

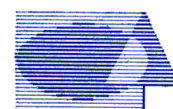


RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2019**

PARCELA 22 Pn (TERUEL)

**20
19**



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

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

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

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Situación de la parcela | 1 |
| 2. Caracterización de la parcela | 2 |
| 2.1. Climatología | 2 |
| 2.2. Geología y suelos | 2 |
| 2.3. Vegetación | 3 |
| 2.4. Caracterización forestal y dasométrica | 4 |
| 3. Estado fitosanitario de la parcela | 5 |
| 3.1. Defoliación y decoloración | 5 |
| 3.2. Daños forestales | 7 |
| 4. Instrumentación | 20 |
| 5. Deposición atmosférica | 22 |
| 5.1. pH | 24 |
| 5.2. Conductividad | 25 |
| 5.3. Potasio | 26 |
| 5.4. Calcio | 27 |
| 5.5. Magnesio | 29 |
| 5.6. Sodio | 30 |
| 5.7. Amonio | 31 |
| 5.8. Cloro | 32 |
| 5.9. Nitratos | 34 |
| 5.10. Sulfatos | 35 |
| 5.11. Interpretación de resultados..... | 36 |
| 6. Calidad del aire. Inmisión | 38 |
| 7. Análisis foliar | 39 |
| 7.1. Macronutrientes | 39 |
| 7.2. Micronutrientes | 41 |
| 7.3. Interpretación de resultados..... | 42 |
| 8. Desfronde | 43 |
| 9. Fenología | 45 |
| 10. Cintas diamétricas | 47 |
| 11. Meteorología..... | 48 |
| 12. Índice de Área Foliar | 50 |

INDICE DE TABLAS

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

TABLA 21: Inmisión atmosférica

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

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

TABLA 24: Resultados medios del análisis de desfronde

TABLA 25: Resultados de la evaluación fenológica

TABLA 26: Valor medio dendrómetros

TABLA 27: Valores medios meteorológicos

TABLA 28: Parámetros de estrés meteorológico

TABLA 29: Índices de Área Foliar

INDICE DE FIGURAS

FIG 1: Posición y vistas de la parcela

FIG 2: Climodiagrama de la parcela

FIG 3: Caracterización dasométrica de la parcela

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

FIG 5: Tipos de defoliación

FIG 6: Daños forestales

FIG 7: Instrumentación

FIG 8: Variación temporal de pH

FIG 9: Variación temporal de conductividad

FIG 10: Variación temporal de potasio

FIG 11: Variación temporal de calcio

FIG 12: Variación temporal de magnesio

FIG 13: Variación temporal de sodio

FIG 14: Variación temporal de amonio

FIG 15: Variación temporal de cloro

FIG 16: Variación temporal de nitratos

FIG 17: Variación temporal de sulfatos

FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

FIG 19: Evolución de macronutrientes

FIG 20: Evolución de micronutrientes

FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

FIG 22: Fases fenológicas. Inicio de fase

FIG 23: Fases fenológicas

FIG 24: Crecimiento diametral anual

FIG 25: Principales variables meteorológicas

FIG 26: Índices de Área Foliar

FIG 27: Fotos hemisféricas

1. Situación de la parcela.

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

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

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

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

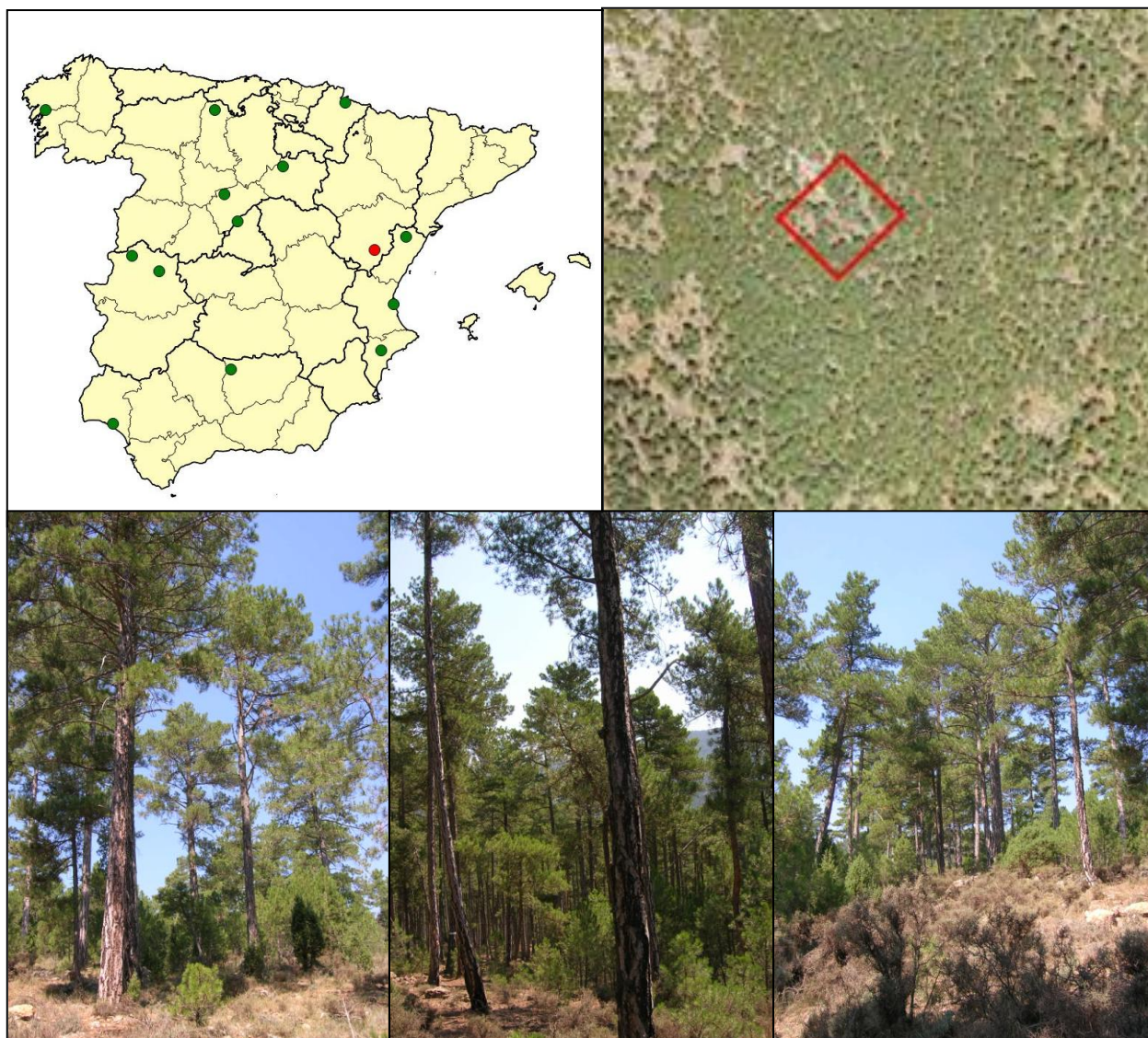


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 22Pn

2. Caracterización de la parcela.

2.1. Climatología.

Las principales características de la parcela se dan en la siguiente tabla:

TABLA 2: Datos meteorológicos estación ecológica (Modelos y Cartografía de Estimaciones Climáticas Termopluviométricas de la España Peninsular. Sánchez Palomares et al. Datación 1940-1990. INIA, 1999).

| | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | AÑO |
|---------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| T(°C) | 3,0 | 2,9 | 5,0 | 6,6 | 10,5 | 13,3 | 17,5 | 17,5 | 15,0 | 10,1 | 5,6 | 2,7 | 9,2 |
| P(mm) | 30 | 33 | 39 | 42 | 65 | 59 | 37 | 40 | 47 | 72 | 48 | 46 | 559 |
| T. Media Máximas Mes más Cálido | | | | | | | 25 | | | | | | |
| T. Media Mínimas Mes más Frío | | | | | | | | | | | | -2 | |

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

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

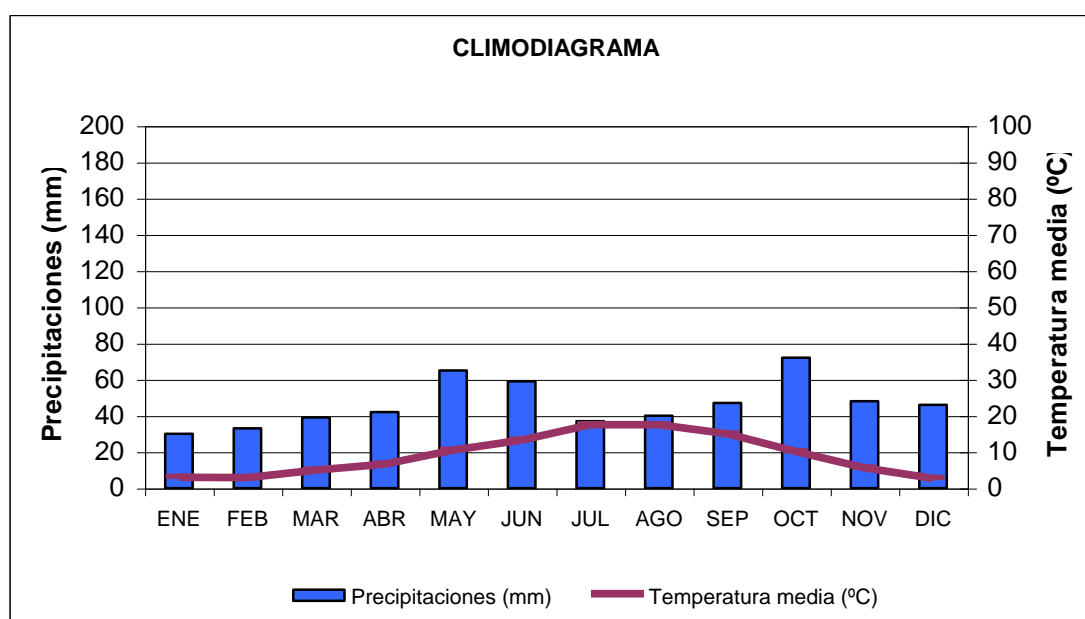


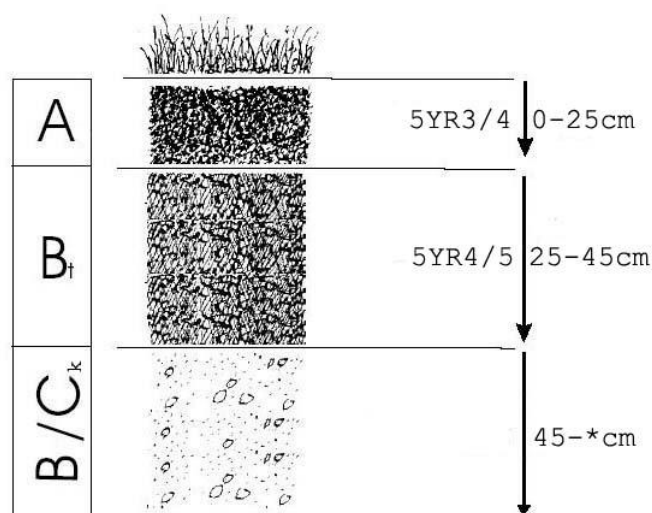
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

Litología: caliza común.

