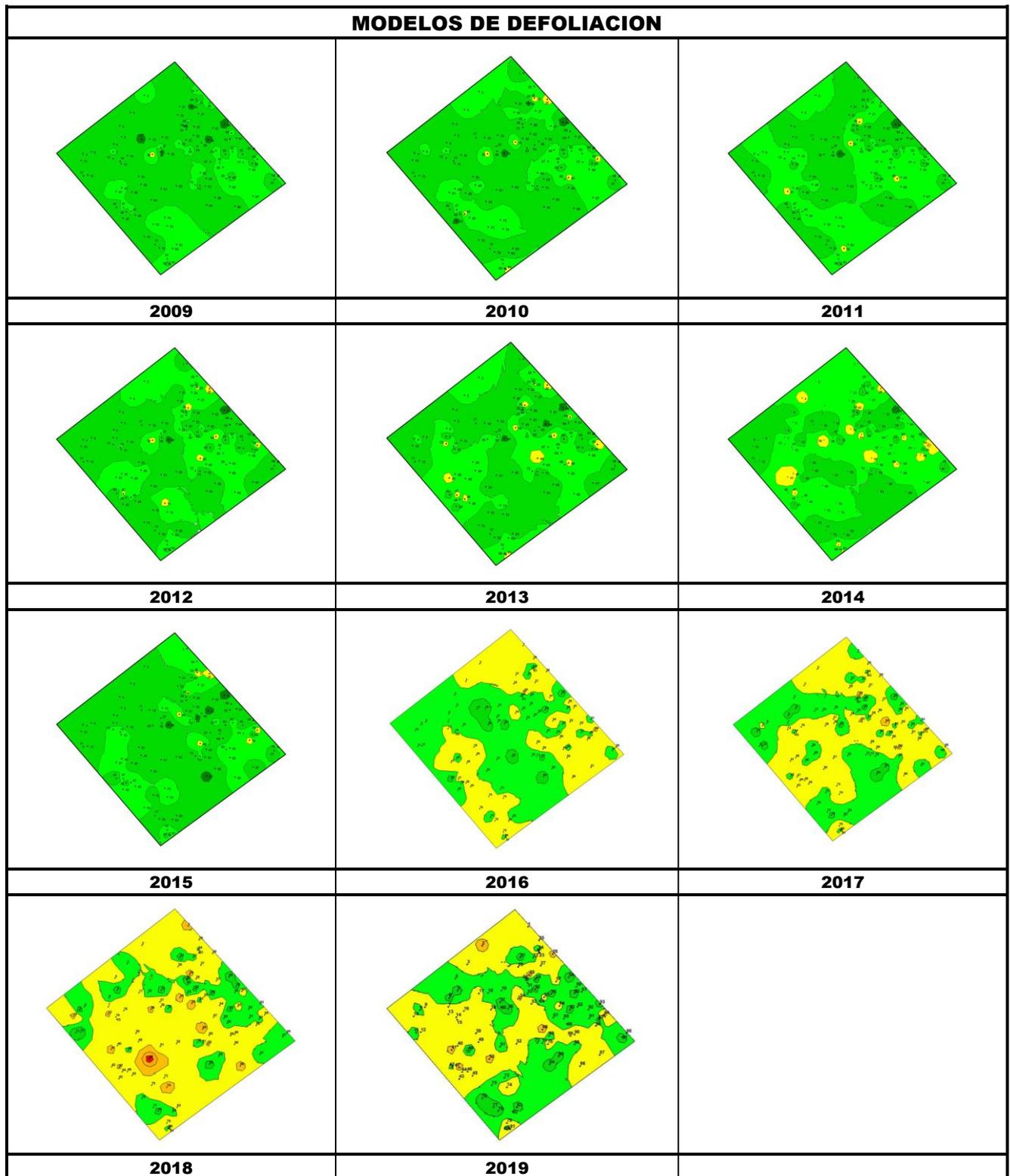
	N par	Contaminantes		Bacterias		Falta luz		Inter.físicas		Compet/ Espesura		Ag. desconocido	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Muerto/moribundo	9					8	20,51			1	20,00		
Heridas	1							1	7,14				
Descortezamientos	1							1	7,14				
Yemas	22											22	26,83
Resinosis	22											22	26,83
TRONCO/C.RAÍZ													
Tronco en copa	1											1	1,22
Resinosis	1											1	1,22
Tronco	29							2	14,29	1	20,00	12	14,63
Deformaciones	14											7	8,54
Otras deformaciones	7												
Tumores	7											7	8,54
Signos insectos	3												
Perforaciones,serrín	3												
Signos hongos	1												
C.fructificación	1												
Otros signos	2												
Heridas	3							2	14,29			1	1,22
Descortezamientos	2							2	14,29				
Otras heridas	1											1	1,22
Resinosis	5											4	4,88
Inclinado	1									1	20,00		
Cuello raíz	15											6	7,32
Deformaciones	6											4	4,88
Otras deformaciones	2											1	1,22
Tumores	4											3	3,66
Otros signos	4												
Heridas	4											2	2,44
Descortezamientos	2												0,00
Otras heridas	2											2	2,44
Pudriciones	1												



FIG 6: Microfilia en las acículas de 1 año. Daños de chupadores. Punteaduras necróticas. *Arceuthobium oxycedri* en enebros.



MODELOS DE DEFOLIACION		
		
1997	1998	1999
		
2000	2001	2002
		
2003	2004	2005
		
2006	2007	2008



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.

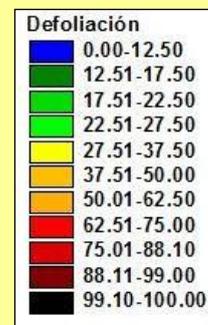
De acuerdo con la normativa europea, se consideran las siguientes clases de defoliación o daño:

- ✓ **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.

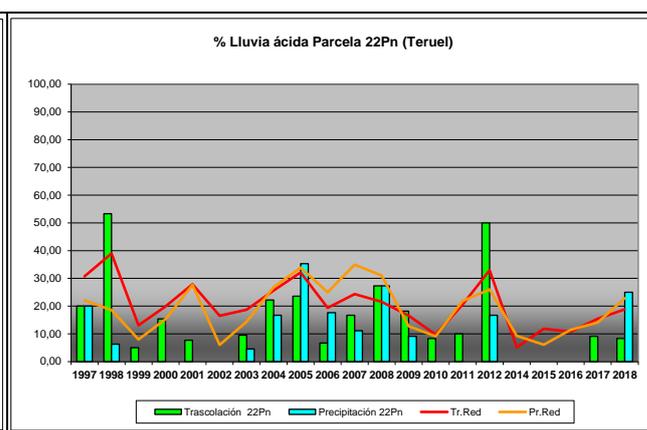
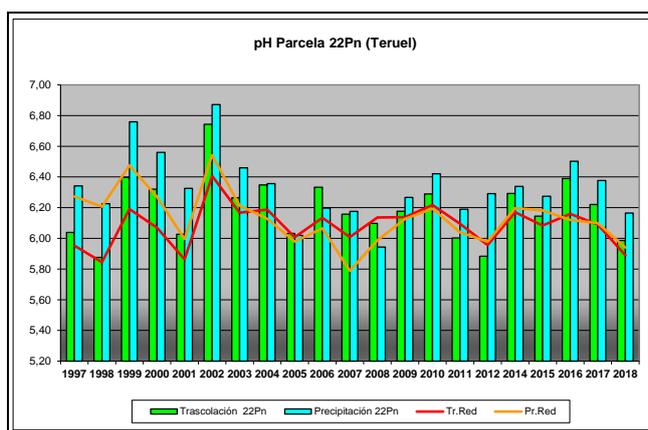
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 22Pn, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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
2016	6,39	0,00	476	6,50	0,00	535	6,16	6,12
2017	6,22	9,09	351	6,38	0,00	406	6,09	6,10
2018	5,99	8,33	814	6,17	25,00	876	5,89	5,94
Media	6,19	14,82	445	6,34	9,03	514	6,08	6,13



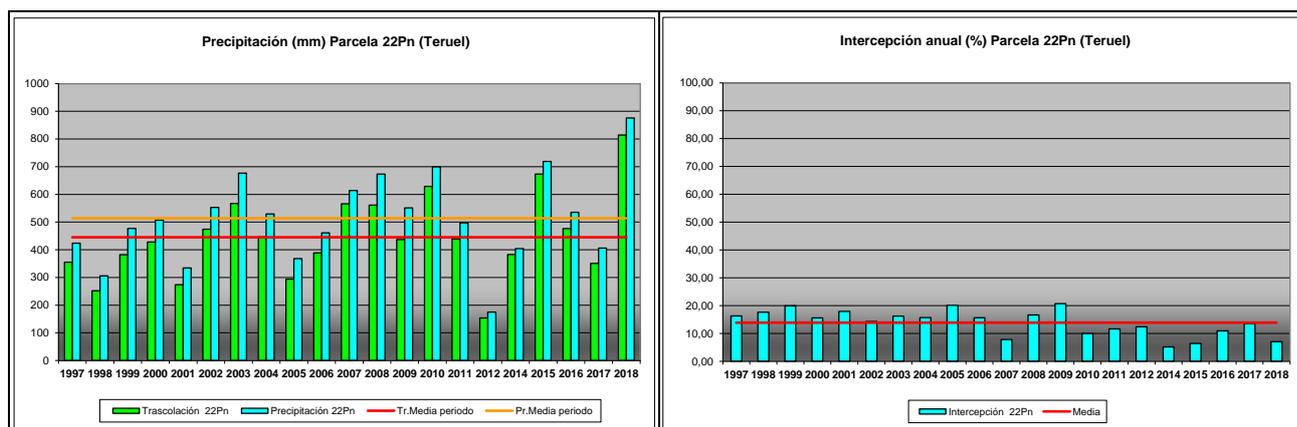


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

Año	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
2016	26,96		476	15,47		535	47,39	15,22
2017	35,64		351	16,94		406	56,13	18,87
2018	25,90		814	14,12		876	38,75	16,20
Media	37,28		445	24,73		514	45,27	22,16

