



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2022**

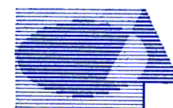
PARCELA 05 Ps (SEGOVIA)

20
22



DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES Y DESERTIFICACIÓN

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



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

Índice

1. Situación de la parcela	1
2. Caracterización de la parcela	2
2.1. Climatología	2
2.2. Geología y suelos	2
2.3. Vegetación	2
2.4. Caracterización forestal y dasométrica	4
3. Estado fitosanitario de la parcela	5
3.1. Defoliación y decoloración	5
3.2. Daños forestales	6
4. Instrumentación	29
5. Deposición atmosférica	31
5.1. pH	33
5.2. Conductividad	34
5.3. Potasio	35
5.4. Calcio	36
5.5. Magnesio	38
5.6. Sodio	39
5.7. Amonio	40
5.8. Cloro	41
5.9. Nitratos	43
5.10. Sulfatos	44
5.11. Alcalinidad.....	45
5.12. Nitrógeno total	46
5.13. Carbono orgánico disuelto.....	48
5.14. Aluminio	48
5.15. Manganeseo.....	49
5.16. Hierro.....	50
5.17. Interpretación de resultados	51
6. Calidad del aire. Inmisión	53
7. Análisis foliar	55
7.1. Macronutrientes	55
7.2. Micronutrientes	57
7.3. Interpretación de resultados	58
8. Desfronde	59
9. Fenología	62
10. Cintas diamétricas	65
11. Meteorología	66
12. Índice de Área Foliar	68
13. Solución del suelo	70

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: Características de la parcela.
TABLA 2: Datos meteorológicos parcela.
TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009
TABLA 4: Características dasométricas
TABLA 5: Distribución de agentes dañinos en la parcela
TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela
TABLA 7: Relación entre agentes, síntomas y signos observados
TABLA 8: Equipos de medición instalados
TABLA 9: Parámetros descriptores de la deposición atmosférica
TABLA 10: Caracterización pH
TABLA 11: Caracterización conductividad
TABLA 12: Caracterización potasio
TABLA 13: Caracterización calcio

TABLA 14: Caracterización magnesio
TABLA 15: Caracterización sodio
TABLA 16: Caracterización amonio
TABLA 17: Caracterización cloro
TABLA 18: Caracterización nitratos
TABLA 19: Caracterización sulfatos
TABLA 20: Caracterización alcalinidad
TABLA 21: Caracterización nitrógeno total
TABLA 22: Caracterización carbono orgánico disuelto
TABLA 23: Caracterización aluminio
TABLA 24: Caracterización manganeso
TABLA 25: Caracterización hierro
TABLA 26: Valores de referencia de inmisión atmosférica
TABLA 27: Inmisión atmosférica
TABLA 28: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Macronutrientes
TABLA 29: Análisis foliares por campaña bianual de muestreo para la parcela y especie. Micronutrientes
TABLA 30: Resultados medios del análisis de desfronde
TABLA 31: Resultados de la evaluación fenológica
TABLA 32: Valor medio dendrómetros
TABLA 33: Valores medios meteorológicos
TABLA 34: Parámetros de estrés meteorológico
TABLA 35: Índices de Área Foliar
TABLA 36: Resultados de análisis de la solución del suelo

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela
FIG 2: Climodiagrama de la parcela
FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela
FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media
FIG 5: Tipos de defoliación
FIG 6: Daños forestales
FIG 7: Instrumentación
FIG 8: Variación temporal de pH
FIG 9: Variación temporal de conductividad
FIG 10: Variación temporal de potasio
FIG 11: Variación temporal de calcio
FIG 12: Variación temporal de magnesio
FIG 13: Variación temporal de sodio
FIG 14: Variación temporal de amonio
FIG 15: Variación temporal de cloro
FIG 16: Variación temporal de nitratos
FIG 17: Variación temporal de sulfatos
FIG 18: Variación temporal de alcalinidad
FIG 19: Variación temporal de nitrógeno total
FIG 20: Variación temporal de carbono orgánico disuelto
FIG 21: Variación temporal de aluminio
FIG 22: Variación temporal de manganeso
FIG 23: Variación temporal de hierro
FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros
FIG 25: Evolución de macronutrientes
FIG 26: Evolución de micronutrientes
FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica
FIG 28: Fases fenológicas. Inicio de fase
FIG 29: Fases fenológicas
FIG 30: Crecimiento diametral anual
FIG 31: Principales variables meteorológicas

FIG 32: Índices de Área Foliar

FIG 33: Fotos hemisféricas

FIG 34: Variación temporal de pH de la solución del suelo

FIG 35: Variación temporal de conductividad de la solución del suelo

FIG 36: Variación temporal de potasio de la solución del suelo

FIG 37: Variación temporal de calcio de la solución del suelo

FIG 38: Variación temporal de magnesio de la solución del suelo

FIG 39: Variación temporal de sodio de la solución del suelo

FIG 40: Variación temporal de amonio de la solución del suelo

FIG 41: Variación temporal de cloro de la solución del suelo

FIG 42: Variación temporal de nitratos de la solución del suelo

FIG 43: Variación temporal de sulfatos de la solución del suelo

FIG 44: Variación temporal de alcalinidad de la solución del suelo

FIG 45: Variación temporal de nitrógeno total de la solución del suelo

FIG 46: Variación temporal de carbono orgánico disuelto de la solución del suelo

FIG 47: Variación temporal de aluminio de la solución del suelo

FIG 48: Variación temporal de manganeso de la solución del suelo

FIG 49: Variación temporal de hierro de la solución del suelo

05 Ps (SEGOVIA)

RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO
DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES – RED DE NIVEL II
AÑO 2022

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el pinar de *Pinus sylvestris* del sector Guadarrámico de la Provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

PARCELA	ESPECIE	PROVINCIA	T. MUNICIPAL	REPLANTEO	NIVEL
05 Ps	<i>Pinus sylvestris</i>	Segovia	La Granja	04/08/1993	III

LATITUD	LONGITUD	XUTM	YUTM	ALTITUD	PENDIENTE	ORIENTACIÓN	PARAJE
+40°52'00"	-03°58'00"	418.000	4.525.000	1.630	20	Noreste	Raso del Pino

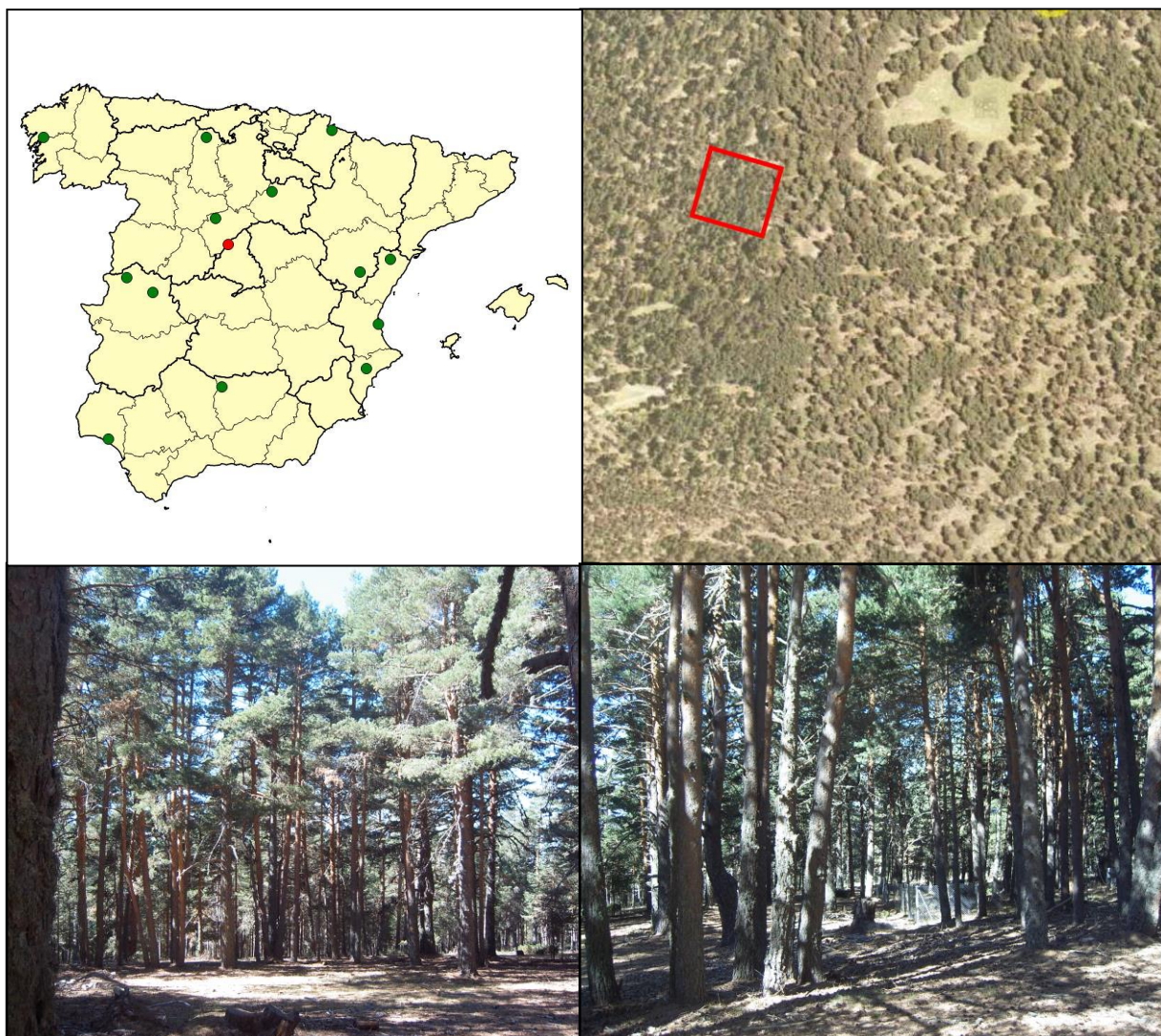


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 05 Ps

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)	0	0,5	2,6	4,5	8,6	12,5	16,3	16	12,6	7,8	3,2	0,6	7,1
P(mm)	123	107	114	111	113	76	31	31	71	109	138	131	1153
T. Media Máximas Mes más Cálido							24,1						
	-3,5	T. Media Mínimas Mes más Frío											

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un VI *Nemoral Genuino*.

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

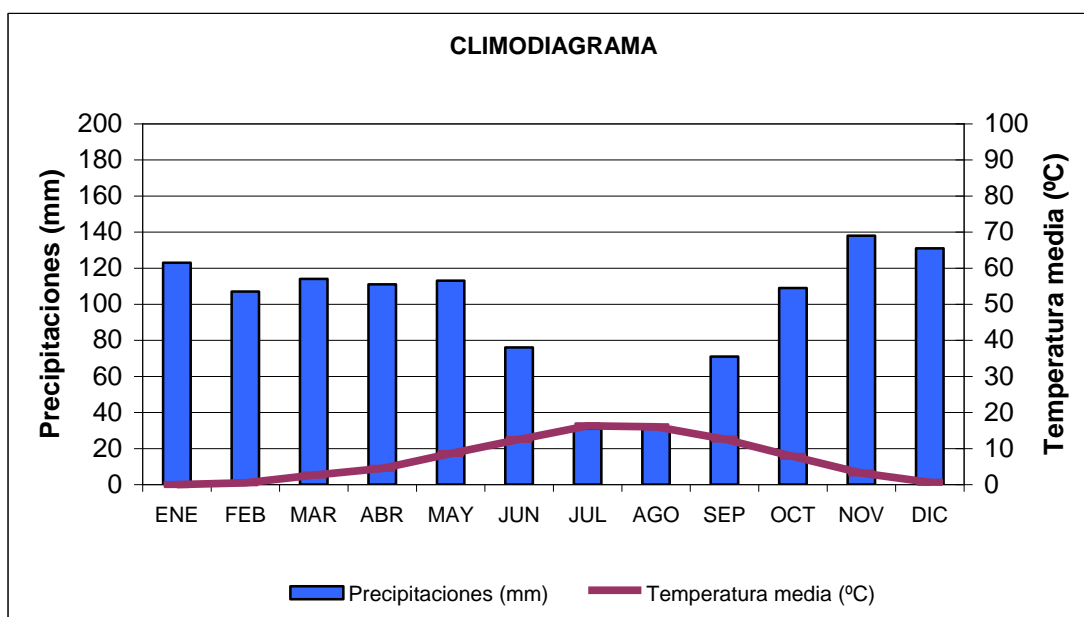


FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

Litología: *gneis*.

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Pinar de *Pinus sylvestris* en terreno de escasa pendiente y con encharcamiento temporal en algunos puntos. Bajo el dosel de árboles maduros aparece un subpiso de pinos sumergidos de unos seis metros de altura. El estrato arbustivo es de baja cobertura pero el número de individuos ha

aumentado en el periodo 1999-2003. El pasto esta sometido a una alta presión de ganado vacuno. El césped clarea bajo las copas de los pinos y se hace muy denso en las zonas de mayor luz y humedad.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

	Cob		Cob
ESTRATO ARBÓREO	70,0	<i>Jasione laevis</i> Lam.	+
<i>Pinus sylvestris</i> L.	70,0	<i>Koeleria caudata</i> (Link) Steudel	+
ESTRATO ARBUSTIVO	3,0	<i>Linaria nivea</i> Boiss. & Reuter	+
<i>Cytisus</i> sp.	1,0	<i>Luzula lactea</i> (Link) E.H.F. Meyer	+
<i>Juniperus communis</i> L.	2,0	<i>Nardus stricta</i> L.	25,0
EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO	27,0	<i>Pinus sylvestris</i> L.	+
<i>Arenaria montana</i> L.	+	<i>Poa pratensis</i> L.	+
<i>Arrhenatherum album</i> (Vahl) W.D. Clayton	+	<i>Ranunculus ollissiponensis</i> Pers.	+
<i>Cerastium ramosissimum</i> Boiss.	+	<i>Rumex acetosella</i> L.	+
<i>Conopodium pyrenaicum</i> (Loisel.) Miégevill	+	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	+
<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	+	<i>Taraxacum officinale</i>	+
<i>Deschampsia flexuosa</i> (L.) Trin.	+	<i>Teesdalia nudicaulis</i> (L.) R. Br.	+
<i>Festuca iberica</i> (Hackel) K. Richter	+	<i>Veronica arvensis</i> L.	+
<i>Galium rivulare</i> Boiss. & Reuter	+	<i>Veronica officinalis</i> L.	+
<i>Hieracium</i> sp.	+		

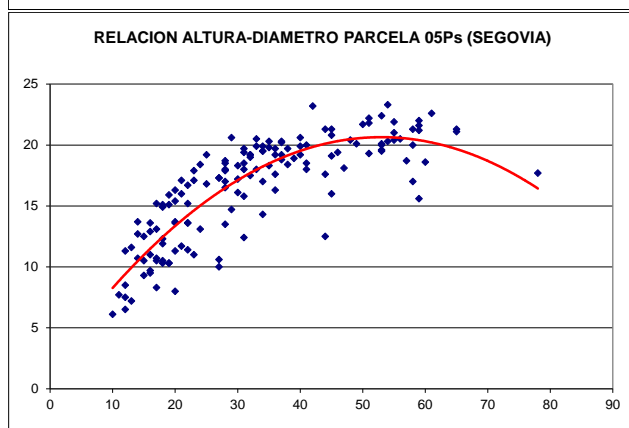
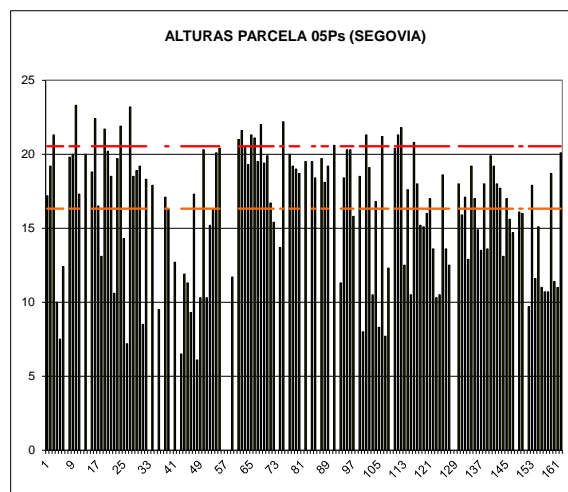
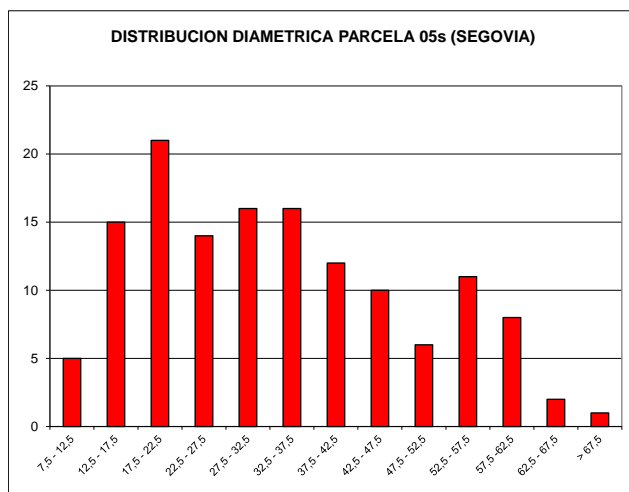
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 13a Serie Oromediterranea Guadarramica Silicicola de *Juniperus nana* o enebro rastrero (*Junipero nanae-Cytiseto purgantis sigmetum*).

2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

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

TABLA 4: Características dasométricas. Area 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 con 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	Alt do m	Exist m ³ cc
05 Ps	0,2500	137	548	137	0	25	81-100	33,58	58,24	36,79	16,86	21,14	144,42



CD	N parc	N ha	h	Esb	Exist parc	Exist ha
7,5 - 12,5	5	20	8,23	82,30	1,07	4,27
12,5 - 17,5	15	60	10,99	73,29	3,01	12,05
17,5 - 22,5	21	84	13,43	67,15	4,99	19,96
22,5 - 27,5	14	56	15,54	62,17	4,84	19,35
27,5 - 32,5	16	64	17,33	57,77	8,74	34,96
32,5 - 37,5	16	64	18,79	53,69	12,52	50,07
37,5 - 42,5	12	48	19,93	49,83	13,37	53,47
42,5 - 47,5	10	40	20,74	46,10	15,42	61,69
47,5 - 52,5	6	24	21,23	42,46	12,44	49,75
52,5 - 57,5	11	44	21,39	38,90	28,66	114,65
57,5 - 62,5	8	32	21,23	35,38	24,89	99,55
62,5 - 67,5	2	8	20,74	31,91	8,17	32,67
> 67,5	1	4	20,29	29,84	6,31	25,24
TOTAL	137	548			144,42	577,67

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

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un estado fitosanitario aceptable, con una defoliación media del 22,66%, dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado algo más del 80% de la población, en lo que supone una ligera mejoría en su estado respecto a la revisión anterior, con una disminución del parámetro de algo menos de un punto porcentual, inferior en todo caso al umbral de cinco puntos que supondría una variación estadísticamente significativa de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales. Por lo que respecta a la distribución por clases de daño, se observa un comportamiento muy estable durante los últimos dos años. Al igual que en las últimas revisiones, no se han registrado árboles muertos.

Atendiendo a la serie histórica de datos, continúa observándose una fase de meseta o estabilidad en el arbolado desde 2013 en el que se registró un máximo local de la defoliación, momento a partir del cual la distribución tiende a presentar en torno a un 15-20% de los pies calificados con daño moderado y en torno a un 23% de defoliación media, con alguna muerte salpicada a lo largo del primer tramo de la serie, alejándose del periodo más benigno situado en torno a 2007-2011; y lejos en todo caso de los malos resultados habidos en el bienio 2003-2004, cuando se registraron los peores resultados de la serie.

No se han registrado tampoco decoloraciones de consideración en el arbolado, fuera de unos pocos casos aislados, en su mayoría de carácter ligero, asociados a defoliaciones moderadas o graves.

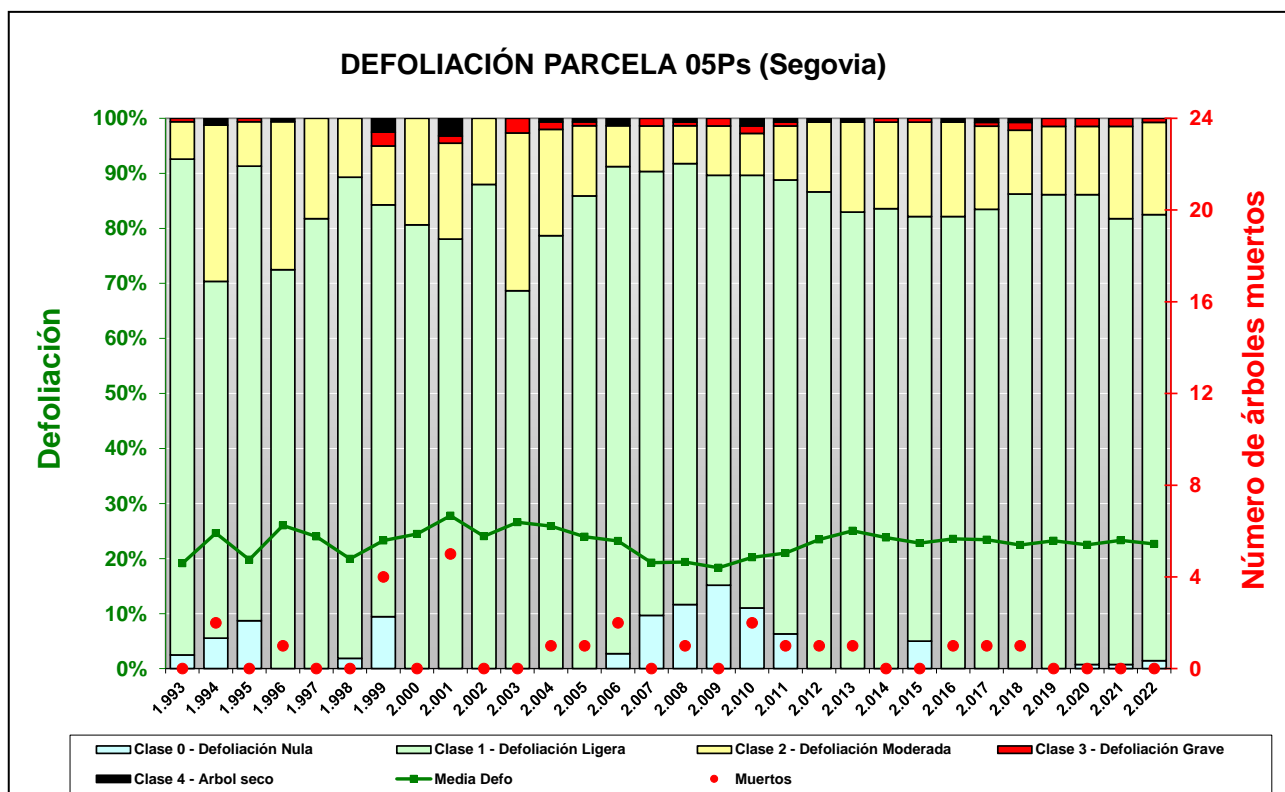


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 10%, 25% y 35%

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												
Jabalí	2	1,00	8	1,46	25,00	0,00	2,34	-0,07	23,50	13,45	-10,08	-3,41
Cuello raíz	2	1,00	8	1,46	25,00	0,00	2,34	-0,07	23,50	13,45	-10,08	-3,41
Picidae	5	1,60	20	3,65	24,00	0,40	1,34	0,33	54,40	21,20	20,82	4,34
Tronco en copa	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	57,00	21,40	23,42	4,54
Tronco	4	1,75	16	2,92	25,00	0,50	2,34	0,43	53,75	21,15	20,17	4,29
INSECTOS												
Defoliadores	16	1,00	64	11,68	25,94	0,00	3,28	-0,07	28,19	14,38	-5,40	-2,48
Acíc. antiguas	16	1,00	64	11,68	25,94	0,00	3,28	-0,07	28,19	14,38	-5,40	-2,48
Perforadores	15	1,00	60	10,95	19,33	0,00	-3,33	-0,07	44,00	19,38	10,42	2,52
<i>Tomicus minor</i>	15	1,00	60	10,95	19,33	0,00	-3,33	-0,07	44,00	19,38	10,42	2,52
Brotos del año	15	1,00	60	10,95	19,33	0,00	-3,33	-0,07	44,00	19,38	10,42	2,52
Chupadores	14	1,00	56	10,22	20,36	0,07	-2,30	0,00	36,07	17,61	2,49	0,75
Acíc. antiguas	12	1,00	48	8,76	20,42	0,08	-2,24	0,01	32,92	17,16	-0,67	0,30
<i>Leucaspis pini</i>	2	1,00	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,35	21,42	3,49
Acíc. antiguas	2	1,00	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,35	21,42	3,49
Otros insectos	1	1,00	4	0,73	25,00	1,00	2,34	0,93	59,00	22,10	25,42	5,24

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif defo	Dif deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Tronco	1	1,00	4	0,73	25,00	1,00	2,34	0,93	59,00	22,10	25,42	5,24
ENFERMEDADES												
Royas tronco y brotes	15	2,87	60	10,95	35,67	0,07	13,01	0,00	38,47	17,33	4,88	0,47
<i>Cronartium flaccidum</i>	15	2,87	60	10,95	35,67	0,07	13,01	0,00	38,47	17,33	4,88	0,47
Ramas 2-10 cm	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	39,00	19,90	5,42	3,04
Ramas tam. variable	2	5,50	8	1,46	75,00	0,00	52,34	-0,07	42,00	14,20	8,42	-2,66
Tronco en copa	6	2,50	24	4,38	34,17	0,17	11,51	0,10	33,83	16,03	0,25	-0,83
Tronco	5	2,20	20	3,65	28,00	0,00	5,34	-0,07	42,20	19,20	8,62	2,34
Tronco completo	1	5,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	40,00	19,50	6,42	2,64
Hongos pudrición	3	1,00	12	2,19	21,67	0,33	-0,99	0,26	60,67	21,67	27,08	4,80
<i>Fomes pini</i>	1	1,00	4	0,73	25,00	1,00	2,34	0,93	59,00	22,10	25,42	5,24
Tronco	1	1,00	4	0,73	25,00	1,00	2,34	0,93	59,00	22,10	25,42	5,24
<i>Phellinus pini</i>	2	1,00	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	61,50	21,45	27,92	4,59
Tronco	2	1,00	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	61,50	21,45	27,92	4,59
AG.ABIÓTICOS												
Fact. físicos	12	2,00	48	8,76	22,92	0,08	0,26	0,01	35,33	17,40	1,75	0,54
Acíc. antiguas	2	1,00	8	1,46	22,50	0,00	-0,16	-0,07	29,00	18,35	-4,58	1,49
Guía principal	1	7,00	4	0,73	45,00	0,00	22,34	-0,07	19,00	8,30	-14,58	-8,56
Tronco en copa	3	2,00	12	2,19	26,67	0,33	4,01	0,26	30,67	14,30	-2,92	-2,56
Tronco	5	1,20	20	3,65	18,00	0,00	-4,66	-0,07	44,20	20,18	10,62	3,32
Cuello raíz	1	3,00	4	0,73	15,00	0,00	-7,66	-0,07	34,00	20,00	0,42	3,14
Sequía	15	1,00	60	10,95	24,00	0,40	1,34	0,33	43,73	18,65	10,15	1,79
Acíc. del año	13	1,00	52	9,49	24,23	0,46	1,57	0,39	47,08	19,06	13,49	2,20
Brotes del año	2	1,00	8	1,46	22,50	0,00	-0,16	-0,07	22,00	16,00	-11,58	-0,86
Nieve/Hielo	3	1,33	12	2,19	16,67	0,00	-5,99	-0,07	41,67	18,23	8,08	1,37
Ramas 2-10 cm	3	1,33	12	2,19	16,67	0,00	-5,99	-0,07	41,67	18,23	8,08	1,37
Viento/Tornado	19	1,00	76	13,87	21,32	0,21	-1,34	0,14	41,74	18,57	8,15	1,71
Ramillos <2 cm	9	1,00	36	6,57	21,67	0,33	-0,99	0,26	41,33	18,18	7,75	1,32
Ramas 2-10 cm	9	1,00	36	6,57	20,56	0,11	-2,10	0,04	44,56	19,28	10,97	2,42
Ramas tam. variable	1	1,00	4	0,73	25,00	0,00	2,34	-0,07	20,00	15,80	-13,58	-1,06
ANTRÓPICOS												
Podas	2	1,00	8	1,46	25,00	0,00	2,34	-0,07	19,50	12,30	-14,08	-4,56
Tronco	1	1,00	4	0,73	30,00	0,00	7,34	-0,07	17,00	9,70	-16,58	-7,16
Cuello raíz	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	22,00	14,90	-11,58	-1,96
Op. en pies próximos	9	1,22	36	6,57	26,67	0,44	4,01	0,37	31,00	16,88	-2,58	0,02
Tronco en copa	1	3,00	4	0,73	25,00	0,00	2,34	-0,07	22,00	17,60	-11,58	0,74
Tronco	5	1,00	20	3,65	27,00	0,40	4,34	0,33	25,80	16,58	-7,78	-0,28
Cuello raíz	2	1,00	8	1,46	27,50	1,00	4,84	0,93	56,50	20,45	22,92	3,59
Tronco completo	1	1,00	4	0,73	25,00	0,00	2,34	-0,07	15,00	10,50	-18,58	-6,36
Otros daños antrópicos	1	2,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,50	21,42	3,64
Tronco	1	2,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,50	21,42	3,64
CONTAMINANTES												
Contaminantes	11	1,00	44	8,03	19,55	0,00	-3,11	-0,07	37,18	18,12	3,60	1,26
Acíc. antiguas	9	1,00	36	6,57	18,89	0,00	-3,77	-0,07	39,11	18,70	5,53	1,84
Yemas	2	1,00	8	1,46	22,50	0,00	-0,16	-0,07	28,50	15,50	-5,08	-1,36
OTROS DAÑOS												
<i>Viscum album</i>	8	1,38	32	5,84	18,75	0,13	-3,91	0,06	56,50	21,83	22,92	4,96

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif defo	Dif deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Ramas 2-10 cm	4	1,25	16	2,92	21,25	0,25	-1,41	0,18	57,00	21,48	23,42	4,61
Ramas tam. variable	4	1,50	16	2,92	16,25	0,00	-6,41	-0,07	56,00	22,18	22,42	5,31
Bacterias	2	1,00	8	1,46	25,00	0,50	2,34	0,43	58,50	20,00	24,92	3,14
Tronco	2	1,00	8	1,46	25,00	0,50	2,34	0,43	58,50	20,00	24,92	3,14
Falta luz	79	1,24	316	57,66	22,15	0,03	-0,51	-0,04	32,11	16,33	-1,47	-0,53
Acíc. antiguas	22	1,86	88	16,06	31,36	0,05	8,70	-0,02	17,00	11,05	-16,58	-5,82
Ramillos <2 cm	2	1,00	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	22,50	15,35	-11,08	-1,51
Ramas 2-10 cm	10	1,00	40	7,30	20,50	0,00	-2,16	-0,07	29,70	16,17	-3,88	-0,69
Ramas tam. variable	44	1,00	176	32,12	18,18	0,02	-4,48	-0,05	40,57	18,99	6,98	2,13
Guía principal	1	1,00	4	0,73	15,00	0,00	-7,66	-0,07	36,00	19,00	2,42	2,14
Inter.físicas	38	1,32	152	27,74	24,21	0,03	1,55	-0,04	26,18	15,21	-7,40	-1,65
Ramillos <2 cm	16	1,00	64	11,68	21,56	0,06	-1,10	-0,01	28,25	16,15	-5,33	-0,71
Ramas 2-10 cm	6	1,00	24	4,38	28,33	0,00	5,67	-0,07	18,83	13,32	-14,75	-3,55
Ramas tam. variable	6	1,33	24	4,38	30,83	0,00	8,17	-0,07	26,33	15,63	-7,25	-1,23
Guía principal	2	4,50	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	28,00	12,20	-5,58	-4,66
Tronco en copa	6	1,50	24	4,38	20,83	0,00	-1,83	-0,07	29,00	15,02	-4,58	-1,85
Tronco	1	1,00	4	0,73	30,00	0,00	7,34	-0,07	20,00	15,60	-13,58	-1,26
Tronco completo	1	1,00	4	0,73	25,00	0,00	2,34	-0,07	22,00	15,80	-11,58	-1,06
Compet/Espeura	16	1,75	64	11,68	28,44	0,06	5,78	-0,01	19,63	12,96	-13,96	-3,91
Ramillos <2 cm	1	1,00	4	0,73	25,00	0,00	2,34	-0,07	27,00	11,40	-6,58	-5,46
Ramas 2-10 cm	6	1,00	24	4,38	27,50	0,00	4,84	-0,07	16,83	12,02	-16,75	-4,85
Ramas tam. variable	5	1,40	20	3,65	33,00	0,00	10,34	-0,07	17,00	11,38	-16,58	-5,48
Tronco	3	2,33	12	2,19	28,33	0,33	5,67	0,26	23,00	15,50	-10,58	-1,36
Tronco completo	1	7,00	4	0,73	15,00	0,00	-7,66	-0,07	32,00	20,40	-1,58	3,54
Otros daños	1	3,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,50	21,42	3,64
Ramas tam. variable	1	3,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,50	21,42	3,64
AG.DESCONOCIDO												
Ag.desconocido	147	1,02	588	107,30	22,14	0,11	-0,52	0,04	35,89	17,53	2,31	0,66
Acíc. del año	7	1,00	28	5,11	22,86	0,00	0,20	-0,07	29,14	16,57	-4,44	-0,29
Acíc. antiguas	80	1,00	320	58,39	21,31	0,09	-1,35	0,02	36,33	17,74	2,74	0,88
Acíc. todas edades	10	1,00	40	7,30	24,50	0,20	1,84	0,13	37,10	18,00	3,52	1,14
Ramas >10 cm	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	54,00	20,40	20,42	3,54
Yemas	15	1,00	60	10,95	20,00	0,20	-2,66	0,13	38,27	18,44	4,68	1,58
Tronco en copa	9	1,11	36	6,57	18,89	0,00	-3,77	-0,07	33,44	18,91	-0,14	2,05
Tronco	25	1,08	100	18,25	26,20	0,16	3,54	0,09	34,64	15,77	1,06	-1,09

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, destaca en primer lugar la aparición de heridas transversales en los troncos, en general antiguas y recubiertas por un callo de cicatrización, causadas por **pícid**os en sus habituales estrategias de marcaje del territorio, concentradas en pies de mayores dimensiones de la parcela y sin mayor significación fitosanitaria, aunque en alguna ocasión pueden estar relacionadas con resinosis, particularmente si el verano ha sido muy cálido y la cicatrización no es completa, al estimularse la producción de resina del árbol, lo que se observa en un par de ejemplares sueltos. Se advierte también algún descortezamiento en un pie de dimensiones menores debido a roces por **jabalí**.