Edafología: Calcisol lúvico.

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



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

2.3. Vegetación.

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

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

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

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

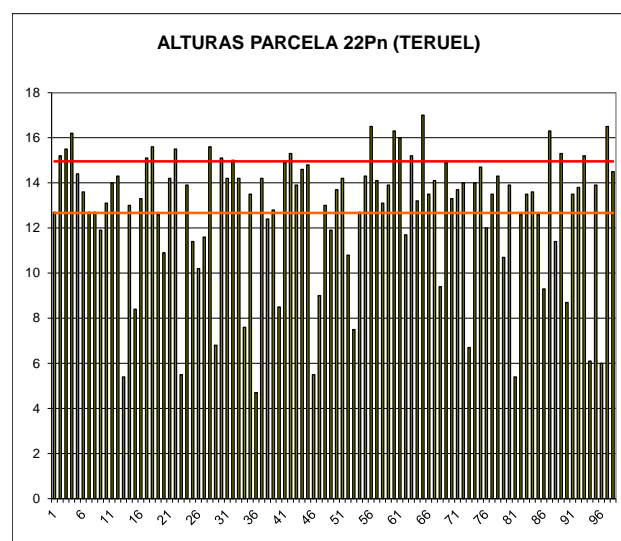
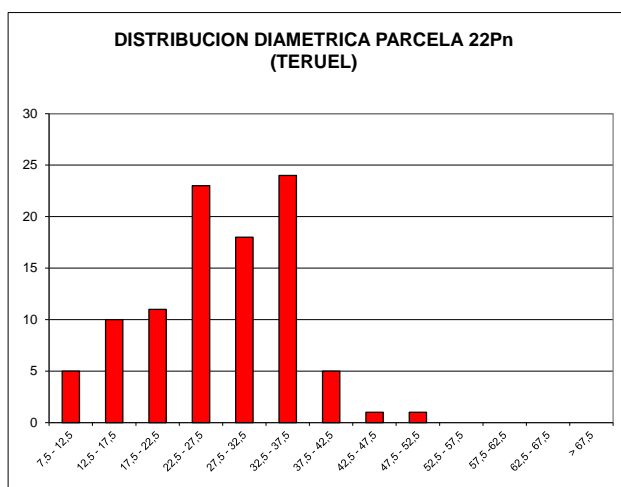
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en transición entre las series 14 a Serie oromediterránea maestrazgo-conquense basofila de *Juniperus sabina* o *sabina rastrera* (*Sabino-Pinetosylvestris sigmetum*) y la serie 19 c, Serie supra-mesomediterránea catalano-maestrazgo-aragonesa de *Quercus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

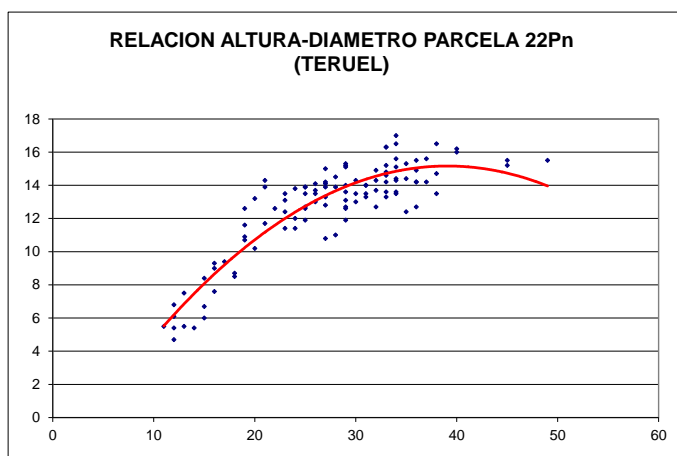
2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de pino salgareño (*Pinus nigra*) en estado de fustal de 80-100 años de edad, cuyas características principales se resumen a continuación:

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

| Parcela | Area ha | N par | N/ha | Sp.p | Otras | Muerto | Edad años | D med (cm) | AB m ² /ha | D m c cm | Alt m m | Alt do m | Exist m ³ cc |
|---------|---------|-------|------|------|-------|--------|-----------|------------|-----------------------|----------|---------|----------|-------------------------|
| 22 Pn | 0,2500 | 98 | 392 | 98 | 0 | 0 | 81-100 | 27,29 | 24,92 | 28,45 | 12,67 | 15,00 | 34,03 |





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

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

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

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

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

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

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

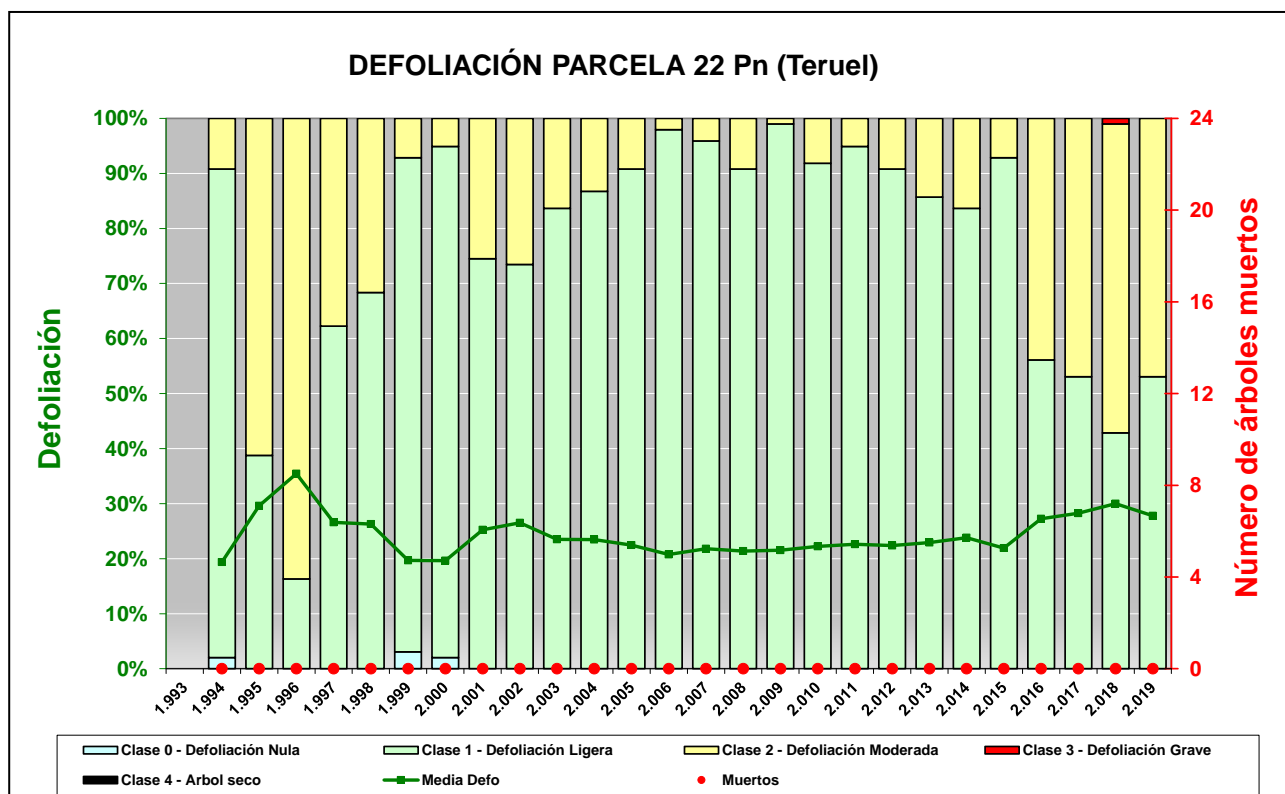


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15%, 20% y 25%

3.2. Daños forestales.

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

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

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

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

En cuanto a la presencia de agentes dañinos identificados, destaca en primer lugar la aparición de callos o anillamientos transversales en los troncos debidos a la acción de **pícid**os en sus estrategias de marcaje del territorio, que picotean alrededor de los troncos dando lugar a patentes engrosamientos de la corteza, asociados en ocasiones a resinosis, y que son muy frecuentes en la mitad septentrional de Aragón, sin mayor significación fitosanitaria. Este tipo de afecciones se ha visto ya en anteriores revisiones, y en la mayoría de los casos se trata de heridas ya cicatrizadas, recubiertas de una callosidad transversal. En condiciones de elevadas temperaturas puede estimularse la secreción de resina en las heridas, haciendo estas más vistosas.

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

observada en revisiones anteriores y que afecta a más del 35% del arbolado muestra en el año en curso, en el que se registran los primeros e incipientes daños debidos a los primeros estadios de la plaga. La reducción en los niveles de procesionaria podría también explicar la ligera mejoría experimentada por el arbolado muestra, que quizá empieza a remitir, siendo el carácter cíclico de esta plaga una de sus características. La procesionaria se ha encontrado en alguna ocasión ligada a daños forestales de consideración, y encuentra unas condiciones idóneas para su desarrollo en este tipo de pinares de laricio del Bajo Aragón, donde incluso la Organización Internacional de Lucha Biológica (OILB) llegó a desarrollar importantes estudios de seguimiento del defoliador. Ligado al progresivo debilitamiento del arbolado se han encontrado orificios de entrada de algunos **perforadores** oportunistas, que podrían suponer un peligro potencial en años venideros de encontrar las condiciones oportunas para su expansión. La presencia de serrín fresco en las inmediaciones de los orificios de entrada pone de manifiesto que estos insectos se encuentran activos.