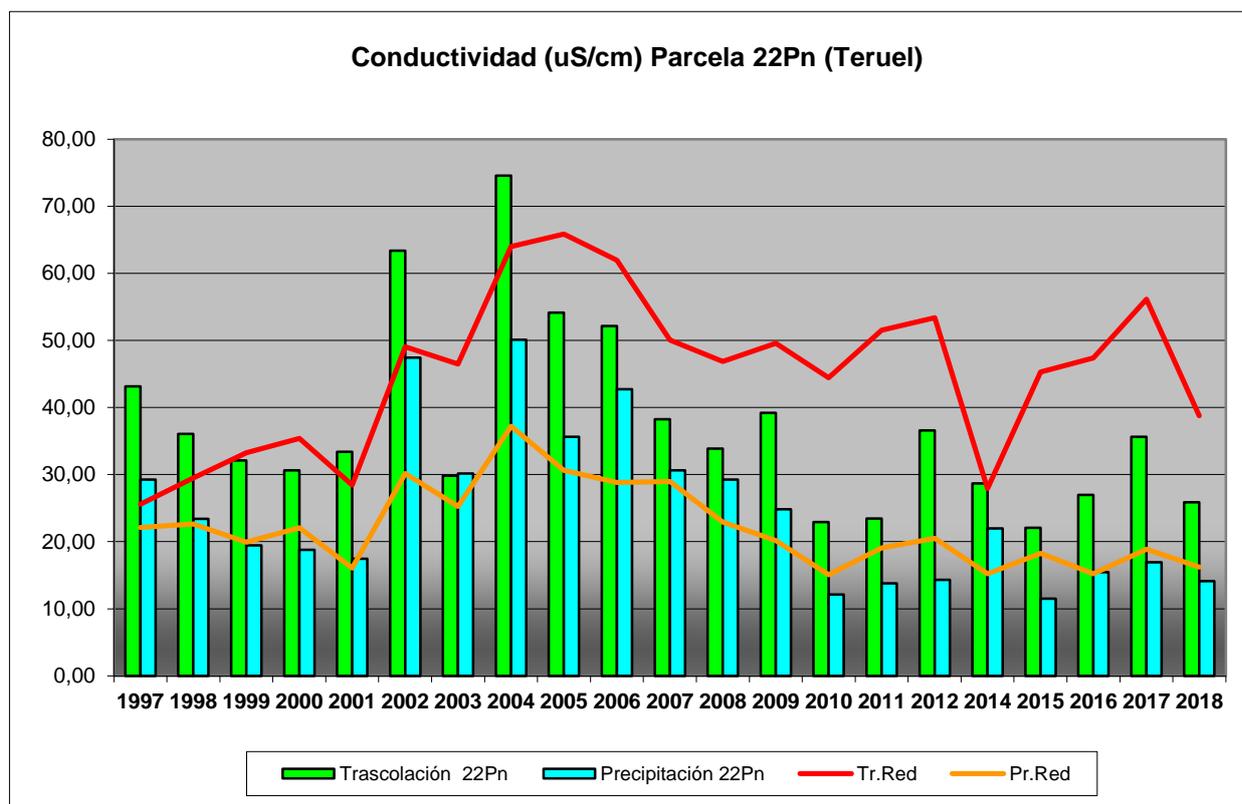


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

Año	Traslación (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
2016	2,11	10,06	476	0,29	1,56	535	8,50	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	1,83	6,42	351	0,30	1,20	406	5,22	16,19	1,94
2018	1,52	12,40	814	0,34	2,95	876	9,44	17,14	2,96
Media	2,45	10,23	445	0,99	4,68	514	5,55	16,73	6,14

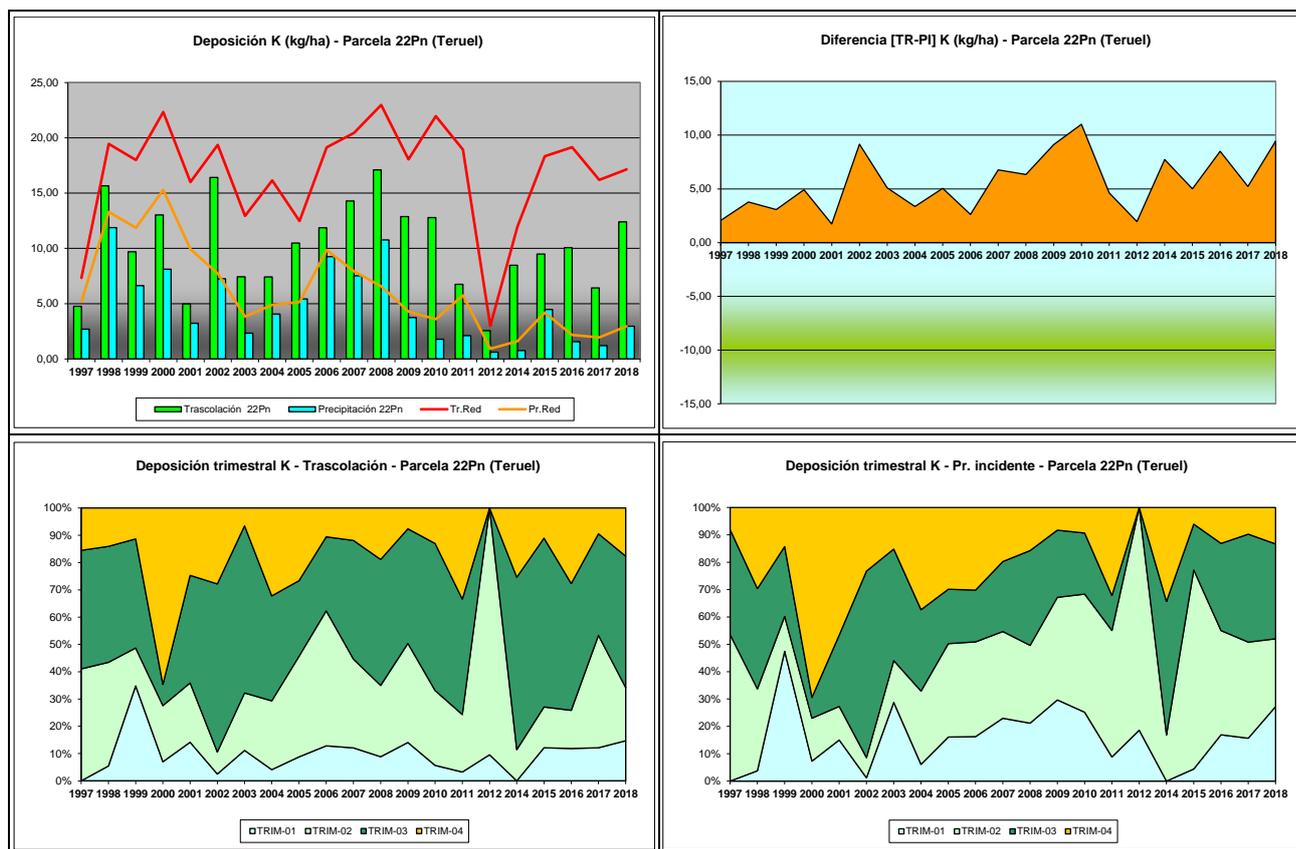


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

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

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)
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
2016	3,51	16,72	476	2,29	12,28	535	4,44	14,34	8,83
2017	4,64	16,29	351	2,58	10,47	406	5,82	13,71	10,82
2018	2,24	18,19	814	1,40	12,27	876	5,93	13,15	9,58
Media	3,34	14,15	445	2,30	11,72	514	2,43	12,49	10,02

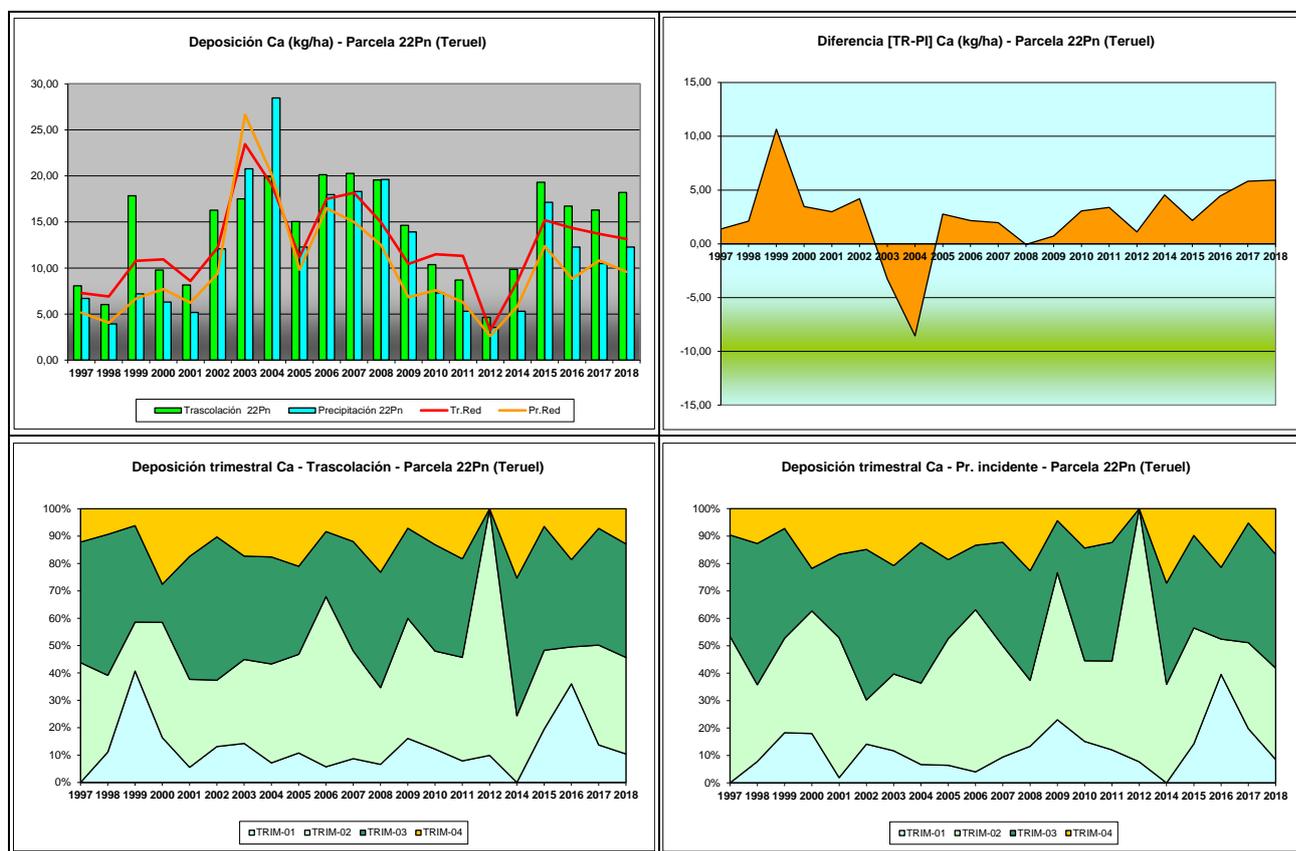
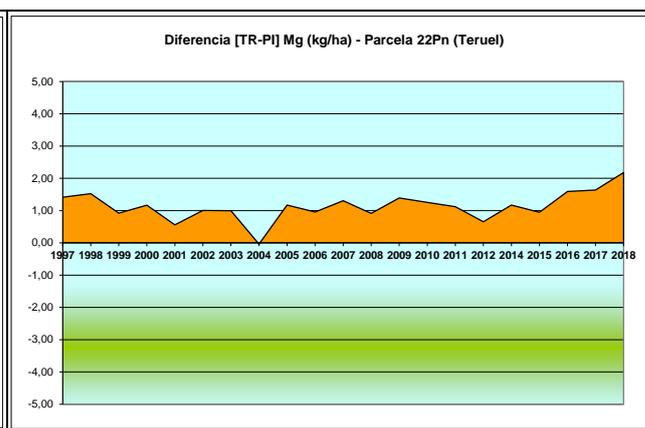
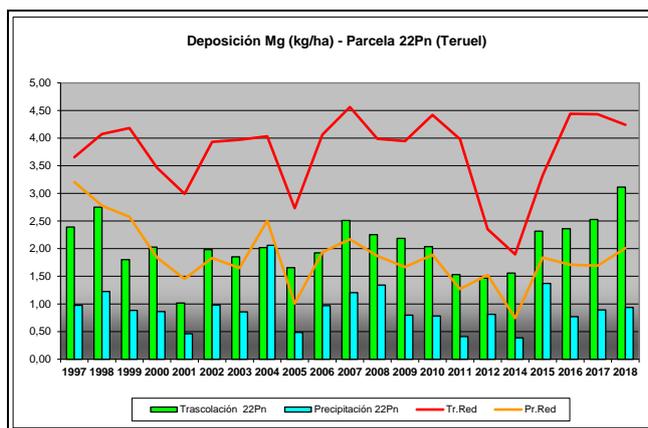