En la presente revisión, se advierte un nivel similar a la anterior en lo que se refiere a la abundancia de insectos, presentes en la tercera parte de los pies, advirtiéndose la presencia de **defoliadores**, **perforadores** y **chupadores** en uno de cada diez pinos evaluados respectivamente. Los defoliadores

observados son de tipo braquiderino, asociados a la presencia de mordeduras en diente de sierra a lo largo del margen de las acículas de años previos. Como en años anteriores aparecen salpicadamente ramillos atabacados tanto en el ápice de las copas como caídos sobre el suelo, viéndose estos últimos con la clásica perforación en la base asociada a la alimentación de maduración sexual de *Tomicus minor*, casi endémico en la zona pero sin que se adviertan daños por galerías larvianas en los troncos, afección que sí resulta peligrosa para el hospedante al anillar por completo el sistema conductor. Estos insectos podrían dar lugar a ataques de mayor envergadura en años sucesivos, a medida que su población evolucione, conociéndose sobradamente su predilección por los árboles más debilitados por falta de luz u otras causas, lo que pone de manifiesto la utilidad de una correcta gestión selvícola para la prevención de la plaga. Como en años anteriores, el insecto se concentra en los árboles de mayores dimensiones de la parcela, superiores al vuelo medio del rodal, posiblemente por tener mejores condiciones de insolación, preferidas por el insecto para desarrollarse. Se registra también la presencia meramente anecdótica de insectos **chupadores** de entre quienes destaca *Leucaspis pini*, sin otra trascendencia, y que se limita a la aparición de los característicos escudetes blancos en las acículas de mayor edad, así como bandeados necróticos amarillentos causados por la introducción del aparato suctor del insecto.

Entre las enfermedades cabe mencionar en primer lugar al hongo *Peridermium pini*, variedad cortícola de *Cronartium flaccidum* presente en cerca del 10% del arbolado muestra – en un nivel algo superior al del año pasado y de quien se advierte un ligero pero sostenido incremento, apenas presente en un par de pies hace unos pocos años- asociado a daños de importancia, al causar un chancro resinoso en el tronco, generalmente en su mitad superior, que causa el enteamiento de la sección de madera situada bajo él y la muerte por desecación de la fracción de copa situada por encima del punto de infección. La afección, relativamente frecuente en pinares de silvestre de zonas de alta montaña se configura como uno de los principales agentes dañinos de este tipo de masas, causando incluso la muerte del pie afectado. El problema se amplifica en masas de cierta densidad, en las que la muerte del ápice de los pies afectados deja a estos bajo el dosel principal de copas, empezando a verse dañados además por falta de luz. Los árboles afectados son además presa fácil de otros agentes secundarios u oportunistas, agravándose el efecto en una zona donde existe un segundo agente de debilitamiento de los pies como es el muérdago o los insectos perforadores. Se ha advertido repetidamente que este chancro es más frecuente en pies afectados por heridas y daños mecánicos a consecuencia de nevadas o temporales, posiblemente por aprovechar las roturas en la corteza para infectar al hospedante. El nivel de peligrosidad lo pone de manifiesto el hecho de que los pies afectados presentan los mayores niveles de defoliación de la muestra y el daño se amplifica cuando afecta a la mitad superior del tronco. Se advierte también una cierta predilección por hospedantes de mayores dimensiones, resultando una afección más propia de árboles maduros. En restos leñosos caídos por el suelo se han podido ver los típicos ecidios anaranjados. Se observan también unos pocos casos de cuerpos de fructificación de hongos de pudrición tales como *Fomes pini* o *Phellinus pini*, en un nivel muy similar al de revisiones anteriores y sin aparecer asociados a daños forestales de consideración.

En cuanto a los daños de carácter abiótico, se advierten afecciones por sequía en cerca del 10% del arbolado muestra, viéndose microfilias o escaso desarrollo de las acículas del año que en algún caso aislado pueden degenerar en el aborto completo de la metida, más visibles en la corona superior de la copa, asociadas a las escasas precipitaciones de la primavera y comienzos de verano, inferiores a 20 mm. Se advierten también unas pocas roturas salpicadas por **nevadas** y tal como ya ocurriera el año anterior, la presencia de roturas por **viento o tormentas**, muy frecuentes en una zona situada a más de 1.600 m, en posición de alta montaña, asociadas a ramillos tronchados caídos sobre el suelo. Como es lógico este tipo de daños abióticos tiende a disponerse sobre los pies de mayor altura, más expuestos a las inclemencias del tiempo al no contar con el efecto coprotector del resto de la masa, y ser de mayor efecto cuando afectan al ápice de la copa que cuando se presentan en la ramificación lateral; siendo relativamente frecuente que de perderse la guía terminal el árbol quede bajo el dosel principal de copas, iniciando un proceso de decaimiento por falta de luz. Se ha advertido también en pinares montanos similares que las heridas mecánicas causadas por la nieve o el viento favorecen la entrada de esporas de hongos como *Cronartium flaccidum* que encuentran así una vía franca para la infección del hospedante. Vía similar de entrada

encuentran otros patógenos tales como *Sphaeropsis sapinea*, no presente en la estación considerada pero que encuentra la vía abierta en caso de localizarse focos próximos

La presencia de daños antrópicos es menor, limitándose a daños mecánicos en los troncos, ya cicatrizados, por corta y arrastre de operaciones selvícolas, procedentes de antiguos aprovechamientos y lógicos en una masa en producción sujeta a planes de ordenación dasocrática. Se registra también, de forma aislada, alguna mata de muérdago, *Viscum album*, sin mayor significación si bien en ligera expansión a lo largo de los últimos años. Cabe mencionar que esta fanerógama es también un potente agente debilitador de este tipo de masas, registrándose incluso pérdidas de crecimiento en volumen maderable en el propio monte, aunque a cotas más bajas, y que pueden llegar a ser de importancia económica. El muérdago se dispersa a través de los pájaros, que se alimentan de sus frutos y excretan las semillas, por lo que suelen colonizar los árboles de mayores dimensiones, con las copas más abiertas por la nieve, que presentan mayor superficie de colonización.

Los daños por **competencia** o **falta de luz** se encuentran ampliamente extendidos, sobre más de la mitad del arbolado muestra, afectando como es lógico a los pies situados bajo el nivel general del conjunto, que reciben menor insolación y responden con una mayor defoliación en las ramas o ramillos afectados. Este tipo de daños, muy frecuentes en masas de pinar de montaña, pueden llegar a ser importantes, habiéndose registrado varias muertes por su causa en evaluaciones anteriores o bien un debilitamiento previo que ha favorecido la entrada posterior de escolítidos que acaban con el árbol poco tiempo después de su localización. Los daños son habitualmente visibles por la pérdida de las acículas de mayor edad, metidas de tres y cuatro años, quedando los ramillos afectados poblados únicamente por acículas de uno o dos años y dando al conjunto general un aspecto apenachado. El daño es particularmente marcado cuando afecta a la guía terminal de la copa, que pierde así su capacidad directora del crecimiento del pie. Se observan también, aunque su efecto sobre el estado de salud de los pinos afectados es mucho menor, daños salpicados por **interacciones físicas** en los que el pie afectado recibe insolación en su ápice pero no en su ramificación lateral, que incluso tiene dificultades para expandirse al impedirlo la cercanía de los pies próximos; efecto este que va incrementándose a lo largo de los últimos años.

Se observa también la presencia de punteaduras amarillentas sobre las acículas de mayor edad (de 2 años o más), considerablemente menores a las observadas en la revisión del año previo, sobre algo menos del 10% del arbolado muestra, que podrían estar ligados a algún contaminante de tipo aerosol, si bien no aparecen asociadas a daño forestal significativo.

Por último, y sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se observan también algunas tumoraciones en troncos, presumiblemente asociadas a bacteriosis, junto con **amarilleamientos** y en menor medida enrojecimientos de acículas de mayor edad posiblemente relacionadas con las elevadas temperaturas del verano en una habitual estrategia del árbol para reducir su biomasa foliar y reducir así las pérdidas de agua por transpiración presentes en más de la mitad de la población muestra, algunos **enrollamientos** en las acículas del año, junto con algunas **tumoraciones, chancros** o **resinosis** en los troncos sin mayor trascendencia fitosanitaria, así como algún caso aislado de **resinosis** en tronco y alguna **escoba de bruja**, no asociados en principio a daños forestales de consideración.

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	20	1,00	80	14,60	23,75	0,30	1,09	0,23	40,80	18,19	7,22	1,33
Dec. Verde-amarillo	5	1,00	20	3,65	20,00	0,00	-2,66	-0,07	31,20	16,74	-2,38	-0,12
Apical	4	1,00	16	2,92	20,00	0,00	-2,66	-0,07	32,00	16,55	-1,58	-0,31
Parcial	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	28,00	17,50	-5,58	0,64
Microfilia	13	1,00	52	9,49	24,23	0,46	1,57	0,39	47,08	19,06	13,49	2,20
Deformaciones	2	1,00	8	1,46	30,00	0,00	7,34	-0,07	24,00	16,15	-9,58	-0,71
Enrolladas	2	1,00	8	1,46	30,00	0,00	7,34	-0,07	24,00	16,15	-9,58	-0,71
Acíc. antiguas	143	1,13	572	100,00	23,15	0,06	0,49	-0,01	32,49	16,39	-1,09	-0,47
Comidos/perdidos	43	1,44	172	31,39	28,02	0,02	5,36	-0,05	23,26	13,13	-10,33	-3,73
Agujeros/Parc. comidas	6	1,00	24	4,38	24,17	0,00	1,51	-0,07	35,83	15,97	2,25	-0,90
Muestras	13	1,00	52	9,49	25,00	0,00	2,34	-0,07	27,15	14,54	-6,43	-2,32
Caída prematura	24	1,79	96	17,52	30,63	0,04	7,97	-0,03	18,00	11,65	-15,58	-5,21
Dec. Verde-amarillo	56	1,00	224	40,88	19,55	0,11	-3,11	0,04	36,21	17,79	2,63	0,93
Completa	8	1,00	32	5,84	20,63	0,25	-2,04	0,18	35,63	17,75	2,04	0,89
Punteado	10	1,00	40	7,30	19,00	0,00	-3,66	-0,07	37,00	17,71	3,42	0,85
Bandeado	11	1,00	44	8,03	20,45	0,09	-2,21	0,02	34,27	17,92	0,69	1,06
Apical	4	1,00	16	2,92	16,25	0,00	-6,41	-0,07	42,00	19,80	8,42	2,94
Parcial	23	1,00	92	16,79	19,57	0,13	-3,09	0,06	36,00	17,44	2,42	0,58
Dec. Rojo-marrón	42	1,00	168	30,66	23,10	0,05	0,44	-0,02	35,90	17,67	2,32	0,80
Completa	42	1,00	168	30,66	23,10	0,05	0,44	-0,02	35,90	17,67	2,32	0,80
Signos insectos	2	1,00	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,35	21,42	3,49
Adultos,larvas,ninfas	2	1,00	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,35	21,42	3,49
Acíc. todas edades	10	1,00	40	7,30	24,50	0,20	1,84	0,13	37,10	18,00	3,52	1,14
Dec. Verde-amarillo	3	1,00	12	2,19	25,00	0,33	2,34	0,26	36,33	17,00	2,75	0,14
Completa	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	21,00	12,30	-12,58	-4,56
Parcial	2	1,00	8	1,46	27,50	0,50	4,84	0,43	44,00	19,35	10,42	2,49
Dec. Rojo-marrón	7	1,00	28	5,11	24,29	0,14	1,63	0,07	37,43	18,43	3,84	1,57
Completa	7	1,00	28	5,11	24,29	0,14	1,63	0,07	37,43	18,43	3,84	1,57
RAMAS/BROTES												
Brotos del año	17	1,00	68	12,41	19,71	0,00	-2,95	-0,07	41,41	18,98	7,83	2,12
Muerto/moribundo	15	1,00	60	10,95	19,33	0,00	-3,33	-0,07	44,00	19,38	10,42	2,52
Aborto	2	1,00	8	1,46	22,50	0,00	-0,16	-0,07	22,00	16,00	-11,58	-0,86
Ramillos <2 cm	28	1,00	112	20,44	21,61	0,14	-1,05	0,07	32,00	16,58	-1,58	-0,29
Rotura	25	1,00	100	18,25	21,60	0,16	-1,06	0,09	32,96	16,88	-0,62	0,02
Muerto/moribundo	3	1,00	12	2,19	21,67	0,00	-0,99	-0,07	24,00	14,03	-9,58	-2,83
Ramas 2-10 cm	39	1,05	156	28,47	22,56	0,05	-0,10	-0,02	33,44	16,61	-0,15	-0,25
Signos hongos	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	39,00	19,90	5,42	3,04
C.fructificación	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	39,00	19,90	5,42	3,04
Otros signos	4	1,25	16	2,92	21,25	0,25	-1,41	0,18	57,00	21,48	23,42	4,61
Rotura	17	1,06	68	12,41	22,65	0,06	-0,01	-0,01	36,35	17,51	2,77	0,64
Muerto/moribundo	16	1,00	64	11,68	23,13	0,00	0,47	-0,07	24,88	14,61	-8,71	-2,25
Heridas	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	21,00	10,50	-12,58	-6,36

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Descortezamientos	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	21,00	10,50	-12,58	-6,36
Ramas >10 cm	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	54,00	20,40	20,42	3,54
Heridas	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	54,00	20,40	20,42	3,54
Descortezamientos	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	54,00	20,40	20,42	3,54
Ramas tam. variable	63	1,27	252	45,99	22,38	0,02	-0,28	-0,05	38,27	18,09	4,69	1,23
Deformaciones	1	3,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,50	21,42	3,64
Escobas de bruja	1	3,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	55,00	20,50	21,42	3,64
Signos hongos	1	6,00	4	0,73	60,00	0,00	37,34	-0,07	58,00	16,00	24,42	-0,86
C.fructificación	1	6,00	4	0,73	60,00	0,00	37,34	-0,07	58,00	16,00	24,42	-0,86
Otros signos	4	1,50	16	2,92	16,25	0,00	-6,41	-0,07	56,00	22,18	22,42	5,31
Rotura	7	1,29	28	5,11	30,00	0,00	7,34	-0,07	25,43	15,66	-8,16	-1,20
Muerto/moribundo	50	1,12	200	36,50	21,10	0,02	-1,56	-0,05	37,92	18,10	4,34	1,24
Guía principal	4	4,25	16	2,92	25,00	0,00	2,34	-0,07	27,75	12,93	-5,83	-3,94
Rotura	2	4,50	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	28,00	12,20	-5,58	-4,66
Muerto/moribundo	2	4,00	8	1,46	30,00	0,00	7,34	-0,07	27,50	13,65	-6,08	-3,21
Yemas	17	1,00	68	12,41	20,29	0,18	-2,37	0,11	37,12	18,09	3,53	1,23
Resinosis	17	1,00	68	12,41	20,29	0,18	-2,37	0,11	37,12	18,09	3,53	1,23
TRONCO/C.RAÍZ												
Tronco en copa	26	1,69	104	18,98	24,04	0,08	1,38	0,01	32,65	16,86	-0,93	0,00
Deformaciones	5	1,60	20	3,65	21,00	0,20	-1,66	0,13	45,00	19,06	11,42	2,20
Otras deformaciones	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	57,00	21,40	23,42	4,54
Chancros	4	1,75	16	2,92	21,25	0,25	-1,41	0,18	42,00	18,48	8,42	1,61
Signos hongos	2	4,00	8	1,46	57,50	0,00	34,84	-0,07	22,50	11,70	-11,08	-5,16
C.fructificación	1	2,00	4	0,73	25,00	0,00	2,34	-0,07	19,00	11,00	-14,58	-5,86
Ampollas amarillo-naranjas	1	6,00	4	0,73	90,00	0,00	67,34	-0,07	26,00	12,40	-7,58	-4,46
Rotura	1	3,00	4	0,73	25,00	0,00	2,34	-0,07	27,00	11,40	-6,58	-5,46
Necrosis	1	2,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	45,00	22,00	11,42	5,14
Heridas	10	1,60	40	7,30	22,50	0,10	-0,16	0,03	29,30	15,54	-4,28	-1,32
Descortezamientos	9	1,67	36	6,57	22,78	0,11	0,12	0,04	29,00	15,47	-4,58	-1,40
Grietas	1	1,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	32,00	16,20	-1,58	-0,66
Resinosis	7	1,00	28	5,11	19,29	0,00	-3,37	-0,07	30,57	18,70	-3,01	1,84
Tronco	56	1,30	224	40,88	25,45	0,21	2,79	0,14	38,59	17,46	5,01	0,60
Deformaciones	22	1,36	88	16,06	24,09	0,18	1,43	0,11	39,55	17,19	5,96	0,32
Otras deformaciones	9	1,67	36	6,57	25,56	0,11	2,90	0,04	39,78	17,82	6,19	0,96
Chancros	3	1,33	12	2,19	25,00	0,33	2,34	0,26	44,33	18,20	10,75	1,34
Tumores	4	1,25	16	2,92	21,25	0,25	-1,41	0,18	63,75	20,28	30,17	3,41
Fendas longitudinales	6	1,00	24	4,38	23,33	0,17	0,67	0,10	20,67	13,67	-12,92	-3,20
Signos insectos	1	1,00	4	0,73	25,00	1,00	2,34	0,93	59,00	22,10	25,42	5,24
Perforaciones,serrín	1	1,00	4	0,73	25,00	1,00	2,34	0,93	59,00	22,10	25,42	5,24
Signos hongos	5	1,20	20	3,65	21,00	0,20	-1,66	0,13	52,20	20,94	18,62	4,08
C.fructificación	3	1,00	12	2,19	21,67	0,33	-0,99	0,26	60,67	21,67	27,08	4,80
Ampollas amarillo-naranjas	2	1,50	8	1,46	20,00	0,00	-2,66	-0,07	39,50	19,85	5,92	2,99
Necrosis	1	2,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	39,00	19,60	5,42	2,74
Heridas	18	1,06	72	13,14	28,06	0,33	5,40	0,26	34,11	16,64	0,53	-0,22
Descortezamientos	6	1,17	24	4,38	24,17	0,00	1,51	-0,07	33,67	16,30	0,08	-0,56
Grietas	7	1,00	28	5,11	31,43	0,43	8,77	0,36	33,14	16,60	-0,44	-0,26
Otras heridas	5	1,00	20	3,65	28,00	0,60	5,34	0,53	36,00	17,10	2,42	0,24
Resinosis	8	1,38	32	5,84	26,25	0,00	3,59	-0,07	36,13	17,19	2,54	0,33

	N par	Extensión	N/ha	%	Defo	Deco	Dif Defo	Dif Deco	Diam	Alt	Dif Diam	Dif Alt
Inclinado	1	4,00	4	0,73	30,00	0,00	7,34	-0,07	29,00	16,50	-4,58	-0,36
Cuello raíz	6	1,33	24	4,38	23,33	0,33	0,67	0,26	36,00	17,12	2,42	0,25
Heridas	6	1,33	24	4,38	23,33	0,33	0,67	0,26	36,00	17,12	2,42	0,25
Descortezamientos	4	1,00	16	2,92	26,25	0,50	3,59	0,43	40,00	16,95	6,42	0,09
Otras heridas	2	2,00	8	1,46	17,50	0,00	-5,16	-0,07	28,00	17,45	-5,58	0,59
Tronco completo	4	3,50	16	2,92	21,25	0,00	-1,41	-0,07	27,25	16,55	-6,33	-0,31
Necrosis	1	5,00	4	0,73	20,00	0,00	-2,66	-0,07	40,00	19,50	6,42	2,64
Heridas	2	1,00	8	1,46	25,00	0,00	2,34	-0,07	18,50	13,15	-15,08	-3,71
Descortezamientos	1	1,00	4	0,73	25,00	0,00	2,34	-0,07	22,00	15,80	-11,58	-1,06
Grietas	1	1,00	4	0,73	25,00	0,00	2,34	-0,07	15,00	10,50	-18,58	-6,36
Inclinado	1	7,00	4	0,73	15,00	0,00	-7,66	-0,07	32,00	20,40	-1,58	3,54

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	Jabalí		<i>Picidae</i>		Defoliadores		Perforadores		Chupadores	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	20										
Dec. Verde-amarillo	5										
Apical	4										
Parcial	1										
Microfilia	13										
Deformaciones	2										
Enrolladas	2										
Acíc. antiguas	143					16	100,00			14	100,00
Comidos/perdidos	43					16	100,00				
Agujeros/Parc. comidas	6					3	18,75				
Muescas	13					13	81,25				
Caída prematura	24										
Dec. Verde-amarillo	56									12	85,71
Completa	8										
Punteado	10									1	7,14
Bandeado	11									11	78,57
Apical	4										
Parcial	23										
Dec. Rojo-marrón	42										
Completa	42										
Signos insectos	2									2	14,29
Adultos,larvas,ninfas	2									2	14,29
Acíc. todas edades	10										
Dec. Verde-amarillo	3										
Completa	1										
Parcial	2										

	N par	Jabalí		Picidae		Defoliadores		Perforadores		Chupadores	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Dec. Rojo-marrón	7										
Completa	7										
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	17							15	100,00		
Muerto/moribundo	15							15	100,00		
Aborto	2										
Ramillos <2 cm	28										
Rotura	25										
Muerto/moribundo	3										
Ramas 2-10 cm	39										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Otros signos	4										
Rotura	17										
Muerto/moribundo	16										
Heridas	1										
Descortezamientos	1										
Ramas >10 cm	1										
Heridas	1										
Descortezamientos	1										
Ramas tam. variable	63										
Deformaciones	1										
Escobas de bruja	1										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Otros signos	4										
Rotura	7										
Muerto/moribundo	50										
Guía principal	4										
Rotura	2										
Muerto/moribundo	2										
Yemas	17										
Resinosis	17										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	26			1	20,00						
Deformaciones	5			1	20,00						
Otras deformaciones	1			1	20,00						
Chancros	4										
Signos hongos	2										
C.fructificación	1										
Ampollas amarillo-naranj	1										
Rotura	1										
Necrosis	1										
Heridas	10										
Descortezamientos	9										
Grietas	1										
Resinosis	7										

	N par	Jabalí		Picidae		Defoliadores		Perforadores		Chupadores	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Tronco	56			4	80,00						
Deformaciones	22			2	40,00						
Otras deformaciones	9			2	40,00						
Chancros	3										
Tumores	4										
Fendas longitudinales	6										
Signos insectos	1										
Perforaciones, serrín	1										
Signos hongos	5										
C.fructificación	3										
Ampollas amarillo-naranj	2										
Necrosis	1										
Heridas	18			2	40,00						
Descortezamientos	6										
Grietas	7										
Otras heridas	5			2	40,00						
Resinosis	8										
Inclinado	1										
Cuello raíz	6	2	100,00								
Heridas	6	2	100,00								
Descortezamientos	4	2	100,00								
Otras heridas	2										
Tronco completo	4										
Necrosis	1										
Heridas	2										
Descortezamientos	1										
Grietas	1										
Inclinado	1										

	N par	Otros insectos		Royas tronco y brotes		Hongos pudrición		Fact. físicos		Sequía	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	20									13	86,67
Dec. Verde-amarillo	5										
Apical	4										
Parcial	1										
Microfilia	13									13	86,67
Deformaciones	2										
Enrolladas	2										
Acíc. antiguas	143							2	16,67		
Comidos/perdidos	43							2	16,67		
Agujeros/Parc. comidas	6										
Muestras	13										
Caída prematura	24							2	16,67		
Dec. Verde-amarillo	56										

	N par	Otros insectos		Royas tronco y brotes		Hongos pudrición		Fact. físicos		Sequía	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Completa	8										
Punteado	10										
Bandeado	11										
Apical	4										
Parcial	23										
Dec. Rojo-marrón	42										
Completa	42										
Signos insectos	2										
Adultos, larvas, ninfas	2										
Acíc. todas edades	10										
Dec. Verde-amarillo	3										
Completa	1										
Parcial	2										
Dec. Rojo-marrón	7										
Completa	7										
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	17									2	13,33
Muerto/moribundo	15										
Aborto	2									2	13,33
Ramillos <2 cm	28										
Rotura	25										
Muerto/moribundo	3										
Ramas 2-10 cm	39			1	6,67						
Signos hongos	1			1	6,67						
C.fructificación	1			1	6,67						
Otros signos	4										
Rotura	17										
Muerto/moribundo	16										
Heridas	1										
Descortezamientos	1										
Ramas >10 cm	1										
Heridas	1										
Descortezamientos	1										
Ramas tam. variable	63			2	13,33						
Deformaciones	1										
Escobas de bruja	1										
Signos hongos	1			1	6,67						
C.fructificación	1			1	6,67						
Otros signos	4										
Rotura	7										
Muerto/moribundo	50			1	6,67						
Guía principal	4							1	8,33		
Rotura	2										
Muerto/moribundo	2							1	8,33		
Yemas	17										
Resinosis	17										

	N par	Otros insectos		Royas tronco y brotes		Hongos pudrición		Fact. físicos		Sequía	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	26			6	40,00			3	25,00		
Deformaciones	5			3	20,00						
Otras deformaciones	1										
Chancros	4			3	20,00						
Signos hongos	2			2	13,33						
C.fructificación	1			1	6,67						
Ampollas amarillo-naranj	1			1	6,67						
Rotura	1							1	8,33		
Necrosis	1			1	6,67						
Heridas	10							2	16,67		
Descortezamientos	9							2	16,67		
Grietas	1										
Resinosis	7										
Tronco	56	1	100,00	5	33,33	3	100,00	5	41,67		
Deformaciones	22			1	6,67			4	33,33		
Otras deformaciones	9							3	25,00		
Chancros	3			1	6,67						
Tumores	4										
Fendas longitudinales	6							1	8,33		
Signos insectos	1	1	100,00								
Perforaciones,serrín	1	1	100,00								
Signos hongos	5			2	13,33	3	100,00				
C.fructificación	3					3	100,00				
Ampollas amarillo-naranj	2			2	13,33						
Necrosis	1			1	6,67						
Heridas	18							1	8,33		
Descortezamientos	6										
Grietas	7							1	8,33		
Otras heridas	5										
Resinosis	8			1	6,67						
Inclinado	1										
Cuello raíz	6							1	8,33		
Heridas	6							1	8,33		
Descortezamientos	4										
Otras heridas	2							1	8,33		
Tronco completo	4			1	6,67						
Necrosis	1			1	6,67						
Heridas	2										
Descortezamientos	1										
Grietas	1										
Inclinado	1										

	N par	Nieve/ Hielo		Viento/ Tornado		Podas		Op. en pies próximos		Otros daños antropicos	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	20										
Dec. Verde-amarillo	5										
Apical	4										
Parcial	1										
Microfilia	13										
Deformaciones	2										
Enrolladas	2										
Acíc. antiguas	143										
Comidos/perdidos	43										
Agujeros/Parc. comidas	6										
Muestras	13										
Caída prematura	24										
Dec. Verde-amarillo	56										
Completa	8										
Punteado	10										
Bandeado	11										
Apical	4										
Parcial	23										
Dec. Rojo-marrón	42										
Completa	42										
Signos insectos	2										
Adultos, larvas, ninfas	2										
Acíc. todas edades	10										
Dec. Verde-amarillo	3										
Completa	1										
Parcial	2										
Dec. Rojo-marrón	7										
Completa	7										
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	17										
Muerto/moribundo	15										
Aborto	2										
Ramillos <2 cm	28			9	47,37						
Rotura	25			9	47,37						
Muerto/moribundo	3										
Ramas 2-10 cm	39	3	100,00	9	47,37						
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Otros signos	4										
Rotura	17	3	100,00	9	47,37						
Muerto/moribundo	16										
Heridas	1										
Descortezamientos	1										
Ramas >10 cm	1										
Heridas	1										
Descortezamientos	1										

	N par	Nieve/ Hielo		Viento/ Tornado		Podas		Op. en pies próximos		Otros daños antrópicos	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ramas tam. variable	63			1	5,26						
Deformaciones	1										
Escobas de bruja	1										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Otros signos	4										
Rotura	7			1	5,26						
Muerto/moribundo	50										
Guía principal	4										
Rotura	2										
Muerto/moribundo	2										
Yemas	17										
Resinosis	17										
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	26							1	11,11		
Deformaciones	5										
Otras deformaciones	1										
Chancros	4										
Signos hongos	2										
C.fructificación	1										
Ampollas amarillo-naranj	1										
Rotura	1										
Necrosis	1										
Heridas	10							1	11,11		
Descortezamientos	9							1	11,11		
Grietas	1										
Resinosis	7										
Tronco	56					1	50,00	5	55,56	1	100,00
Deformaciones	22										
Otras deformaciones	9										
Chancros	3										
Tumores	4										
Fendas longitudinales	6										
Signos insectos	1										
Perforaciones,serrín	1										
Signos hongos	5										
C.fructificación	3										
Ampollas amarillo-naranj	2										
Necrosis	1										
Heridas	18					1	50,00	5	55,56	1	100,00
Descortezamientos	6							1	11,11	1	100,00
Grietas	7							3	33,33		
Otras heridas	5					1	50,00	1	11,11		
Resinosis	8										
Inclinado	1										
Cuello raíz	6					1	50,00	2	22,22		
Heridas	6					1	50,00	2	22,22		

	N par	Nieve/ Hielo		Viento/ Tornado		Podas		Op. en pies próximos		Otros daños antrópicos	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Descortezamientos	4							2	22,22		
Otras heridas	2					1	50,00				
Tronco completo	4							1	11,11		
Necrosis	1										
Heridas	2							1	11,11		
Descortezamientos	1										
Grietas	1							1	11,11		
Inclinado	1										

	N par	Contaminantes		<i>Viscum album</i>		Bacterias		Falta luz		Inter.físicas	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS											
Acíc. del año	20										
Dec. Verde-amarillo	5										
Apical	4										
Parcial	1										
Microfilia	13										
Deformaciones	2										
Enrolladas	2										
Acíc. antiguas	143	9	81,82					22	27,85		
Comidos/perdidos	43							22	27,85		
Agujeros/Parc. comidas	6										
Muecas	13										
Caída prematura	24							22	27,85		
Dec. Verde-amarillo	56	9	81,82								
Completa	8										
Punteado	10	9	81,82								
Bandeado	11										
Apical	4										
Parcial	23										
Dec. Rojo-marrón	42										
Completa	42										
Signos insectos	2										
Adultos, larvas, ninfas	2										
Acíc. todas edades	10										
Dec. Verde-amarillo	3										
Completa	1										
Parcial	2										
Dec. Rojo-marrón	7										
Completa	7										
RAMAS/BROTOS											
Brotos del año	17										
Muerto/moribundo	15										
Aborto	2										

	N par	Contaminantes		<i>Viscum album</i>		Bacterias		Falta luz		Inter.físicas	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Ramillos <2 cm	28							2	2,53	16	42,11
Rotura	25									16	42,11
Muerto/moribundo	3							2	2,53		
Ramas 2-10 cm	39			4	50,00			10	12,66	6	15,79
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Otros signos	4			4	50,00						
Rotura	17									5	13,16
Muerto/moribundo	16							10	12,66		
Heridas	1									1	2,63
Descortezamientos	1									1	2,63
Ramas >10 cm	1										
Heridas	1										
Descortezamientos	1										
Ramas tam. variable	63			4	50,00			44	55,70	6	15,79
Deformaciones	1										
Escobas de bruja	1										
Signos hongos	1										
C.fructificación	1										
Otros signos	4			4	50,00						
Rotura	7									6	15,79
Muerto/moribundo	50							44	55,70		
Guía principal	4							1	1,27	2	5,26
Rotura	2									2	5,26
Muerto/moribundo	2							1	1,27		
Yemas	17	2	18,18								
Resinosis	17	2	18,18								
TRONCO/C.RAÍZ											
Tronco en copa	26									6	15,79
Deformaciones	5										
Otras deformaciones	1										
Chancros	4										
Signos hongos	2										
C.fructificación	1										
Ampollas amarillo-naranj	1										
Rotura	1										
Necrosis	1										
Heridas	10									6	15,79
Descortezamientos	9									6	15,79
Grietas	1										
Resinosis	7										
Tronco	56					2	100,00			1	2,63
Deformaciones	22					2	100,00				
Otras deformaciones	9										
Chancros	3										
Tumores	4					2	100,00				
Fendas longitudinales	6										

	N par	Contaminantes		<i>Viscum album</i>		Bacterias		Falta luz		Inter.físicas	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Signos insectos	1										
Perforaciones,serrín	1										
Signos hongos	5										
C.fructificación	3										
Ampollas amarillo-naranj	2										
Necrosis	1										
Heridas	18									1	2,63
Descortezamientos	6									1	2,63
Grietas	7										
Otras heridas	5										
Resinosis	8										
Inclinado	1										
Cuello raíz	6										
Heridas	6										
Descortezamientos	4										
Otras heridas	2										
Tronco completo	4									1	2,63
Necrosis	1										
Heridas	2									1	2,63
Descortezamientos	1									1	2,63
Grietas	1										
Inclinado	1										

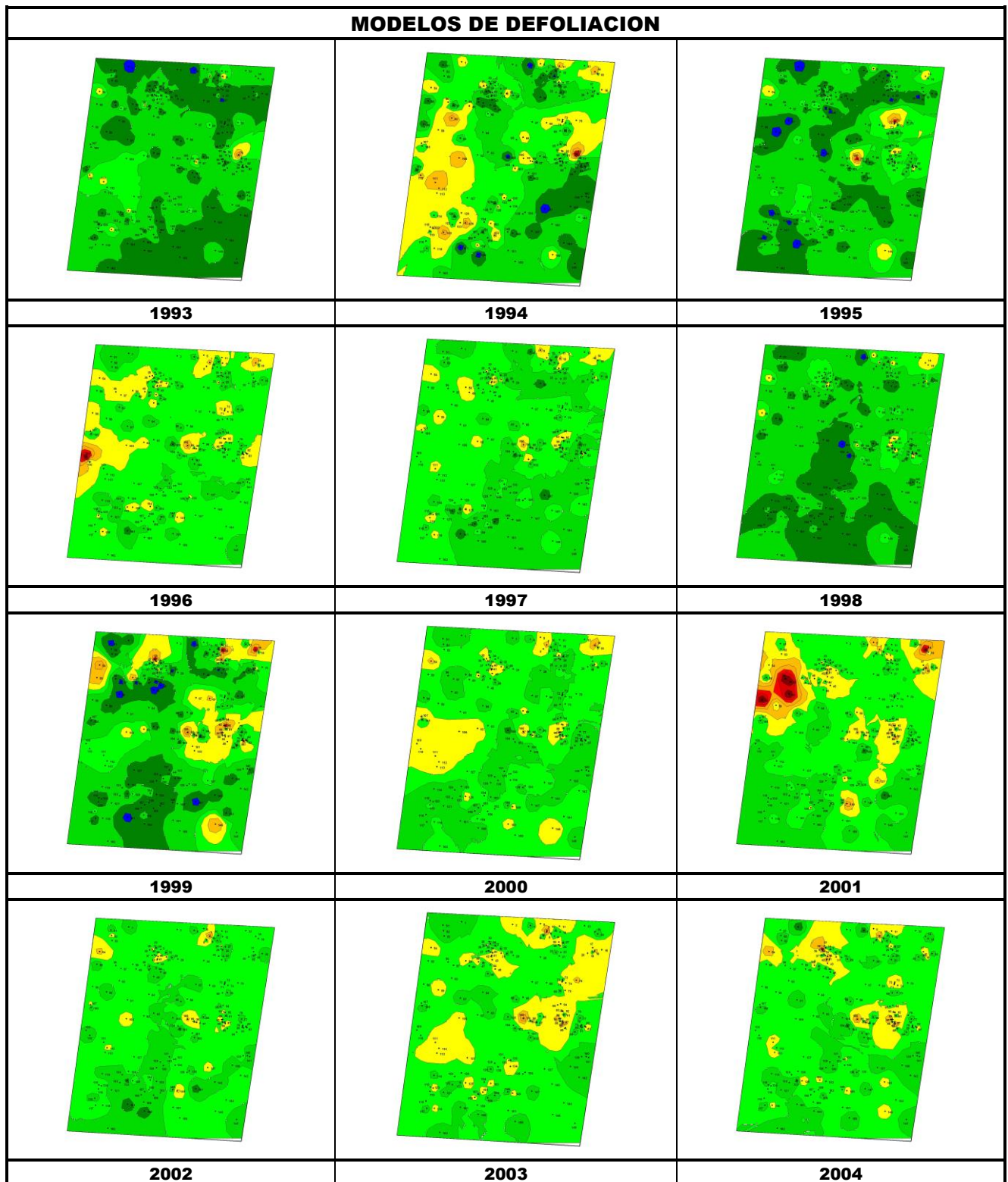
	N par	Compet/Espesura		Otros daños		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%
HOJAS/ACÍCULAS						7	4,76
Acíc. del año	20					5	3,40
Dec. Verde-amarillo	5					4	2,72
Apical	4					1	0,68
Parcial	1						
Microfilia	13					2	1,36
Deformaciones	2					2	1,36
Enrolladas	2					80	54,42
Acíc. antiguas	143					3	2,04
Comidos/perdidos	43					3	2,04
Agujeros/Parc. comidas	6						
Muecas	13						
Caída prematura	24					35	23,81
Dec. Verde-amarillo	56					8	5,44
Completa	8						
Punteado	10						
Bandeado	11					4	2,72
Apical	4					23	15,65
Parcial	23					42	28,57
Dec. Rojo-marrón	42					42	28,57