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

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

Esporádicamente se registra algún daño mecánico antiguo por podas u operaciones de arrastre de troncos abatidos en las inmediaciones, aunque en la mayoría de los casos se trata de daños ya cicatrizados y sin incidencia en el estado fitosanitario del pie afectado; al igual que sucede con algunos ennegrecimientos en la base del tronco debido al paso de un antiguo incendio del que tanto el arbolado como la vegetación de sotobosque se han recuperado.

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

Como ya se ha indicado en anteriores evaluaciones, se advierten daños puntuales de competencia por **falta de luz** en casi el 40% de los pies, y que se manifiesta sobre todo en fenómenos de autopoda, en los que el árbol afectado tiende a desprenderse de la ramificación inferior para favorecer el crecimiento en altura y el desarrollo de la fracción apical de la copa; con un incremento sin embargo con respecto a la revisión anterior, debido posiblemente más a las peores condiciones hídricas de la estación que a un exceso de competencia, en una parcela con una densidad ligeramente inferior a los 400 pies/ha buena por tanto para el desarrollo de la especie. Se han registrado también daños aislados debidos a **interacciones físicas**, en las que el pie afectado pese a recibir luz directamente en el ápice, tiene dificultades para expandir su ramificación por impedirlo la cercanía de los pies colindantes. Este tipo de fenómenos, como es lógico, afectan más a los pies de dimensiones inferiores al vuelo medio de la masa.

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

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

El conjunto de **síntomas y signos** observados se resumen en la tabla adjunta.

TABLA 6: Distribución de síntomas y signos en la parcela: pies afectados (Npar), Extensión de los daños en clases de porcentajes en grado de 1 a 7 (Extensión), pies afectados por ha (N/ha), porcentaje de pies afectados (%), defoliación y decoloración de los pies afectados por cada agente (Defo/Deco), diferencia de las defoliaciones y decoloraciones con las medias de la parcela (DifDefo y DifDeco, marcados en **rojo** si el valor de los pies afectados es superior al valor medio de la parcela y en **verde** en caso contrario), diámetro (Diam) y altura medias (Alt) de los pies afectados por cada agente y diferencias con los valores medios de la parcela (DifDiam y DifAlt).

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

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

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

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

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

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

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

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

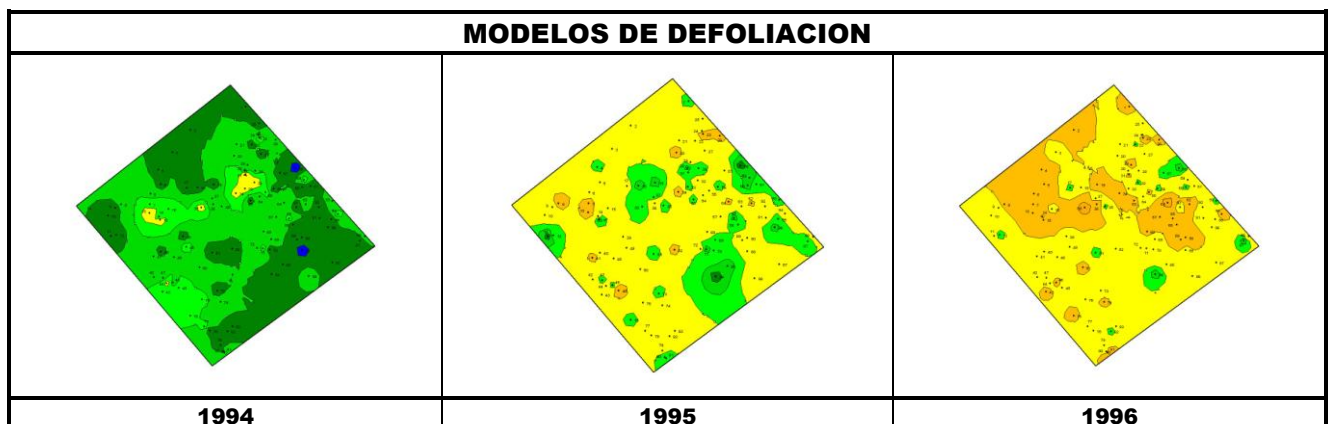
| | N par | Sequía | | Calor | | Viento/ Tornado | | Otros fact.abióticos | | Podas | | Fuego | |
|-------------------|-------|--------|---|-------|---|--------------------|---|-------------------------|---|-------|---|-------|-------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Descortezamientos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

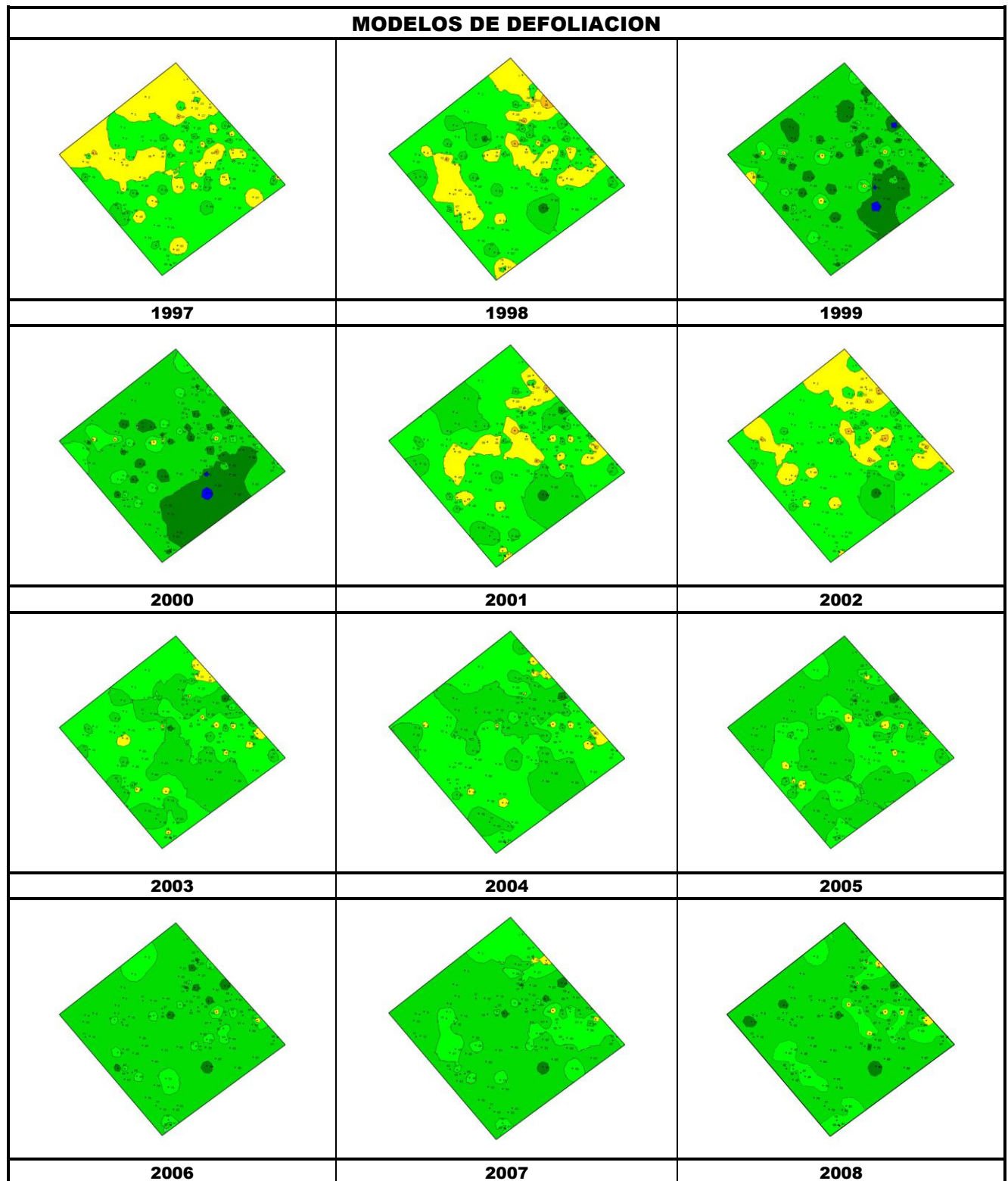
| | N par | Contaminantes | | Bacterias | | Falta luz | | Inter.físicas | | Compet/ Espesura | | Ag. desconocido | |
|----------------------------|------------|---------------|---------------|-----------|---------------|-----------|--------------|---------------|--------------|---------------------|--------------|--------------------|--------------|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