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,67	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
2016	0,50	2,36	476	0,14	0,77	535	1,59	4,44	1,71
2017	0,72	2,53	351	0,22	0,89	406	1,64	4,43	1,69
2018	0,38	3,11	814	0,11	0,94	876	2,18	4,24	2,01
Media	0,52	2,06	445	0,20	0,93	514	1,13	3,75	1,86



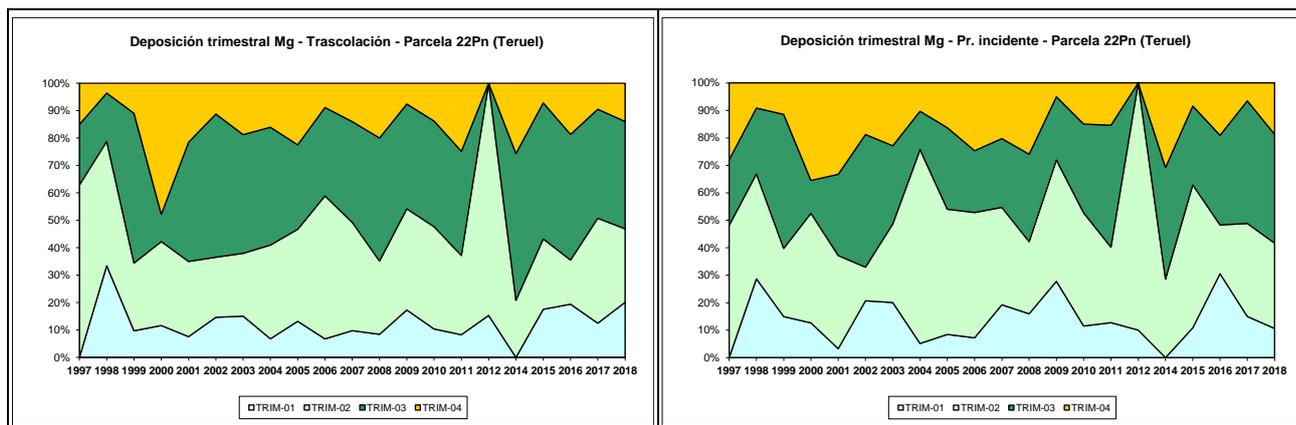


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	Trascalación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	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
2016	1,23	5,87	476	0,45	2,40	535	3,47	22,84	11,19
2017	1,20	4,22	351	0,63	2,58	406	1,64	19,35	10,47
2018	0,69	5,60	814	0,40	3,50	876	2,10	22,61	14,29
Media	1,10	4,64	445	0,75	3,76	514	0,89	18,44	11,28

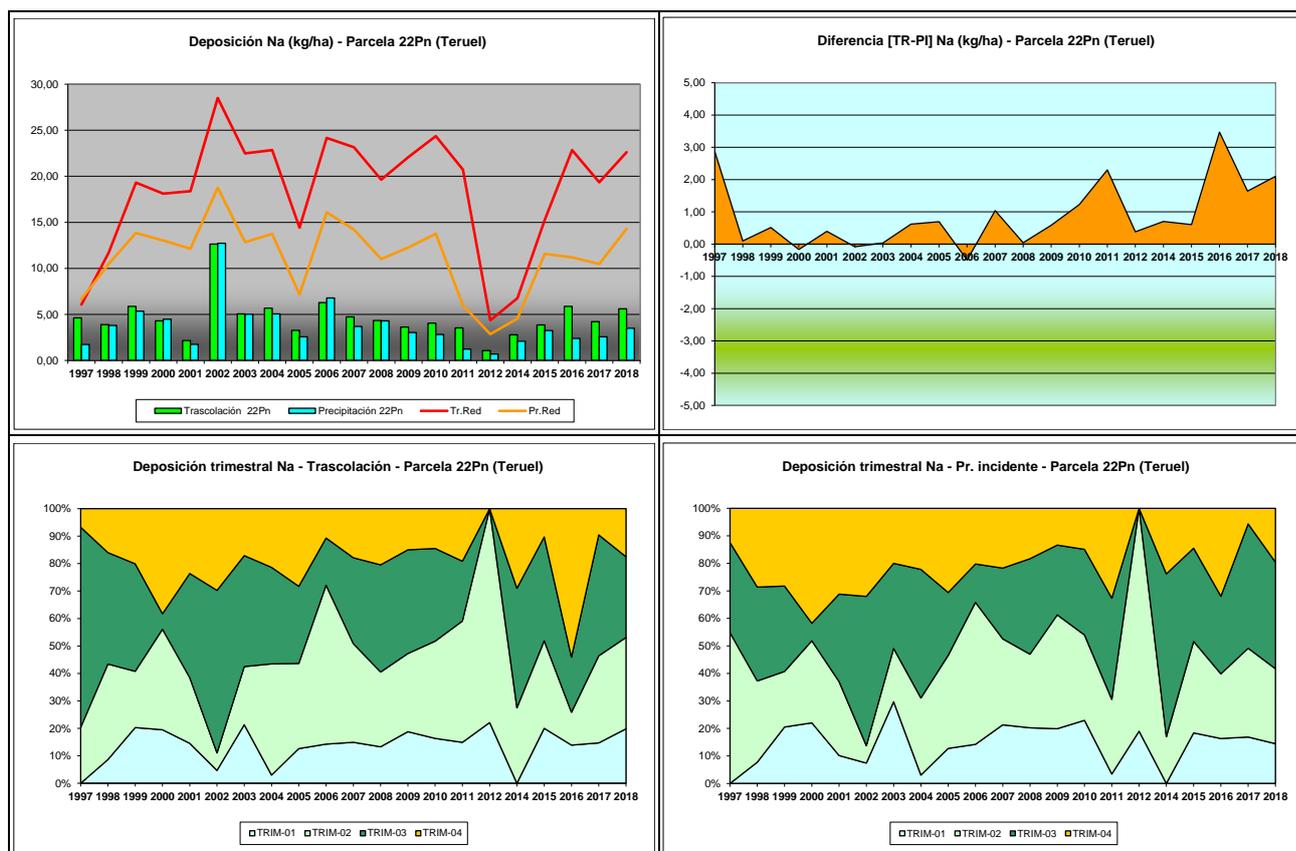


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,37	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

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	0,91	6,10	673	0,67	4,81	719	1,30	5,30	6,04
2016	0,90	4,30	476	0,71	3,82	535	0,48	5,94	4,26
2017	0,59	2,08	351	0,24	0,98	406	1,10	2,40	1,52
2018	0,23	1,91	814	0,22	1,95	876	-0,04	2,79	2,39
Media	0,56	2,32	445	0,44	2,17	514	0,15	3,15	3,49