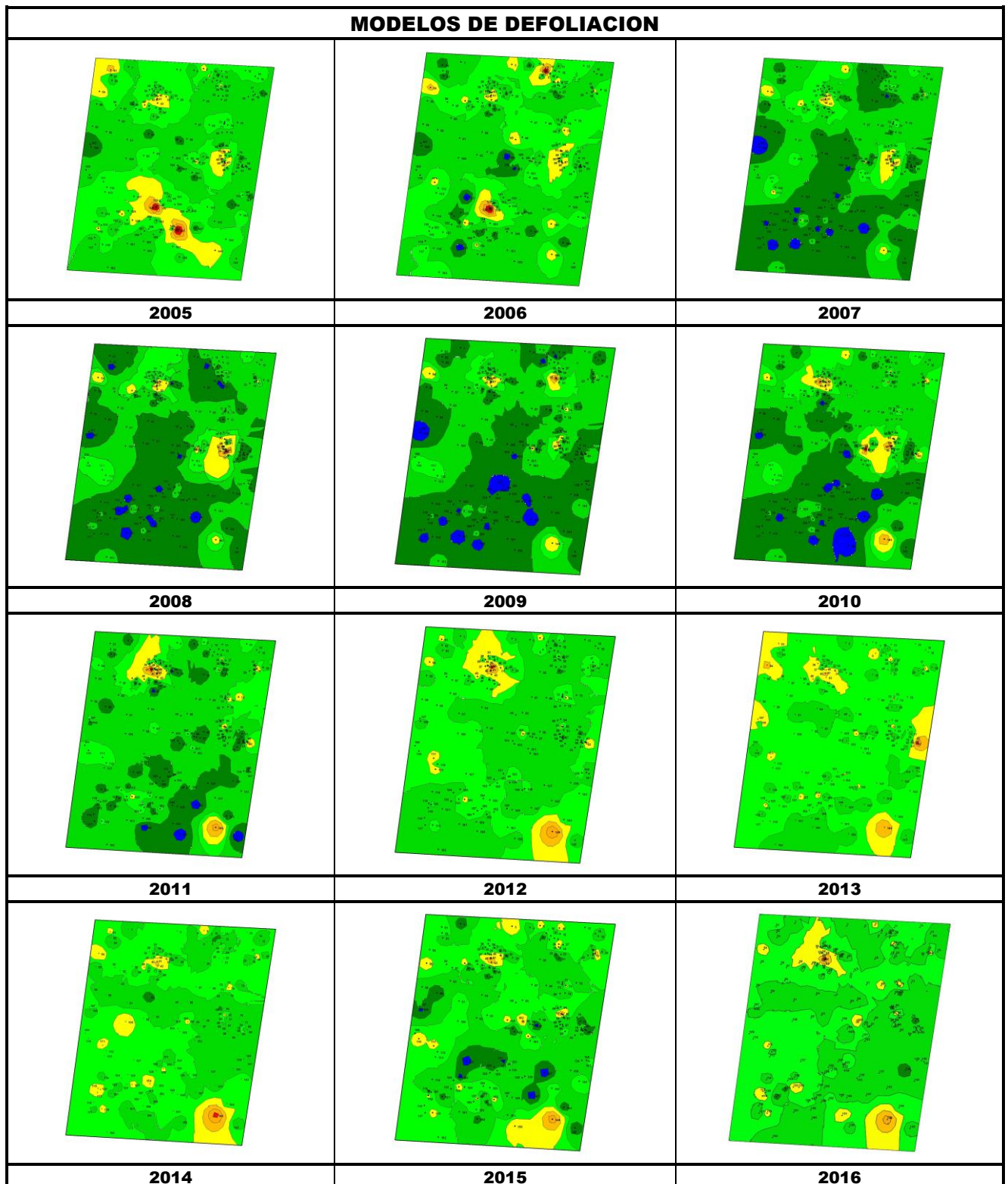
	N par	Compet/Espesura		Otros daños		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%
Completa	42						
Signos insectos	2						
Adultos,larvas,ninfas	2					10	6,80
Acíc. todas edades	10					3	2,04
Dec. Verde-amarillo	3					1	0,68
Completa	1					2	1,36
Parcial	2					7	4,76
Dec. Rojo-marrón	7					7	4,76
Completa	7						
RAMAS/BROTOS							
Brotos del año	17						
Muerto/moribundo	15						
Aborto	2	1	6,25				
Ramillos <2 cm	28						
Rotura	25	1	6,25				
Muerto/moribundo	3	6	37,50				
Ramas 2-10 cm	39						
Signos hongos	1						
C.fructificación	1						
Otros signos	4						
Rotura	17	6	37,50				
Muerto/moribundo	16						
Heridas	1						
Descortezamientos	1					1	0,68
Ramas >10 cm	1					1	0,68
Heridas	1					1	0,68
Descortezamientos	1	5	31,25	1	100,00		
Ramas tam. variable	63			1	100,00		
Deformaciones	1			1	100,00		
Escobas de bruja	1						
Signos hongos	1						
C.fructificación	1						
Otros signos	4						
Rotura	7	5	31,25				
Muerto/moribundo	50						
Guía principal	4						
Rotura	2						
Muerto/moribundo	2					15	10,20
Yemas	17					15	10,20
Resinosis	17						
TRONCO/C.RAÍZ						9	6,12
Tronco en copa	26					1	0,68
Deformaciones	5						
Otras deformaciones	1					1	0,68
Chancros	4						
Signos hongos	2						
C.fructificación	1						

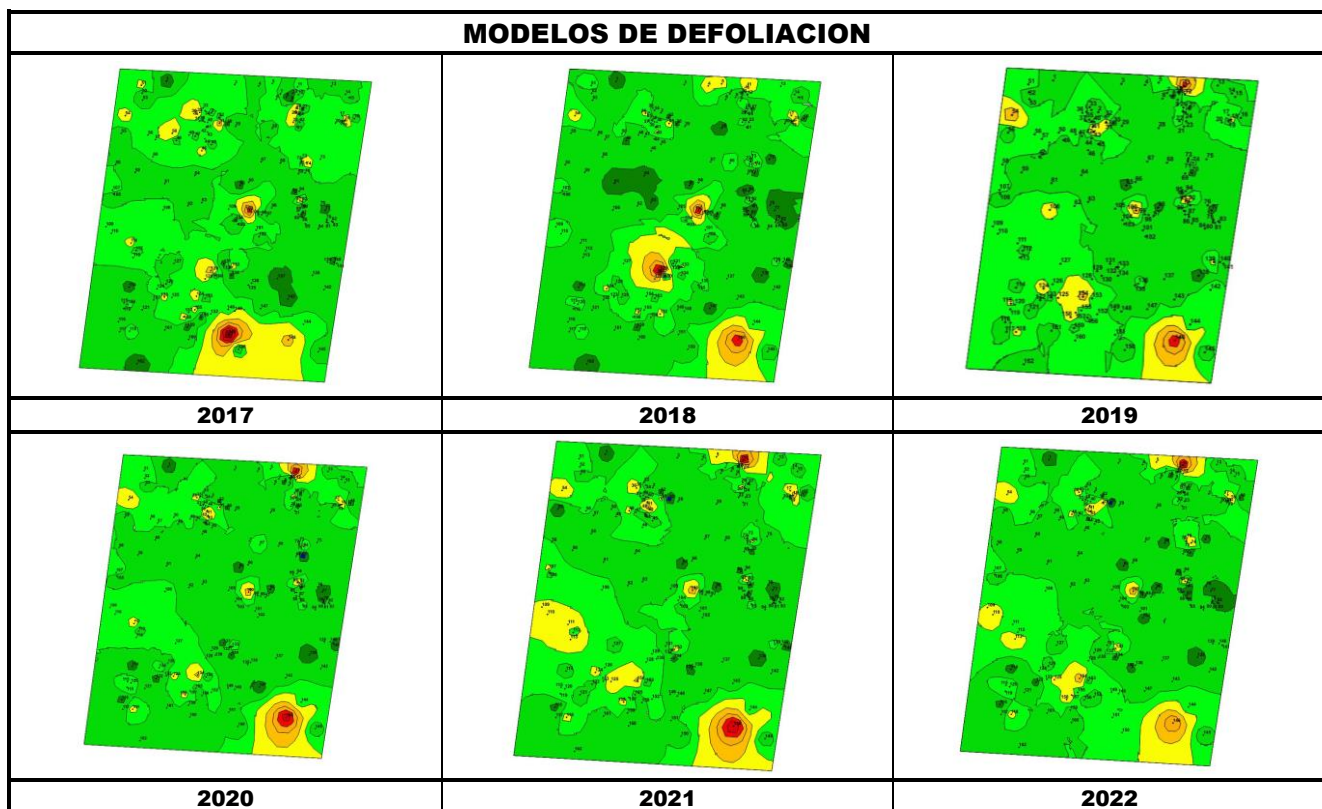
	N par	Compet/Espeura		Otros daños		Ag.desconocido	
		n	%	n	%	n	%
Ampollas amarillo-naranj	1						
Rotura	1						
Necrosis	1					1	0,68
Heridas	10						
Descortezamientos	9					1	0,68
Grietas	1					7	4,76
Resinosis	7	3	18,75			25	17,01
Tronco	56	2	12,50			11	7,48
Deformaciones	22	2	12,50			2	1,36
Otras deformaciones	9					2	1,36
Chancros	3					2	1,36
Tumores	4					5	3,40
Fendas longitudinales	6						
Signos insectos	1						
Perforaciones,serrín	1						
Signos hongos	5						
C.fructificación	3						
Ampollas amarillo-naranj	2						
Necrosis	1					7	4,76
Heridas	18					3	2,04
Descortezamientos	6					3	2,04
Grietas	7					1	0,68
Otras heridas	5					7	4,76
Resinosis	8	1	6,25				
Inclinado	1						
Cuello raíz	6						
Heridas	6						
Descortezamientos	4						
Otras heridas	2	1	6,25				
Tronco completo	4						
Necrosis	1						
Heridas	2						
Descortezamientos	1						
Grietas	1	1	6,25				
Inclinado	1					7	4,76



FIG 6: Herida transversal y callo de cicatrización por pícidos. Daños por *Cronartium flaccidum*.







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		6	1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro		2		
	Captador nieve		1		
Trascolación	Acumuladores	8		1997	Quincenal/Mensual
	Pluviómetro	4			
	Captador nieve	4			
Desfronde	Captadores desfronde	4		1999	Quincenal/Mensual
Solución del suelo	Lisímetros de tensión	8		1998	Quincenal/Mensual
	Bomba de succión	1		2018	Continua
	Lisímetro de gravedad	1		2018	Mensual
Humedad/Temp. del suelo	Sonda HT	1		2018	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. Pluviómetros, captadores e instrumentación meteorológica. Parcela interior. Lisímetros, sondas de humedad, captadores de desfolle y acumuladores. Lisímetro de gravedad. Sonda de humedad y temperatura del suelo

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 (nitrógeno en forma de)	Procede de emisiones contaminantes a la atmósfera fundamentalmente de actividades agrícolas o ganaderas. Papel en la acidificación de los suelos.	0,50 mg/l
Nitratos (nitrógeno en forma de)	Producidos por la actividad industrial, doméstica y de transporte, ligados a procesos de combustión y responsables de la acidificación de la deposición que llega a los ecosistemas forestales. Papel precursor (N) en la formación de ozono, contaminante secundario en forma de aerosol.	50 mg/l
Sulfatos (azufre en forma de)		250 mg/l
Alcalinidad	Capacidad para neutralizar los ácidos disueltos	
Nitrógeno total	Nitrógeno total disuelto presente en la deposición	
Carbono orgánico disuelto	Carbono presente en la muestra procedente de materia orgánica	
Aluminio	Metales pesados	0,2 mg/l
Manganeso		0,05 mg/l
Hierro		0,2 mg/l

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

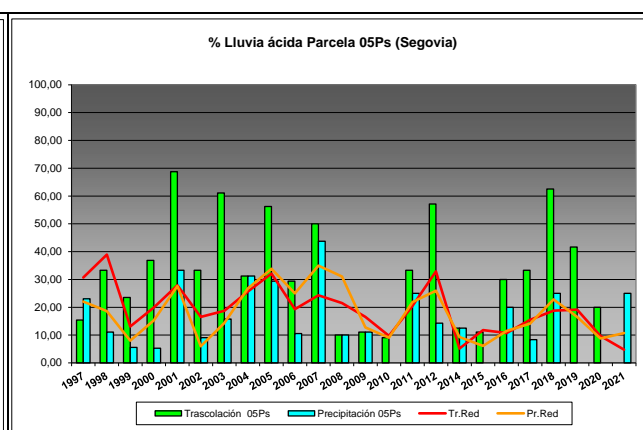
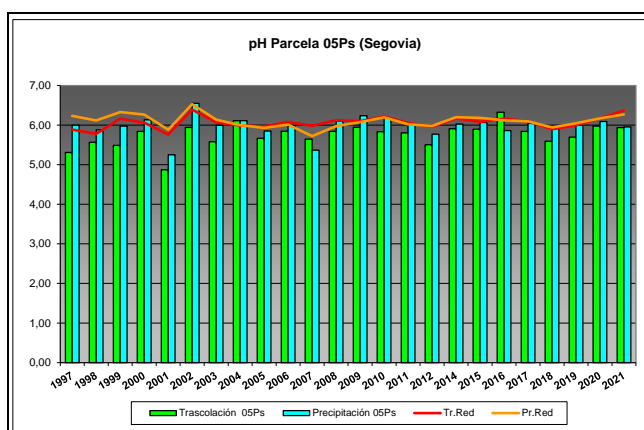
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 05Ps, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la serie histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

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

5.1. pH.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Media pond	Lluvia ácida (%)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997	5,31	15,38	784	5,99	23,08	962	5,89	6,23
1998	5,56	33,33	880	5,88	11,11	1157	5,78	6,12
1999	5,48	23,53	833	5,97	5,56	1180	6,16	6,33
2000	5,84	36,84	997	6,13	5,26	1212	6,06	6,27
2001	4,87	68,75	831	5,25	33,33	1067	5,76	5,88
2002	5,94	33,33	1185	6,55	9,09	1349	6,39	6,53
2003	5,58	61,11	1295	6,00	15,79	1516	6,07	6,14
2004	6,11	31,25	732	6,11	31,25	990	5,99	6,00
2005	5,67	56,25	635	5,85	29,41	753	5,96	5,93
2006	5,85	29,41	925	5,98	10,53	1174	6,08	6,01
2007	5,65	50,00	588	5,37	43,75	930	5,98	5,72
2008	5,84	10,00	945	6,10	10,00	1288	6,12	5,97
2009	5,95	11,11	417	6,24	11,11	480	6,10	6,07
2010	5,83	9,09	978	6,18	0,00	1134	6,22	6,19
2011	5,80	33,33	794	6,02	25,00	1096	6,06	6,02
2012	5,50	57,14	442	5,77	14,29	502	5,96	5,98
2014	5,91	12,50	530	6,02	12,50	705	6,17	6,20
2015	5,89	11,11	532	6,06	0,00	678	6,08	6,18
2016	6,32	30,00	1172	5,86	20,00	1429	6,16	6,12
2017	5,84	33,33	787	6,04	8,33	973	6,09	6,10
2018	5,59	62,50	1093	5,96	25,00	1208	5,89	5,94
2019	5,69	41,67	1201	5,99	0,00	1212	5,99	6,04
2020	5,98	20,00	1303	6,09	0,00	1485	6,17	6,17
2021	5,94	0,00	1235	5,95	25,00	1290	6,37	6,27
Media	5,75	32,12	880	5,97	15,39	1074	6,06	6,10



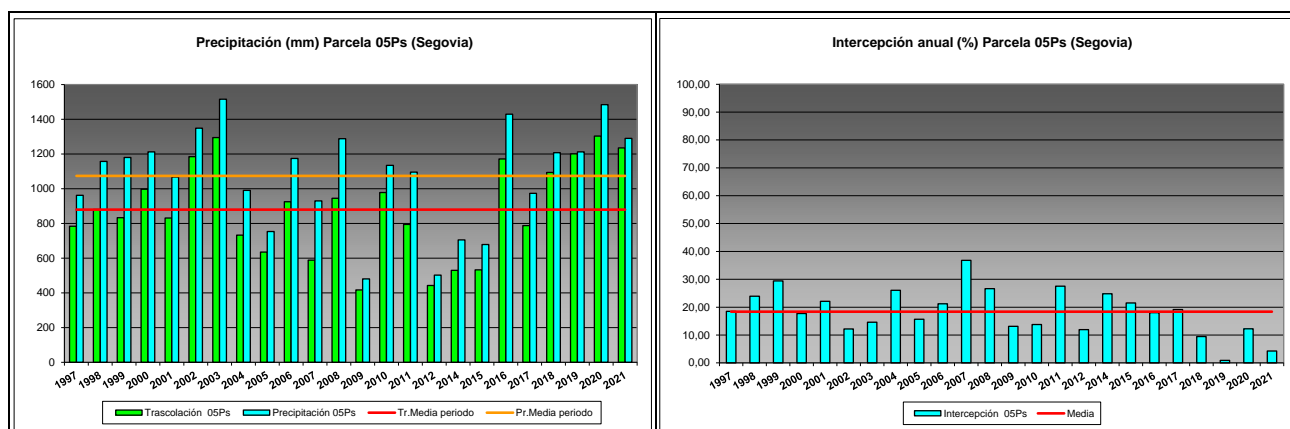


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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	13,34		784	7,90		962	25,52	22,05
1998	18,28		880	11,71		1157	29,37	22,53
1999	15,61		833	11,15		1180	33,18	19,89
2000	22,24		997	13,56		1212	35,34	22,06
2001	20,18		831	9,67		1067	27,99	15,78
2002	24,62		1185	19,09		1349	48,98	30,11
2003	25,14		1295	13,72		1516	45,96	25,07
2004	28,79		732	24,49		990	62,42	37,00
2005	28,06		635	16,99		753	65,42	30,19
2006	22,33		925	14,33		1174	61,52	28,60
2007	28,22		588	18,15		930	49,85	28,88
2008	17,41		945	11,81		1288	46,65	22,88
2009	28,85		417	11,29		480	49,43	20,10
2010	18,80		978	8,47		1134	44,44	15,09
2011	18,33		794	7,60		1096	51,36	19,04
2012	14,09		442	6,74		502	53,38	20,50
2014	22,22		530	7,96		705	33,76	15,23
2015	24,30		532	7,75		678	45,28	18,25
2016	11,64		1172	4,42		1429	47,39	15,22
2017	17,73		787	7,24		973	56,13	18,87
2018	15,41		1093	8,01		1208	38,75	16,20
2019	18,82		1201	10,21		1212	74,16	28,49
2020	14,37		1303	7,87		1485	46,43	20,40
2021	15,61		1235	7,62		1290	40,51	22,14
Media	20,18		880	11,16		1074	46,38	22,27

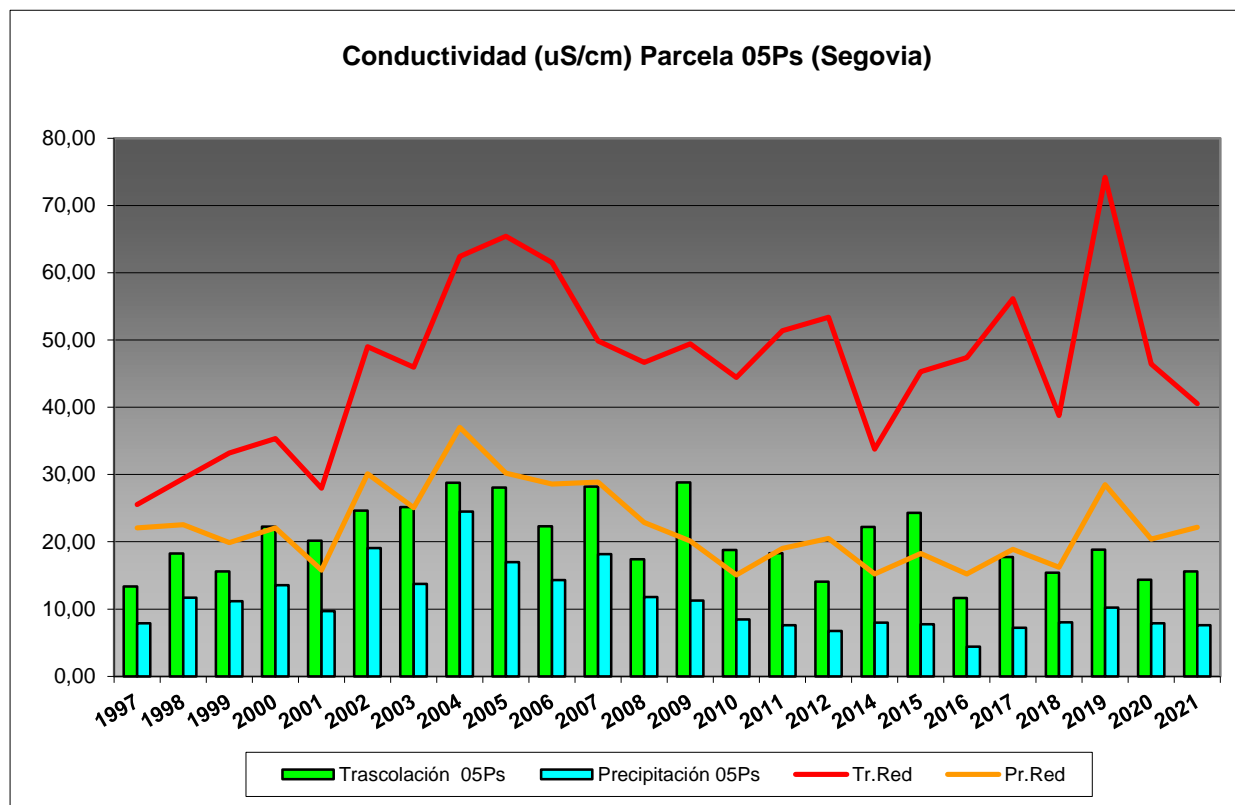


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

Año	Trascolución (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	1,27	9,99	784	0,58	5,55	962	4,44	7,33	5,18
1998	3,53	31,07	880	1,82	21,05	1157	10,02	19,45	13,28
1999	2,31	19,28	833	1,20	14,13	1180	5,15	17,99	11,86
2000	3,17	31,58	997	1,66	20,12	1212	11,46	22,33	15,28
2001	2,55	21,18	831	1,21	12,93	1067	8,25	16,00	9,92
2002	1,87	22,16	1185	0,64	8,67	1349	13,49	19,36	7,73
2003	1,26	16,38	1295	0,45	6,81	1516	9,57	12,93	3,83
2004	2,31	16,94	732	0,78	7,75	990	9,19	16,14	4,88
2005	2,88	18,27	635	0,87	6,54	753	11,73	12,47	5,15
2006	2,26	20,90	925	0,75	8,76	1174	12,14	19,14	9,86
2007	2,55	15,02	588	0,63	5,86	930	9,16	20,44	7,92
2008	1,94	18,32	945	0,39	5,00	1288	13,33	22,97	6,57
2009	3,98	16,60	417	0,61	2,93	480	13,67	18,05	4,28
2010	2,16	21,10	978	0,34	3,88	1134	17,22	21,96	3,59
2011	2,07	16,44	794	0,33	3,67	1096	12,77	18,92	5,75
2012	0,61	2,71	442	0,12	0,61	502	2,09	2,99	0,92
2014	3,71	19,67	530	0,20	1,43	705	18,24	11,97	1,60
2015	4,41	23,45	532	0,35	2,36	678	21,09	18,33	4,20
2016	1,52	17,75	1172	0,10	1,50	1429	16,26	19,15	2,17

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2017	2,36	18,54	787	0,20	1,97	973	16,57	16,19	1,94
2018	1,02	11,15	1093	0,22	2,71	1208	8,44	17,14	2,96
2019	1,62	19,49	1201	0,20	2,46	1212	17,03	17,04	3,33
2020	1,40	18,21	1303	0,19	2,87	1485	15,34	22,26	2,32
2021	1,59	19,57	1235	4,82	1,84	1290	17,73	15,69	1,94
Media	2,26	18,57	880	0,78	6,31	1074	12,27	16,93	5,69

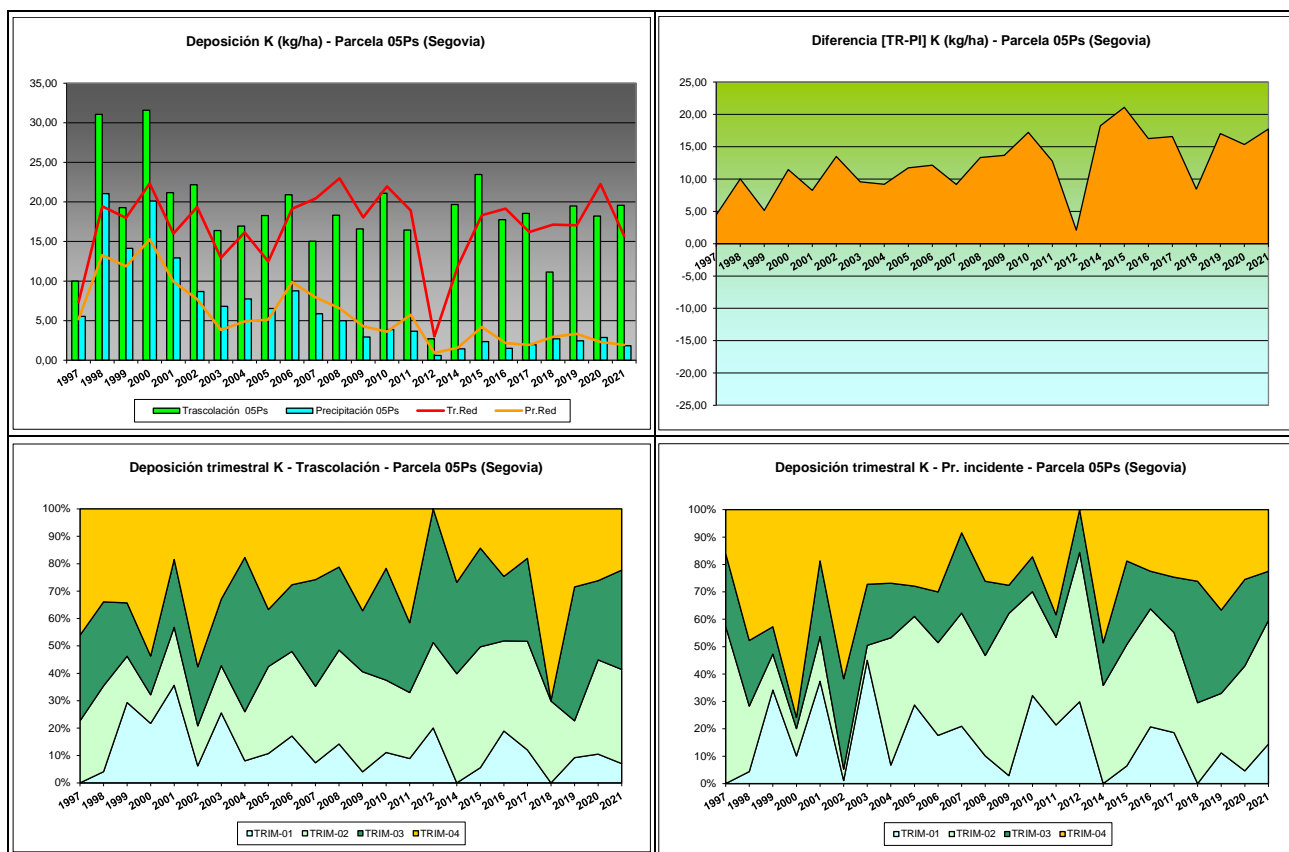


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,53	4,16	784	0,47	4,54	962	-0,37	7,29	5,16
1998	0,82	7,25	880	0,32	3,65	1157	3,60	6,91	4,05
1999	0,82	6,80	833	0,40	4,68	1180	2,11	10,77	6,68
2000	0,87	8,68	997	0,51	6,14	1212	2,54	10,94	7,70
2001	0,76	6,30	831	0,44	4,67	1067	1,63	8,58	6,22
2002	0,87	10,33	1185	0,61	8,27	1349	2,06	12,23	9,40

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)
2003	2,33	30,11	1295	2,12	32,09	1516	-1,98	23,45	26,64
2004	1,58	11,60	732	2,36	23,36	990	-11,76	18,95	20,04
2005	1,18	7,48	635	0,96	7,22	753	0,26	11,17	9,81
2006	1,20	11,06	925	0,80	9,41	1174	1,66	17,51	16,49
2007	1,74	10,21	588	1,35	12,54	930	-2,33	18,16	14,99
2008	0,92	8,68	945	0,99	12,70	1288	-4,02	14,94	12,47
2009	1,21	5,04	417	0,63	3,04	480	2,00	10,43	6,81
2010	0,69	6,74	978	0,44	5,04	1134	1,70	11,50	7,59
2011	0,71	5,66	794	0,34	3,69	1096	1,97	11,32	6,29
2012	0,38	1,70	442	0,26	1,32	502	0,38	3,22	2,60
2014	1,03	5,43	530	0,71	5,02	705	0,41	8,57	5,86
2015	1,92	10,20	532	0,95	6,43	678	3,78	15,19	12,39
2016	0,61	7,18	1172	0,30	4,32	1429	2,86	14,34	8,83
2017	1,32	10,37	787	0,87	8,44	973	1,93	13,71	10,82
2018	0,82	8,99	1093	0,62	7,50	1208	1,48	13,15	9,58
2019	0,86	10,37	1201	0,61	7,34	1212	3,03	18,41	13,57
2020	0,84	10,94	1303	0,64	9,46	1485	1,48	21,83	11,67
2021	0,87	10,78	1235	0,64	8,21	1290	2,57	13,31	19,20
Media	1,04	9,00	880	0,76	8,29	1074	0,71	13,16	10,62

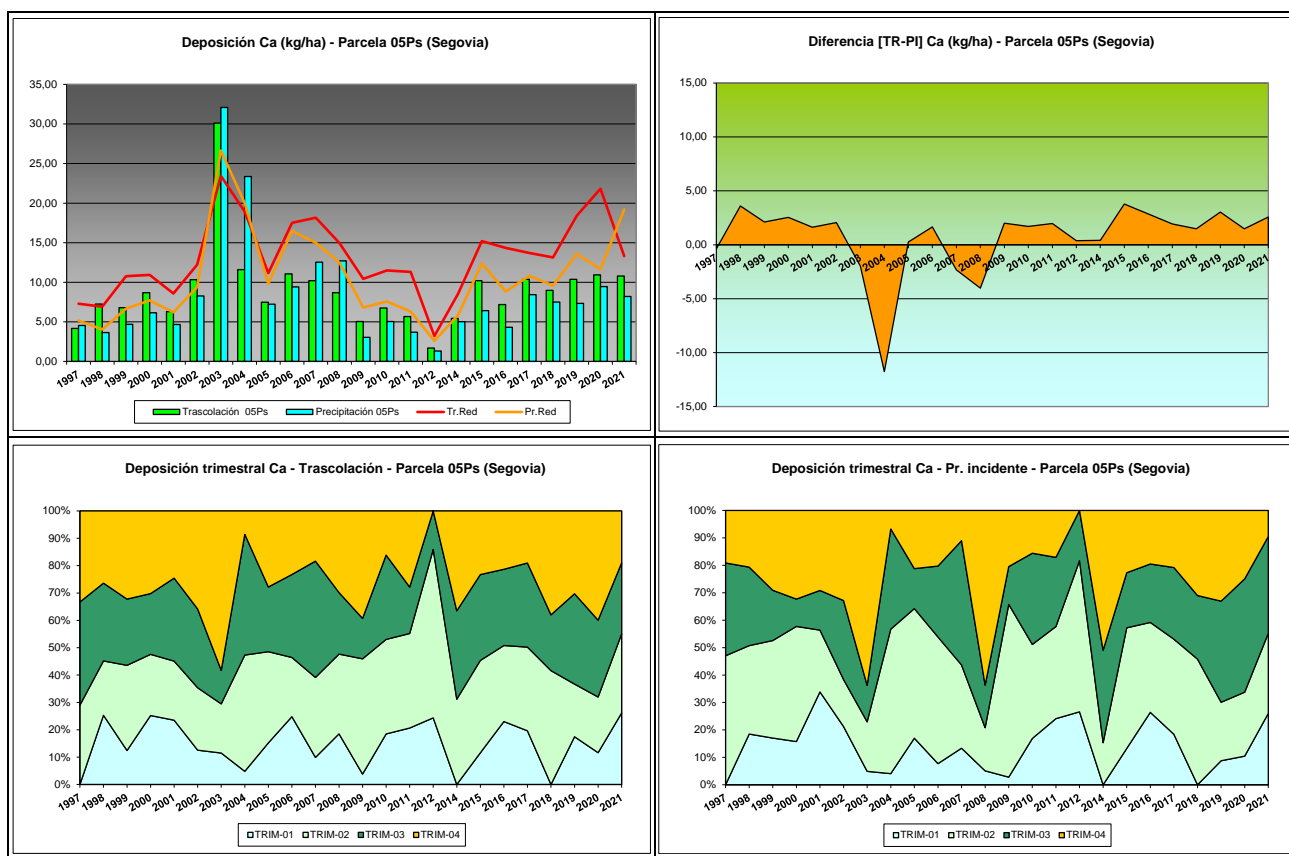
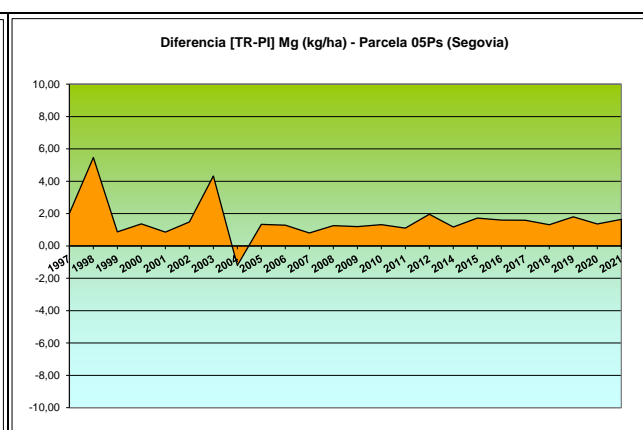
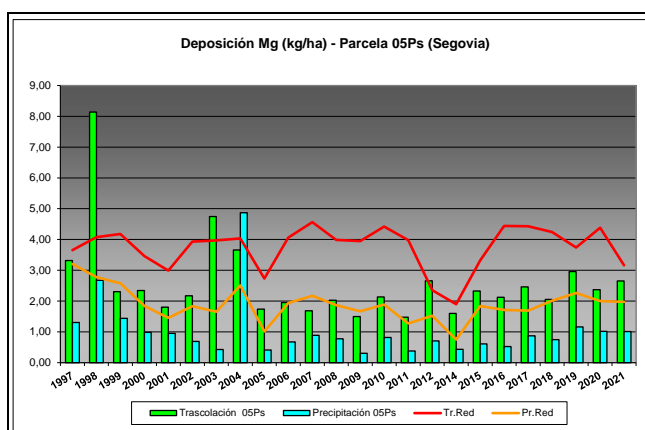