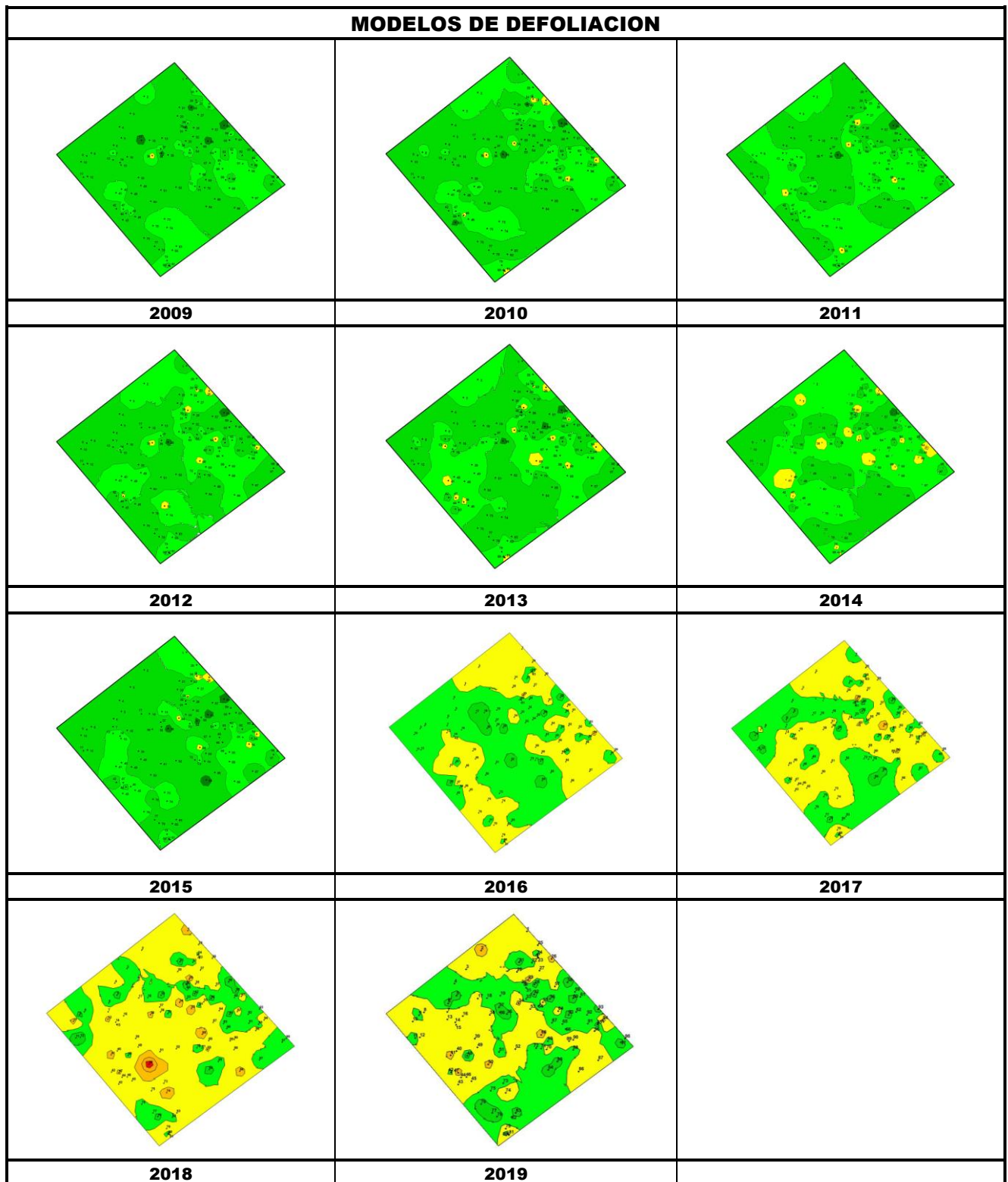
| | N par | Contaminantes | | Bacterias | | Falta luz | | Inter.físicas | | Compet/ Espesura | | Ag. desconocido | |
|-----------------------|-----------|---------------|---|-----------|---|-----------|-------|---------------|--------------|---------------------|--------------|--------------------|--------------|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



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







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

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

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

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

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

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

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



4. Instrumentación.

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

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

| Variable | Equipo | Parcela Interior | Parcela Exterior | Instalación | Periodicidad |
|-------------------------|------------------------|------------------|------------------|-------------|-------------------|
| Meteorología | Torre meteorológica | | 1 | 1997 | Quincenal/Mensual |
| | Placa solar | | 1 | | |
| | Meteodata | | 1 | | |
| | Anemómetro | | 1 | | |
| | Veleta | | 1 | | |
| | Piranómetro | | 1 | | |
| | Termómetro | | 1 | | |
| | Sonda Humedad | | 1 | | |
| | Pluviómetro | | 1 | | |
| Precipitación incidente | Acumuladores | | 4 | 1997 | Quincenal/Mensual |
| | Pluviómetro | | 1 | | |
| | Captador nieve | | 1 | | |
| Trascolación | Acumuladores | 6 | | 1997 | Quincenal/Mensual |
| | Pluviómetro | 1 | | | |
| | Captador nieve | 1 | | | |
| Desfronde | Captadores desfronde | 4 | | 1999 | Quincenal/Mensual |
| Inmisión | Dosímetros pasivos | | 12 | 2000 | Quincenal/Mensual |
| Crecimiento | Dialdendro en continuo | 15 | | 1999 | Quincenal/Mensual |
| Fenología | Árboles de seguimiento | 20 | | 1998 | Quincenal/Mensual |



FIG 7: Parcela exterior. Captador de desfronde. Cinta diámetrica y árbol de evaluación fenológica. Data-logger y dosímetros. Captadores parcela interior

5. Deposición atmosférica.

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

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

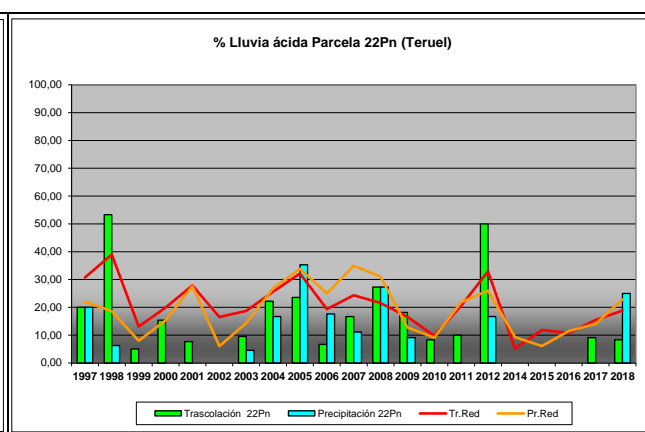
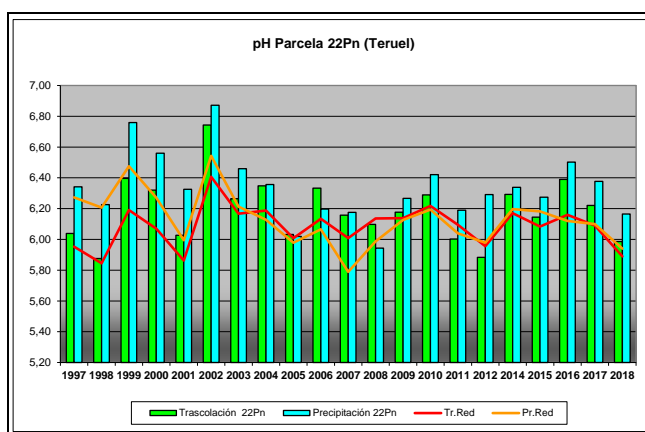
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 22Pn, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio)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

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

5.1. pH.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
|-------|-------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------|-----------|-------|
| | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 1997 | 6,04 | 20,00 | 355 | 6,34 | 20,00 | 424 | 5,95 | 6,27 |
| 1998 | 5,88 | 53,33 | 252 | 6,23 | 6,25 | 306 | 5,84 | 6,21 |
| 1999 | 6,40 | 5,00 | 382 | 6,76 | 0,00 | 477 | 6,19 | 6,48 |
| 2000 | 6,32 | 15,38 | 428 | 6,56 | 0,00 | 507 | 6,07 | 6,27 |
| 2001 | 6,03 | 7,69 | 274 | 6,33 | 0,00 | 334 | 5,86 | 6,00 |
| 2002 | 6,74 | 0,00 | 474 | 6,87 | 0,00 | 553 | 6,41 | 6,54 |
| 2003 | 6,26 | 9,52 | 567 | 6,46 | 4,55 | 677 | 6,17 | 6,21 |
| 2004 | 6,35 | 22,22 | 446 | 6,36 | 16,67 | 529 | 6,19 | 6,13 |
| 2005 | 6,03 | 23,53 | 294 | 6,02 | 35,29 | 368 | 6,01 | 5,98 |
| 2006 | 6,33 | 6,67 | 389 | 6,20 | 17,65 | 461 | 6,13 | 6,07 |
| 2007 | 6,16 | 16,67 | 566 | 6,18 | 11,11 | 614 | 6,01 | 5,79 |
| 2008 | 6,10 | 27,27 | 561 | 5,94 | 27,27 | 673 | 6,14 | 5,99 |
| 2009 | 6,18 | 18,18 | 437 | 6,27 | 9,09 | 551 | 6,14 | 6,13 |
| 2010 | 6,29 | 8,33 | 629 | 6,42 | 0,00 | 699 | 6,22 | 6,19 |
| 2011 | 6,00 | 10,00 | 439 | 6,19 | 0,00 | 497 | 6,10 | 6,04 |
| 2012 | 5,88 | 50,00 | 153 | 6,29 | 16,67 | 175 | 5,96 | 5,98 |
| 2014 | 6,29 | 0,00 | 383 | 6,34 | 0,00 | 404 | 6,17 | 6,20 |
| 2015 | 6,14 | 0,00 | 673 | 6,27 | 0,00 | 719 | 6,08 | 6,18 |
| 2016 | 6,39 | 0,00 | 476 | 6,50 | 0,00 | 535 | 6,16 | 6,12 |
| 2017 | 6,22 | 9,09 | 351 | 6,38 | 0,00 | 406 | 6,09 | 6,10 |
| 2018 | 5,99 | 8,33 | 814 | 6,17 | 25,00 | 876 | 5,89 | 5,94 |
| Media | 6,19 | 14,82 | 445 | 6,34 | 9,03 | 514 | 6,08 | 6,13 |