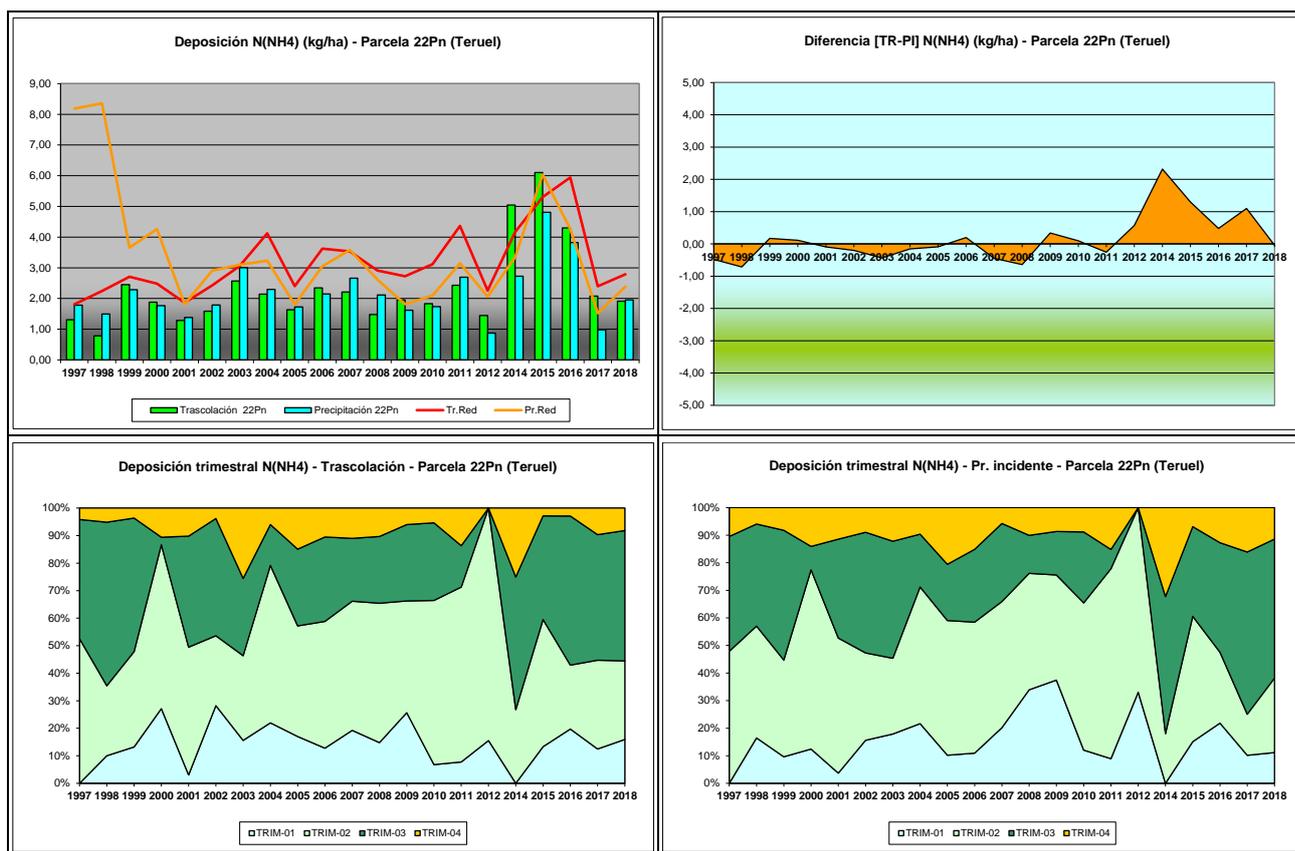


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,78	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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2005	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
2016	1,13	5,38	476	0,44	2,37	535	3,01	37,19	18,03
2017	1,66	5,84	351	0,72	2,91	406	2,92	29,16	15,38
2018	1,91	15,51	814	0,35	3,05	876	12,46	40,34	21,30
Media	2,08	8,97	445	1,99	10,47	514	-1,50	32,83	21,46

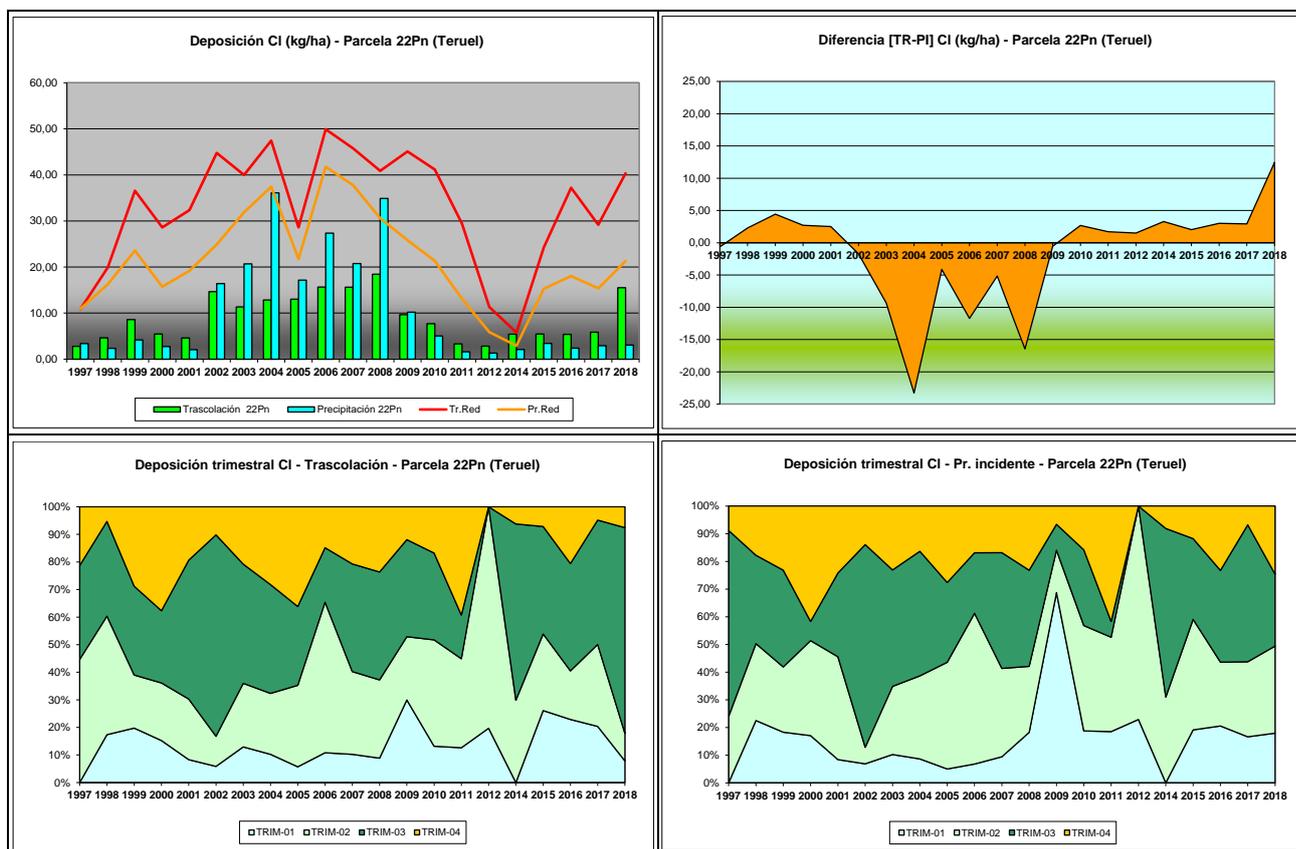
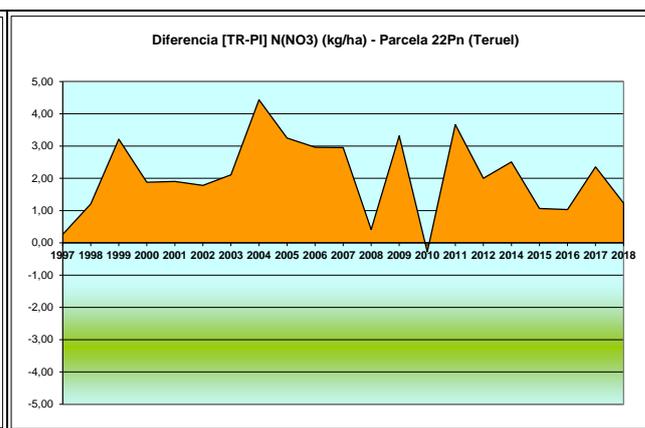
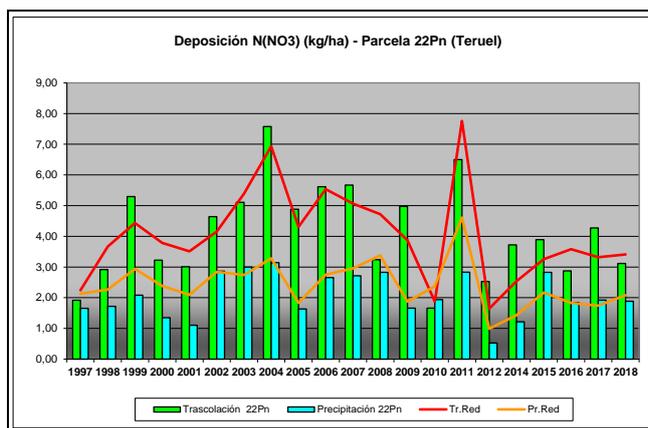


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,54	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
2016	0,60	2,88	476	0,35	1,85	535	1,03	3,58	1,83
2017	1,22	4,27	351	0,47	1,92	406	2,35	3,32	1,74
2018	0,38	3,11	814	0,21	1,88	876	1,23	3,41	2,08
Media	1,07	4,12	445	0,42	2,07	514	2,06	4,05	2,41



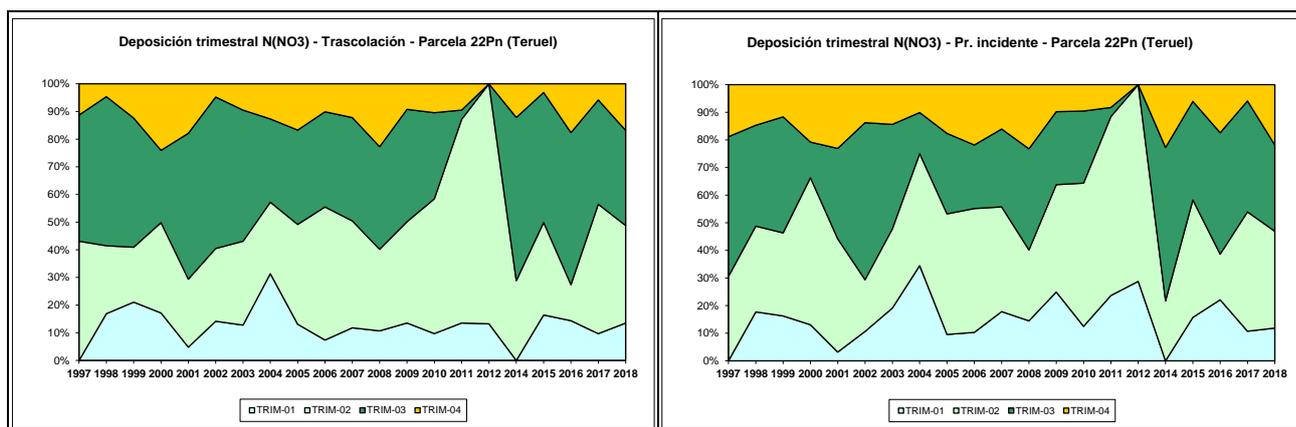


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos.