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,42	3,32	784	0,14	1,30	962	2,01	3,66	3,20
1998	0,93	8,14	880	0,23	2,68	1157	5,47	4,07	2,78
1999	0,28	2,30	833	0,12	1,44	1180	0,87	4,18	2,58
2000	0,23	2,34	997	0,08	0,98	1212	1,36	3,46	1,84
2001	0,22	1,80	831	0,09	0,95	1067	0,85	2,99	1,45
2002	0,18	2,17	1185	0,05	0,69	1349	1,48	3,93	1,83
2003	0,37	4,75	1295	0,03	0,42	1516	4,32	3,97	1,65
2004	0,50	3,66	732	0,49	4,87	990	-1,21	4,03	2,51
2005	0,27	1,74	635	0,05	0,41	753	1,33	2,73	1,01
2006	0,21	1,95	925	0,06	0,67	1174	1,28	4,06	1,94
2007	0,29	1,69	588	0,10	0,89	930	0,80	4,56	2,17
2008	0,21	2,03	945	0,06	0,77	1288	1,25	3,99	1,87
2009	0,36	1,49	417	0,06	0,30	480	1,19	3,95	1,67
2010	0,22	2,13	978	0,07	0,82	1134	1,32	4,42	1,89
2011	0,19	1,48	794	0,03	0,38	1096	1,10	3,98	1,27
2012	0,60	2,66	442	0,14	0,70	502	1,96	2,35	1,52
2014	0,30	1,60	530	0,06	0,43	705	1,17	1,90	0,75
2015	0,44	2,33	532	0,09	0,61	678	1,72	3,32	1,84
2016	0,18	2,12	1172	0,04	0,52	1429	1,60	4,44	1,71
2017	0,31	2,46	787	0,09	0,87	973	1,59	4,43	1,69
2018	0,19	2,05	1093	0,06	0,74	1208	1,31	4,24	2,01
2019	0,25	2,96	1201	0,10	1,16	1212	1,80	3,74	2,26
2020	0,18	2,37	1303	0,07	1,01	1485	1,36	4,38	2,00
2021	0,21	2,65	1235	0,08	1,01	1290	1,64	3,16	1,97
Media	0,31	2,59	880	0,10	1,03	1074	1,57	3,75	1,89



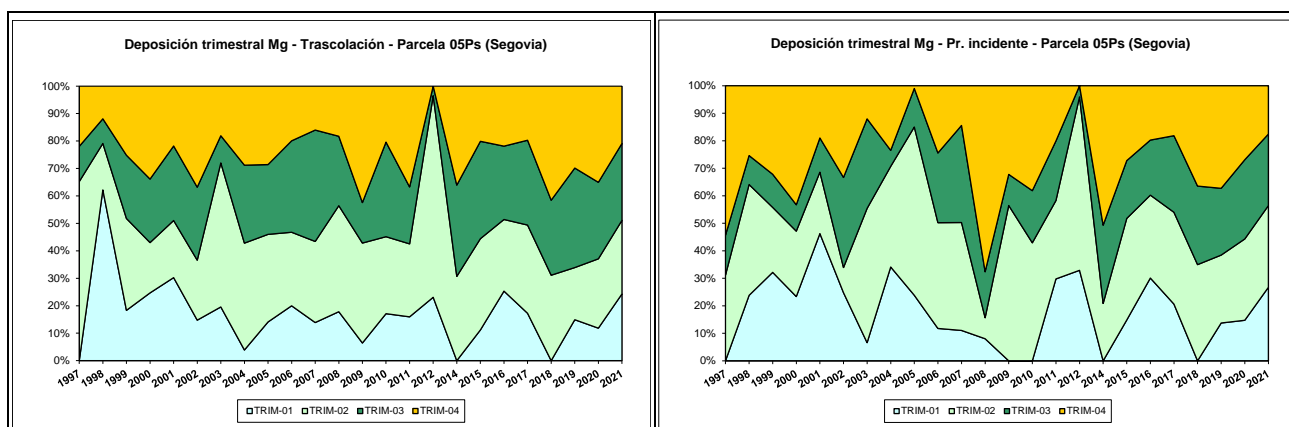


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

Año	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	0,32	2,54	784	0,26	2,52	962	0,02	6,07	6,65
1998	0,82	7,25	880	0,59	6,82	1157	0,42	11,74	10,50
1999	1,22	10,14	833	0,73	8,57	1180	1,57	19,31	13,85
2000	1,14	11,37	997	0,76	9,24	1212	2,13	18,12	13,02
2001	0,93	7,73	831	0,49	5,22	1067	2,51	18,38	12,14
2002	1,14	13,55	1185	0,89	12,06	1349	1,49	28,50	18,75
2003	0,63	8,21	1295	0,38	5,83	1516	2,38	22,49	12,86
2004	1,51	11,02	732	1,44	14,21	990	-3,19	22,85	13,75
2005	0,83	5,28	635	0,50	3,75	753	1,53	14,42	7,16
2006	0,85	7,87	925	0,59	6,98	1174	0,89	24,17	16,07
2007	0,72	4,22	588	0,33	3,07	930	1,15	23,14	14,21
2008	0,66	6,22	945	0,32	4,11	1288	2,11	19,63	11,01
2009	0,70	2,93	417	0,39	1,87	480	1,07	22,09	12,27
2010	0,78	7,61	978	0,43	4,91	1134	2,70	24,37	13,76
2011	0,65	5,19	794	0,11	1,17	1096	4,03	20,72	5,97
2012	0,39	1,71	442	0,15	0,76	502	0,95	4,35	2,86
2014	0,85	4,52	530	0,36	2,51	705	2,00	6,77	4,55
2015	0,87	4,60	532	0,44	2,98	678	1,62	15,27	11,59
2016	0,59	6,89	1172	0,33	4,68	1429	2,20	22,84	11,19
2017	0,81	6,34	787	0,37	3,59	973	2,75	19,35	10,47
2018	0,80	8,79	1093	0,37	4,43	1208	4,36	22,61	14,29
2019	1,04	12,48	1201	0,55	6,71	1212	5,76	19,32	13,98
2020	0,58	7,60	1303	0,33	4,92	1485	2,68	20,09	11,74
2021	0,66	8,17	1235	0,36	4,63	1290	3,54	12,97	10,32
Media	0,81	7,18	880	0,48	5,23	1074	1,94	18,32	11,37

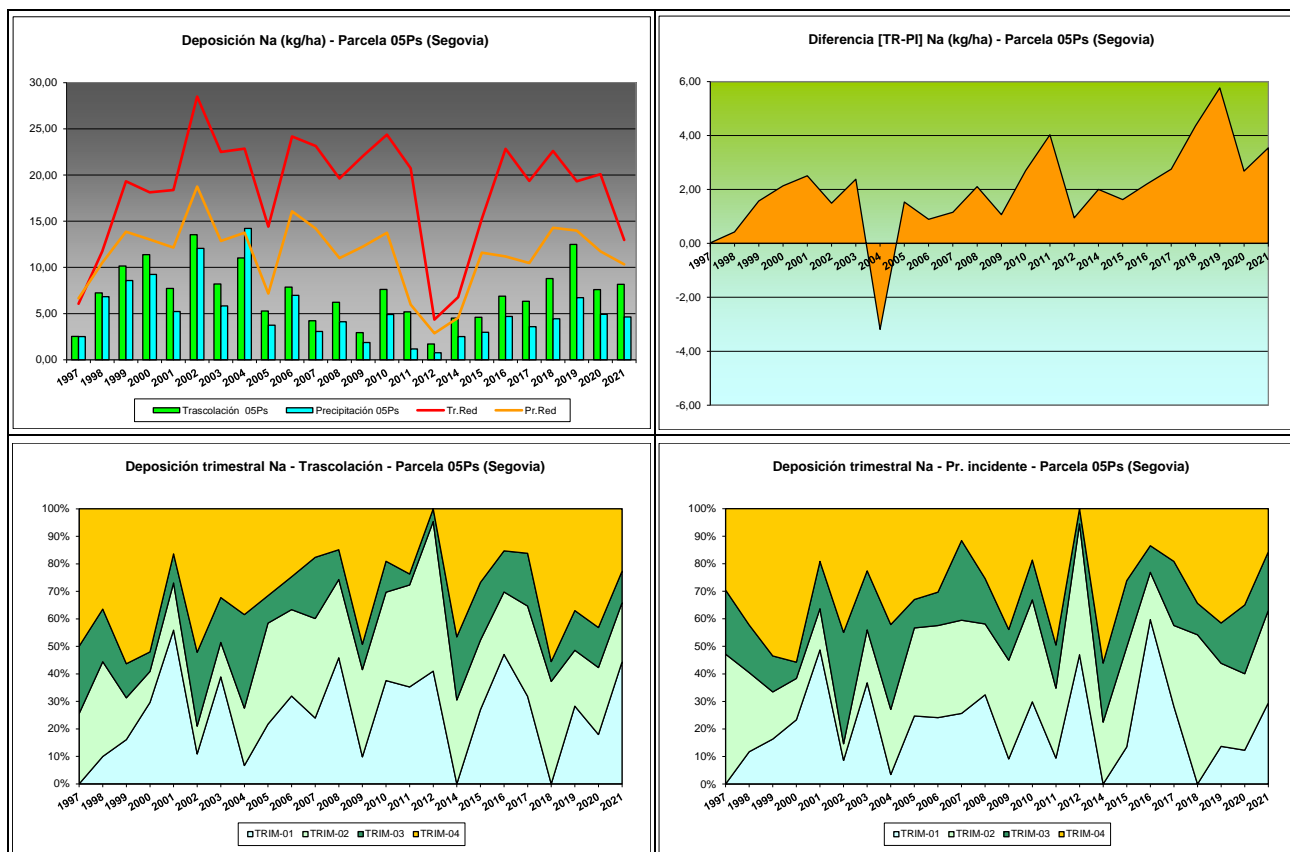


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio (nitrógeno en forma de).

TABLA 16: Caracterización Amonio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. N_NH4 ~ 0,777 NH4

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,29	2,31	784	0,28	2,69	962	-0,38	1,81	8,19
1998	0,30	2,63	880	0,39	4,56	1157	-1,93	2,24	8,36
1999	0,34	2,87	833	0,44	5,15	1180	-2,28	2,71	3,66
2000	0,46	4,56	997	0,31	3,77	1212	0,79	2,48	4,26
2001	0,34	2,87	831	0,24	2,55	1067	0,32	1,86	1,82
2002	0,22	2,65	1185	0,43	5,83	1349	-3,19	2,43	2,91
2003	0,24	3,17	1295	0,29	4,46	1516	-1,29	3,06	3,10
2004	0,40	2,95	732	0,45	4,47	990	-1,52	4,12	3,23
2005	0,53	3,37	635	0,40	3,04	753	0,32	2,41	1,80
2006	0,33	3,08	925	0,33	3,86	1174	-0,78	3,62	3,05
2007	0,28	1,63	588	0,37	3,48	930	-1,85	3,53	3,58
2008	0,27	2,52	945	0,24	3,03	1288	-0,52	2,91	2,62
2009	0,50	2,07	417	0,35	1,70	480	0,37	2,73	1,82
2010	0,26	2,51	978	0,24	2,68	1134	-0,17	3,12	2,09
2011	1,12	8,90	794	0,52	5,66	1096	3,25	4,36	3,15
2012	0,73	3,22	442	0,41	2,03	502	1,19	2,26	2,06
2014	0,74	3,91	530	0,54	3,78	705	0,13	4,16	3,35

05 Ps (SEGOVIA)

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	0,92	4,92	532	0,47	3,16	678	1,76	5,30	6,04
2016	0,45	5,24	1172	0,25	3,57	1429	1,67	5,94	4,26
2017	0,48	3,77	787	0,23	2,22	973	1,55	2,40	1,52
2018	0,16	1,72	1093	0,14	1,66	1208	0,05	2,79	2,39
2019	0,14	1,65	1201	0,12	1,50	1212	0,16	1,60	1,23
2020	0,19	2,43	1303	0,21	3,14	1485	-0,71	1,98	1,81
2021	0,17	2,16	1235	0,18	2,38	1290	-0,23	2,18	1,71
Media	0,41	3,21	880	0,33	3,35	1074	-0,14	3,00	3,25

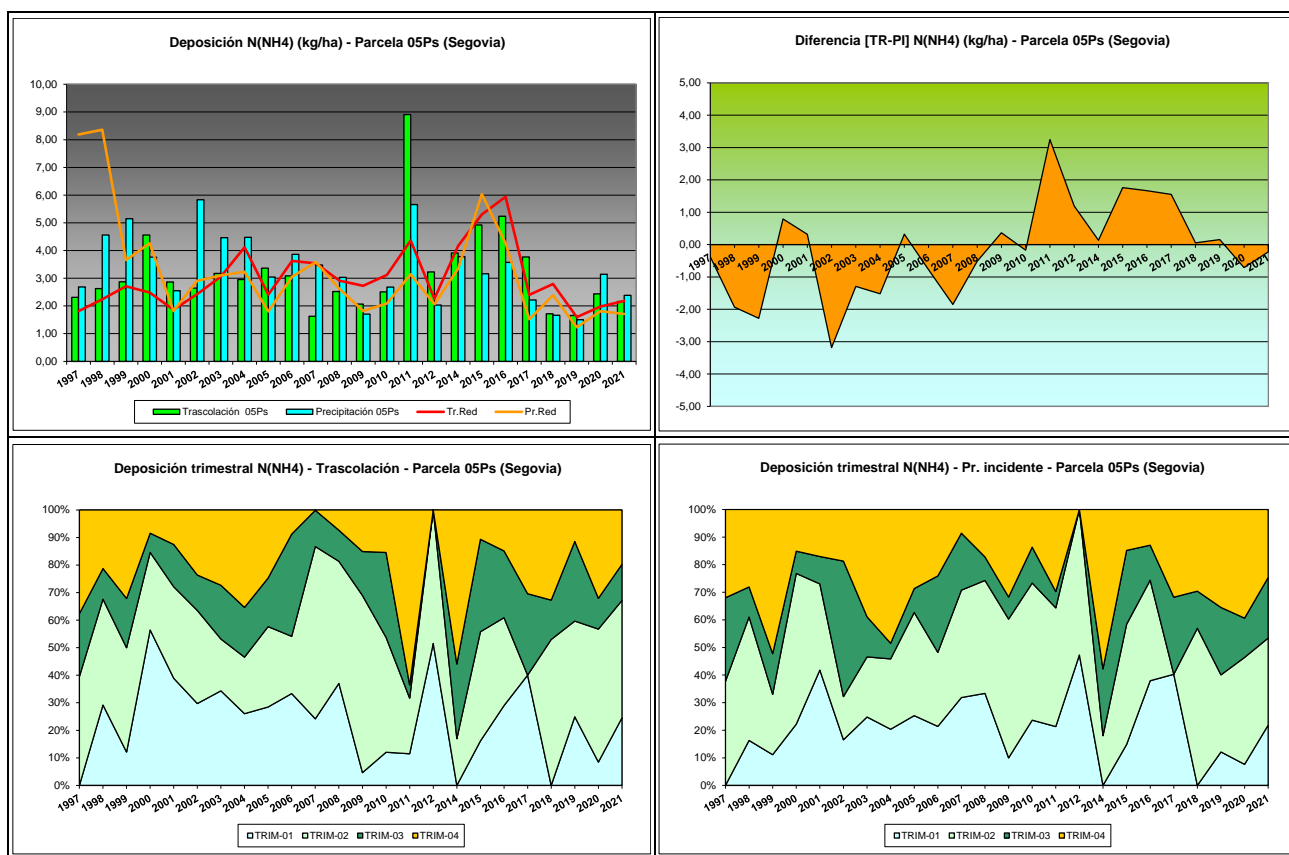


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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	0,67	5,23	784	0,33	3,22	962	2,01	10,88	10,93
1998	1,13	9,93	880	0,49	5,66	1157	4,27	19,88	16,27
1999	1,56	12,98	833	0,85	9,99	1180	2,99	36,56	23,56
2000	1,66	16,51	997	0,54	6,51	1212	10,00	28,62	15,70

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)
2001	1,48	12,33	831	0,55	5,83	1067	6,50	32,37	19,20
2002	1,30	15,39	1185	1,05	14,12	1349	1,27	44,79	24,88
2003	3,46	44,75	1295	1,23	18,64	1516	26,11	39,97	31,89
2004	2,24	16,37	732	3,02	29,89	990	-13,52	47,45	37,43
2005	1,84	11,70	635	1,78	13,41	753	-1,71	28,61	21,76
2006	1,77	16,38	925	1,80	21,17	1174	-4,79	49,90	41,76
2007	1,76	10,38	588	1,77	16,46	930	-6,08	45,78	37,79
2008	1,38	13,03	945	0,97	12,51	1288	0,51	40,90	30,60
2009	1,60	6,68	417	0,76	3,67	480	3,01	45,08	25,80
2010	1,12	10,92	978	0,65	7,39	1134	3,53	41,17	21,32
2011	1,23	9,76	794	0,37	4,00	1096	5,76	29,44	13,12
2012	0,99	4,37	442	0,33	1,65	502	2,73	11,34	5,87
2014	0,90	4,77	530	0,18	1,27	705	3,50	5,78	2,90
2015	1,18	6,27	532	0,35	2,37	678	3,91	24,25	15,25
2016	0,79	9,20	1172	0,26	3,69	1429	5,51	37,19	18,03
2017	1,16	9,16	787	0,35	3,41	973	5,75	29,16	15,38
2018	0,91	9,99	1093	0,39	4,71	1208	5,29	40,34	21,30
2019	1,04	12,49	1201	0,57	6,92	1212	5,57	29,98	18,87
2020	0,94	12,27	1303	0,40	5,87	1485	6,41	38,79	22,86
2021	1,03	12,75	1235	0,32	4,08	1290	8,67	23,04	15,99
Media	1,38	12,23	880	0,80	8,60	1074	3,63	32,55	21,19

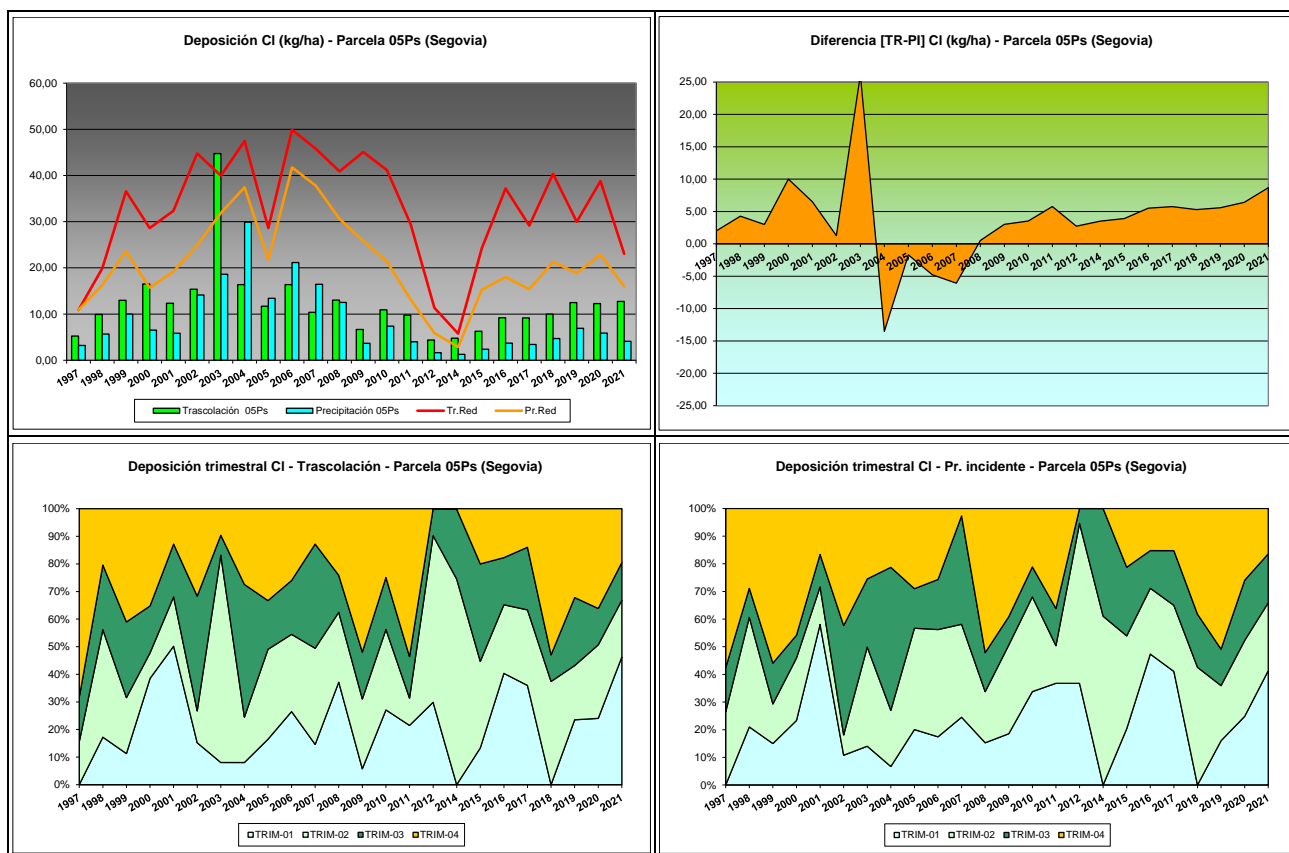
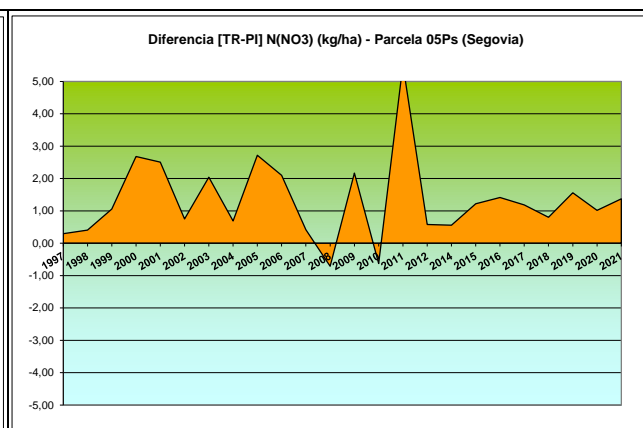
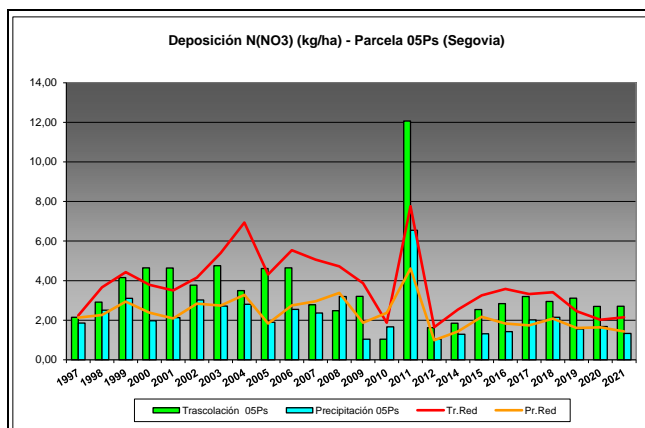


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos (nitrógeno en forma de).

TABLA 18: Caracterización Nitratos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. N_NO3 ~ 0,226 NO3

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,27	2,15	784	0,19	1,85	962	0,29	2,24	2,13
1998	0,33	2,91	880	0,22	2,51	1157	0,41	3,67	2,27
1999	0,50	4,16	833	0,26	3,11	1180	1,05	4,43	2,94
2000	0,47	4,65	997	0,16	1,97	1212	2,68	3,79	2,38
2001	0,56	4,64	831	0,20	2,13	1067	2,51	3,51	2,09
2002	0,32	3,77	1185	0,22	3,02	1349	0,75	4,15	2,84
2003	0,37	4,76	1295	0,18	2,72	1516	2,04	5,39	2,74
2004	0,48	3,49	732	0,28	2,81	990	0,69	6,93	3,28
2005	0,73	4,62	635	0,25	1,90	753	2,72	4,31	1,83
2006	0,50	4,65	925	0,22	2,55	1174	2,10	5,54	2,75
2007	0,47	2,78	588	0,25	2,37	930	0,42	5,06	2,96
2008	0,26	2,48	945	0,25	3,19	1288	-0,71	4,72	3,38
2009	0,77	3,21	417	0,22	1,04	480	2,17	3,87	1,87
2010	0,35	1,04	978	0,15	1,67	1134	-0,63	1,87	2,37
2011	1,52	12,07	794	0,60	6,55	1096	5,52	7,76	4,61
2012	0,37	1,62	442	0,21	1,05	502	0,58	1,65	0,99
2014	0,35	1,85	530	0,18	1,29	705	0,56	2,54	1,43
2015	0,48	2,54	532	0,19	1,32	678	1,22	3,25	2,17
2016	0,24	2,84	1172	0,10	1,43	1429	1,41	3,58	1,83
2017	0,41	3,20	787	0,21	2,02	973	1,18	3,32	1,74
2018	0,27	2,95	1093	0,18	2,14	1208	0,80	3,41	2,08
2019	0,26	3,12	1201	0,13	1,56	1212	1,56	2,46	1,61
2020	0,21	2,69	1303	0,11	1,68	1485	1,02	2,02	1,64
2021	0,22	2,71	1235	0,10	1,34	1290	1,37	2,15	1,43
Media	0,45	3,54	880	0,21	2,22	1074	1,32	3,82	2,31



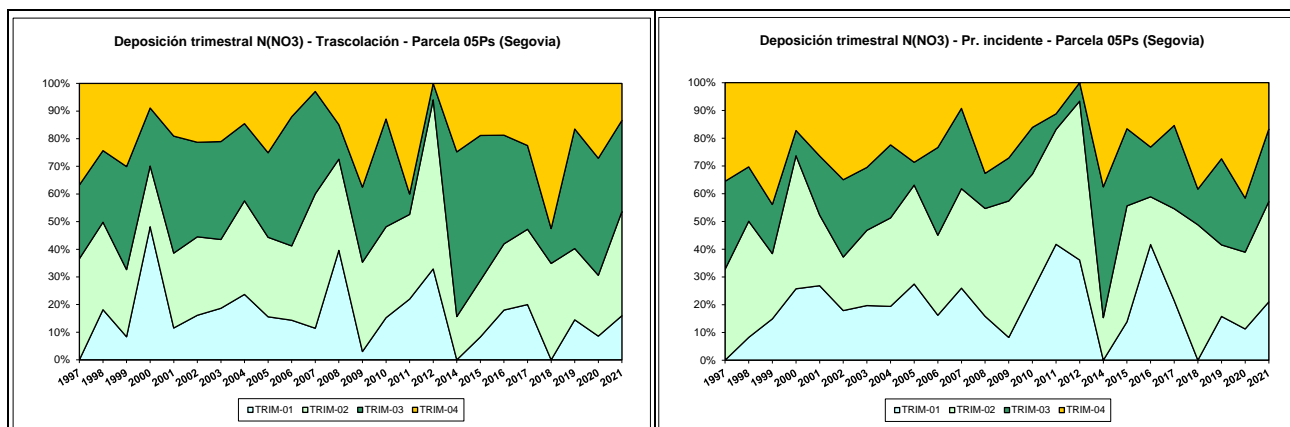


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos (azufre en forma de).

TABLA 19: Caracterización Sulfatos. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascolación-precipitación incidente y media de la Red. S_SO4 ~ 0,333 SO4

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997	0,36	2,80	784	0,30	2,86	962	-0,06	3,00	3,70
1998	0,74	6,55	880	0,40	4,61	1157	1,94	5,81	5,79
1999	0,60	4,98	833	0,63	7,43	1180	-2,45	7,17	6,35
2000	0,69	6,85	997	0,29	3,50	1212	3,34	6,42	4,57
2001	0,66	5,49	831	0,31	3,31	1067	2,19	5,68	4,11
2002	0,51	6,07	1185	0,40	5,44	1349	0,63	7,73	6,07
2003	0,34	4,42	1295	0,24	3,63	1516	0,78	6,85	4,80
2004	0,67	4,89	732	0,51	5,03	990	-0,15	8,72	5,84
2005	0,52	3,30	635	0,34	2,55	753	0,75	4,69	3,12
2006	0,34	3,17	925	0,25	2,96	1174	0,20	6,80	4,69
2007	0,58	3,41	588	0,33	3,07	930	0,34	7,24	5,12
2008	0,32	3,05	945	0,19	2,45	1288	0,61	4,49	2,61
2009	0,31	1,29	417	0,26	1,26	480	0,03	4,67	3,32
2010	0,20	1,96	978	0,15	1,69	1134	0,27	4,27	2,88
2011	0,44	3,53	794	0,37	4,01	1096	-0,48	5,93	4,57
2012	0,25	1,10	442	0,19	0,95	502	0,15	1,84	1,35
2014	0,25	1,31	530	0,20	1,39	705	-0,08	2,14	2,00
2015	0,27	1,46	532	0,22	1,47	678	-0,01	3,56	2,95
2016	0,13	1,56	1172	0,12	1,71	1429	-0,15	4,08	2,76
2017	0,28	2,19	787	0,24	2,31	973	-0,12	4,28	2,71
2018	0,22	2,38	1093	0,27	3,20	1208	-0,83	4,28	3,39
2019	0,22	2,64	1201	0,18	2,21	1212	0,43	3,75	3,13
2020	0,14	1,85	1303	0,15	2,21	1485	-0,36	3,59	3,24
2021	0,15	1,88	1235	0,12	1,58	1290	0,30	2,60	2,69
Media	0,38	3,25	880	0,28	2,95	1074	0,30	4,98	3,82

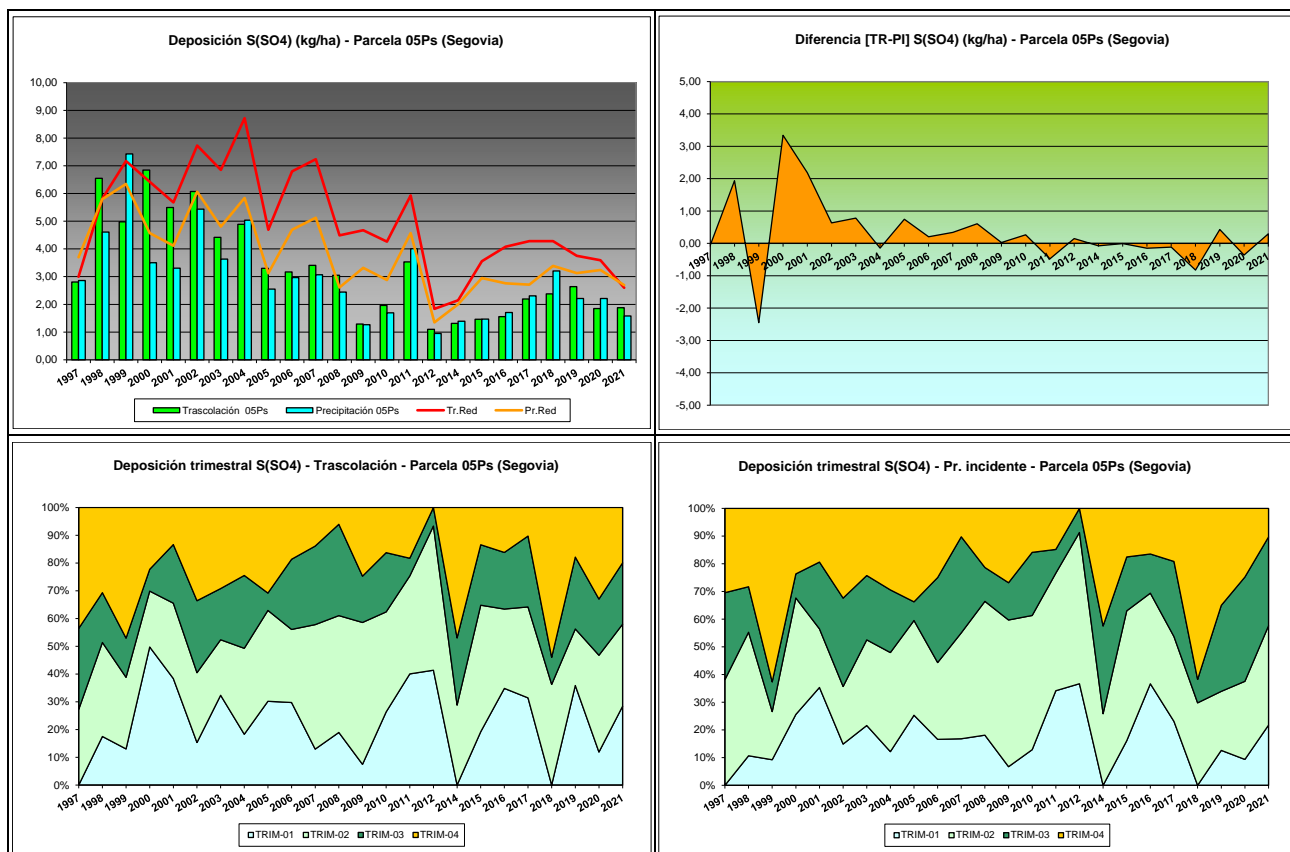


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Alcalinidad (µeq/l).