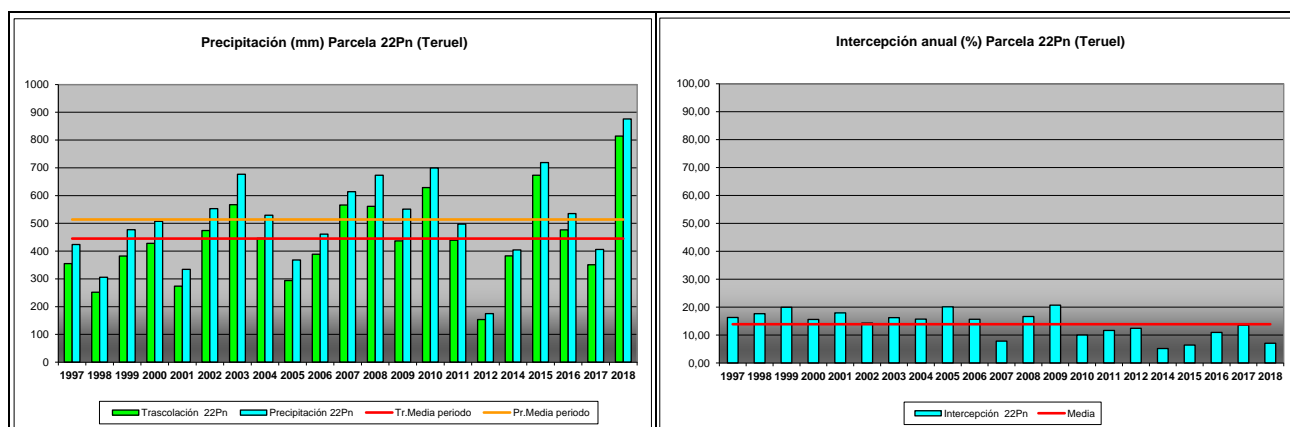


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
|-------|-------------------|--------------------|----------------|------------------------------|--------------------|----------------|-----------|-------|
| | Media pond | Deposición (kg/ha) | Precipit. (mm) | Media pond | Deposición (kg/ha) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 1997 | 43,13 | | 355 | 29,23 | | 424 | 25,59 | 22,11 |
| 1998 | 36,06 | | 252 | 23,39 | | 306 | 29,47 | 22,63 |
| 1999 | 32,10 | | 382 | 19,45 | | 477 | 33,24 | 19,93 |
| 2000 | 30,64 | | 428 | 18,77 | | 507 | 35,37 | 22,07 |
| 2001 | 33,41 | | 274 | 17,44 | | 334 | 28,43 | 16,06 |
| 2002 | 63,37 | | 474 | 47,44 | | 553 | 49,05 | 30,17 |
| 2003 | 29,81 | | 567 | 30,16 | | 677 | 46,47 | 25,27 |
| 2004 | 74,57 | | 446 | 50,10 | | 529 | 63,98 | 37,20 |
| 2005 | 54,15 | | 294 | 35,64 | | 368 | 65,86 | 30,61 |
| 2006 | 52,15 | | 389 | 42,71 | | 461 | 61,93 | 28,83 |
| 2007 | 38,25 | | 566 | 30,64 | | 614 | 50,03 | 28,98 |
| 2008 | 33,86 | | 561 | 29,27 | | 673 | 46,84 | 22,94 |
| 2009 | 39,18 | | 437 | 24,82 | | 551 | 49,56 | 20,18 |
| 2010 | 22,95 | | 629 | 12,12 | | 699 | 44,44 | 15,09 |
| 2011 | 23,44 | | 439 | 13,81 | | 497 | 51,52 | 19,09 |
| 2012 | 36,57 | | 153 | 14,32 | | 175 | 53,38 | 20,50 |
| 2014 | 28,66 | | 383 | 21,99 | | 404 | 27,94 | 15,23 |
| 2015 | 22,05 | | 673 | 11,49 | | 719 | 45,28 | 18,25 |
| 2016 | 26,96 | | 476 | 15,47 | | 535 | 47,39 | 15,22 |
| 2017 | 35,64 | | 351 | 16,94 | | 406 | 56,13 | 18,87 |
| 2018 | 25,90 | | 814 | 14,12 | | 876 | 38,75 | 16,20 |
| Media | 37,28 | | 445 | 24,73 | | 514 | 45,27 | 22,16 |

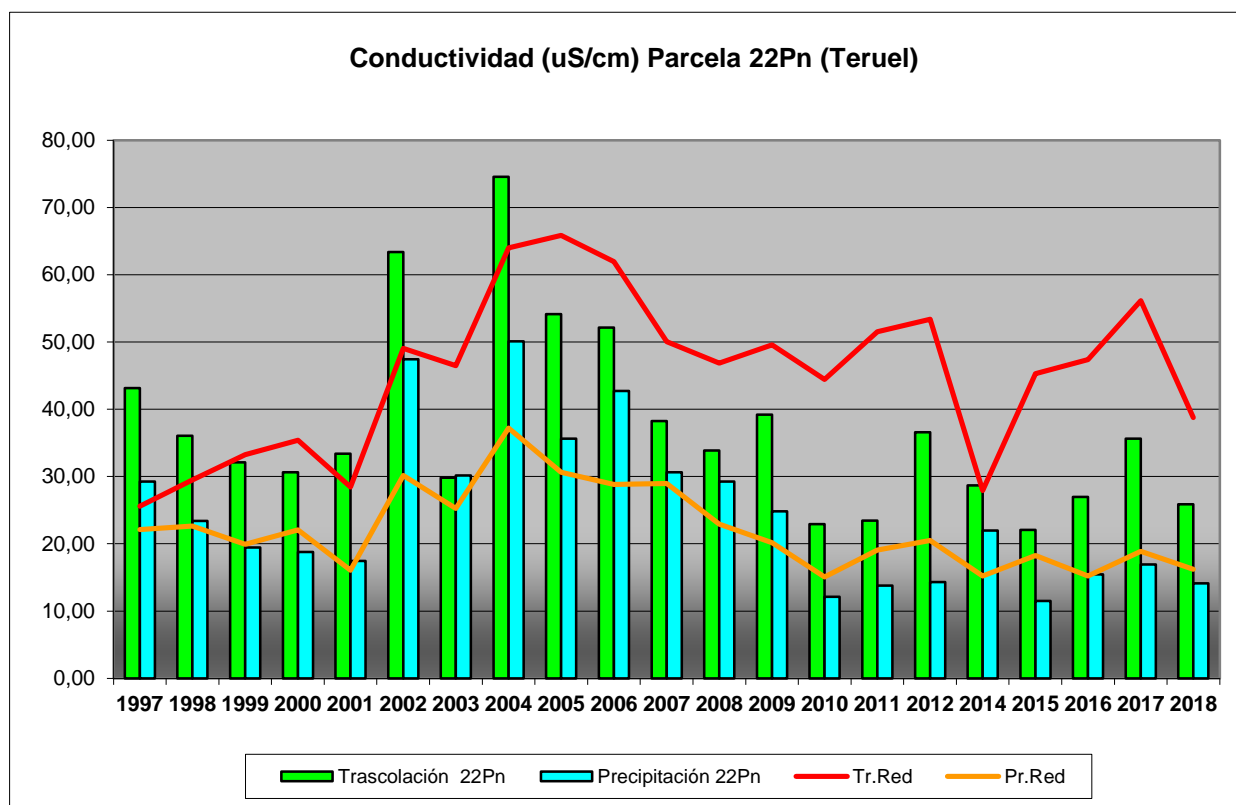


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

| Año | Traslación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-----------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 1,34 | 4,76 | 355 | 0,64 | 2,69 | 424 | 2,06 | 7,33 | 5,18 |
| 1998 | 6,21 | 15,66 | 252 | 3,88 | 11,88 | 306 | 3,78 | 19,45 | 13,28 |
| 1999 | 2,54 | 9,70 | 382 | 1,39 | 6,63 | 477 | 3,07 | 17,99 | 11,86 |
| 2000 | 3,07 | 13,03 | 428 | 1,60 | 8,11 | 507 | 4,92 | 22,33 | 15,28 |
| 2001 | 1,86 | 4,96 | 274 | 0,99 | 3,23 | 334 | 1,73 | 16,00 | 9,92 |
| 2002 | 3,46 | 16,41 | 474 | 1,31 | 7,25 | 553 | 9,16 | 19,36 | 7,73 |
| 2003 | 1,32 | 7,43 | 567 | 0,35 | 2,33 | 677 | 5,09 | 12,93 | 3,83 |
| 2004 | 2,06 | 7,42 | 446 | 0,85 | 4,06 | 529 | 3,36 | 16,14 | 4,88 |
| 2005 | 3,58 | 10,48 | 294 | 1,48 | 5,43 | 368 | 5,05 | 12,47 | 5,15 |
| 2006 | 3,09 | 11,87 | 389 | 2,02 | 9,25 | 461 | 2,62 | 19,14 | 9,86 |
| 2007 | 2,53 | 14,29 | 566 | 1,23 | 7,52 | 614 | 6,77 | 20,44 | 7,92 |
| 2008 | 3,05 | 17,10 | 561 | 1,60 | 10,77 | 673 | 6,34 | 22,97 | 6,57 |
| 2009 | 2,94 | 12,87 | 437 | 0,69 | 3,75 | 551 | 9,12 | 18,05 | 4,28 |
| 2010 | 2,03 | 12,79 | 629 | 0,25 | 1,78 | 699 | 11,01 | 21,96 | 3,59 |
| 2011 | 1,67 | 6,74 | 439 | 0,44 | 2,11 | 497 | 4,63 | 18,92 | 5,75 |
| 2012 | 1,66 | 2,55 | 153 | 0,34 | 0,60 | 175 | 1,95 | 2,99 | 0,92 |
| 2014 | 2,21 | 8,48 | 383 | 0,19 | 0,75 | 404 | 7,73 | 11,97 | 1,60 |
| 2015 | 1,41 | 9,48 | 673 | 0,62 | 4,47 | 719 | 5,00 | 18,33 | 4,20 |
| 2016 | 2,11 | 10,06 | 476 | 0,29 | 1,56 | 535 | 8,50 | 19,15 | 2,17 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2017 | 1,83 | 6,42 | 351 | 0,30 | 1,20 | 406 | 5,22 | 16,19 | 1,94 |
| 2018 | 1,52 | 12,40 | 814 | 0,34 | 2,95 | 876 | 9,44 | 17,14 | 2,96 |
| Media | 2,45 | 10,23 | 445 | 0,99 | 4,68 | 514 | 5,55 | 16,73 | 6,14 |