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

Año	Trascalación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,79	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
2016	0,45	2,17	476	0,41	2,20	535	-0,04	4,08	2,76
2017	0,61	2,14	351	0,44	1,78	406	0,36	4,28	2,71
2018	0,33	2,66	814	0,24	2,09	876	0,57	4,28	3,39
Media	0,85	3,42	445	0,58	2,83	514	0,60	5,22	3,94

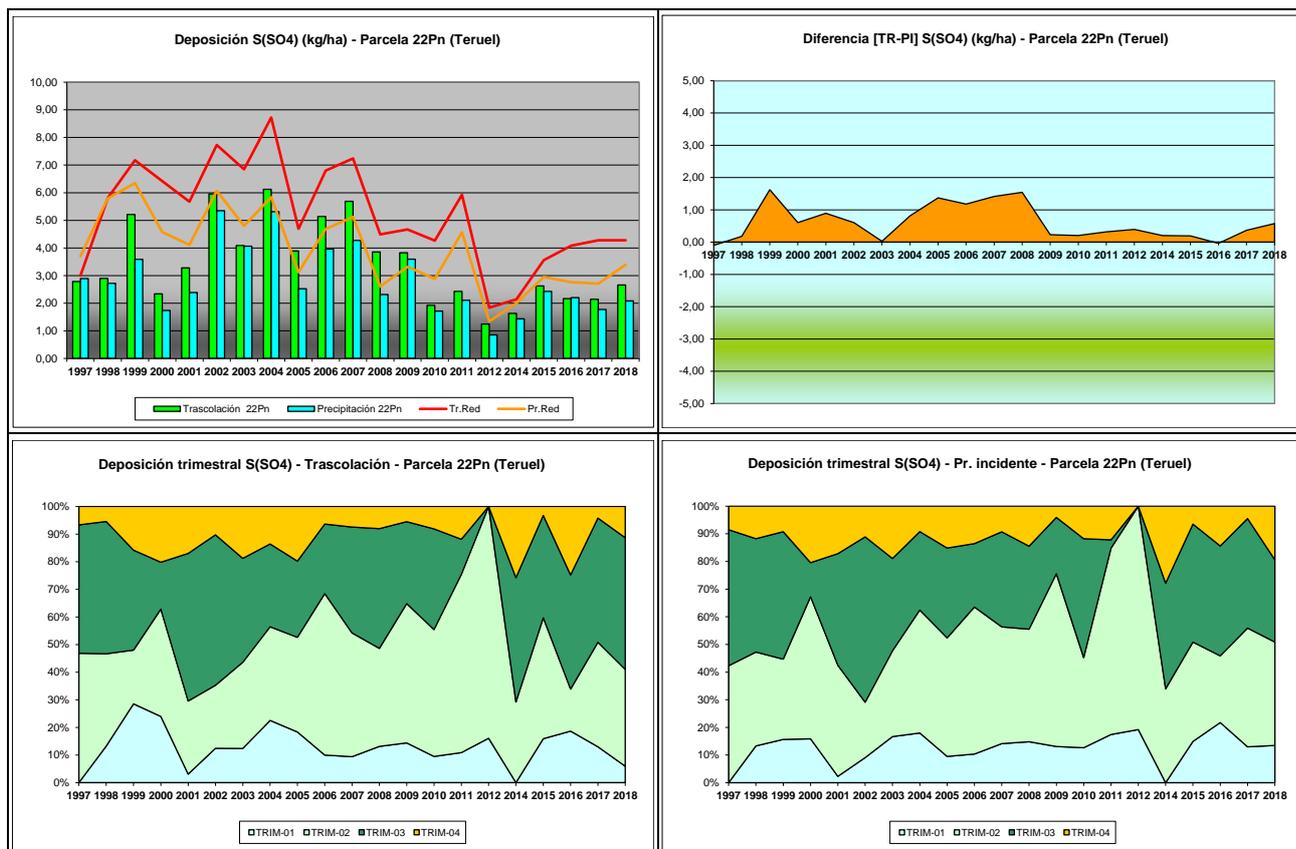


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 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, acidificándose ligeramente la deposición a lo largo del último trienio. 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, con un repunte a lo largo del último año, particularmente marcado en la deposición a campo abierto. El valor de la intercepción bajo cubierta arbórea es relativamente bajo y se sitúa en torno a valores del 14%. Al igual que en otras parcelas, se supera el episodio de sequía del año anterior, obteniéndose 876 mm, el mayor valor de la serie.

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 trascolución 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. En la presente revisión se advierte una reducción en el valor del parámetro, que la sitúa en el umbral inferior de la serie, y que podría venir motivada por una mayor dilución de las muestras obtenidas como consecuencia de una mayor precipitación.

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, para empezar a incrementarse desde 2014, sobre todo por lo que se refiere a la

trascolación, superándose los 10 kg/ha. 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 los últimos años tasas comparativamente elevadas, superándose los 15 kg/ha, en niveles propios de cinco años atrás, y por encima del valor medio de la red, en una tendencia ya apuntada en revisiones anteriores, sin que se adviertan grandes diferencias entre las deposiciones bajo cubierta y a campo abierto, decantadas casi siempre a favor de las primeras.

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 incremento con respecto a la anterior evaluación, de forma que la trascolación alcanza el valor máximo de la serie, superando los 3 kg/ha; en una tendencia ya apuntada en años anteriores. 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. Tras la leve reducción del año precedente, se observa un ligero repunte en la línea de lo observado hace dos años, lejos sin embargo de los máximos históricos.

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. Tras el marcado incremento de este soluto en los últimos años, superándose incluso los aportes medios de la Red, en los dos últimos años se han reducido considerablemente las tasas hasta valores en torno a 2 kg/ha, lo que ha sido la tendencia normal en la parcela a lo largo de la serie de años estudiados, con un mayor incremento en la deposición a campo abierto. En el último periodo se registran también niveles claramente superiores bajo cubierta arbórea que a campo abierto, tendencia esta más difusa a lo largo del año anterior.

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 tras registrar un ligero repunte en los últimos años, incrementarse considerablemente en la última campaña, donde la trascolación ha superado los 15 kg/ha. Por regla general se han obtenido mayores tasas a campo abierto que bajo la cubierta arbórea, posiblemente debido a la incidencia de la deposición seca.

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, 2014 y 2017 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. En la presente revisión la deposición se ha reducido hasta el entorno de 2-3 kg/ha.

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 ligeramente a lo largo del último tramo, con un ligero repunte a lo largo del 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.

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. O₃ 1 ppb ~ 1,96 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)	SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O ₃ (ppb)
2000	1,72	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
2016	0,82	1,16	1,01	33,29	1,12	3,37	1,28	28,68
2017	0,71	1,21	1,13	38,84	1,00	3,57	1,47	30,55

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)
2018	1,00	0,99	1,44	32,66	1,32	3,02	1,85	27,00
2019	0,84	1,12	1,44	30,07	1,11	2,98	1,85	24,94
Media	1,10	0,89	1,13	35,58	1,41	2,48	1,54	30,75

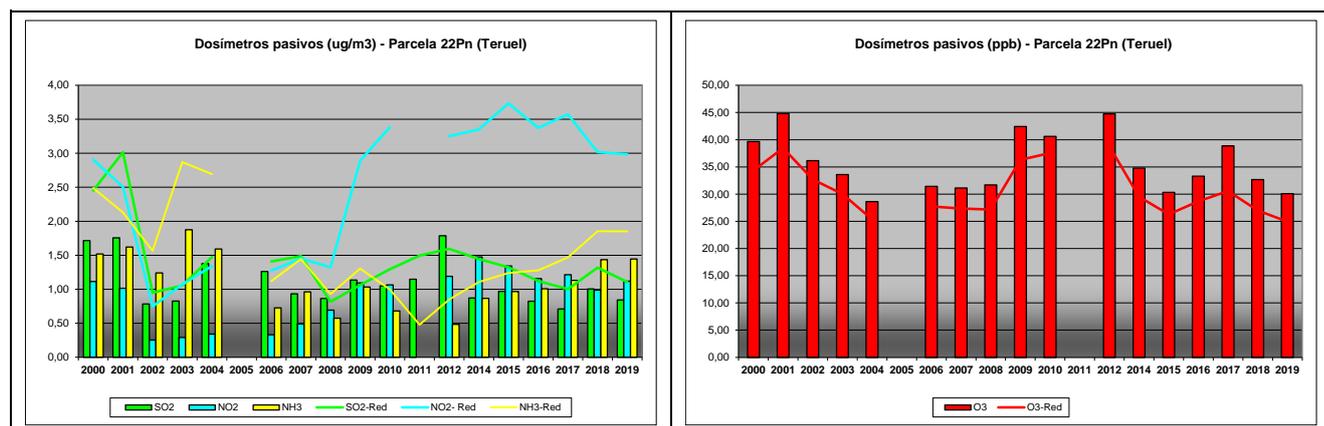


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

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. En el tramo final de la serie se observa un incremento de los compuestos nitrogenados, particularmente el amoníaco, que van incrementándose paulatinamente mientras que el dióxido de azufre aumenta también pero de forma menos marcada. Por lo que respecta al ozono se advierte también una reducción respecto al pico de 2012 y 2017, situándose en el entorno de los 30 ppb.

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
2015-2016	22 Pn	Teruel	47,47	12,70	0,99	0,99	4,36	1,44	5,05	54,01
	<i>P.nigra</i>	Red	47,47	12,70	0,99	0,99	4,36	1,44	5,05	54,01
2017-2018	22 Pn	Teruel	42,54	9,80	0,62	0,83	3,87	1,27	4,34	53,05
	<i>P.nigra</i>	Red	42,54	9,80	0,62	0,83	3,87	1,27	4,34	53,05

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.