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

Año	Trascolución (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
1997						962		
1998						1157		
1999	182,67		833	155,58		1180	258,14	255,59
2000	122,19		997	110,40		1212	157,24	154,47
2001	63,15		831	48,57		1067	76,17	54,64
2002	83,21		1185	109,68		1349	169,83	139,42
2003	6,50		1295	4,90		1516	21,95	10,18
2004	85,64		732	111,08		990	109,89	117,44
2005	45,47		635	33,18		753	76,86	45,33
2006	47,83		925	36,25		1174	105,76	56,48
2007	46,53		588	37,76		930	59,09	37,75
2008	32,78		945	37,60		1288	71,35	40,35
2009	65,82		417	34,48		480	68,62	36,01
2010	58,89		978	40,94		1134	86,39	49,13
2011	49,47		794	39,12		1096	75,33	49,79
2012						502	19,53	10,46
2014	136,05		530	125,52		705	136,23	120,02
2015	106,41		532	43,68		678	114,70	71,81

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
2016	65,39		1172	28,94		1429	108,18	61,70
2017	129,19		787	27,89		973	132,93	56,84
2018	53,91		1093	31,00		1208	94,72	48,11
2019	33,49		1201	24,26		1212	101,80	58,32
2020	43,31		1303	32,44		1485	86,06	49,71
2021	49,28		1235	27,65		1290	117,39	82,82
Media	71,77		880	54,33		1074	102,19	73,02

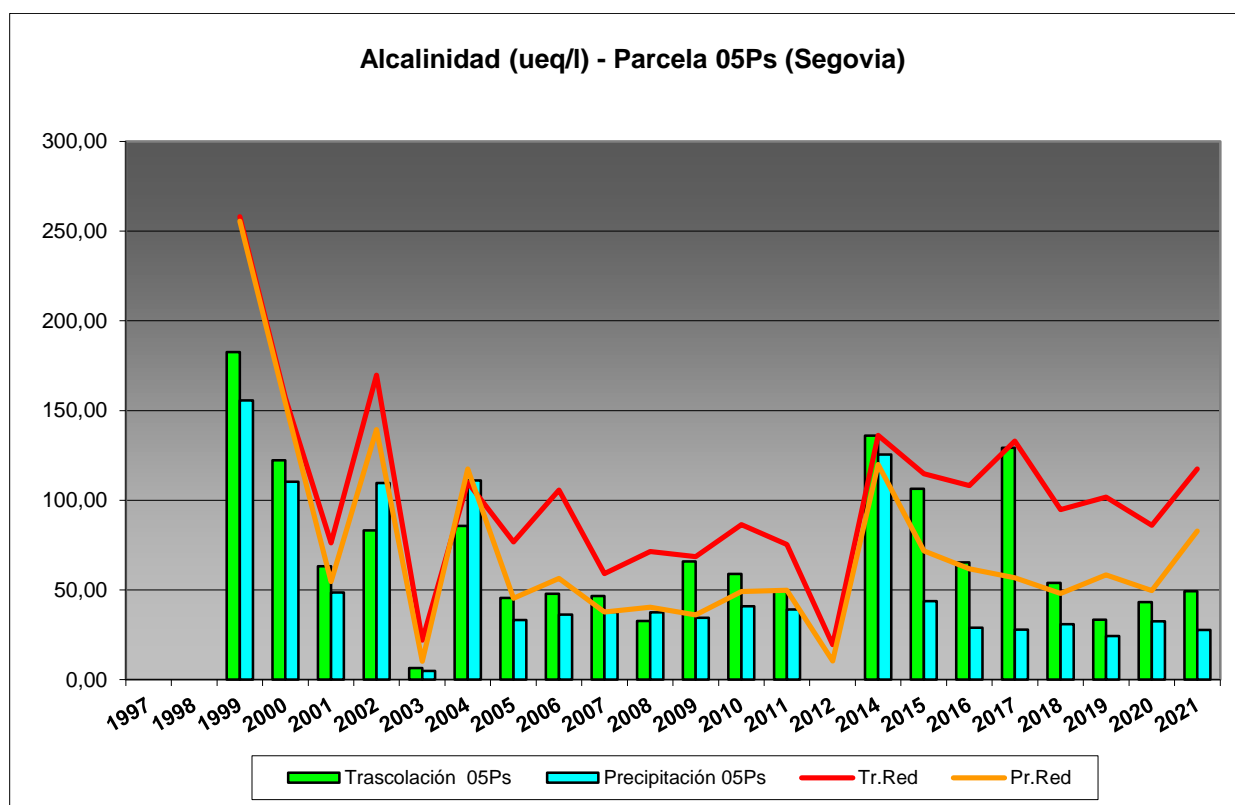


FIG 18: Variación temporal de la alcalinidad.

5.12. Nitrógeno total.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
1997			784			962			
1998			880			1157			
1999	0,84	7,03	833	0,70	8,25	1180	-1,23	7,14	6,59
2000	0,92	9,21	997	0,47	5,74	1212	3,47	6,27	6,64
2001	0,90	7,50	831	0,44	4,68	1067	2,82	5,37	3,91
2002	0,54	6,42	1185	0,66	8,85	1349	-2,44	6,58	5,75

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)
2003	0,53	6,85	1295	0,47	7,18	1516	-0,33	8,44	5,84
2004			732			990			
2005	1,27	8,05	635	0,68	5,09	753	2,97	4,96	2,97
2006	0,84	7,76	925	0,52	6,14	1174	1,62	9,06	5,73
2007	0,78	4,59	588	0,62	5,81	930	-1,22	8,53	6,45
2008			945			1288			
2009			417			480			
2010			978			1134			
2011			794			1096			
2012			442			502			
2014			530			705			
2015			532			678			
2016			1172			1429			
2017			787			973			
2018			1093			1208			
2019			1201			1212			
2020	0,49	6,40	1303	0,39	5,78	1485	0,62	5,40	4,36
2021	0,74	9,11	1235	0,50	6,42	1290	2,69	8,83	5,67
Media	0,79	7,29	880	0,55	6,39	1074	0,90	7,06	5,39

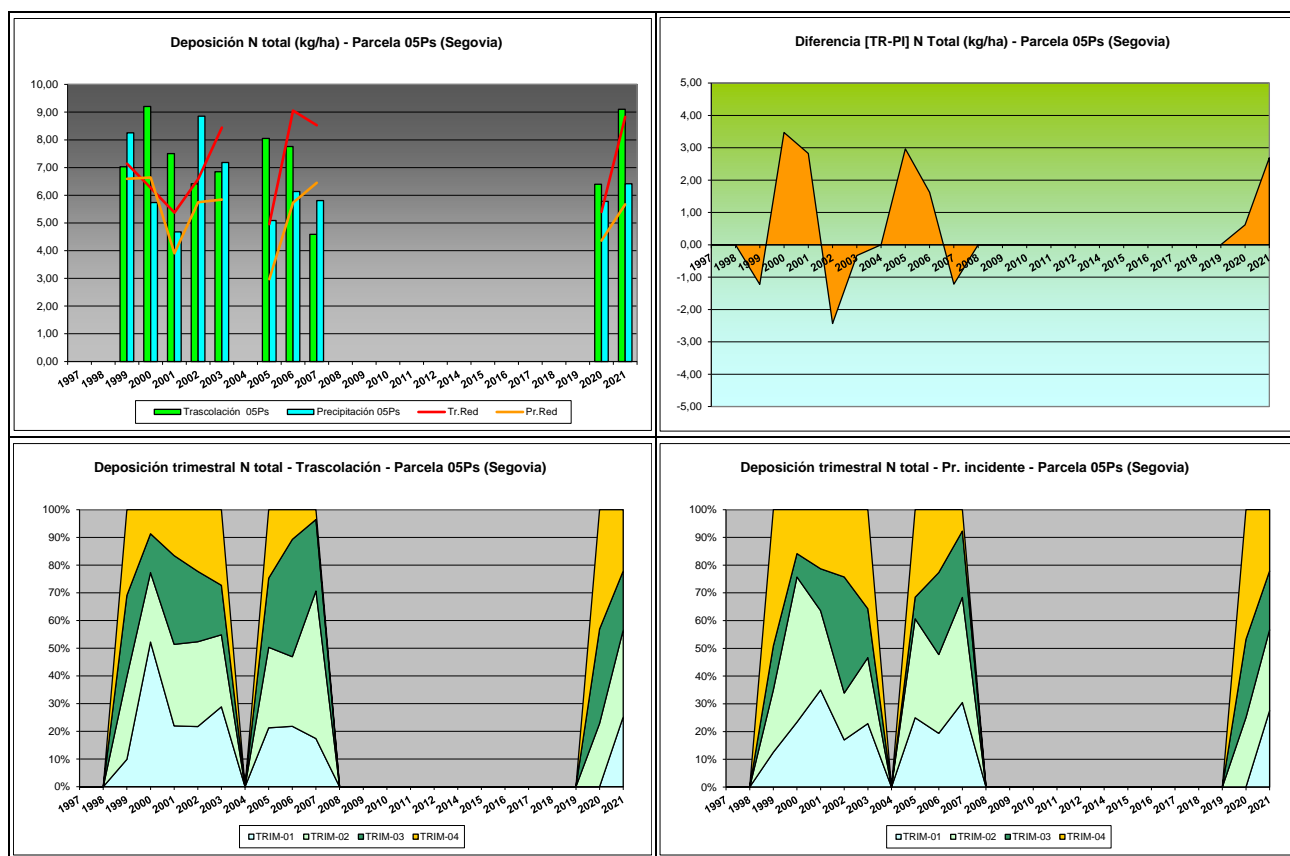


FIG 19: Variación temporal de deposición de Ntotal, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Media Red	
	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Media pond	Deposición (kg/ha)	Precipit. (mm)	Trasc	P.inc
2020	13,34		784	7,90		962	54,88	57,75
2021	60,84		1235	77,98		1290	48,33	66,04
Media	37,09		1010	42,94		1126	51,61	61,90

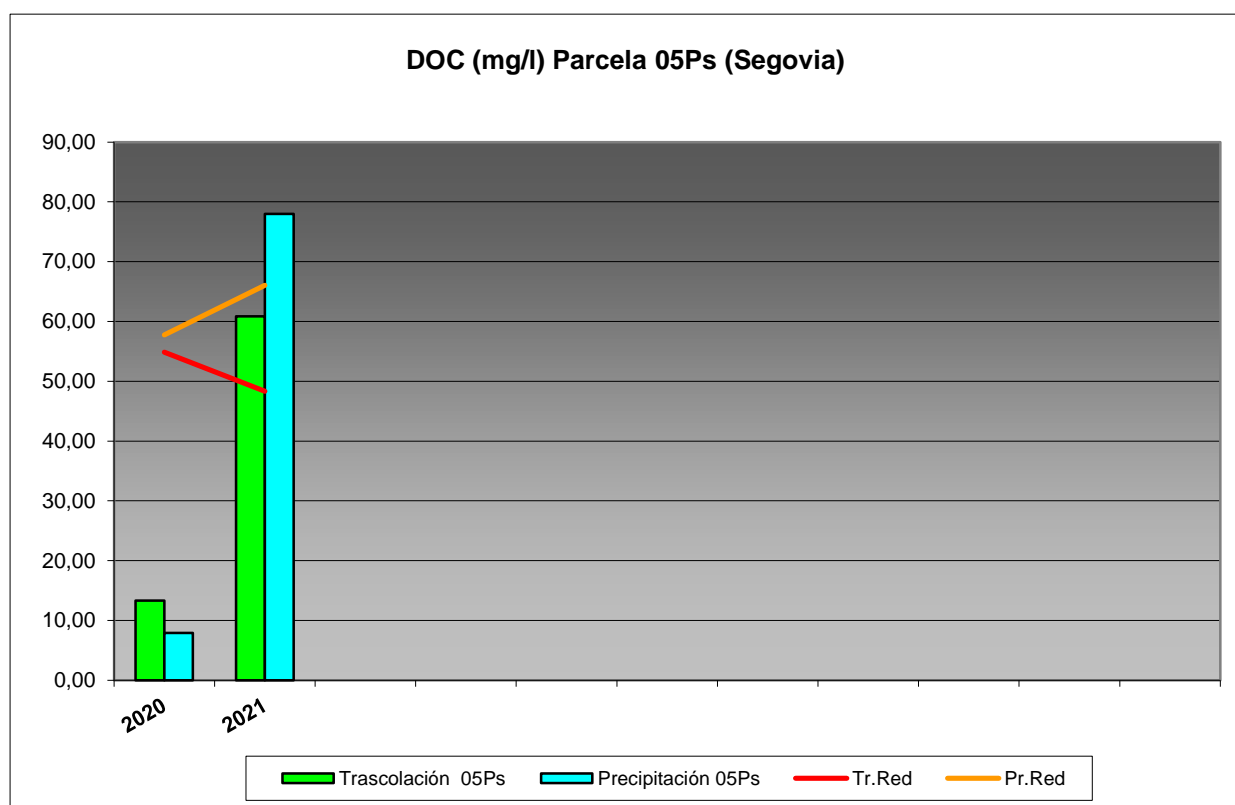


FIG 20: Variación temporal de DOC.

5.14. Aluminio.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2020	0,04	0,55	1303	0,02	0,36	1485	0,20	0,38	0,25
2021	0,05	0,60	1235	0,01	0,19	1290	0,40	0,28	0,19
Media	0,05	0,57	1269	0,02	0,27	1387	0,30	0,33	0,22

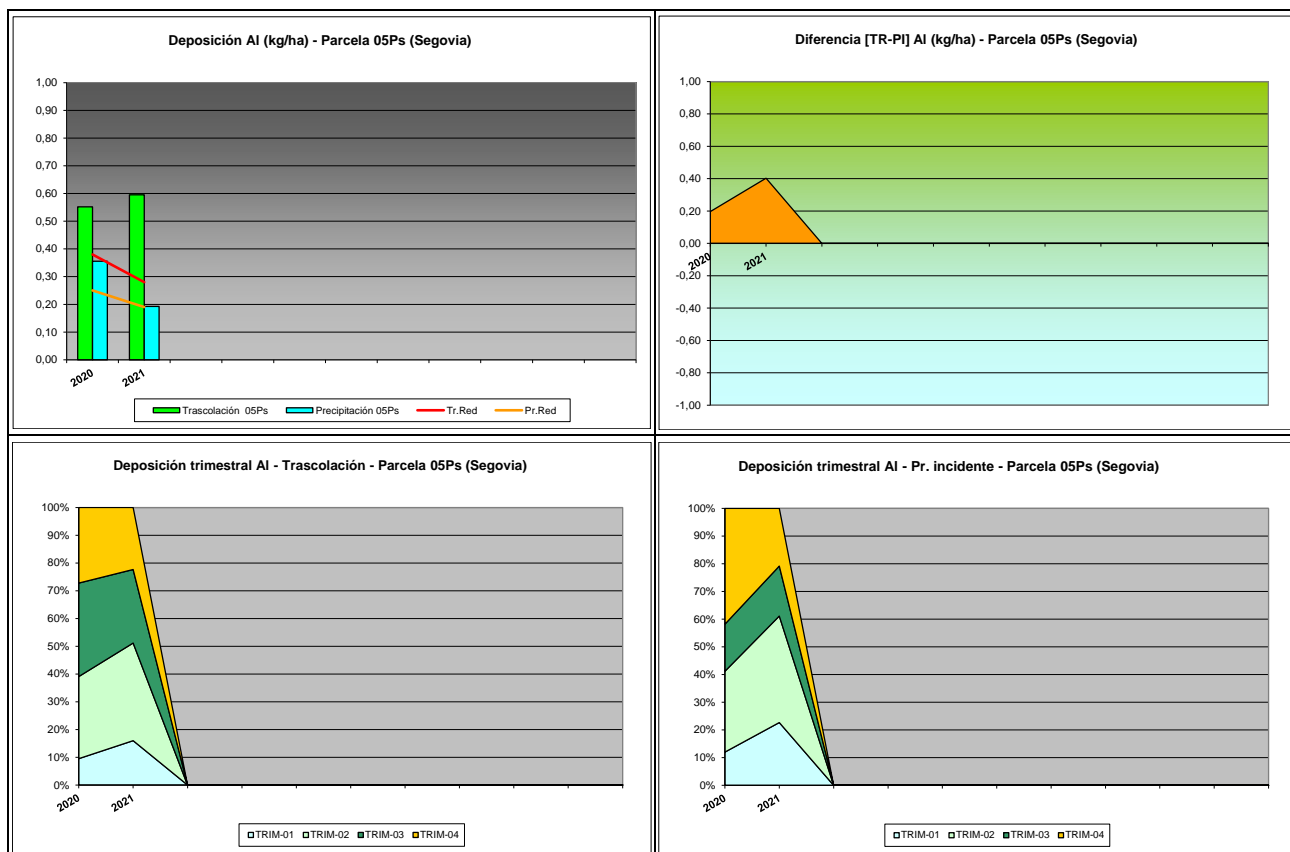


FIG 21: Variación temporal de deposición de Al, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.15. Manganeso.

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

Año	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)
2020	0,04	0,49	1303	0,01	0,08	1485	0,42	0,21	0,05
2021	0,04	0,47	1235	0,00	0,06	1290	0,41	0,17	0,04
Media	0,04	0,48	1269	0,00	0,07	1387	0,41	0,19	0,05

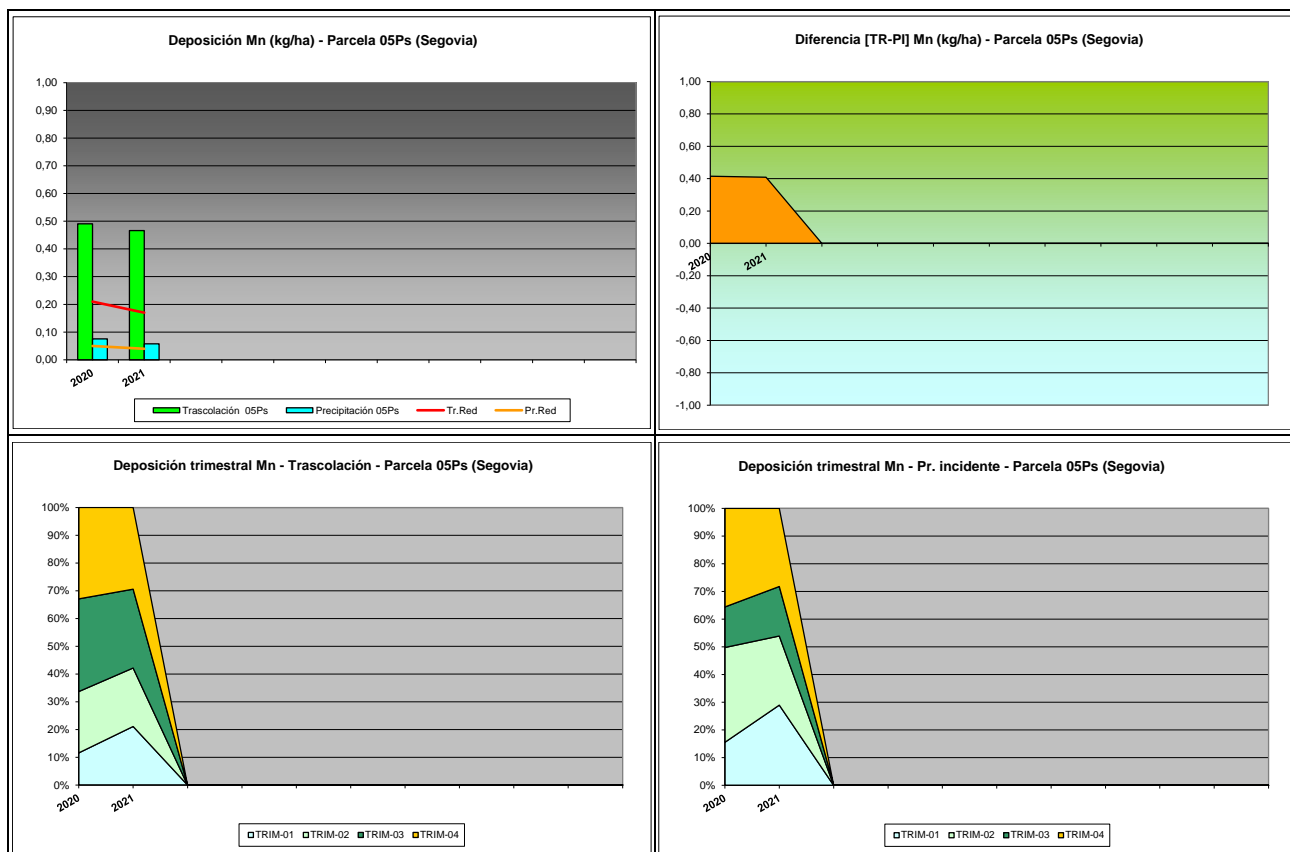


FIG 22: Variación temporal de deposición de Mn, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.16. Hierro.

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

Año	Trascolación (Tr)			Precipitación incidente (Pi)			Difer. TR-PI (kg/ha)	Media Red	
	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)	Med.pd (mg/l)	Depos. (kg/ha)	Precipit. (mm)		Trasc (kg/ha)	P.inc (kg/ha)
2020	0,01	0,18	1303	0,01	0,13	1485	0,05	0,15	0,08
2021	0,01	0,16	1235	0,02	0,30	1290	-0,14	0,11	0,14
Media	0,01	0,17	1269	0,02	0,21	1387	-0,04	0,13	0,11

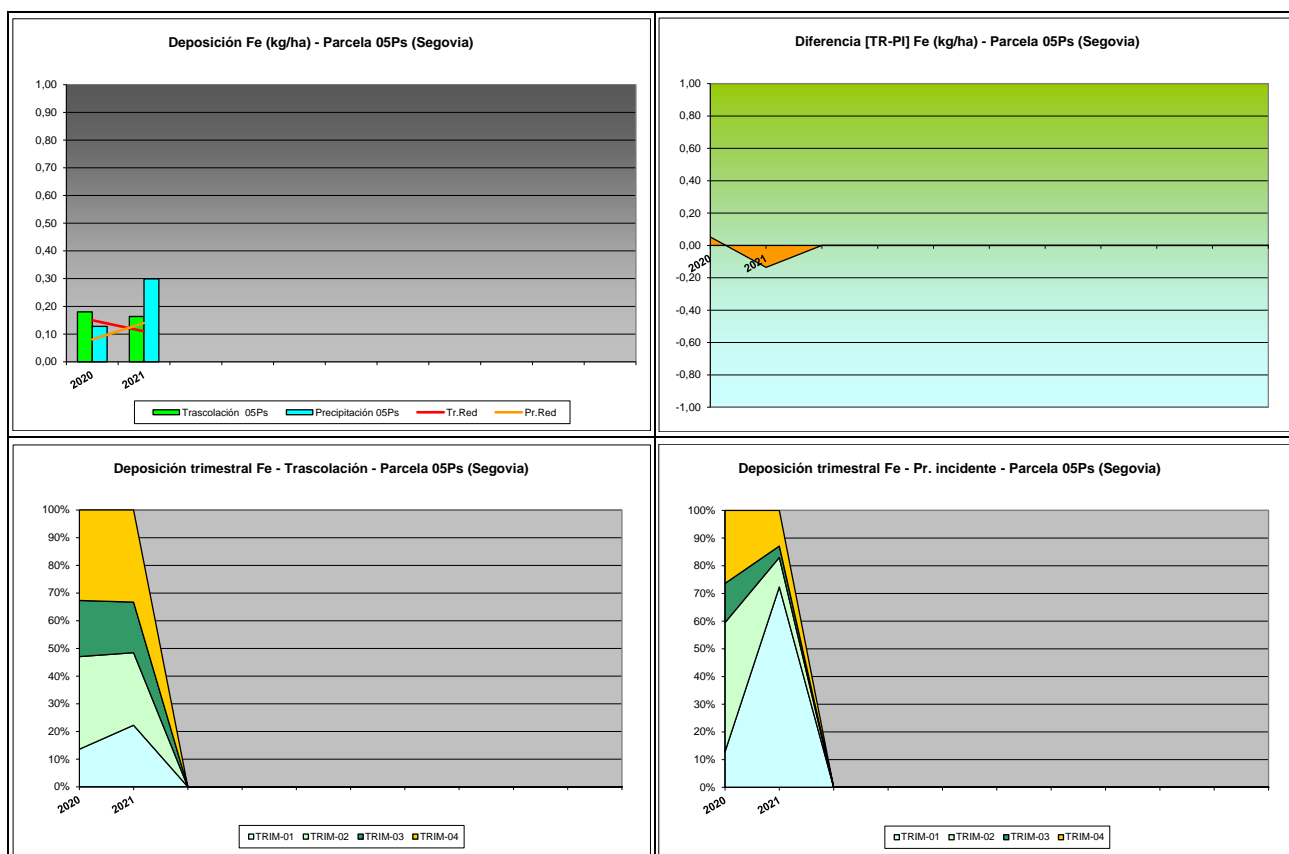


FIG 23: Variación temporal de deposición de Fe, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.17. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 05Ps, cabe destacar:

Se observa una acidificación en los valores de **pH** correspondientes a la trascolación, con pH por debajo del umbral de 5,65 en algunos años, mientras que en los valores correspondientes a la precipitación incidente se advierte un comportamiento más básico; tendencia que tras interrumpirse en 2016 vuelve a retomarse, apreciándose de nuevo a lo largo del último trienio; destacando los años 2001, 2003, 2005, 2007, 2012 y 2018 en los que más del 50% de las precipitaciones bajo cubierta se situaron por debajo de este umbral; lo que parece fijar una cierta tendencia bianual que, si bien matizada, se repite a lo largo del último periodo. Siguiendo con la tónica ya apreciada durante el año anterior, se advierte una progresiva reducción de los episodios de “lluvia ácida” en trascolación, que desaparecen durante el último año analizado, mientras que se observan en un 20% de las muestras obtenidas a campo abierto, fenómeno que no se observaba desde hace unos años. El valor de la **intercepción** debida a la cubierta arbórea se sitúa en el 18,04%, sin demasiadas variaciones respecto a evaluaciones precedentes. Cabe destacar también una ligera disminución durante el último año evaluado respecto a la del precedente, siempre por encima de la media de la estación.

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, mayores valores en la serie de trascolación debido a la incidencia del depósito sobre la cubierta arbórea, en un nivel muy similar al obtenido durante el último año. Las diferencias entre ambas vías se encontrarían en el comportamiento de la deposición seca.

En cuanto al **potasio**, presenta también en general valores similares al del conjunto de la Red, aumentando ligeramente respecto a la revisión del año previo, sobre todo por lo que se refiere a las tasas bajo cubierta, mientras se reduce ligeramente el depósito a campo abierto. A lo largo de la serie se observan valores notablemente superiores en trascolación que en precipitación a campo abierto, presumiblemente a causa de la deposición seca, mientras que parecen registrarse mayores tasas de aporte en primavera y otoño.

El **calcio**, al igual que otras parcelas de la Red, presenta un notable incremento en el bienio 2003-2004 sobre todo en lo que se refiere a la deposición a campo abierto, superándose incluso la media del conjunto, para disminuir a continuación en torno a los 5-10 kg/ha, sobre todo a partir de 2009, con una ligera disminución en las tasas a lo largo del último año analizado. A lo largo del último año la deposición de este elemento se ha concentrado en la primera mitad del año, con un aporte considerablemente inferior en otoño. Por regla general, los aportes obtenidos bajo cubierta son superiores a los obtenidos a campo abierto, salvo algún episodio puntual.

Por lo que respecta al **magnesio**, los mayores aportes se han producido nuevamente en 2003-2004, con un máximo local muy marcado al comienzo de la serie, en 1998; mientras que en el resto de años no se han sobrepasado las tasas medias de la Red, siendo las deposiciones bajo cubierta superiores en casi todos los casos a las obtenidas a campo abierto, con un comportamiento muy estable a lo largo de los últimos años en torno a 1-2 kg/ha, incrementándose ligeramente el aporte con respecto al año previo. Destaca también el mayor aporte a lo largo de la primavera, así como un mayor nivel en la trascolación, que llega a doblar las tasas habidas a campo abierto.

El **sodio**, elemento en gran parte procedente del aporte de sal marina, presenta en general valores muy por debajo de la media de la Red, con un ligero incremento a lo largo del último año siempre por debajo del máximo local de 2019, registrándose las mayores deposiciones en 2002-2004, con una mayor tendencia a la concentración en trascolación que ha ido incrementándose a lo largo de los últimos años, seguramente debido a la influencia de la deposición seca. Los mayores aportes han tendido a producirse en primavera y otoño, posiblemente más influido por el régimen de precipitaciones que por el comportamiento de las fuentes emisoras.

El **amonio** ha presentado tasas en general similares a la media de la Red, en torno a 2-5 kg/ha, con deposiciones generalmente mayores en campo abierto, situación que se invierte a partir de 2011 cuando se registran mayores valores bajo cubierta; año este en el que se registra además el máximo local de la serie, advirtiéndose también una disminución del aporte, que se reduce durante dos años consecutivos por primera vez desde 2012 tanto bajo cubierta como a campo abierto. A lo largo del último año se han reducido ligeramente los aportes por ambas vías tras el máximo local del año previo, siempre por encima del mínimo de la serie registrado en 2018-2019 y han vuelto a apreciarse mayores tasas a campo abierto, tal como venía ocurriendo durante la primera parte de la serie, situándose en el entorno de los 2 kg/ha. Al igual que en otros solutos, los mayores aportes parecen producirse a lo largo de la primavera.

Por lo que respecta al **cloro**, al igual que el sodio muy afectado también por la influencia de la sal marina, se registran las mayores tasas en el periodo 2003-2004, llegándose a superar incluso la media de la Red, para ir disminuyendo progresivamente hasta tasas inferiores a 10-15 kg/ha en los últimos años, manteniendo una tendencia muy estable en el último trienio, superior al del precedente. Por regla general se han encontrado, salvo en el periodo 2004-2007, tasas superiores en la trascolación bajo cubierta; mientras que se da un ligero incremento del aporte a lo largo de la primavera y otoño.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general similares a la media de la Red sin superar apenas los 5 kg/ha y moviéndose por regla general en el entorno de 2 kg/ha, con un marcado aporte en 2011, y una reducción notable al año siguiente y ascendente a partir de ese momento, con un comportamiento muy estable durante los últimos dos años, debiéndose hacer constar que en algún caso no se dispone de series

completas. Las tasas de trascolación son en general superiores a las obtenidas a campo abierto, llegándolas a duplicar; mientras que se observan mayores aportes en primavera.

Con referencia a los **sulfatos**, se advierten también tasas de deposición inferiores a las medias de la Red y una reducción progresiva de los aportes desde los máximos locales de 1998-2000, situándose por debajo del nivel de los 5 kg/ha y destacando un cierto incremento en 2011, con un comportamiento muy similar al de los nitratos. Se advierte también un incremento progresivo en las tasas de deposición a lo largo de los últimos años, sobre todo por lo que se refiere al aporte a campo abierto, que parece interrumpirse, con una ligera disminución de las tasas durante el último trienio, conformando un episodio valle. Tras deposiciones superiores bajo cubierta, las diferencias entre ambas formas de entrada se han ido atenuando hasta registrar diferencias inferiores a 1 kg/ha que en los últimos años parecen decantarse del lado de la precipitación incidente. Por regla general, los mayores aportes han tendido a producirse a lo largo de la primavera.

Por lo que respecta a la **alcalinidad**, se advierten en general valores inferiores a las medias de la Red, superiores bajo cubierta arbórea, con una tendencia progresivamente descendente desde los valores más altos habidos al comienzo de la serie histórica, por encima de 150 µeq/l, picos episódicos en 2014 y 2017 y una situación bastante estable durante el último bienio, por debajo de 50 µeq/l.

Desde 2020 se retoma el análisis del **nitrógeno total**, interrumpido en 2007, y que se sitúa en el entorno de los 5-6 kg/ha, con mayores tasas bajo cubierta y que experimenta un notable incremento durante el último año con una tasa bajo cubierta de cerca de 9 kg/ha. Se han analizado también el **carbono orgánico disuelto** con valores por encima de la red y superiores bajo cubierta, **aluminio, manganeso y hierro**, también con aportes mayores bajo arbolado y en tasas traza en todos los casos, sin superar 0,5 kg/ha.

6. Calidad del aire. Inmisión.

Además del aporte de un determinado componente al ecosistema forestal, vía deposición seca/húmeda evaluada en el apartado anterior, en la Red Europea de Nivel II se mide desde 2000 la concentración en el aire de determinados contaminantes, lo que se conoce con el nombre de inmisión. Normativamente y en España se analiza la concentración de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, amonio (expresados en µg/m³) y ozono (expresado en ppb).

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

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

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

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

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

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

TABLA 27: Inmisión atmosférica. Concentraciones medias anuales de los distintos contaminantes en la parcela y media de la Red. O₃ 1 ppb ~ 1,96 µg/m³

Año	Parcela				Media Red			
	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)	SO ₂ (µg/m ³)	NO ₂ (µg/m ³)	NH ₃ (µg/m ³)	O ₃ (ppb)
2000	1,16	1,31	2,30	38,24	2,45	2,91	2,49	34,34
2001	2,03	1,48	1,45	44,90	3,01	2,51	2,13	38,48
2002	0,49	0,46	1,00	38,42	0,95	0,75	1,57	32,70
2003	0,43	0,50	2,48	37,09	1,05	1,07	2,87	30,03
2004	0,89	0,51	2,95	30,83	1,47	1,34	2,69	25,36
2005								
2006	0,64	0,57	0,91	33,24	1,41	1,27	1,12	27,74
2007	0,68	0,86	2,56	33,54	1,49	1,45	1,44	27,36
2008	0,47	0,63	1,39	33,53	0,82	1,32	0,93	27,18
2009					1,06	2,89	1,30	36,30
2010	0,76	2,11	0,89	43,40	1,29	3,38	1,00	37,54
2011	0,67		0,48		1,50		0,48	
2012	0,69	1,10	0,59	50,04	1,60	3,25	0,85	38,79
2014	0,95	1,99	1,03	35,12	1,44	3,35	1,11	29,51
2015	0,85	2,13	1,28	35,07	1,32	3,73	1,24	26,27
2016	1,02	1,82	1,30	38,02	1,12	3,37	1,28	28,68
2017	0,71	1,79	1,59	37,22	1,00	3,57	1,47	30,55
2018	0,97	1,63	2,33	32,79	1,32	3,02	1,85	27,00
2019	1,06	1,75	1,81	30,51	1,11	2,98	1,85	24,94
2020	0,75	1,55	2,06	30,11	0,73	2,73	1,98	23,42
2021	0,63	1,35	1,35	29,24	0,76	2,63	1,47	25,19
2022	0,54	1,77	1,46	27,16	0,68	2,88	1,75	21,13
Media	0,82	1,33	1,56	35,71	1,31	2,52	1,57	29,62

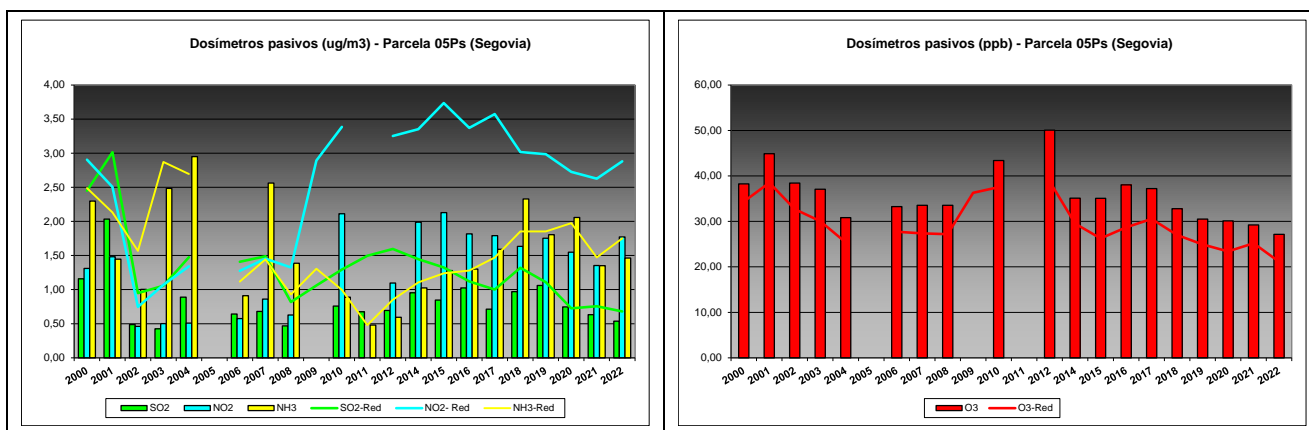


FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, los valores de inmisión en la parcela son inferiores a los habidos en el conjunto de la Red, destacando los comparativamente altos valores de amoníaco desde el inicio de la serie hasta 2008, compuesto este que va incrementándose a lo largo de los últimos años, mientras los

valores de los óxidos de azufre se reducen y los de nitrógeno se mantienen en valores similares a los de la revisión anterior, moviéndose en torno a 1-3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; se observa también una tendencia muy estable en los niveles de ozono de los últimos años, que superando la media de la red, no han llegado a sobrepasar los 50 ppb. No se observan valores que excedan las referencias antedichas, destacando únicamente que los valores de amoníaco han sobrepasado generalmente el umbral de protección de los líquenes. Durante el último año se observa un incremento de los compuestos nitrogenados, mientras que óxidos de azufre y ozono se reducen ligeramente.