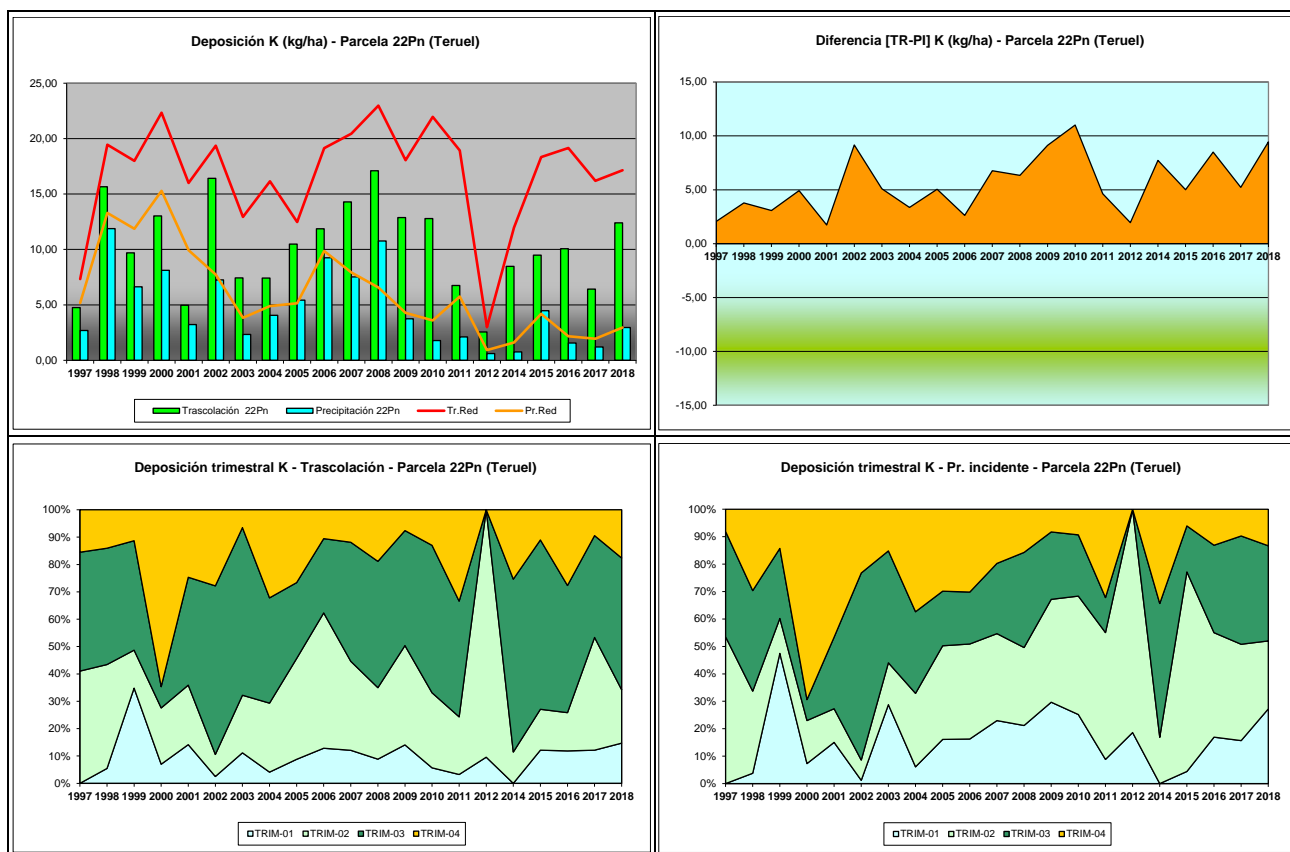


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 2,27 | 8,07 | 355 | 1,58 | 6,69 | 424 | 1,38 | 7,29 | 5,16 |
| 1998 | 2,39 | 6,03 | 252 | 1,28 | 3,92 | 306 | 2,11 | 6,91 | 4,05 |
| 1999 | 4,67 | 17,85 | 382 | 1,51 | 7,19 | 477 | 10,66 | 10,77 | 6,68 |
| 2000 | 2,30 | 9,77 | 428 | 1,24 | 6,30 | 507 | 3,47 | 10,94 | 7,70 |
| 2001 | 3,05 | 8,15 | 274 | 1,59 | 5,17 | 334 | 2,98 | 8,58 | 6,22 |
| 2002 | 3,43 | 16,27 | 474 | 2,18 | 12,07 | 553 | 4,20 | 12,23 | 9,40 |
| 2003 | 3,09 | 17,51 | 567 | 3,07 | 20,78 | 677 | -3,27 | 23,45 | 26,64 |
| 2004 | 5,51 | 19,90 | 446 | 5,95 | 28,46 | 529 | -8,56 | 18,95 | 20,04 |
| 2005 | 5,13 | 15,04 | 294 | 3,34 | 12,28 | 368 | 2,77 | 11,17 | 9,81 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2006 | 5,24 | 20,13 | 389 | 3,93 | 17,97 | 461 | 2,16 | 17,51 | 16,49 |
| 2007 | 3,59 | 20,27 | 566 | 3,00 | 18,31 | 614 | 1,97 | 18,16 | 14,99 |
| 2008 | 3,49 | 19,55 | 561 | 2,91 | 19,61 | 673 | -0,05 | 14,94 | 12,47 |
| 2009 | 3,35 | 14,64 | 437 | 2,54 | 13,91 | 551 | 0,73 | 10,43 | 6,81 |
| 2010 | 1,65 | 10,36 | 629 | 1,04 | 7,30 | 699 | 3,06 | 11,50 | 7,59 |
| 2011 | 2,15 | 8,68 | 439 | 1,11 | 5,30 | 497 | 3,39 | 11,32 | 6,29 |
| 2012 | 3,02 | 4,63 | 153 | 2,01 | 3,53 | 175 | 1,11 | 3,22 | 2,60 |
| 2014 | 2,57 | 9,85 | 383 | 1,31 | 5,30 | 404 | 4,55 | 8,57 | 5,86 |
| 2015 | 2,87 | 19,30 | 673 | 2,38 | 17,13 | 719 | 2,17 | 15,19 | 12,39 |
| 2016 | 3,51 | 16,72 | 476 | 2,29 | 12,28 | 535 | 4,44 | 14,34 | 8,83 |
| 2017 | 4,64 | 16,29 | 351 | 2,58 | 10,47 | 406 | 5,82 | 13,71 | 10,82 |
| 2018 | 2,24 | 18,19 | 814 | 1,40 | 12,27 | 876 | 5,93 | 13,15 | 9,58 |
| Media | 3,34 | 14,15 | 445 | 2,30 | 11,72 | 514 | 2,43 | 12,49 | 10,02 |

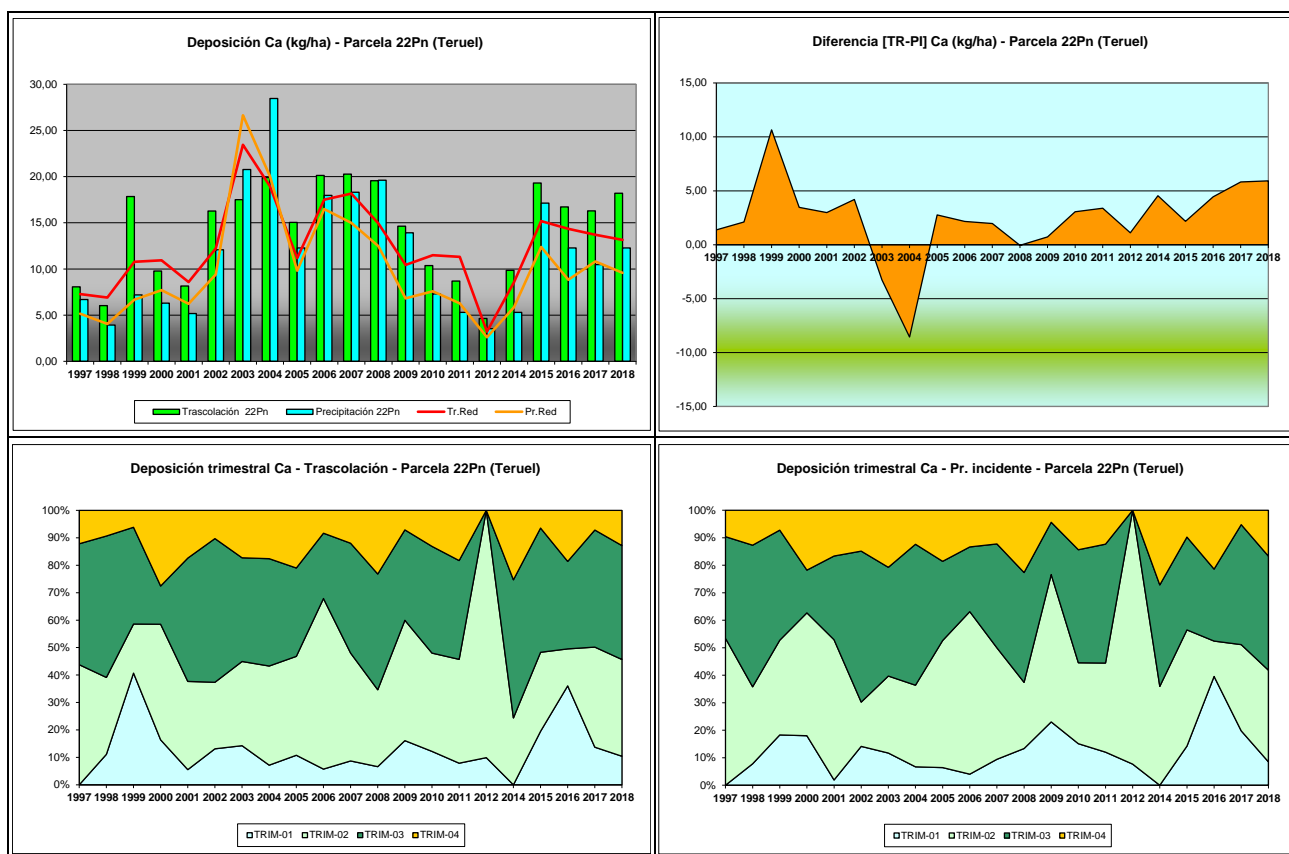
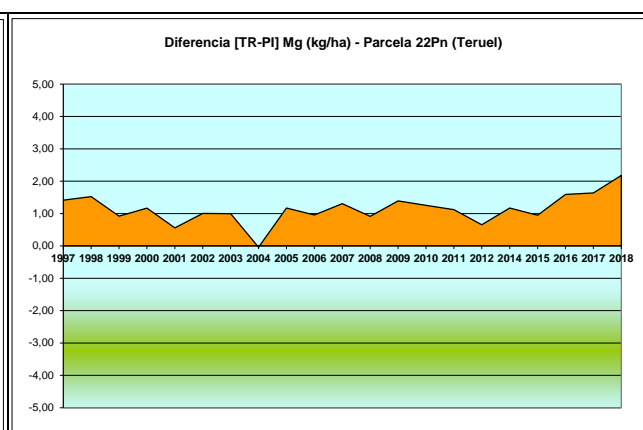
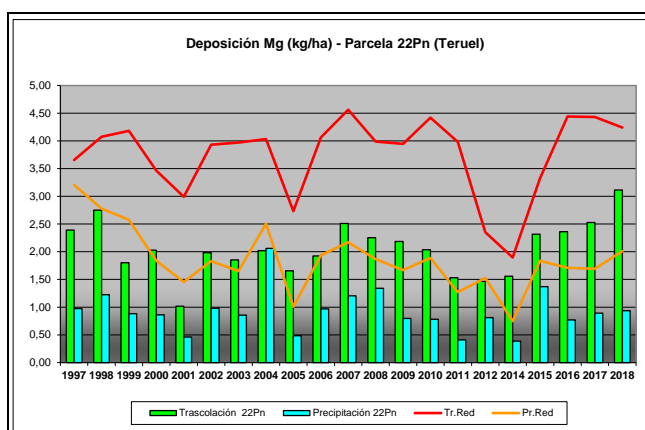