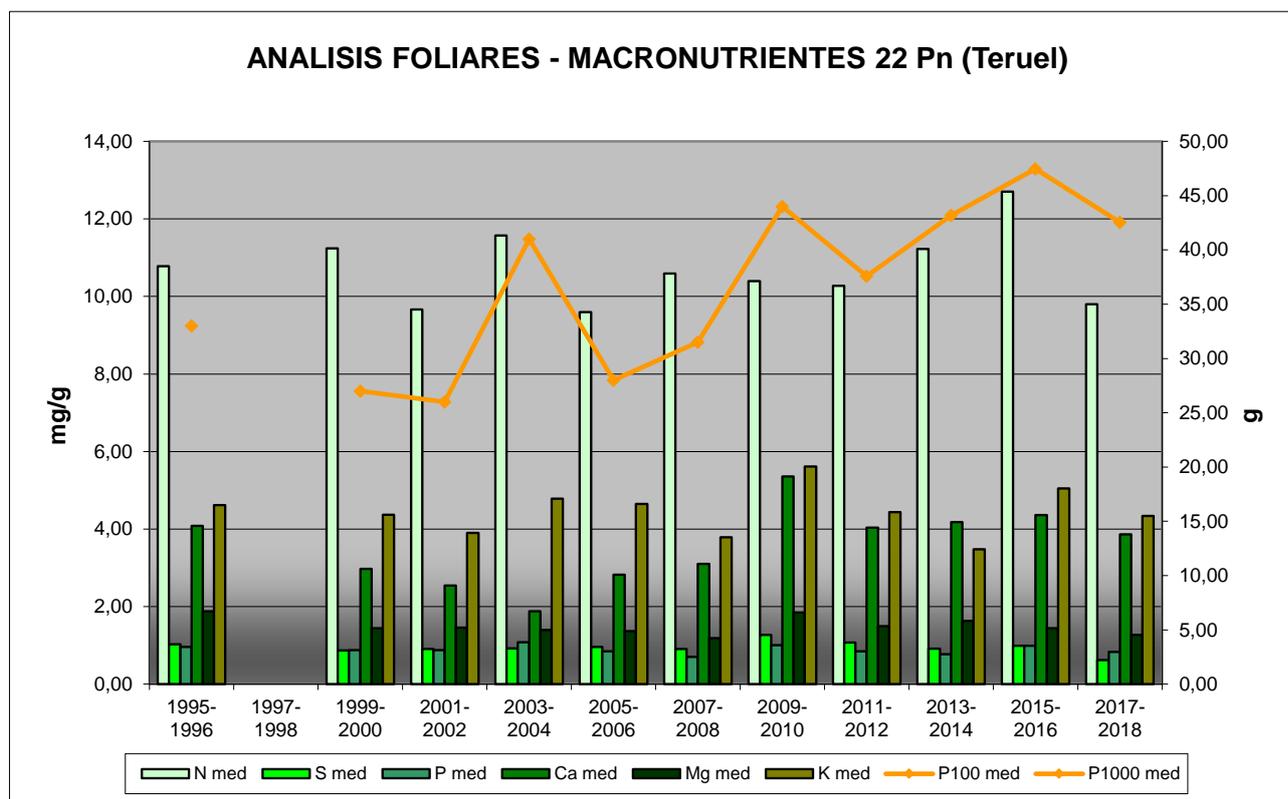


FIG. 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

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	
	<i>P.nigra</i>	Red		33,33	248,67	74,33	
1997-1998	22 Pn	Teruel					
	27 Pn	Jaén					
	42 Pn	Cuenca					
	<i>P.nigra</i>	Red					
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
2017-2018	22 Pn	Teruel		31,32	118,42	92,86	3,58
	<i>P.nigra</i>	Red		31,32	118,42	92,86	3,58

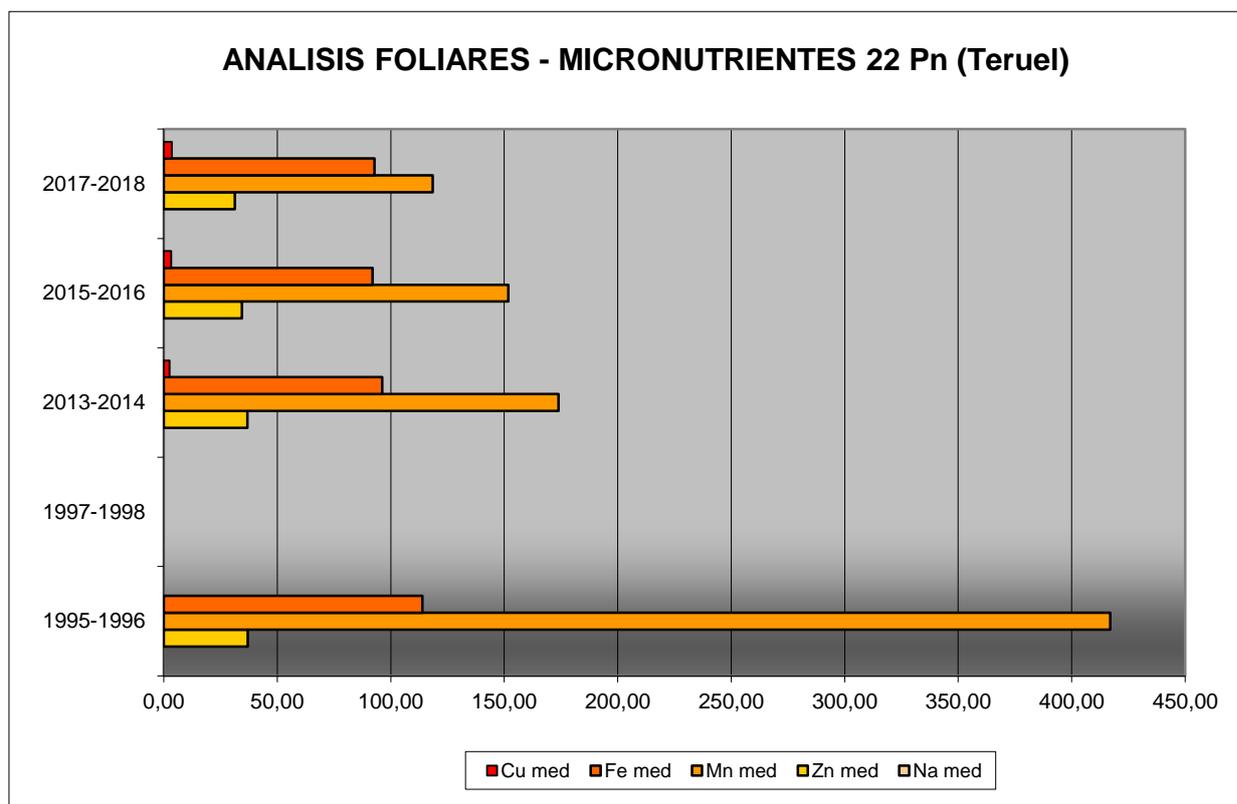


FIG 20: Evolución de micronutrientes ($\mu\text{g/g}$) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

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 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 sigue una tendencia irregular y creciente a lo largo de la serie, situándose por encima de los 40 g/1000 acículas. Aún cuando se reduce respecto a la campaña anterior, la variable presenta máximos a lo largo de las dos últimas revisiones.

Respecto a los **macronutrientes**; y a grandes rasgos, se reducen a lo largo de la última campaña con respecto a la precedente. Por lo que se refiere al **nitrógeno**, el elemento más abundante en el follaje, y con tasas inferiores a 10 mg/g se sitúa próximo a los mínimos de la serie. El **fósforo**, el elemento más limitante, al ser el menos representado, se reduce si bien su nivel es similar al de años precedentes y el **azufre** alcanza también el valor mínimo, sin que se alcancen los valores de referencia para la especie, indicando una baja afección de la contaminación sulfurosa. El resto de elementos, **calcio**, **magnesio** y **potasio**, se reducen también. En cuanto al contenido en **carbono**, medido por primera vez en la campaña anterior, se sitúa muy estable en torno a valores del 53%.

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** y **manganeso** y un ligero aumento de **hierro** y **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
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							

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
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
2016	Hojas	3.245	54,24	6,40	0,80	0,41	7,06	1,44	2,58
	Ramillas	2.565							
	Otras	2.659	52,87	7,34	1,07	1,20	11,08	0,96	3,22
2017	Hojas	1.570	53,36	6,82	0,65	0,46	7,23	1,55	3,05
	Ramillas	337							
	Otras	1.338							
2018	Hojas	1.522	54,06	5,17	0,75	0,36	6,91	1,30	2,58
	Ramillas	37							
	Otras	1.017							
Media	Hojas	1.863	54,37	6,30	0,81	0,40	6,20	1,37	2,42
	Ramillas	383	53,62	5,08	0,76	0,19	10,40	1,31	0,71
	Otras	1.027	52,49	7,35	0,93	0,49	6,42	0,83	1,28

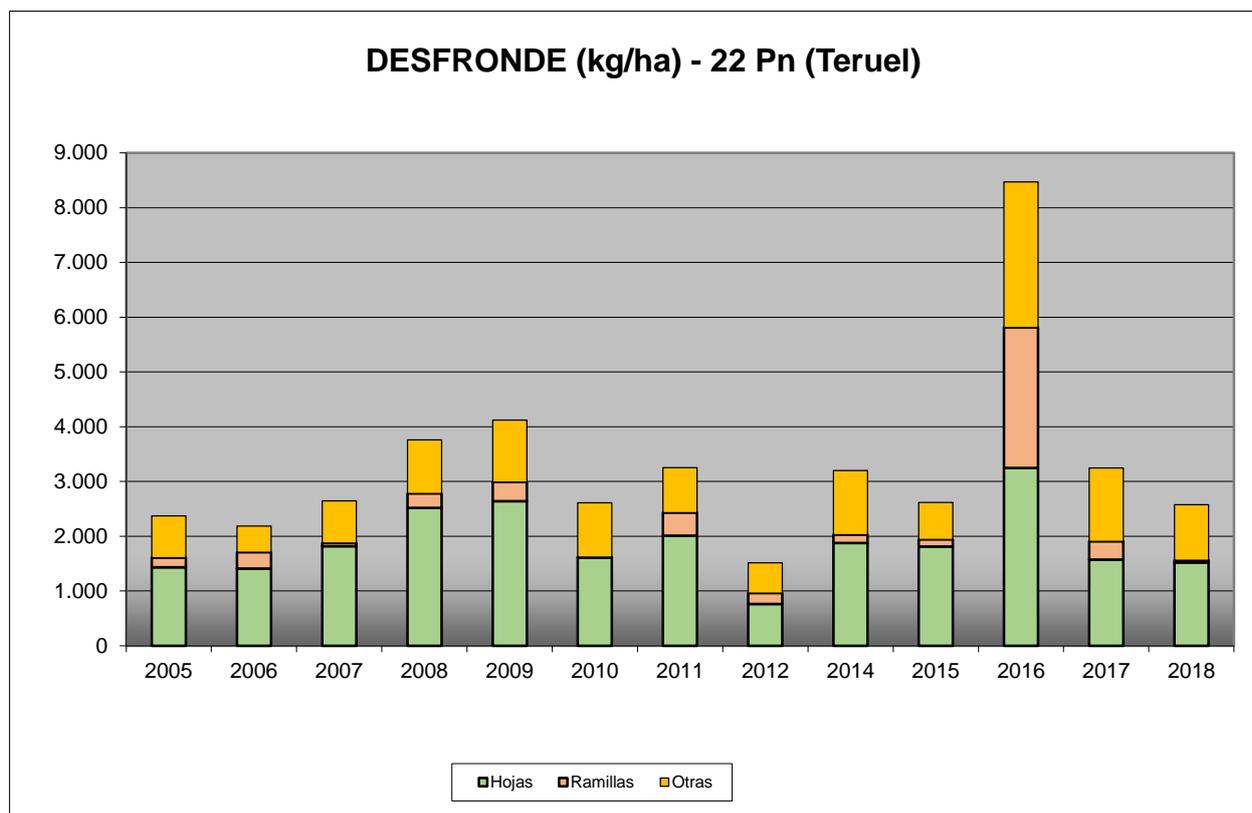


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.000kg/ha, con una notable reducción respecto al año anterior en que se alcanzó el máximo de la serie, para situarse en el entorno de la media de la serie. Se han reducido las tres vías de aporte, notablemente la correspondiente a los elementos leñosos. 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
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
2016	04/07/16	29/07/16	25	185	1365	02/06/16	04/07/16	32	153	840