7. Análisis foliar.

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

7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

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

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
1995-1996	05 Ps	Segovia	8,00	16,60	1,15	1,48	3,90	1,25	6,06	
	21 Ps	Teruel	13,00	13,74	1,18	1,30	3,37	1,60	6,40	
	24 Ps	Huesca	10,00	15,61	1,16	1,37	7,20	1,66	6,52	
	30Ps	Soria	8,00	14,89	1,05	1,22	3,05	1,28	5,65	
	47 Ps	Lérida	12,00	15,71	1,52	1,39	5,56	1,62	6,58	
	<i>P.sylvestris</i>	Red	10,20	15,31	1,21	1,35	4,62	1,48	6,24	
1997-1998	05 Ps	Segovia								
	21 Ps	Teruel								
	24 Ps	Huesca								
	30Ps	Soria								
	47 Ps	Lérida								
	<i>P.sylvestris</i>	Red								
1999-2000	05 Ps	Segovia	11,00	14,10	0,93	1,54	2,47	1,04	6,37	
	21 Ps	Teruel	14,00	13,65	0,87	1,34	3,00	1,42	5,52	
	24 Ps	Huesca	10,00	14,45	1,00	1,20	4,14	1,10	7,13	
	30Ps	Soria	11,00	13,86	0,98	1,20	2,48	1,10	6,86	
	47 Ps	Lérida	11,00	14,39	1,20	1,34	3,76	1,35	7,03	
	<i>P.sylvestris</i>	Red	11,40	14,09	1,00	1,32	3,17	1,20	6,58	
2001-2002	05 Ps	Segovia	16,00	13,62	1,00	1,42	2,21	1,03	6,00	
	21 Ps	Teruel	16,00	10,56	0,87	1,07	1,99	1,15	4,43	
	24 Ps	Huesca	10,00	14,31	1,16	1,32	3,19	1,11	6,27	
	30Ps	Soria	12,00	10,51	0,95	1,08	2,36	1,09	5,74	
	47 Ps	Lérida	12,00	13,99	1,17	1,48	2,80	1,26	7,46	
	<i>P.sylvestris</i>	Red	13,20	12,60	1,03	1,27	2,51	1,13	5,98	
2003-2004	05 Ps	Segovia	13,00	16,14	1,21	1,63	2,45	1,20	6,38	
	21 Ps	Teruel								

Año	Parcela	Provincia	Peso seco (g) 1000 acículas	MACRONUTRIENTES (mg/g MS)						C (%)
				N	S	P	Ca	Mg	K	
	24 Ps	Huesca	12,00	14,86	1,04	1,38	3,04	1,19	7,10	
	30Ps	Soria	13,00	13,92	0,96	1,33	2,54	1,32	5,82	
	47 Ps	Lérida	15,00	14,65	1,14	1,50	2,41	1,44	7,14	
	<i>P.sylvestris</i>	Red	13,25	14,89	1,09	1,46	2,61	1,29	6,61	
2005-2006	05 Ps	Segovia	14,00	15,26	1,10	1,36	3,18	0,98	6,35	
	21 Ps	Teruel	19,00	14,13	1,44	1,26	3,39	1,34	5,75	
	24 Ps	Huesca	11,00	13,02	0,94	1,10	4,30	1,05	5,96	
	30Ps	Soria	11,00	12,61	1,04	1,06	2,88	1,10	5,14	
	47 Ps	Lérida	12,50	13,94	1,40	1,23	4,24	1,31	6,05	
	<i>P.sylvestris</i>	Red	13,50	13,79	1,18	1,20	3,60	1,16	5,85	
2007-2008	05 Ps	Segovia	13,50	13,54	1,22	1,07	3,67	1,04	3,97	
	21 Ps	Teruel	20,00	12,84	1,18	1,01	3,37	1,23	5,13	
	24 Ps	Huesca	15,00	11,82	1,18	0,89	5,99	1,03	4,11	
	30Ps	Soria	12,00	12,36	1,27	0,88	3,08	1,06	5,04	
	47 Ps	Lérida	14,00	13,82	1,24	1,28	5,70	1,27	4,74	
	<i>P.sylvestris</i>	Red	14,90	12,87	1,21	1,02	4,36	1,12	4,60	
2009-2010	05 Ps	Segovia	13,67	13,95	1,19	1,19	4,28	0,92	3,83	
	30 Ps	Soria	14,33	11,79	1,20	1,03	4,18	1,12	5,38	
	<i>P.sylvestris</i>	Red	14,00	12,87	1,19	1,11	4,23	1,02	4,61	
2011-2012	05 Ps	Segovia	13,97	14,56	1,17	1,25	4,11	0,94	4,62	
	30 Ps	Soria	13,77	12,12	1,13	1,03	3,82	1,08	5,28	
	<i>P.sylvestris</i>	Red	13,87	13,34	1,15	1,14	3,96	1,01	4,95	
2013-2014	05 Ps	Segovia	15,87	13,84	0,97	1,21	3,73	0,90	4,66	53,52
	30 Ps	Soria	17,50	12,54	1,08	0,98	3,94	1,07	4,45	53,37
	<i>P.sylvestris</i>	Red	16,68	13,19	1,03	1,10	3,83	0,98	4,56	53,44
2015-2016	05 Ps	Segovia	15,73	17,41	1,14	1,61	5,22	1,10	6,26	54,34
	30 Ps	Soria	13,73	12,90	0,95	1,12	4,34	1,20	6,14	52,90
	<i>P.sylvestris</i>	Red	14,73	15,15	1,05	1,36	4,78	1,15	6,20	53,62
2017-2018	05 Ps	Segovia	13,78	16,61	0,94	1,48	5,24	1,03	6,08	53,39
	30 Ps	Soria	12,99	12,39	0,94	1,15	4,42	1,28	6,70	51,88
	<i>P.sylvestris</i>	Red	13,39	14,50	0,94	1,32	4,83	1,16	6,39	52,63
2019-2020	05 Ps	Segovia	11,78	17,45	0,76	1,27	4,20	0,95	5,18	53,13
	30 Ps	Soria	13,20	11,92	0,96	1,06	5,47	1,17	5,65	53,19
	<i>P.sylvestris</i>	Red	12,49	14,68	0,86	1,17	4,83	1,06	5,41	53,16
2021-2022	05 Ps	Segovia	7,53		0,52	1,54	4,80	0,98	5,78	
	30 Ps	Soria	10,60		0,40	1,16	4,82	1,18	6,14	
	<i>P.sylvestris</i>	Red	9,06		0,46	1,35	4,81	1,08	5,96	

En **rojo**, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 0,948 mg/g, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por compuestos sulfurosos. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica.

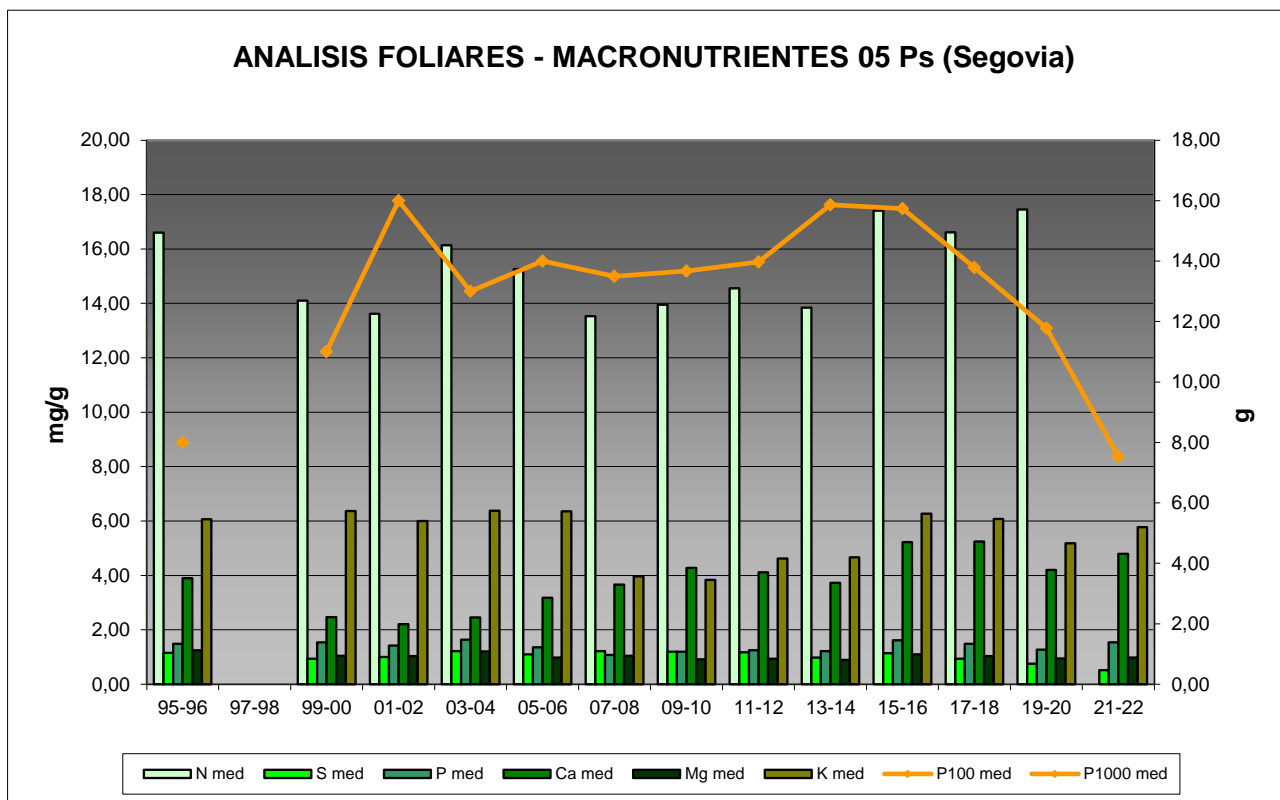


FIG 25: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

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

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
1995-1996	05 Ps	Segovia		37,00	1283,00	126,00	
	21 Ps	Teruel		36,00	583,00	163,00	
	24 Ps	Huesca		38,00	669,00	144,00	
	30Ps	Soria		39,00	567,00	68,00	
	47 Ps	Lérida		49,00	1748,00	258,00	
	<i>P.sylvestris</i>	Red		39,80	970,00	151,80	
1997-1998	05 Ps	Segovia					
	21 Ps	Teruel					
	24 Ps	Huesca					
	30Ps	Soria					
	47 Ps	Lérida					
	<i>P.sylvestris</i>	Red					
2013-2014	05 Ps	Segovia		25,05	557,22	81,97	2,60
	30 Ps	Soria		47,15	454,25	122,84	2,48
	<i>P.sylvestris</i>	Red		36,10	505,73	102,40	2,54
2015-2016	05 Ps	Segovia		32,03	775,32	82,17	3,43
	30 Ps	Soria		46,51	428,86	105,52	3,04
	<i>P.sylvestris</i>	Red		39,27	602,09	93,85	3,24

Año	Parcela	Provincia	MICRONUTRIENTES (µg/g MS)				
			Na	Zn	Mn	Fe	Cu
2017-2018	05 Ps	Segovia		34,72	687,39	69,55	3,02
	30 Ps	Soria		51,84	459,85	97,86	2,81
	<i>P.sylvestris</i>	Red		43,28	573,62	83,70	2,92
2019-2020	05 Ps	Segovia		30,74	604,31	59,60	3,01
	30 Ps	Soria		53,46	483,22	100,77	2,38
	<i>P.sylvestris</i>	Red		42,10	543,77	80,19	2,69
2021-2022	05 Ps	Segovia		31,16	627,68	95,89	3,38
	30 Ps	Soria		50,69	390,42	158,61	2,78
	<i>P.sylvestris</i>	Red		40,92	509,05	127,25	3,08

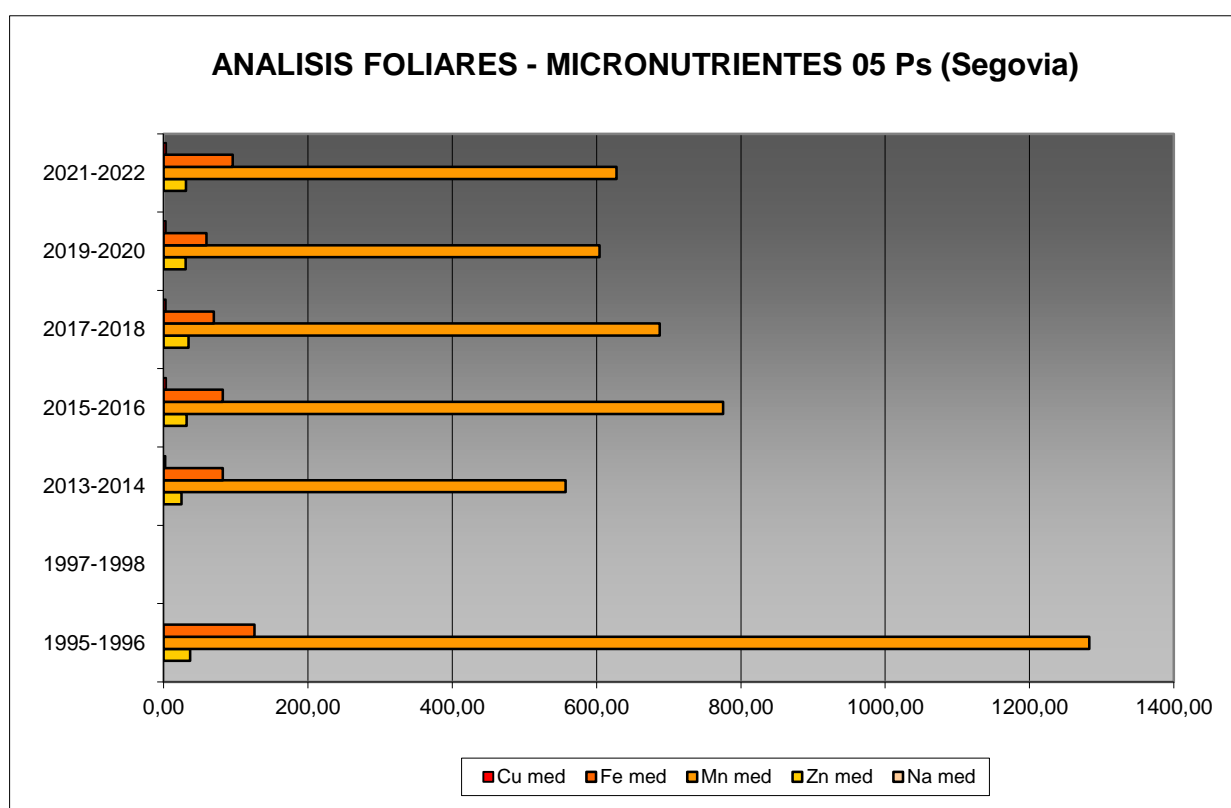


FIG 26: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 05Ps se realizó un análisis foliar en 1996-1996 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 05Ps podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el pino silvestre como especie dominante:

El **peso** medio de la muestra analizada así como el peso medio de la especie fue muy bajo al comienzo de la serie. Posteriormente, a partir del año 2000 la tendencia es creciente y se mantienen en valores más o menos constantes entre 13 y 16 g/1000 acículas, con una reducción muy marcada durante el último año, en que la variable se sitúa en el valor más bajo de la serie, por debajo de 8 g

Respecto a los **macronutrientes**; se advierte un ligero incremento a lo largo de la última campaña, se han obtenido valores bastante homogéneos para el **nitrógeno** en las acículas de la parcela, oscilan entre 13,5 mg/g en 2007 y 17,4 mg/g en 2019. En 1995 se detectó un valor muy elevado de **azufre** para la especie, máximo compartido con el año 2007, con un ligero incremento tras el descenso observado en la campaña anterior. Cabe hacer constar que salvo en 1999, 2017, 2019 y 2021 en todas las demás campañas se ha superado el **valor de referencia de 0,948 mg/g** lo que indicaría la incidencia de la contaminación atmosférica, que no se advierte en las últimas revisiones. Hasta 2003 se midieron valores elevados de **fósforo**, momento a partir del cual se estabilizaron en torno a 1,20 mg/g y repuntando a lo largo de las últimas campañas hasta alcanzar casi el máximo de la serie histórica, en torno a 1,61 mg/g en 2015, incrementándose ligeramente durante el último año. Los valores de **calcio** han ido incrementándose a lo largo del tiempo, hasta casi doblar el contenido de 2000, incrementándose también durante la última campaña, mientras que los contenidos en **magnesio** se han mantenido muy estables en torno a 1 mg/g. En cuanto al se sitúa en el entorno de los 5-6 mg/g. El contenido de **carbono**, normativamente evaluado desde 2013-2014, se ha situado en torno al 53%, sin diferencias prácticas entre las campañas evaluadas.

Los **micronutrientes** se ha analizado con menos regularidad y no siempre se han evaluado todos ellos. Esta situación dificulta la valoración de su evolución temporal en acículas. Sí se advierte un incremento más o menos generalizado de todos los elementos, más marcado en el caso del hierro, que en general se mantienen en niveles estables a lo largo de las campañas examinadas.

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 2005; 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.

8.1. Análisis Macronutrientes.

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

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2005	Hojas	4.043	53,59	8,22	0,84	0,65	6,24	0,83	2,45
	Ramillas	344	55,20	10,92	1,14	0,59	5,18	0,64	1,50
	Otras	1.872	53,39	8,22	0,79	0,64	3,93	0,57	1,79
2006	Hojas	3.167	52,68	10,47	0,88	0,82	4,60	0,69	2,67
	Ramillas	508	53,58	8,90	0,76	0,53	4,72	0,59	1,55
	Otras	3.416	54,04	8,45	0,77	0,60	3,83	0,58	1,79

Año	Fracción	Peso (kg/ha)	C (%)	N (mg/g)	S (mg/g)	P (mg/g)	Ca (mg/g)	Mg (mg/g)	K (mg/g)
2007	Hojas	3.160	52,77	8,87	0,85	0,69	5,25	1,84	1,98
	Ramillas	435	54,23	9,21	0,92	0,56	3,74	1,71	1,49
	Otras	2.630	52,46	8,31	0,81	0,59	3,52	1,41	1,36
2008	Hojas	3.030	53,84	9,40	0,87	0,73	6,22	0,82	2,55
	Ramillas	276	54,31	8,89	0,84	0,51	3,70	0,60	2,21
	Otras	2.390	52,62	9,33	0,81	0,70	4,13	0,68	1,40
2009	Hojas	4.080	52,59	8,37	0,89	0,66	5,94	0,82	2,52
	Ramillas	388	55,16	8,12	0,97	0,61	4,68	0,73	1,94
	Otras	2.850	53,31	9,59	0,94	0,73	4,20	0,68	1,83
2010	Hojas	4.090	52,90	10,02	0,88	0,66	5,45	0,76	2,22
	Ramillas	715	53,69	9,09	0,86	0,51	4,67	0,58	1,36
	Otras	2.410	52,48	10,12	0,95	0,75	4,20	0,67	1,86
2011	Hojas	3.378	53,02	9,68	0,89	0,72	5,03	1,75	1,99
	Ramillas	446	54,34	9,08	0,90	0,55	3,97	1,49	1,49
	Otras	2.563	53,17	9,16	0,85	0,74	3,59	1,29	1,49
2012	Hojas	754	52,75	11,00	0,97	0,80	5,05	1,08	2,53
	Ramillas	348	54,39	8,92	0,93	0,57	4,36	0,92	1,68
	Otras	1.667	52,82	10,85	1,03	0,90	3,82	0,91	1,94
2014	Hojas	3.458	52,96	11,00	0,72	0,59	5,94	0,86	2,46
	Ramillas	504							
	Otras	2.687							
2015	Hojas	3.378	53,62	9,99	0,95	0,84	5,22	0,88	3,03
	Ramillas	650							
	Otras	2.445	51,76	9,97	0,69	0,70	3,98	0,61	1,62
2016	Hojas	3.816	53,23	10,64	0,90	0,78	6,97	0,98	2,84
	Ramillas	476							
	Otras	2.447	51,80	6,91	1,28	1,44	12,48	1,43	5,63
2017	Hojas	4.586	51,13	9,89	0,58	0,82	6,10	0,97	3,31
	Ramillas	376							
	Otras	3.527							
2018	Hojas	4.878	53,60	10,72	0,89	1,01	6,32	0,97	3,45
	Ramillas	984							
	Otras	2.452							
2019	Hojas	3.477	52,45	8,88	0,58	0,71	5,54	0,87	2,62
	Ramillas	642							
	Otras	2.434							
2020	Hojas	3.731			0,60	0,67	5,99	0,81	2,40
	Ramillas	1.031							
	Otras	3.599							
2021	Hojas	3.307			0,97	1,18	6,21	1,13	2,94
	Ramillas	402							
	Otras	3.362							
Media	Hojas	3.521	52,94	9,80	0,83	0,77	5,75	1,00	2,62
	Ramillas	533	54,36	9,14	0,92	0,55	4,38	0,91	1,65
	Otras	2.672	52,78	9,09	0,89	0,78	4,77	0,88	2,07

8.2. Análisis Micronutrientes.

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

Año	Fracción	Zn ($\mu\text{g/g}$)	Mn ($\mu\text{g/g}$)	Fe ($\mu\text{g/g}$)	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Pb ($\mu\text{g/g}$)	Co ($\mu\text{g/g}$)	Ni ($\mu\text{g/g}$)	Cd (ng/g)
2014	Hojas	289,94	835,53	98,55	1,89				
	Ramillas								
	Otras								
2015	Hojas	193,45	800,00	76,66	2,19				
	Ramillas								
	Otras		235,53	304,01	5,76				
2016	Hojas	396,44	857,70	140,61	2,49				
	Ramillas								
	Otras	26,74	578,53	467,20	9,31				
2017	Hojas	225,73	805,94	106,42	2,49				
	Ramillas								
	Otras								
2018	Hojas	348,49	835,29	115,42	9,27				
	Ramillas								
	Otras								
2019	Hojas	400,79	726,98	89,24	2,25				
	Ramillas								
	Otras								
2020	Hojas	441,02	705,08	123,32	2,27	0,75	0,24	0,82	197,26
	Ramillas								
	Otras								
2021	Hojas	254,58	752,18	177,53	2,55				
	Ramillas								
	Otras								
Media	Hojas	318,80	789,84	115,97	3,17	0,75	0,24	0,82	197,26
	Ramillas								
	Otras	26,74	407,03	385,60	7,54				

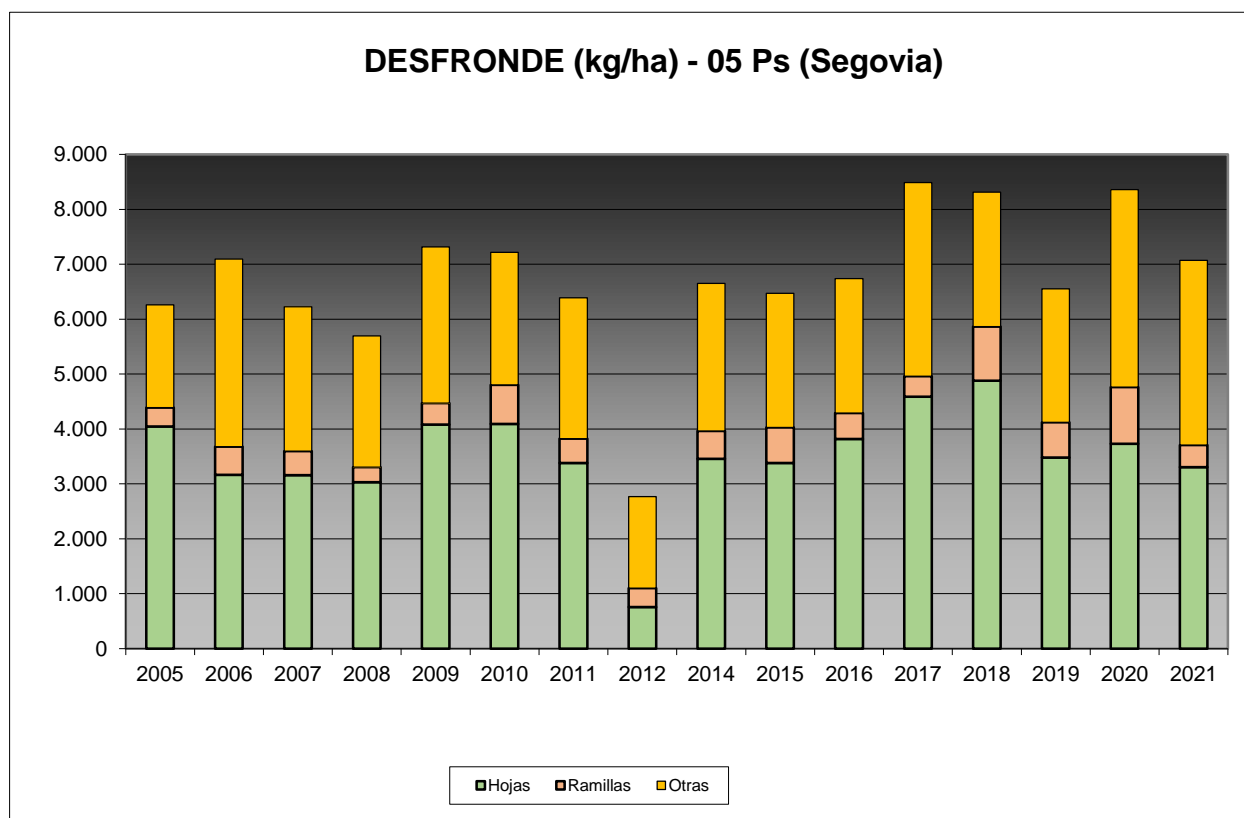


FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el aporte por litterfall es importante y se sitúa por encima de los 6.000 kg/ha, con una reducción durante el último año, sobre todo por disminuir el aporte correspondiente a los elementos leñosos, ramillos con diámetro inferior a 2 cm, y en menor medida a las otras dos vías de aporte: acículas y la fracción “otros”: frutos, líquenes o musgos; así como que los contenidos en carbono de estos aportes se sitúan en torno al 50% del desfronde total, lo que puede suponer una importante contribución a la fijación de CO₂ atmosférico.

9. Fenología.

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

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

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

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 05Ps, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

TABLA 31: Resultados de la evaluación fenológica. Comienzo, final y amplitud de la fase. Días desde el 1 de enero hasta el comienzo de fase. Temperatura acumulada (grados-día) hasta el inicio de fase.

Año	Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población					Floración ≥ 50% Población				
	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)	Fecha Inicio	Fecha Final	Durac.	Días desde 01/01	Temp. Acum. (°Cdía)
1999	03/06/99	02/08/99	60	153	667	03/06/99	17/07/99	44	153	667
2000	15/06/00	13/07/00	28	166	931					
2001	28/05/01	30/07/01	63	147	467					
2002	27/05/02	02/09/02	98	146	533					
2003	02/06/03	30/06/03	28	152	610					
2004	17/06/04	01/07/04	14	168	657	17/06/04	01/07/04	14	168	657
2005	30/05/05	28/07/05	59	149	424	30/05/05	13/06/05	14	149	424
2006	15/06/06	31/07/06	46	165	940	15/05/06	01/06/06	17	134	940
2007	22/06/07	13/08/07	52	172	928	22/06/07	02/08/07	41	172	928
2008	09/07/08	28/08/08	50	190	1313	24/06/08	23/07/08	29	175	1068
2009	16/06/09	14/07/09	28	166	927	30/06/09	14/07/09	14	180	1160
2010	01/07/10	12/07/10	11	181	623	17/06/10	01/07/10	14	167	807
2011	23/05/11	27/06/11	35	142	654	28/04/11	23/05/11	25	117	418
2012	28/05/12	25/06/12	28	148	560	28/05/12	25/06/12	28	148	560
2014	30/05/14	30/06/14	31	149	627	30/05/14	30/06/14	31	149	627
2015	29/05/15	25/06/15	27	148	473	29/05/15	25/06/15	27	148	473
2016	06/06/16	01/07/16	25	157	407	06/06/16	01/07/16	25	157	407
2017	29/05/17	24/07/17	56	148	680	29/05/17	26/06/17	28	148	680
2018	22/06/18	24/08/18	63	172	488	22/06/18	24/08/18	63	172	488
2019	20/06/19	26/07/19	36	170	835	20/06/19	26/07/19	36	170	835
2020	25/05/20	27/07/20	63	145	704	25/05/20	18/06/20	24	145	949
2021	25/06/21	26/08/21	62	175	845	25/06/21	27/07/21	32	175	845
2022	23/06/22	22/07/22	29	173	1008	23/06/22	22/07/22	29	173	1008
Media			43	160	709			28	158	734

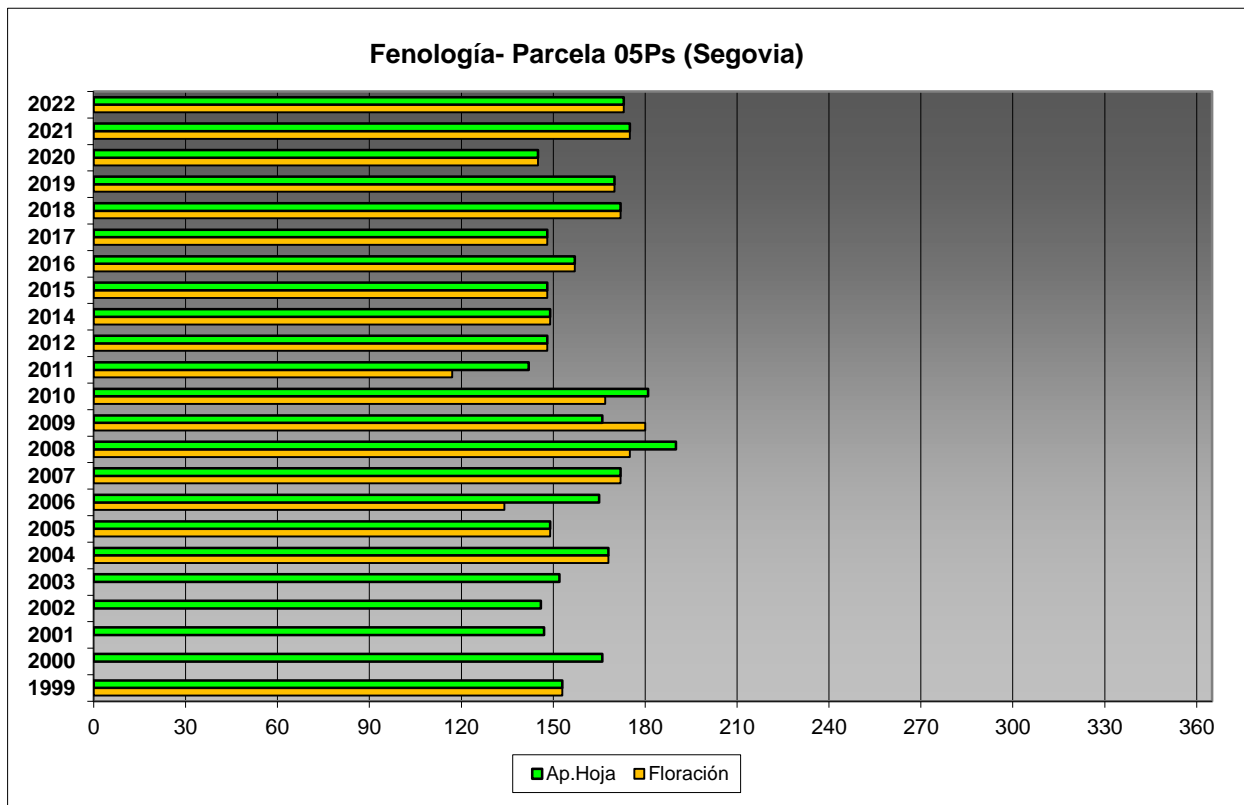


FIG 28: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración precede o es simultánea a la aparición de las acículas de la nueva metida, atrasándose hasta finales de junio durante la última revisión tal como ha ocurrido en 2007-2010 o 2018-2019.



FIG 29: Elongación metida y aparición acícula. Floración masculina. Floración femenina.

10. Cintas diamétricas.

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

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

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

AÑO	Crecimiento medio (cm)	Crecimiento medio (%)	Oscilación media (cm)	Oscilación media (%)
1999	0,01	0,02	0,01	0,02
2000	0,33	1,03	0,33	0,59
2001	0,18	0,63	0,18	0,53
2002	0,44	1,56	0,44	1,15
2003	0,29	1,00	0,29	0,93
2004	0,26	0,86	0,26	1,06
2005	0,35	1,20	0,35	0,94
2006	0,39	1,32	0,39	0,85
2007	0,86	2,89	0,86	1,07
2008	0,51	1,71	0,51	1,42
2009	0,19	0,67	0,19	0,47
2010	0,42	1,25	0,42	0,45
2011	0,35	1,02	0,35	0,82
2012	0,24	0,70	0,24	0,53
2014	0,32	0,90	0,32	0,83
2015	0,24	0,65	0,24	0,15
2016	0,32	0,90	0,32	0,56
2017	0,38	1,08	0,38	0,84
2018	0,28	0,78	0,28	0,65
2019	0,36	1,00	0,36	0,88
2020	0,30	0,81	0,30	0,70
2021	0,34	0,96	0,34	0,81
2022	0,35	0,93	0,35	0,78
Media	0,33	1,04	0,33	0,74

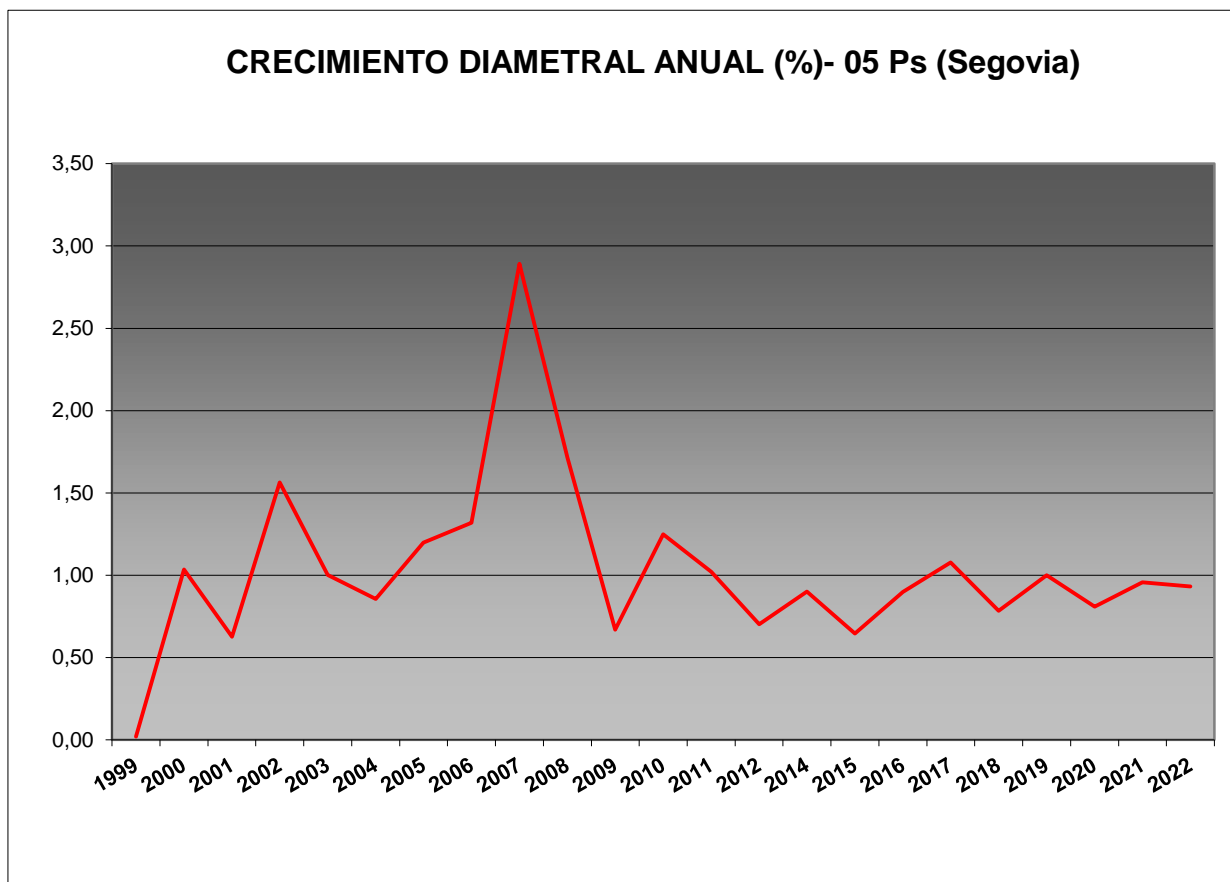


FIG 30: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

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 0,63% de 2001 y el 2,89% de 2007, situándose por regla general en valores próximos al 1% anual, advirtiéndose una cierta estabilización durante los últimos dos años.