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,67 | 2,39 | 355 | 0,23 | 0,98 | 424 | 1,41 | 3,66 | 3,20 |
| 1998 | 1,09 | 2,75 | 252 | 0,40 | 1,23 | 306 | 1,52 | 4,07 | 2,78 |
| 1999 | 0,47 | 1,80 | 382 | 0,19 | 0,88 | 477 | 0,92 | 4,18 | 2,58 |
| 2000 | 0,48 | 2,03 | 428 | 0,17 | 0,86 | 507 | 1,17 | 3,46 | 1,84 |
| 2001 | 0,38 | 1,02 | 274 | 0,15 | 0,46 | 334 | 0,56 | 2,99 | 1,45 |
| 2002 | 0,42 | 1,98 | 474 | 0,22 | 0,98 | 553 | 1,00 | 3,93 | 1,83 |
| 2003 | 0,33 | 1,85 | 567 | 0,13 | 0,86 | 677 | 1,00 | 3,97 | 1,65 |
| 2004 | 0,56 | 2,02 | 446 | 0,43 | 2,06 | 529 | -0,04 | 4,03 | 2,51 |
| 2005 | 0,56 | 1,66 | 294 | 0,17 | 0,49 | 368 | 1,17 | 2,73 | 1,01 |
| 2006 | 0,50 | 1,92 | 389 | 0,23 | 0,97 | 461 | 0,96 | 4,06 | 1,94 |
| 2007 | 0,44 | 2,51 | 566 | 0,20 | 1,21 | 614 | 1,31 | 4,56 | 2,17 |
| 2008 | 0,40 | 2,25 | 561 | 0,20 | 1,34 | 673 | 0,91 | 3,99 | 1,87 |
| 2009 | 0,50 | 2,19 | 437 | 0,15 | 0,80 | 551 | 1,39 | 3,95 | 1,67 |
| 2010 | 0,32 | 2,04 | 629 | 0,11 | 0,78 | 699 | 1,25 | 4,42 | 1,89 |
| 2011 | 0,38 | 1,53 | 439 | 0,08 | 0,41 | 497 | 1,12 | 3,98 | 1,27 |
| 2012 | 0,96 | 1,46 | 153 | 0,46 | 0,81 | 175 | 0,65 | 2,35 | 1,52 |
| 2014 | 0,41 | 1,56 | 383 | 0,10 | 0,39 | 404 | 1,17 | 1,90 | 0,75 |
| 2015 | 0,34 | 2,32 | 673 | 0,19 | 1,37 | 719 | 0,95 | 3,32 | 1,84 |
| 2016 | 0,50 | 2,36 | 476 | 0,14 | 0,77 | 535 | 1,59 | 4,44 | 1,71 |
| 2017 | 0,72 | 2,53 | 351 | 0,22 | 0,89 | 406 | 1,64 | 4,43 | 1,69 |
| 2018 | 0,38 | 3,11 | 814 | 0,11 | 0,94 | 876 | 2,18 | 4,24 | 2,01 |
| Media | 0,52 | 2,06 | 445 | 0,20 | 0,93 | 514 | 1,13 | 3,75 | 1,86 |



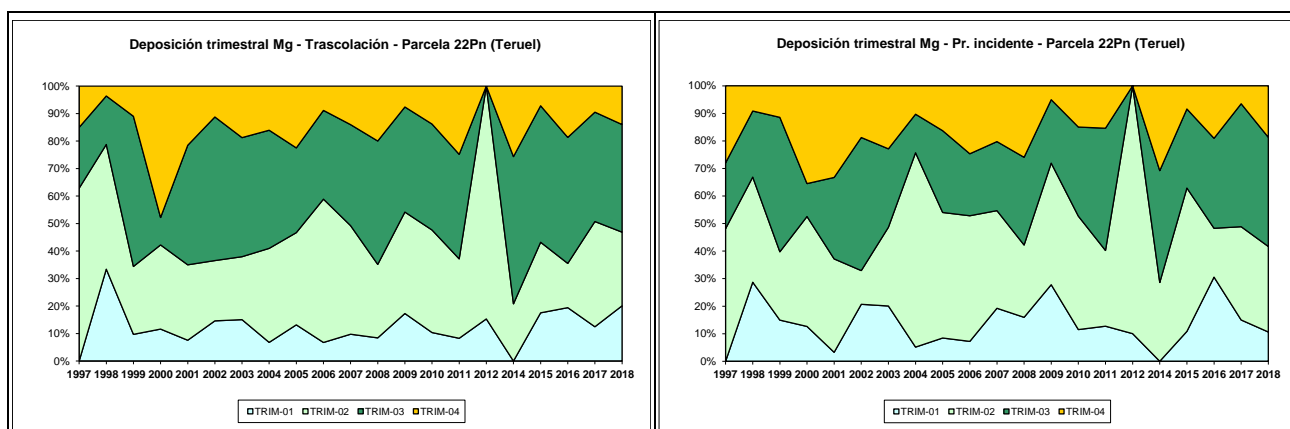


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

| Año | Trascalación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 1,30 | 4,62 | 355 | 0,41 | 1,74 | 424 | 2,88 | 6,07 | 6,65 |
| 1998 | 1,55 | 3,90 | 252 | 1,24 | 3,80 | 306 | 0,10 | 11,74 | 10,50 |
| 1999 | 1,54 | 5,87 | 382 | 1,12 | 5,36 | 477 | 0,51 | 19,31 | 13,85 |
| 2000 | 1,01 | 4,31 | 428 | 0,88 | 4,48 | 507 | -0,17 | 18,12 | 13,02 |
| 2001 | 0,81 | 2,16 | 274 | 0,54 | 1,76 | 334 | 0,40 | 18,38 | 12,14 |
| 2002 | 2,67 | 12,64 | 474 | 2,30 | 12,72 | 553 | -0,08 | 28,50 | 18,75 |
| 2003 | 0,90 | 5,06 | 567 | 0,74 | 5,02 | 677 | 0,04 | 22,49 | 12,86 |
| 2004 | 1,57 | 5,68 | 446 | 1,06 | 5,06 | 529 | 0,62 | 22,85 | 13,75 |
| 2005 | 1,12 | 3,28 | 294 | 0,70 | 2,58 | 368 | 0,70 | 14,42 | 7,16 |
| 2006 | 1,64 | 6,29 | 389 | 1,49 | 6,79 | 461 | -0,49 | 24,17 | 16,07 |
| 2007 | 0,84 | 4,74 | 566 | 0,61 | 3,70 | 614 | 1,04 | 23,14 | 14,21 |
| 2008 | 0,77 | 4,34 | 561 | 0,64 | 4,30 | 673 | 0,04 | 19,63 | 11,01 |
| 2009 | 0,83 | 3,63 | 437 | 0,56 | 3,04 | 551 | 0,59 | 22,09 | 12,27 |
| 2010 | 0,64 | 4,05 | 629 | 0,40 | 2,82 | 699 | 1,22 | 24,37 | 13,76 |
| 2011 | 0,88 | 3,54 | 439 | 0,26 | 1,24 | 497 | 2,30 | 20,72 | 5,97 |
| 2012 | 0,70 | 1,08 | 153 | 0,40 | 0,70 | 175 | 0,38 | 4,35 | 2,86 |
| 2014 | 0,73 | 2,79 | 383 | 0,52 | 2,09 | 404 | 0,70 | 6,77 | 4,55 |
| 2015 | 0,57 | 3,85 | 673 | 0,45 | 3,25 | 719 | 0,60 | 15,27 | 11,59 |
| 2016 | 1,23 | 5,87 | 476 | 0,45 | 2,40 | 535 | 3,47 | 22,84 | 11,19 |
| 2017 | 1,20 | 4,22 | 351 | 0,63 | 2,58 | 406 | 1,64 | 19,35 | 10,47 |
| 2018 | 0,69 | 5,60 | 814 | 0,40 | 3,50 | 876 | 2,10 | 22,61 | 14,29 |
| Media | 1,10 | 4,64 | 445 | 0,75 | 3,76 | 514 | 0,89 | 18,44 | 11,28 |