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)
2017	01/06/17	25/07/17	54	151	1035	01/06/17	28/06/17	27	151	1035
2018	01/06/18	23/07/18	52	151	728	23/06/18	23/07/18	30	173	1031
2019	23/06/19	24/08/19	62	173	1218	23/06/19	31/07/19	38	173	1218
Media			43	156	975			25	168	1111

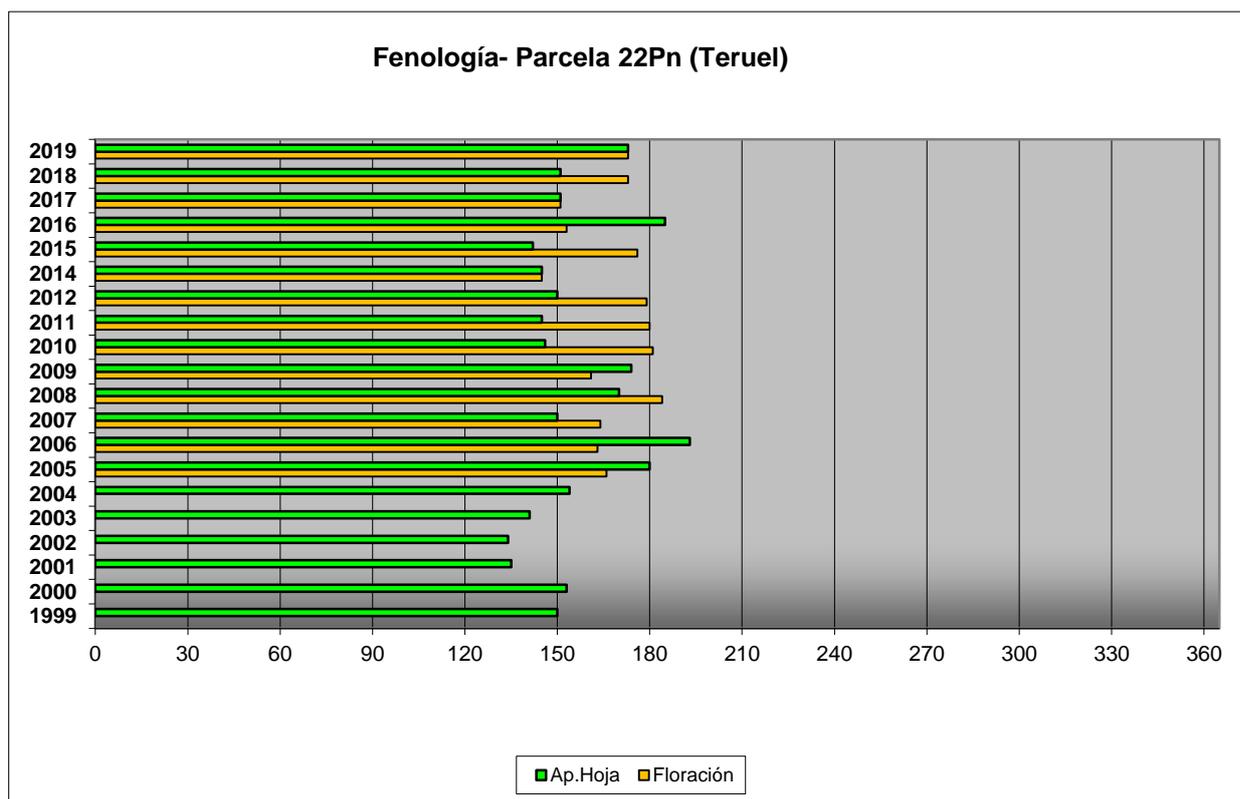


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

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, tal como ha ocurrido a lo largo del último año.



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 los que se ha tomado la medida de forma quincenal hasta 2009 y mensualmente a partir de 2010.

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

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

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
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
2016	0,14	0,46	0,14	0,46
2017	0,07	0,24	0,07	0,08
2018	0,19	0,62	0,19	0,59
2019	0,10	0,31	0,10	0,21
Media	0,12	0,42	0,12	0,22

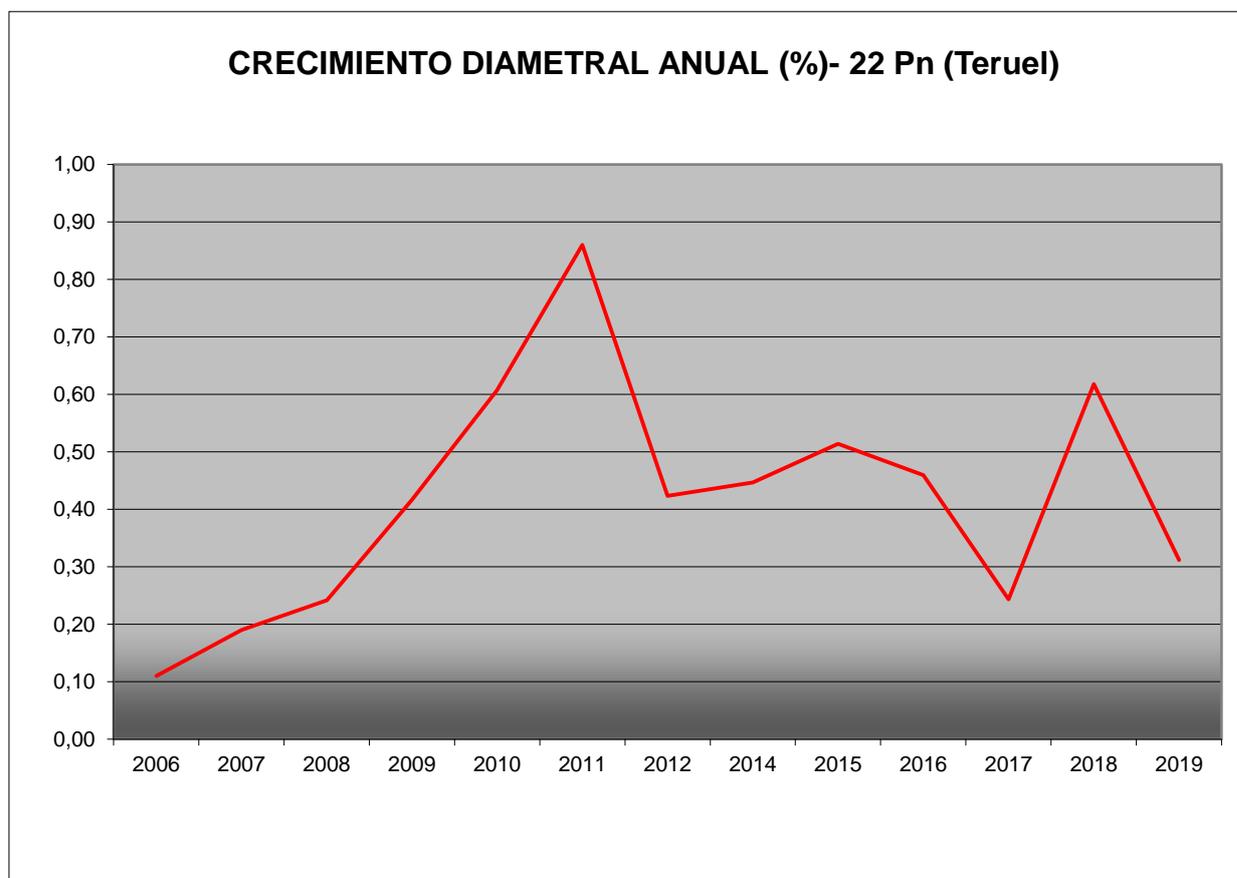


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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 una reducción del valor en la última campaña tras la fase en crecimiento de unos años atrás.

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
2016	535	9,7	32,3	-8,6	15,7	4,9	141,3	64,7	1,3	23,8
2017	406	10,5	34,8	-11,8	16,9	5,1	140,1	59,1	1,3	23,5
2018	876	9,3	31,8	-8,7	15,0	4,8	135,1	67,3	1,1	19,7
2019	516	10,1	34,0	-7,7	16,1	5,1	150,2	60,6	1,0	20,8
Media	514	9,6	31,2	-9,2	15,3	4,7	160,1	63,2	1,4	21,4

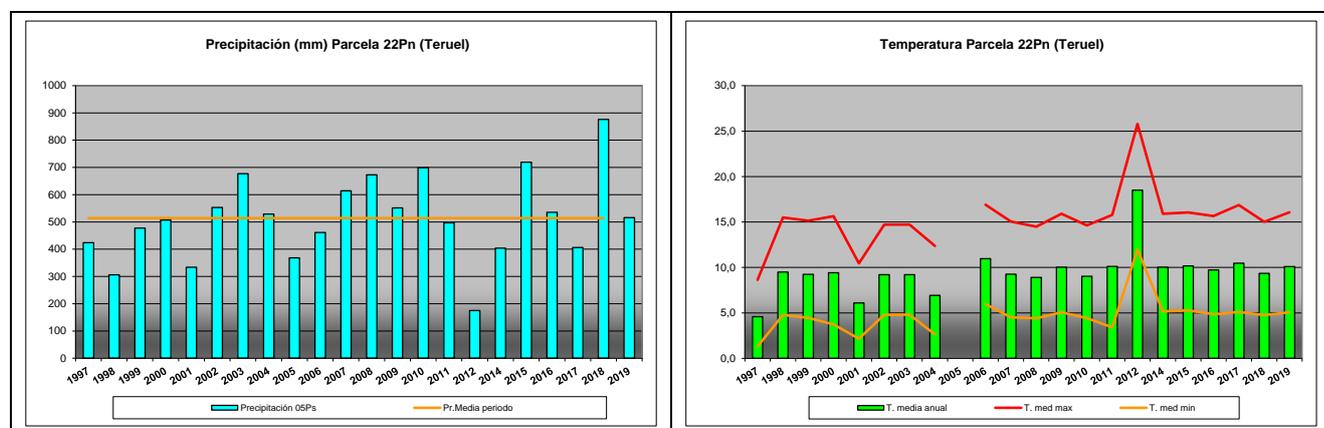


FIG 25: Principales variables meteorológicas.