11. Meteorología.

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

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

Año	Prec	T med	T MAX	T MIN	T max	T min	Rad med	HR med	V viento med	V viento max
	(mm)	(°C)					(W/m ²)	(%)	(m/s)	
1997	962									
1998	1157									

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	1180									
2000	1212	8,1	28,9	-7,7	12,6	4,6	182,8	65,0	2,0	40,0
2001	1067	5,1	27,4	-16,5	9,4	1,8	147,2	67,3	2,0	24,6
2002	1349	7,5	27,8	-6,5	11,7	4,1	189,3	68,2	1,9	32,8
2003	1516	7,5	27,8	-6,5	11,7	4,1	189,3	68,2	1,9	32,8
2004	990	7,3	28,2	-13,6	11,5	3,9		67,3	1,6	24,2
2005	753	7,6	31,3	-15,4	12,0	3,2		62,2	1,5	21,6
2006	1174	8,9	28,9	-16,5	13,4	4,9	233,2	67,1	1,5	33,2
2007	930	7,6	29,8	-9,5	12,1	3,9	219,2	79,6	1,5	
2008	1288	10,6	28,6	-12,9	15,5	5,4	235,6	51,5	1,0	21,7
2009	480	10,1	28,6	-12,9	15,1	5,2	235,2	51,5	1,0	21,7
2010	1134	8,2	28,7	-12,2	12,7	4,7		65,4	0,9	27,2
2011	1096	8,1	28,8	-12,0	12,6	4,5	257,2	62,1	1,0	25,7
2012	502	6,0	29,5	-14,9	10,7	2,2	201,3	61,6	1,0	18,6
2014	705	7,4	27,5	-9,2	11,5	4,2	244,0	68,4	3,4	28,3
2015	678	8,6	29,6	-9,5	13,0	4,9	255,3	60,0	1,1	47,1
2016	1429	7,6	30,0	-11,1	11,8	4,2	242,5	66,4	1,2	25,7
2017	973	8,6	29,1	-14,0	13,1	4,8	258,3	59,4	1,2	61,7
2018	1208	7,3	29,6	-10,5	11,3	4,0	238,4	68,9	1,3	23,5
2019	1212	8,0	30,5	-9,9	12,4	4,2	252,0	62,8	1,5	28,3
2020	1485	8,2	29,1	-9,9	12,4	4,7	236,7	67,1	1,6	49,3
2021	1290	7,4	31,7	-11,4	11,7	4,0	242,1	68,0	1,7	26,1
2022	1331	9,0	30,9	-16,4	13,2	5,0	245,3	63,1	1,7	32,1
Media	1084	7,9	29,2	-11,8	12,3	4,2	226,6	64,6	1,5	30,8

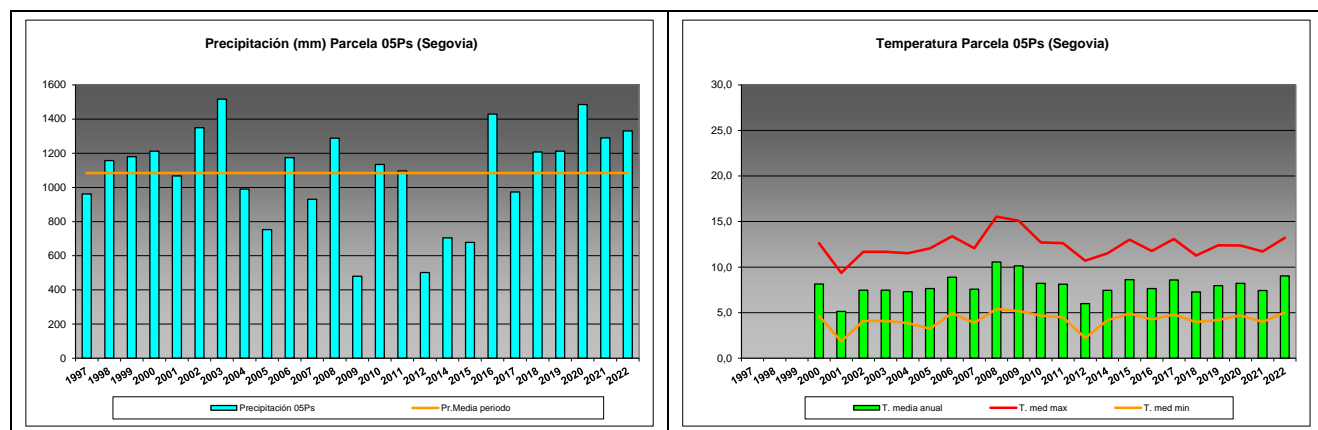


FIG 31: Principales variables meteorológicas.

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

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

Año	DT	DH	PMAX5		PPES	NOPREC	
	días	Días	mm	Intervalo	Días	Días	Intervalo
2000	0	7	48,0	01/11 a 05/11	0	22	11/06 a 02/07
2001	0	13	27,7	09/02 a 13/02	0	21	11/06 a 01/07
2002	0	11	23,0	02/01 a 06/01	1	85	09/06 a 31/08
2003							
2004	0	19					
2005	1	41	40,3	12/10 a 18/10	0	34	07/07 a 09/08
2006	0	9	82,0	17/10 a 21/10	0	26	14/07 a 09/08
2007	0	10	77,2	01/10 a 05/10	4	28	18/06 a 15/07
2008	0	2	44,6	05/01 a 09/01	1	37	01/07 a 06/08
2009	0	2	39,4	15/01 a 19/01	1	36	02/07 a 06/08
2010	0	23	68,2	29/10 a 02/11	1	31	08/07 a 07/08
2011	0	18	144,2	18/11 a 22/11	2	21	21/06 a 11/07
2012	0	20					
2013							
2014	0	31	94,8	04/02 a 08/02	2	18	01/05 a 18/05
2015	0	25	46,2	15/02 a 19/02	1	25	24/06 a 18/07
2016	1	25	139,0	09/02 a 13/02	0	55	08/07 a 31/08
2017	0	25	156,4	11/02 a 15/02	5	33	25/07 a 26/08
2018	0	38	126,6	12/02 a 16/02	6	34	09/07 a 11/08
2019	1	16	132,6	09/11 a 13/11	1	26	12/06 a 07/07
2020	0	17	208,8	09/12 a 13/12	2	25	13/06 a 07/07
2021	2	22	150,6	29/10 a 02/11	1	18	07/07 a 24/07
2022	2	14	174,8	11/12 a 15/12	1	39	15/05 a 22/06

12. Índice de Área Foliar.

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

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

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

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
S-01	1,57	1,40	3,59	2,37	1,69	2,88	2,16	3,21	2,88	2,42
S-02	1,70	1,51	3,54	2,16	2,56	2,94	2,51	3,38	3,79	2,68

SITIO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Media
S-03	1,66	1,72	3,43	2,44	2,26	3,22	2,29	2,78	3,20	2,55
S-04	1,70	1,61	3,34	2,74	2,81	2,82	2,42	3,39	3,95	2,75
S-05	1,77	1,66	3,40	2,72	2,39	2,74	2,35	3,11	2,75	2,54
S-06	1,67	1,84	3,08	2,72	2,36	3,48	2,50	3,02	3,61	2,70
S-07	1,51	1,65	3,15	2,31	2,26	2,89	2,27	2,67	3,52	2,47
S-08	1,58	1,74	3,06	2,37	2,28	2,94	2,34	2,80	3,74	2,54
S-09	1,88	1,79	3,56	2,19	2,19	3,03	2,56	3,32	3,37	2,66
S-10	1,84	1,96	3,99	2,62	2,07	2,98	2,42	3,01	3,72	2,73
S-11	1,73	1,85	3,10	2,59	2,62	3,41	2,65	3,27	3,42	2,74
S-12	1,80	2,00	3,02	2,69	2,31	3,34	2,33	3,17	3,64	2,70
S-13	1,87	2,13	3,07	2,30	2,31	3,24	2,62	2,88	3,21	2,63
S-14	1,79	1,83	3,37	2,71	2,35	2,77	3,11	3,17	3,16	2,70
S-15	2,07	2,10	3,59	3,51	2,67	3,13	3,10	4,29	4,92	3,27
S-16	1,89	2,42	3,11	2,94	3,62	3,35	2,58	3,20	3,73	2,98
Media	1,75	1,83	3,34	2,59	2,42	3,07	2,51	3,17	3,54	2,69

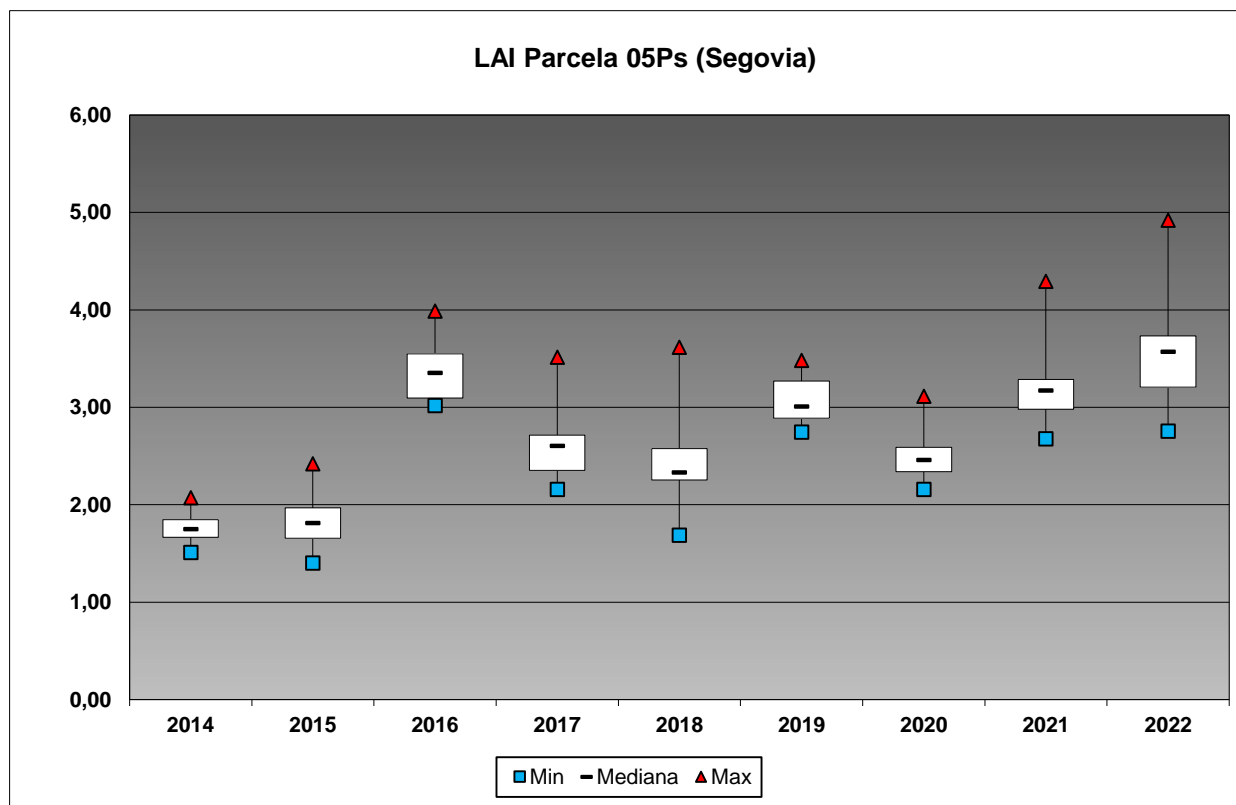


FIG 32: Diagrama de cajas LAI anual.

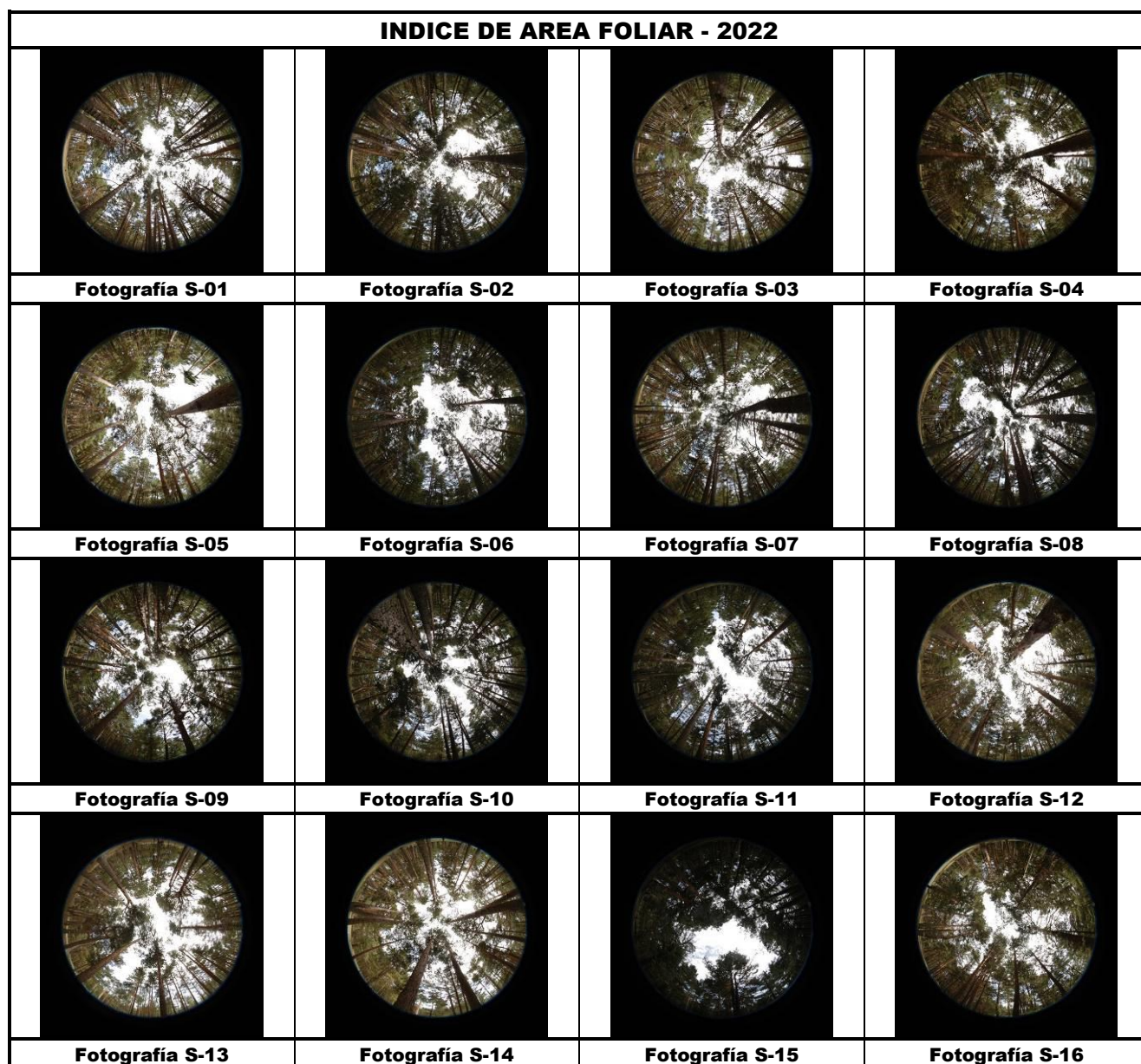


FIG 33: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.

13. Solución del suelo.

La solución del suelo es la componente acuosa del mismo a saturación o capacidad de campo y expresa el contenido en nutrientes o posibles contaminantes que puede absorber el ecosistema por vía radical. La obtención de muestra en climas mediterráneos se ve dificultada por la irregularidad de las precipitaciones, lo que disminuye los periodos en que el suelo se encuentra saturado, siendo frecuente que no pueda obtenerse muestra durante periodos considerables. De acuerdo con la normativa, se toma muestra de agua a dos profundidades, 20 y 60 cm.

Se caracteriza a continuación la solución del suelo en la parcela 05Ps, 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 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

TABLA 36: Resultados de análisis de la solución del suelo por año. Datos medios referidos a las dos profundidades de toma de muestra, 20 y 60 cm de profundidad (ponderados por volumen desde 2019).

Año	pH	Cond (μ S/cm)	K (mg/l)	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	N(NH4) (mg/l)	Cl (mg/l)	N(NO3) (mg/l)	S(SO4) (mg/l)
2000	7,33		7,71	13,19	6,80				0,58	1,64
2001	7,40	1,49	163,20	8,49	2,46	1,39		10,11	1,85	1,33
2002	7,40	1,49	70,11	8,49	2,46	1,39		10,11	1,85	1,33
2003	6,75		1,22	5,75	1,58				0,42	1,28
2004	6,67		37,58	0,77	3,56				0,85	0,93
2005	6,10		329,38	0,61	2,33				0,49	0,10
2006	6,33		28,50	0,70	2,01				0,40	0,23
2007	6,52	19,35	0,57	1,15	0,25	1,66	0,24	2,01	0,10	0,31
2008	5,99	20,92	0,91	1,44	0,26				0,68	0,10
2009										
2010										
2011										
2012										
2014	6,00	17,70	1,99	11,40	0,86	2,37	4,04	24,18	0,06	1,20
2015	6,27	127,20	6,84	11,31	1,70	3,10	9,52	9,76	0,11	1,74
2016	6,78	38,83	0,53	1,46	0,62	1,93	1,79	2,33	0,14	0,41
2017	6,52	38,80	0,43	1,43	0,36	1,54	0,31	2,51	0,07	1,25
2018	5,75	39,91	0,68	1,97	0,41	1,53	0,41	2,60	0,11	0,63
2019	6,22	25,38	0,43	1,36	0,30	1,83	0,04	1,65	0,07	0,42
2020	6,41	18,41	0,48	1,27	0,26	1,40	0,08	1,52	0,02	0,34
2021	6,47	17,12	0,48	1,21	0,25	2,52	0,07	1,35	0,02	0,22

Año	Alcalinidad (μ eq/l)	N total (mg/l)	DOC (mg/l)	Al (mg/l)	Mn (mg/l)	Fe (mg/l)
2018	51,96					
2019	52,61					
2020	64,56	0,36	4,46	0,14	0,02	0,03
2021	82,55	0,39	5,09	0,15	0,02	0,04