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

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

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2000	3	1	153,8	21/10 a 25/10	2	30	02/08 a 31/08
2001	3	2	38,6	09/10 a 13/10	1	28	11/06 a 08/07
2002	0	0	20,0	01/10 a 05/10	2	20	09/06 a 28/06
2003							
2004	0	4	27,9	25/02 a 29/02	0		
2005	0	0			0		
2006	6	1	30,1	02/11 a 06/11	1	13	19/08 a 31/08
2007	5	2	27,9	17/12 a 21/12	3	8	15/05 a 22/05
2008	0	2	39,8	29/10 a 02/11	5	9	20/06 a 28/06
2009	5	7	33,7	22/12 a 26/12	3	16	22/07 a 06/08
2010	2	15	41,6	09/10 a 13/10	0	13	24/05 a 05/06
2011	1	1	76,6	03/11 a 07/11	3	11	18/08 a 28/08
2012							
2013							
2014	2	0	57,8	27/11 a 01/12	1	14	01/08 a 14/08
2015	9	8	37,9	28/10 a 02/11	4	18	01/05 a 18/05
2016	7	1	13,8	12/02 a 16/02	1	11	21/08 a 31/08
2017	17	1	9,8	17/10 a 21/10	1	10	05/06 a 14/06
2018	4	7	88,6	18/10 a 22/10	5	11	25/07 a 04/08
2019	12	2	32,9	22/10 a 26/10	1	3	17/05 a 19/05

12. Índice de Área Foliar.

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

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

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

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media
S-01	1,49	1,09	1,88	1,60	2,00	2,15	1,70
S-02	1,63	1,18	2,08	1,81	2,00	1,97	1,78
S-03	1,58	1,14	1,77	1,58	1,90	1,57	1,59
S-04	1,58	1,36	2,06	1,86	2,07	1,96	1,82
S-05	1,61	1,11	1,88	1,73	1,92	1,75	1,67

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Media
S-06	1,83	1,50	2,29	1,90	2,14	1,77	1,90
S-07	1,73	1,14	1,85	1,76	2,12	1,88	1,75
S-08	1,77	1,06	1,77	1,56	2,00	1,51	1,61
S-09	1,75	1,09	1,93	1,66	2,12	1,72	1,71
S-10	1,75	1,06	1,97	1,62	2,23	1,62	1,71
S-11	1,98	1,20	2,10	2,12	2,32	1,70	1,90
S-12	2,00	1,13	1,70	1,86	2,25	1,55	1,75
S-13	1,82	1,19	2,25	2,17	2,31	2,02	1,96
S-14	1,80	1,12	1,95	1,98	2,13	1,78	1,79
S-15	2,08	1,25	2,15	2,14	2,36	2,06	2,00
S-16	2,26	1,34	2,17	2,33	2,54	2,00	2,11
Media	1,79	1,19	1,99	1,86	2,15	1,81	1,80

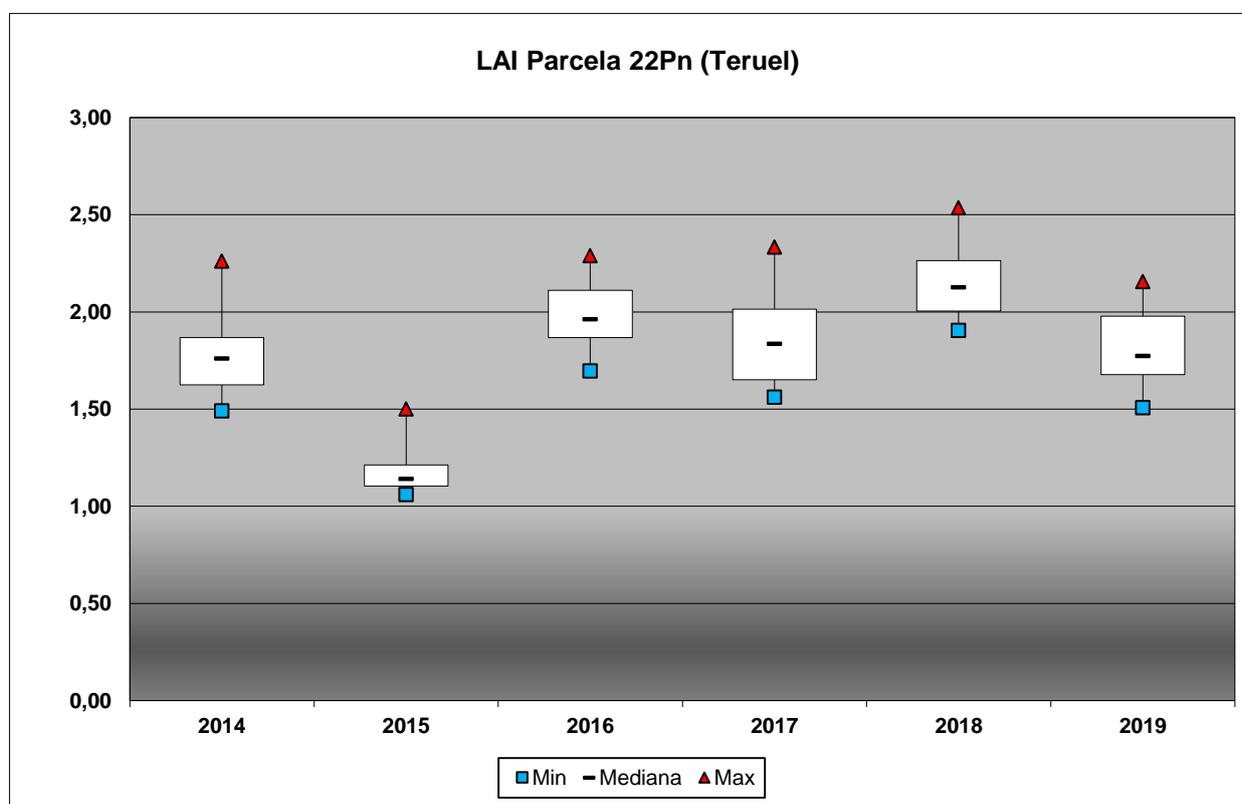


FIG 26: Diagrama de cajas LAI anual.

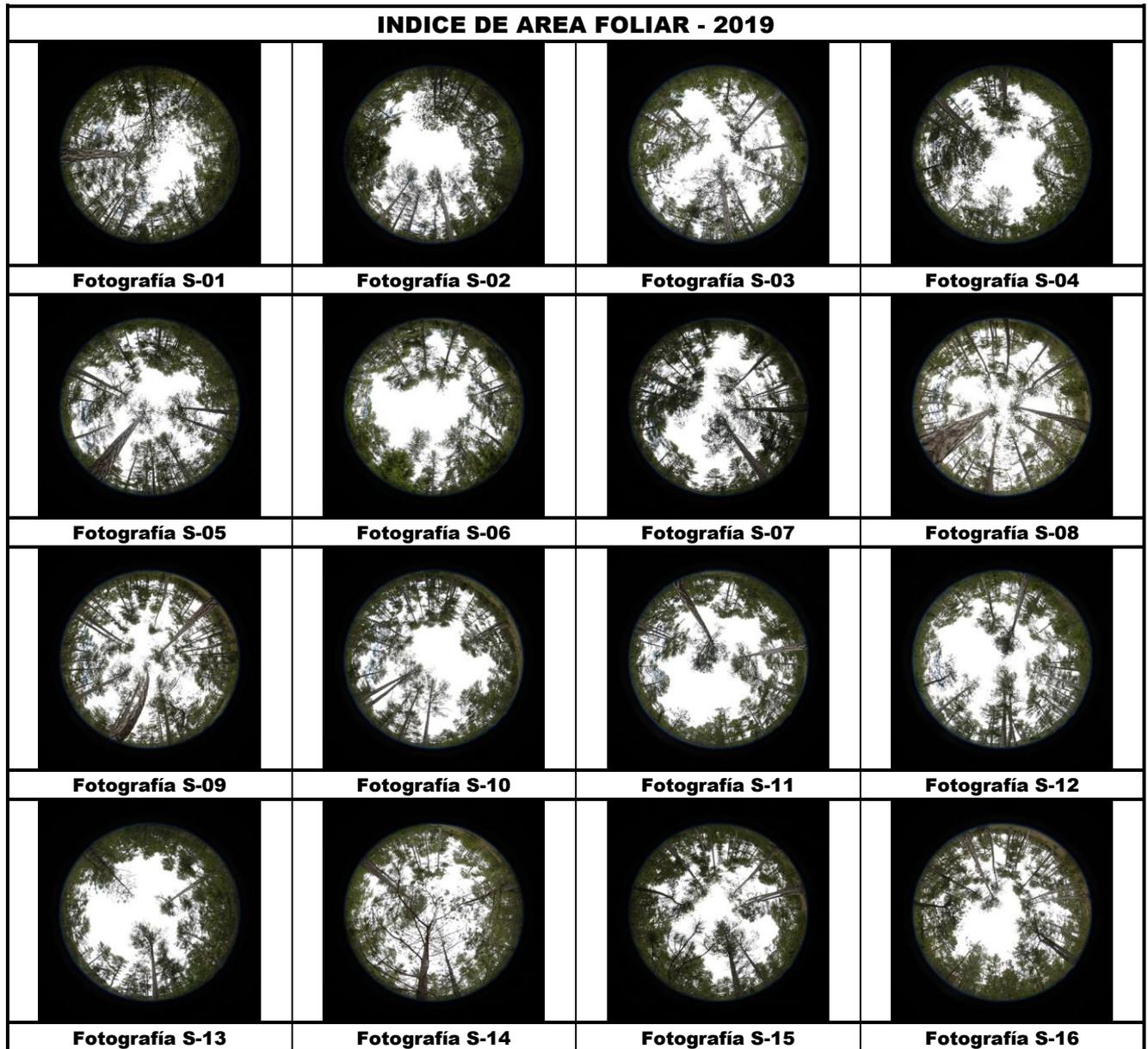


FIG 27: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.