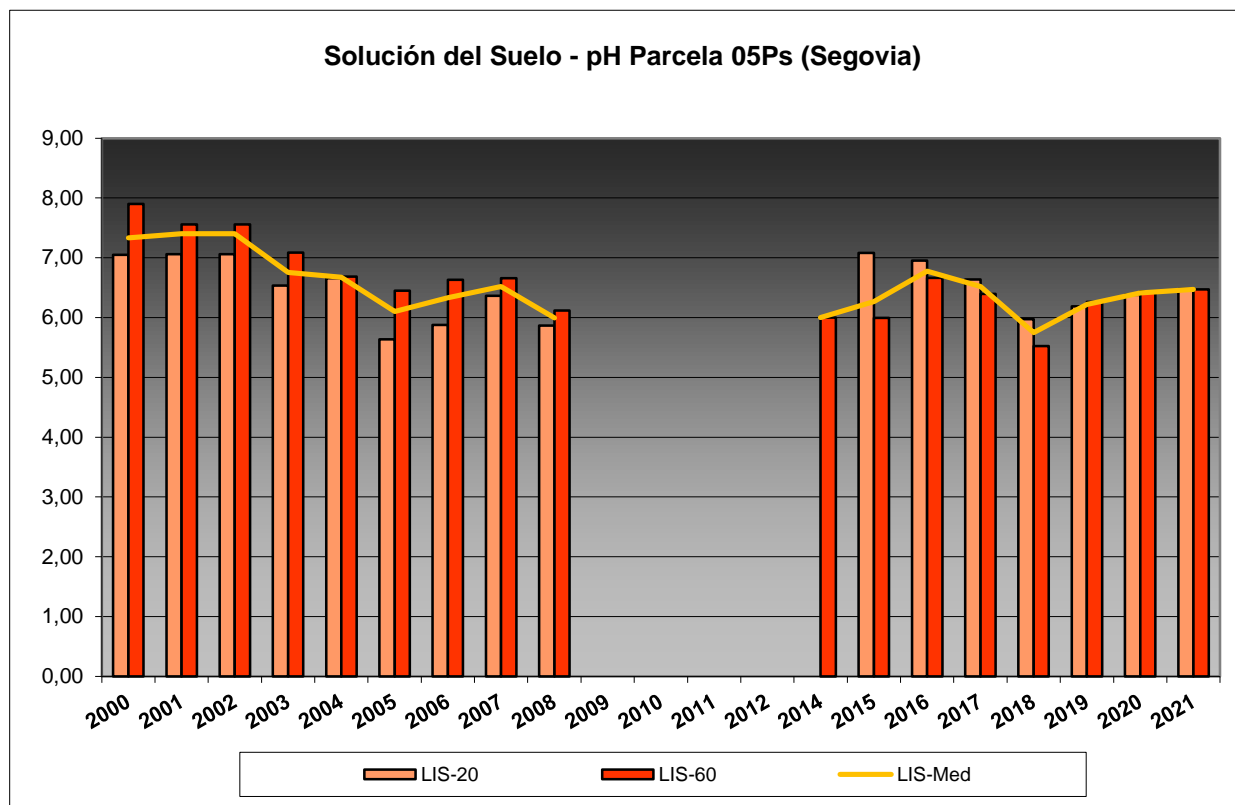


FIG 34: pH solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

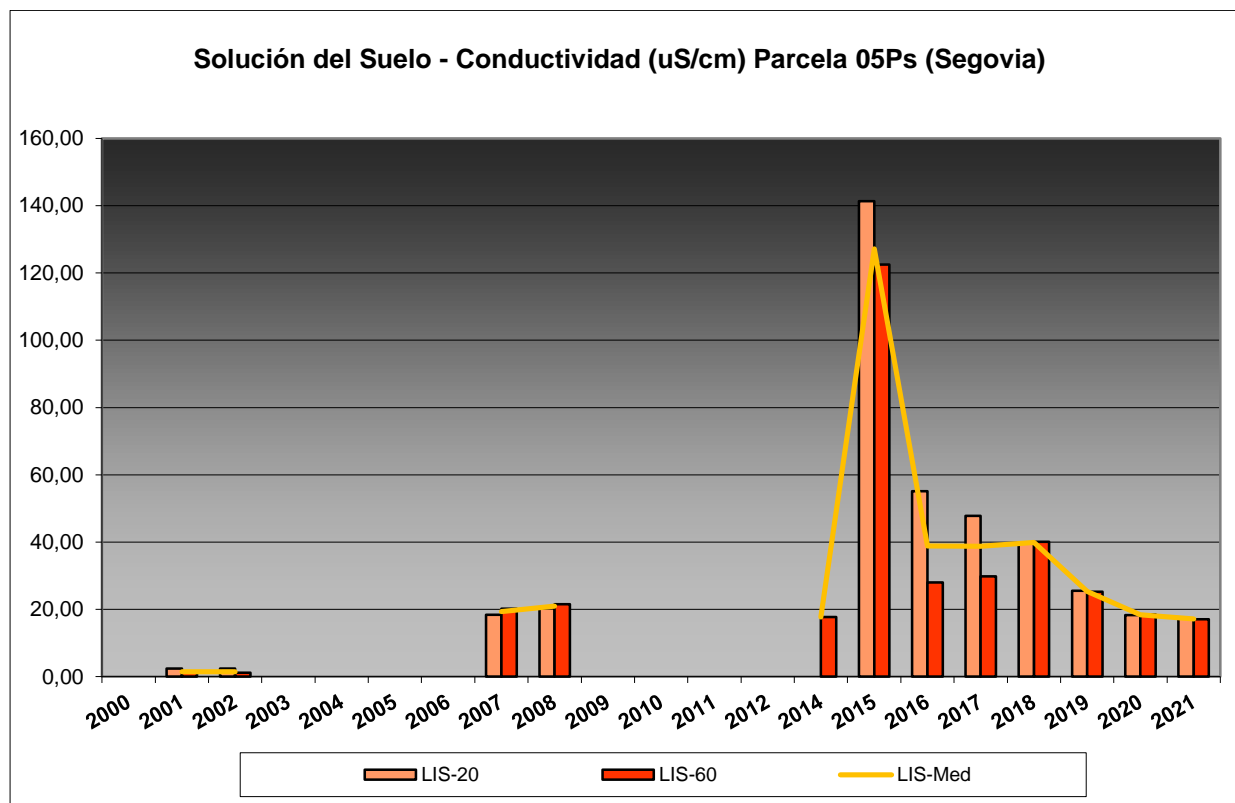


FIG 35: Conductividad solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

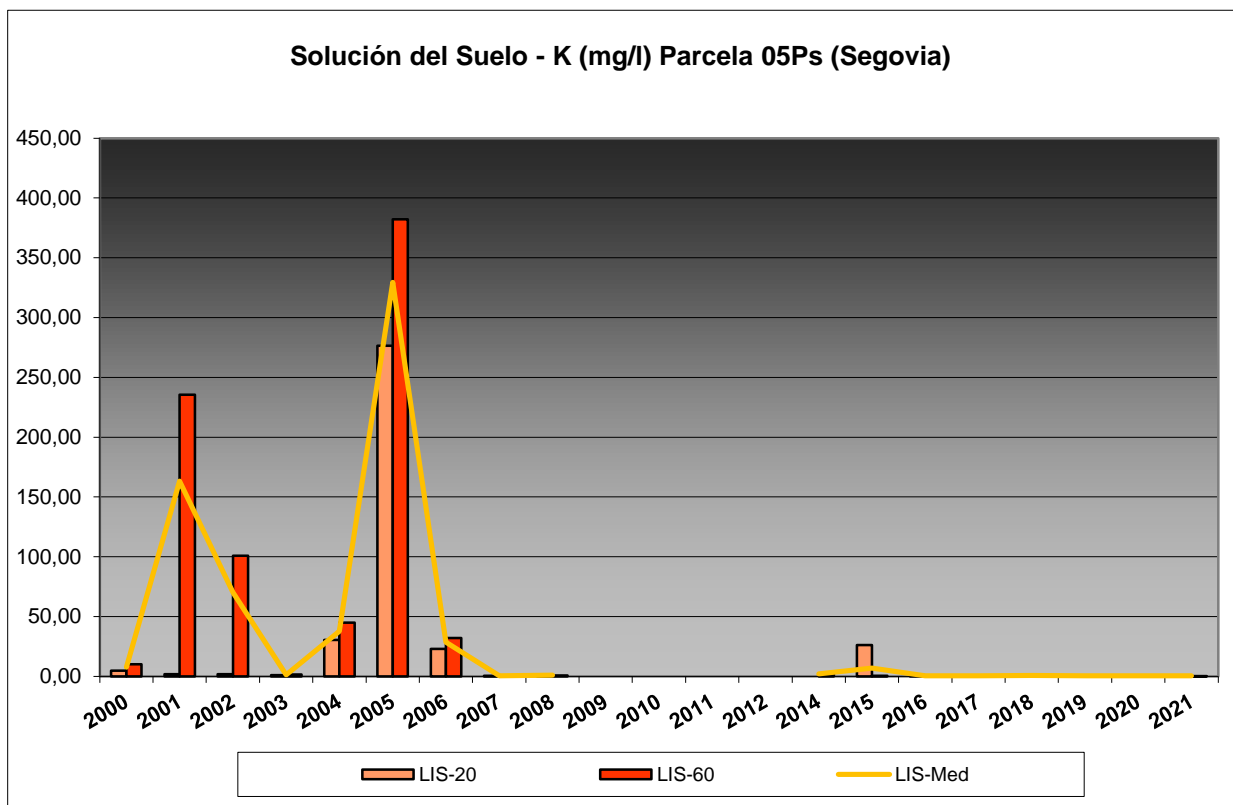


FIG 36: Contenido en K solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

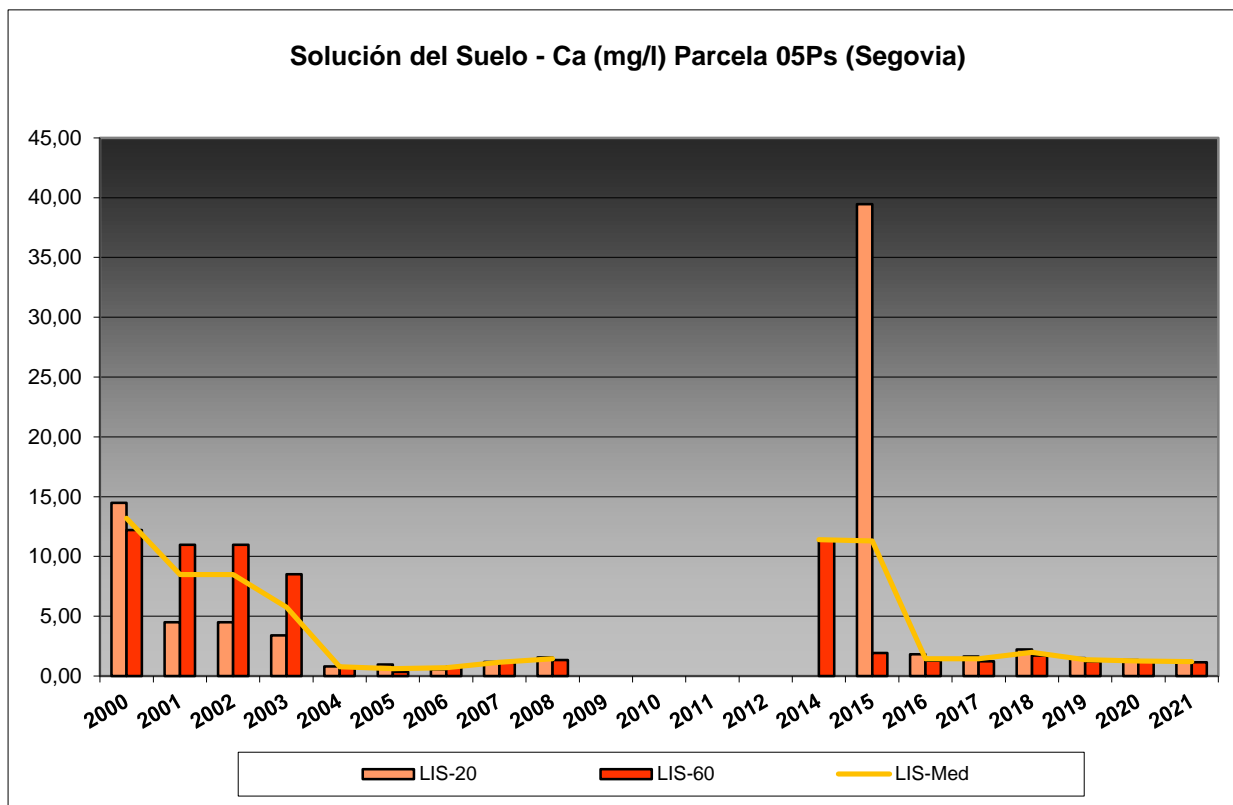


FIG 37: Contenido en Ca solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

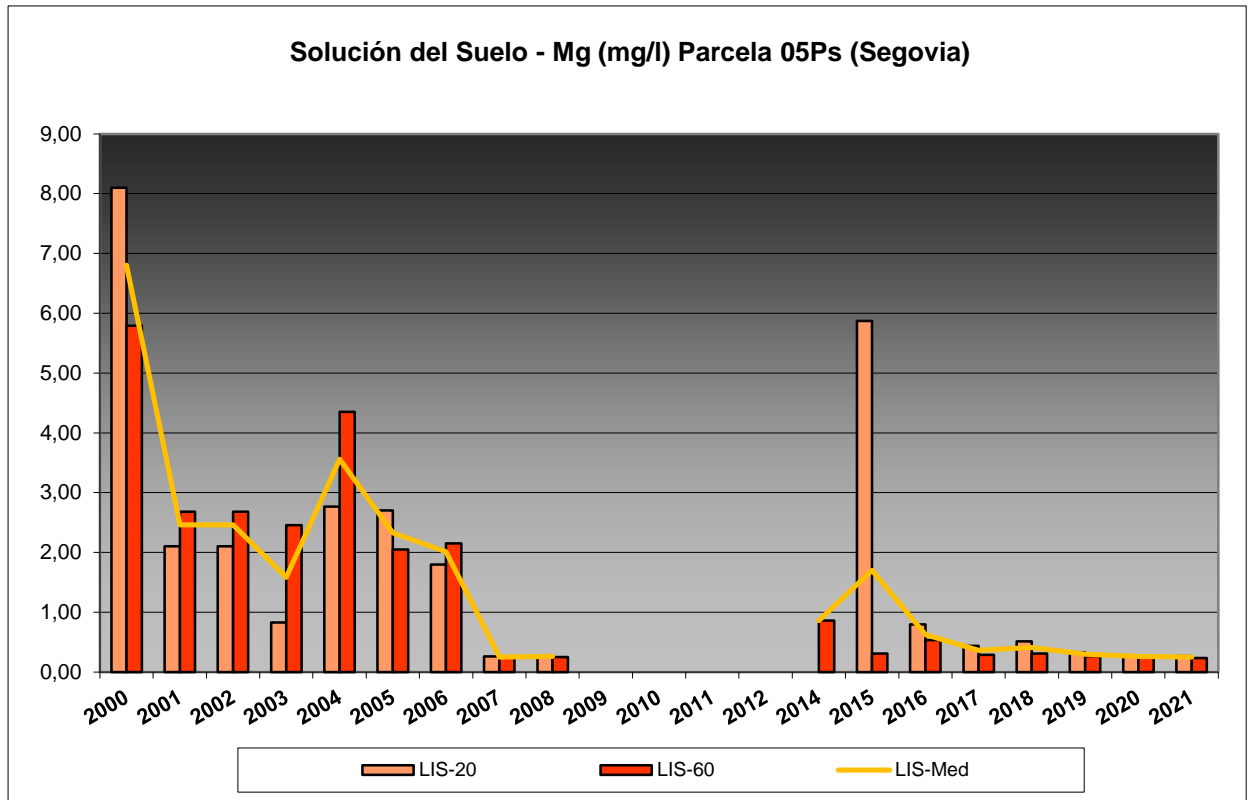


FIG 38: Contenido en Mg solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

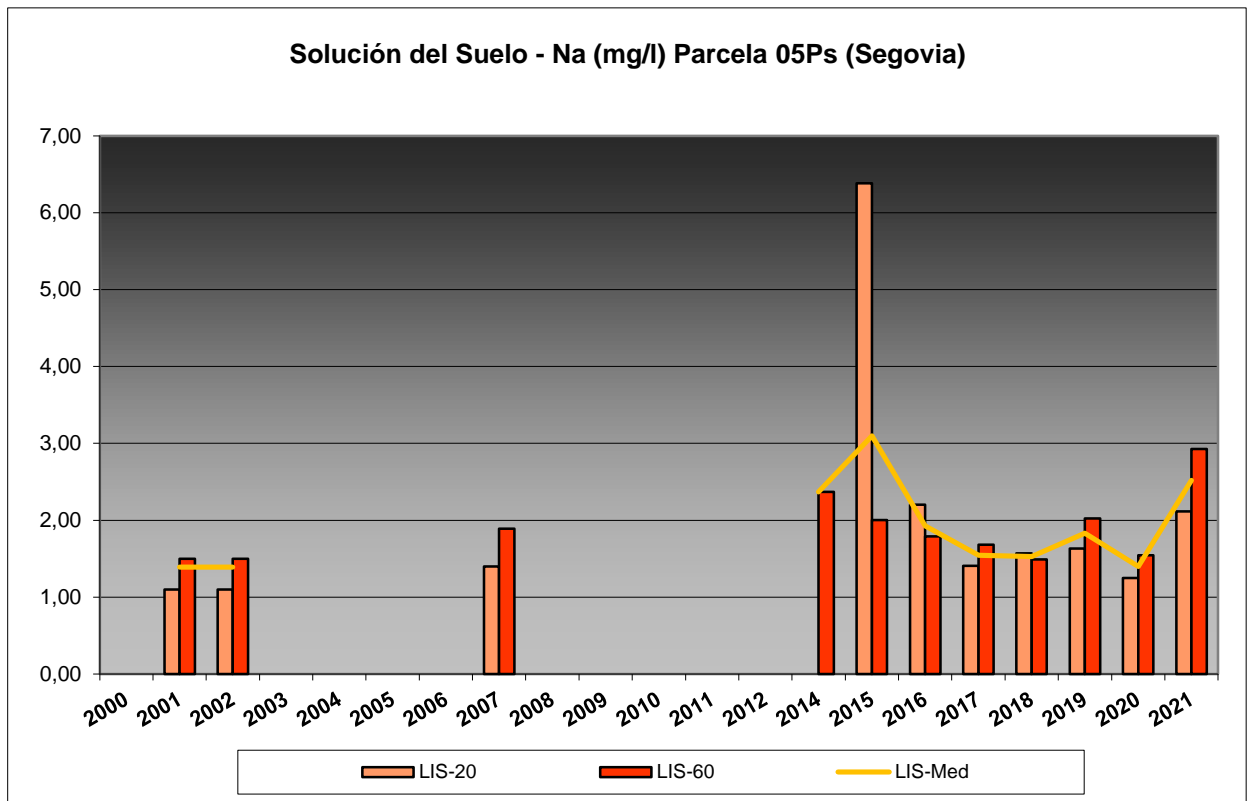


FIG 33: Contenido en Na solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

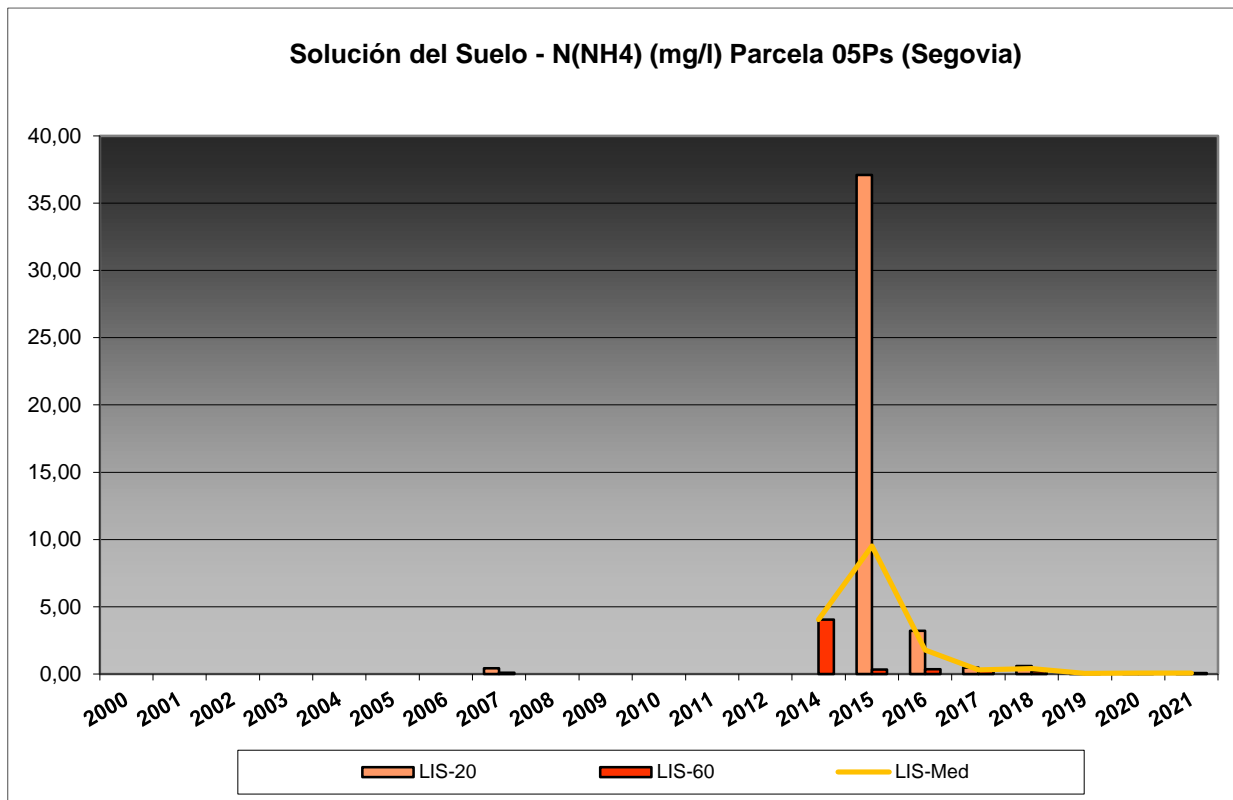


FIG 40: Contenido en N(NH4) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

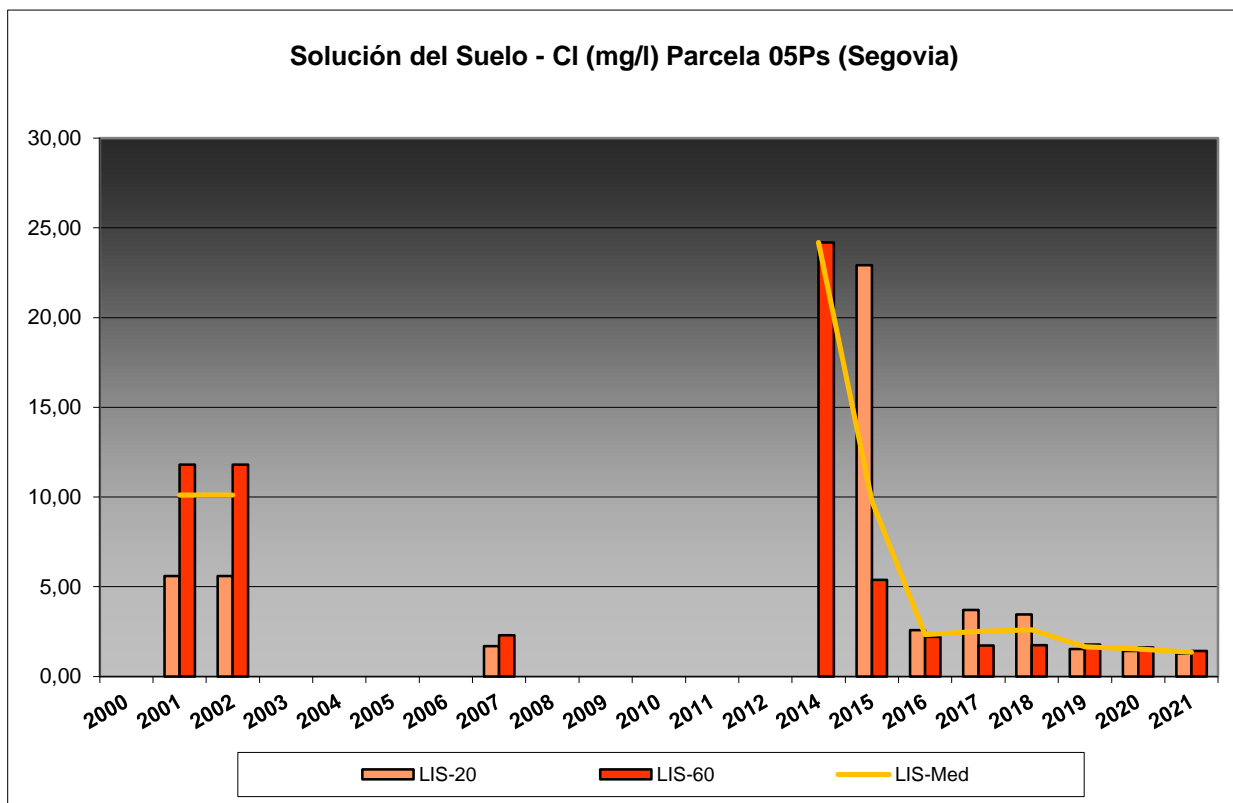


FIG 41: Contenido en Cl solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

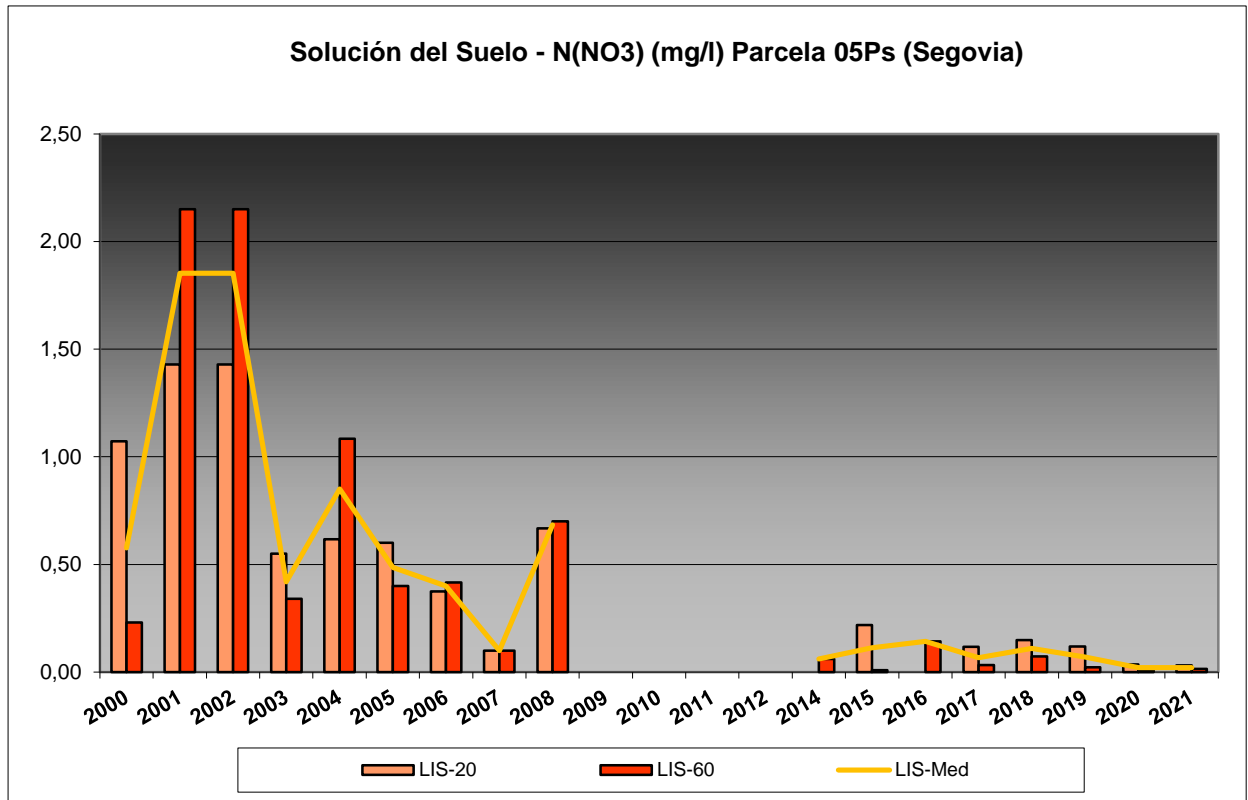


FIG 42: Contenido en N(NO3) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

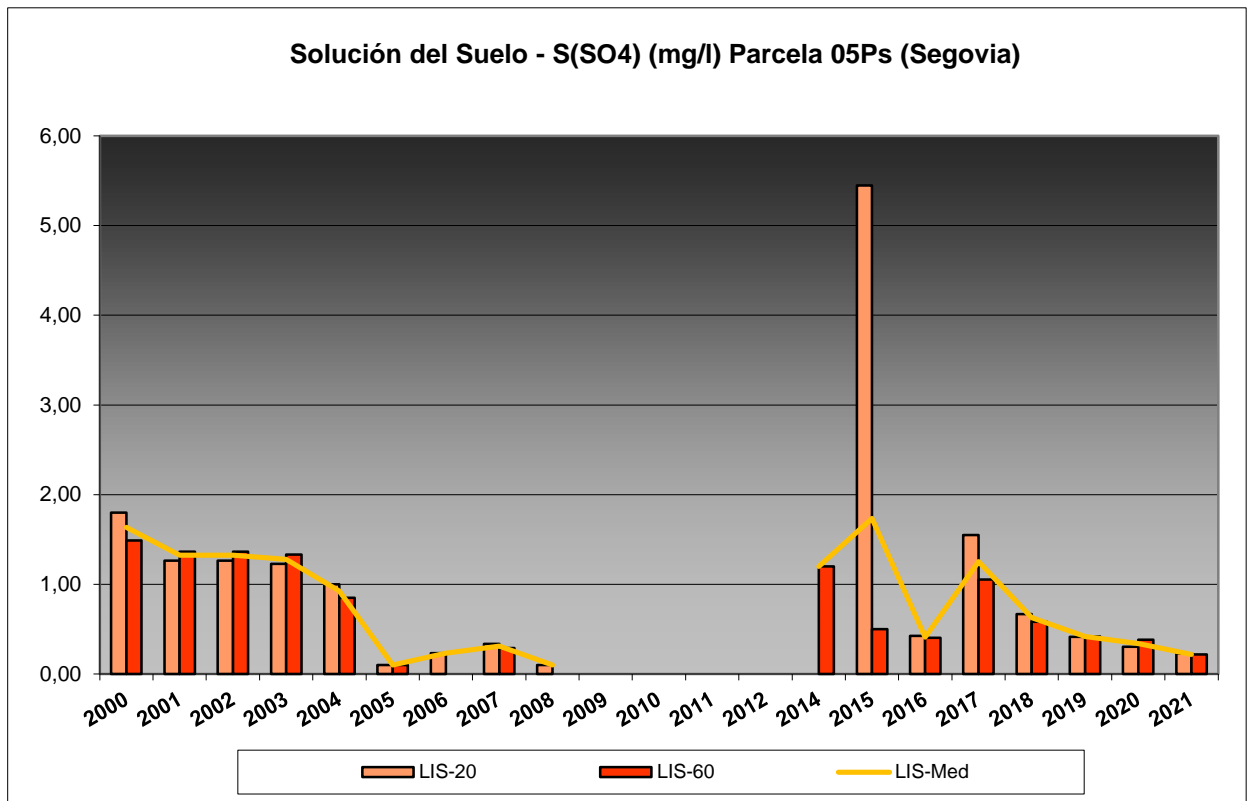


FIG 43: Contenido en S(SO4) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

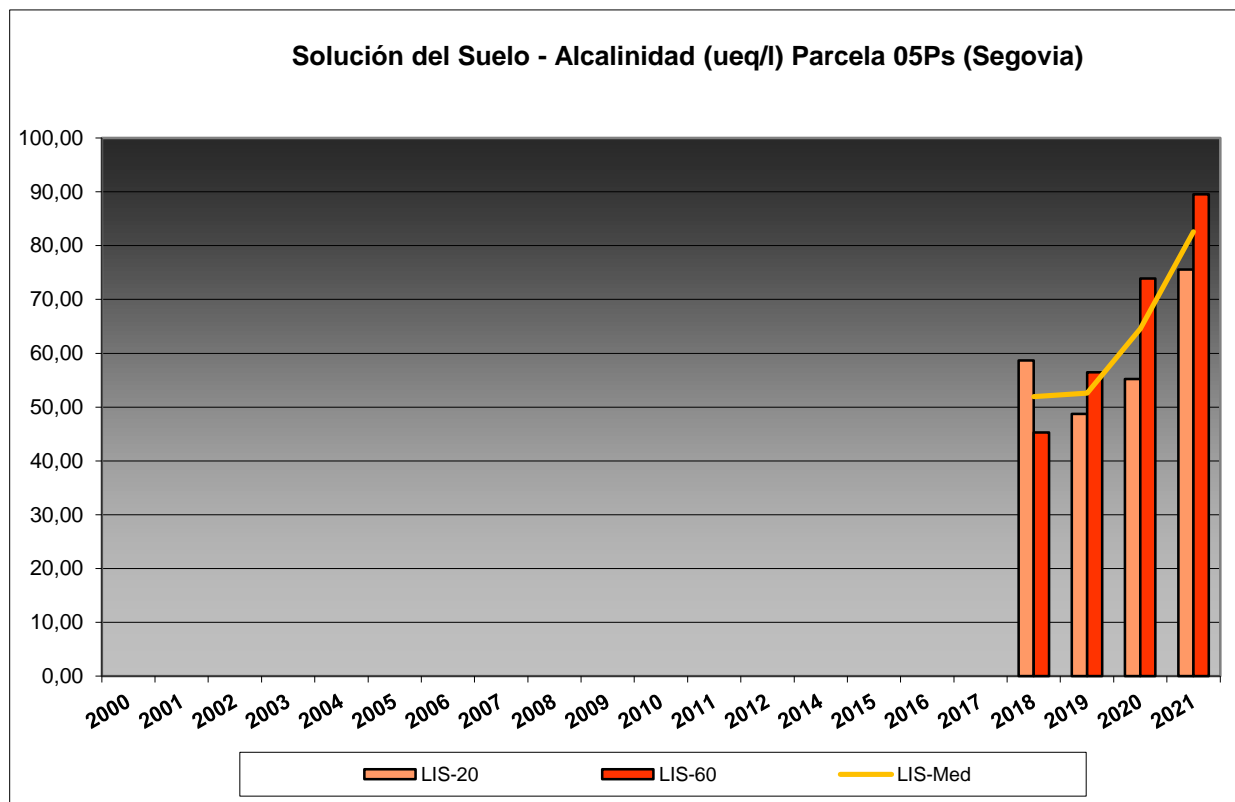


FIG 44: Contenido en Alcalinidad solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

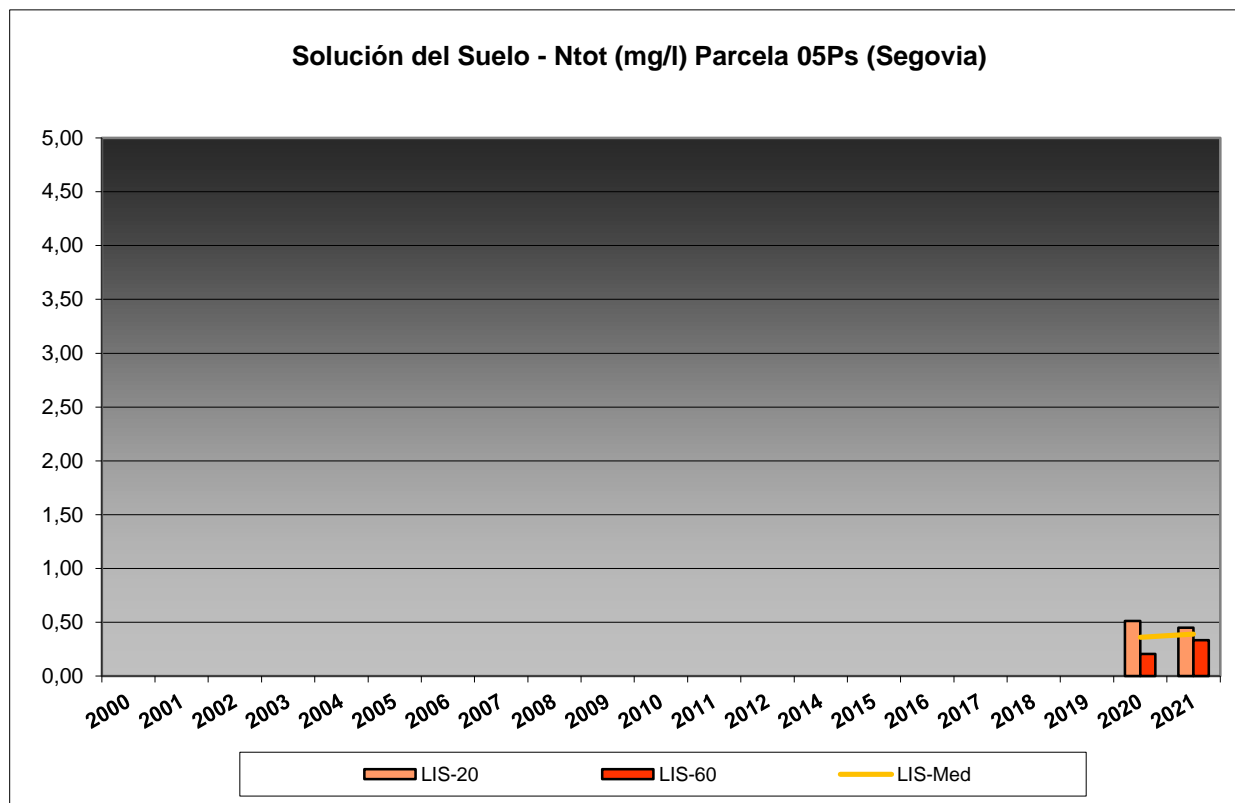


FIG 45: Contenido en Nitrógeno total solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

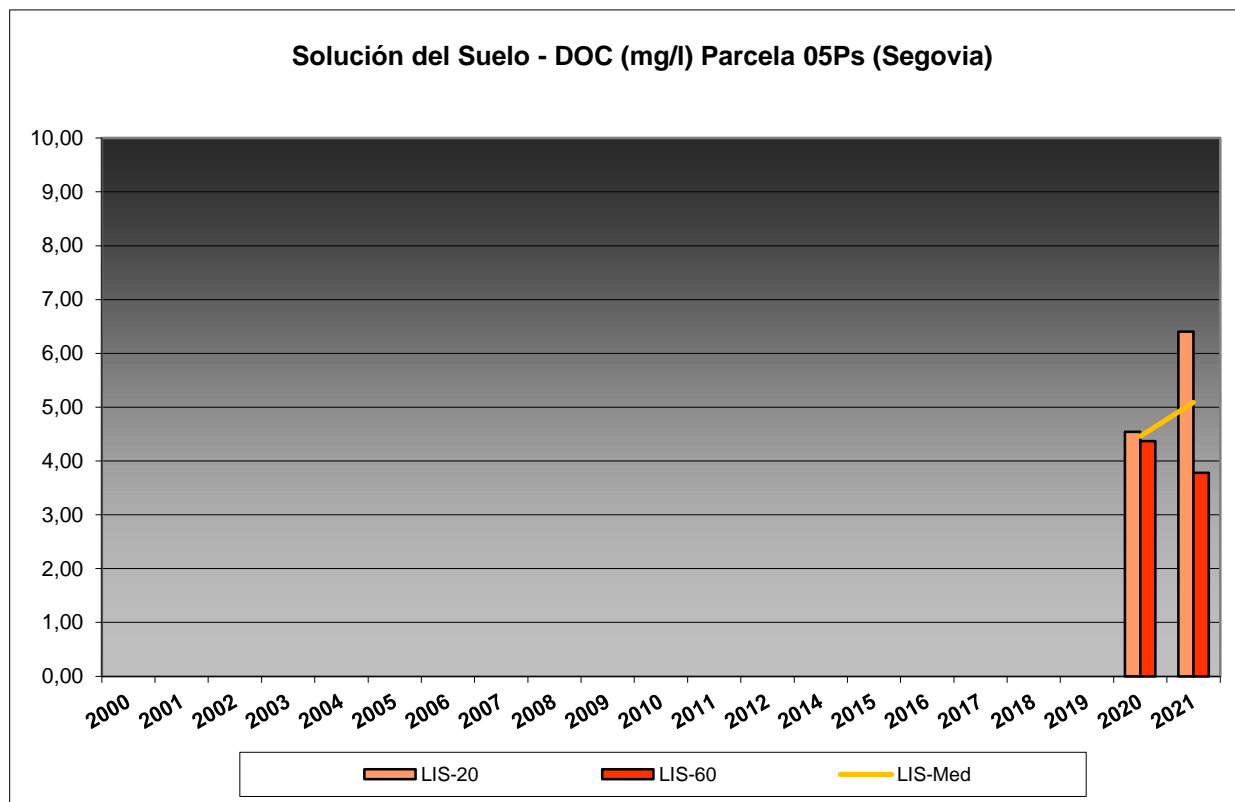


FIG 46: Contenido en Carbono orgánico disuelto solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

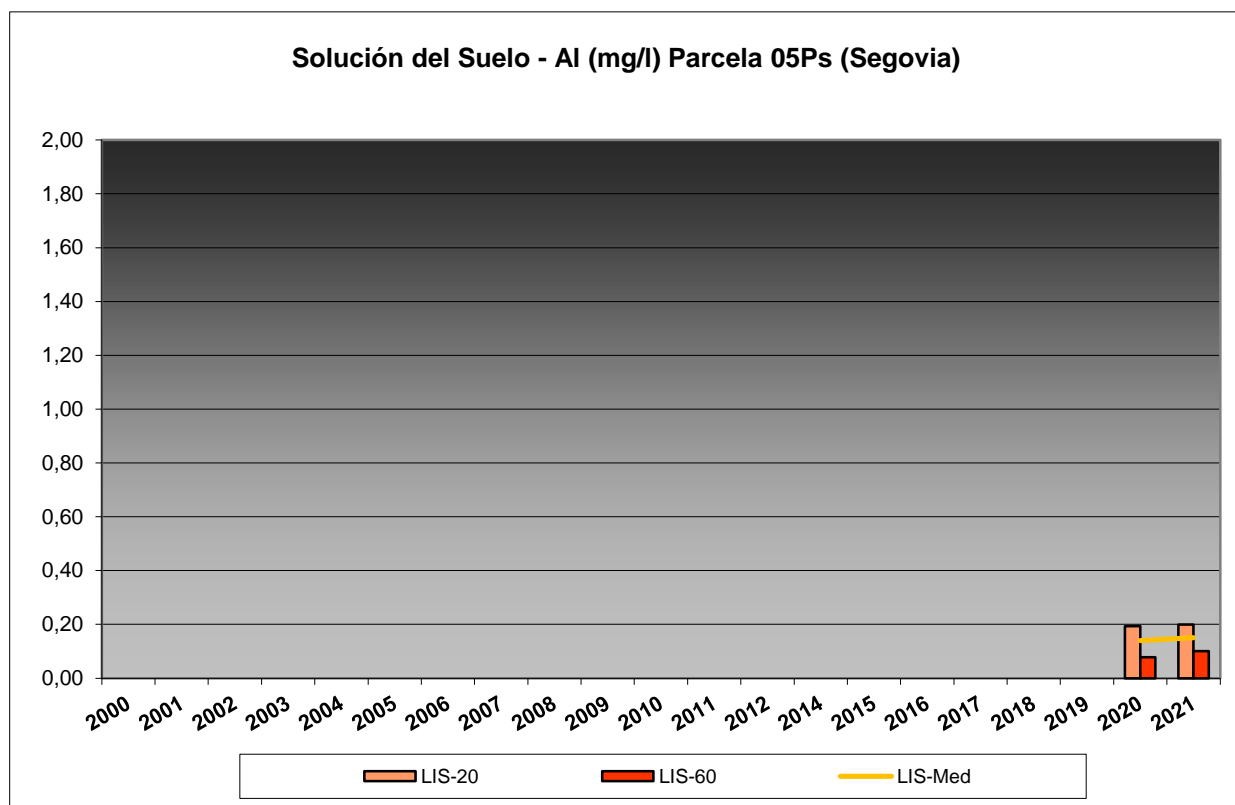


FIG 47: Contenido en Al solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

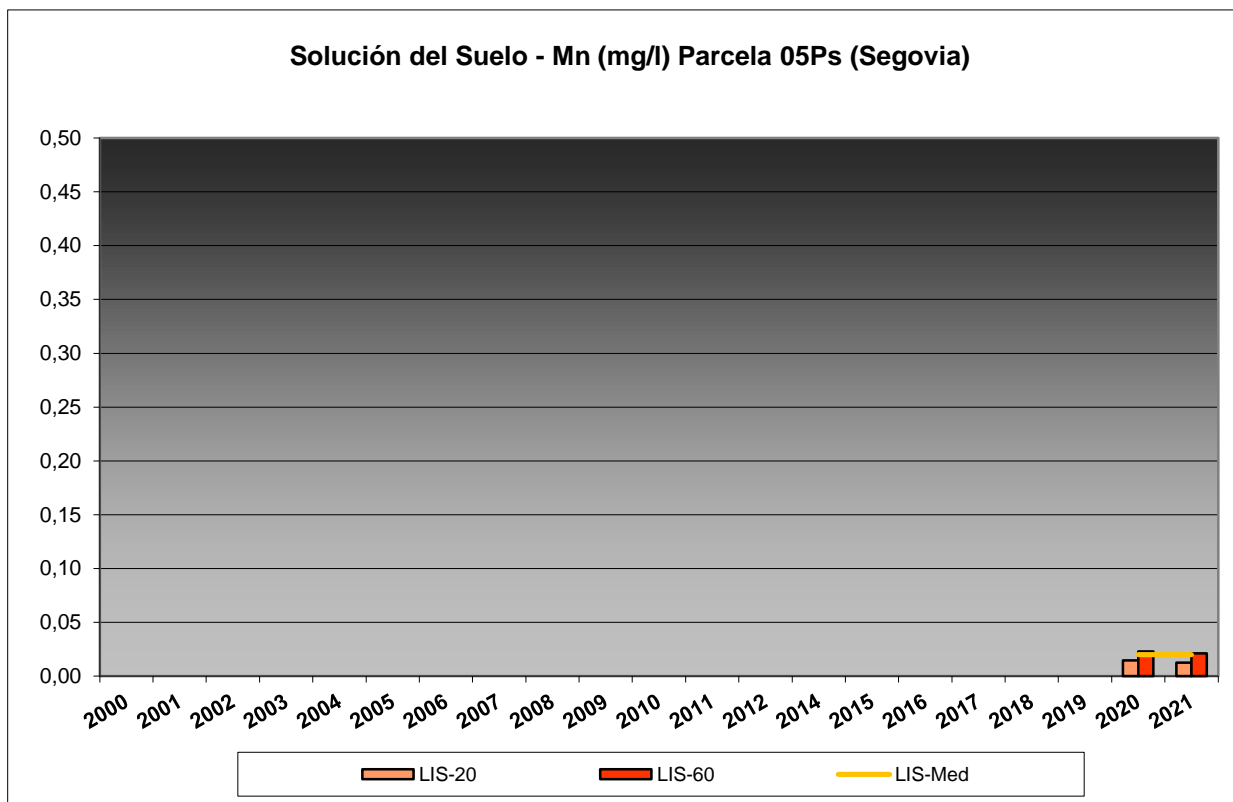


FIG 48: Contenido en Mn solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

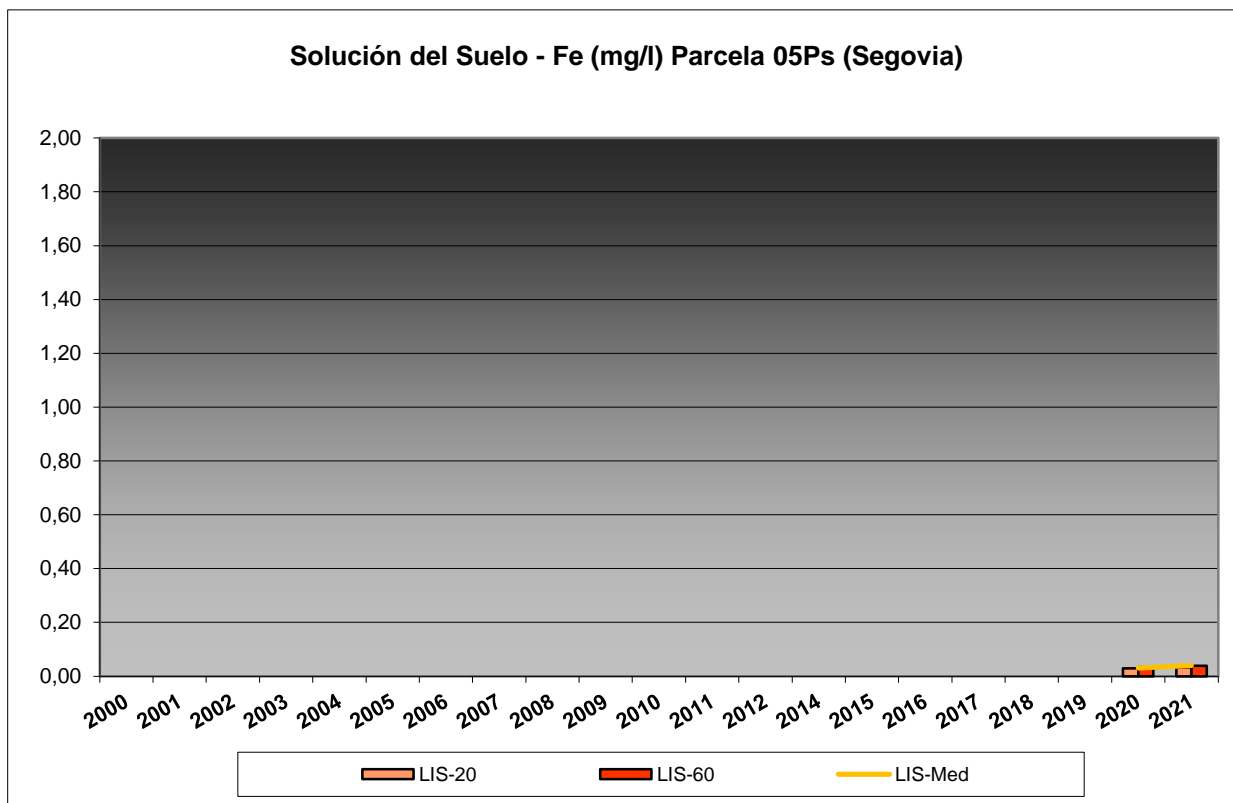


FIG 49: Contenido en Fe solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

En cuanto a las condiciones de la solución del suelo en la parcela 05Ps, se observan en general valores más ácidos a menor profundidad; situación que parece atenuarse hacia el final de la serie; con pH en el intervalo 6-7, superior por tanto a los obtenidos en deposición, posiblemente debido a la saturación en bases a lo largo del proceso de infiltración; conductividad en general baja, excepción hecha de la escasa muestra obtenida en 2015; y en general mayor concentración en solutos a menor profundidad a lo largo de los últimos años, invirtiéndose la distribución encontrada a comienzos de la serie histórica, con especial representación de los elementos terrígenos como Ca, Mg o K incorporados a lo largo del perfil del suelo. La alcalinidad resulta ser creciente y mayor con la profundidad, y en la última revisión se advierte un incremento del contenido del sodio.