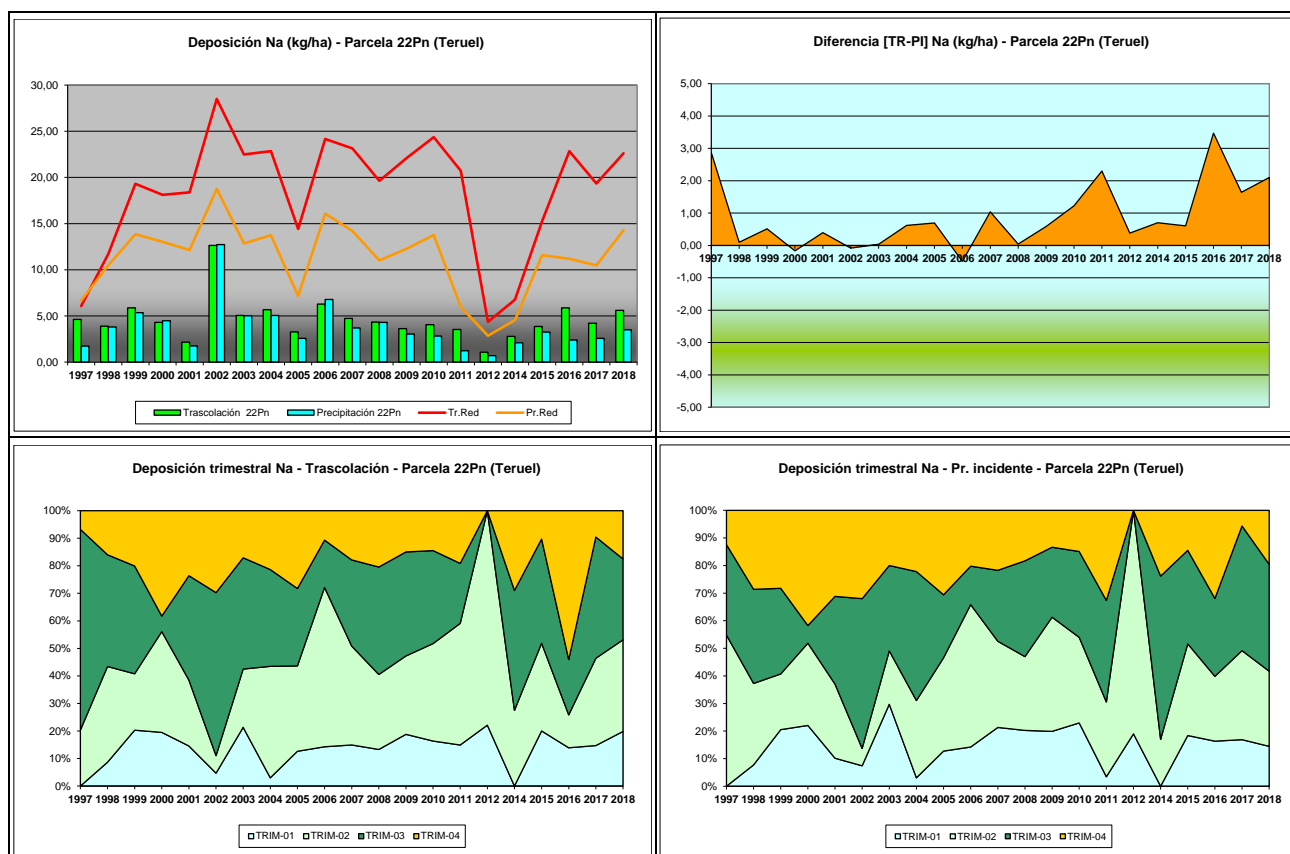


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio.

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

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2015 | 0,91 | 6,10 | 673 | 0,67 | 4,81 | 719 | 1,30 | 5,30 | 6,04 |
| 2016 | 0,90 | 4,30 | 476 | 0,71 | 3,82 | 535 | 0,48 | 5,94 | 4,26 |
| 2017 | 0,59 | 2,08 | 351 | 0,24 | 0,98 | 406 | 1,10 | 2,40 | 1,52 |
| 2018 | 0,23 | 1,91 | 814 | 0,22 | 1,95 | 876 | -0,04 | 2,79 | 2,39 |
| Media | 0,56 | 2,32 | 445 | 0,44 | 2,17 | 514 | 0,15 | 3,15 | 3,49 |

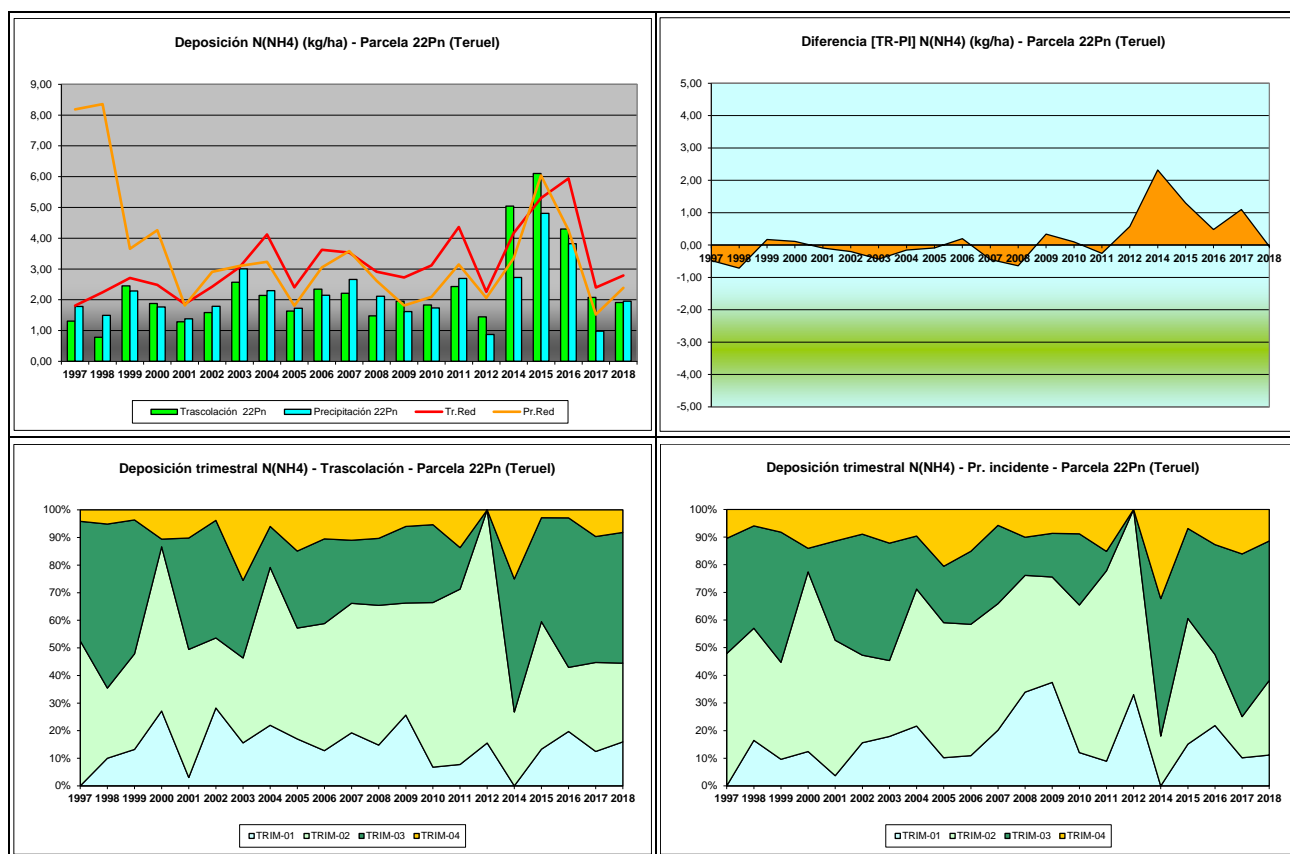


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,78 | 2,76 | 355 | 0,80 | 3,39 | 424 | -0,63 | 10,88 | 10,93 |
| 1998 | 1,84 | 4,63 | 252 | 0,76 | 2,33 | 306 | 2,30 | 19,88 | 16,27 |
| 1999 | 2,25 | 8,60 | 382 | 0,87 | 4,16 | 477 | 4,43 | 36,56 | 23,56 |
| 2000 | 1,28 | 5,43 | 428 | 0,54 | 2,72 | 507 | 2,71 | 28,62 | 15,70 |
| 2001 | 1,71 | 4,58 | 274 | 0,63 | 2,06 | 334 | 2,51 | 32,37 | 19,20 |
| 2002 | 3,09 | 14,66 | 474 | 2,96 | 16,38 | 553 | -1,72 | 44,79 | 24,88 |
| 2003 | 2,02 | 11,32 | 567 | 3,07 | 20,67 | 677 | -9,35 | 39,97 | 31,89 |
| 2004 | 3,18 | 12,82 | 446 | 6,82 | 36,10 | 529 | -23,28 | 47,45 | 37,43 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2005 | 4,42 | 13,01 | 294 | 4,66 | 17,15 | 368 | -4,14 | 28,61 | 21,76 |
| 2006 | 4,05 | 15,64 | 389 | 5,97 | 27,36 | 461 | -11,72 | 49,90 | 41,76 |
| 2007 | 2,76 | 15,60 | 566 | 3,38 | 20,75 | 614 | -5,16 | 45,78 | 37,79 |
| 2008 | 3,29 | 18,44 | 561 | 5,18 | 34,89 | 673 | -16,45 | 40,90 | 30,60 |
| 2009 | 2,21 | 9,64 | 437 | 1,86 | 10,18 | 551 | -0,55 | 45,08 | 25,80 |
| 2010 | 1,22 | 7,70 | 629 | 0,72 | 5,01 | 699 | 2,68 | 41,17 | 21,32 |
| 2011 | 0,93 | 3,29 | 439 | 0,38 | 1,58 | 497 | 1,71 | 29,44 | 13,12 |
| 2012 | 1,82 | 2,80 | 153 | 0,74 | 1,29 | 175 | 1,50 | 11,34 | 5,87 |
| 2014 | 1,41 | 5,39 | 383 | 0,52 | 2,10 | 404 | 3,29 | 5,78 | 2,90 |
| 2015 | 0,81 | 5,43 | 673 | 0,47 | 3,39 | 719 | 2,03 | 24,25 | 15,25 |
| 2016 | 1,13 | 5,38 | 476 | 0,44 | 2,37 | 535 | 3,01 | 37,19 | 18,03 |
| 2017 | 1,66 | 5,84 | 351 | 0,72 | 2,91 | 406 | 2,92 | 29,16 | 15,38 |
| 2018 | 1,91 | 15,51 | 814 | 0,35 | 3,05 | 876 | 12,46 | 40,34 | 21,30 |
| Media | 2,08 | 8,97 | 445 | 1,99 | 10,47 | 514 | -1,50 | 32,83 | 21,46 |

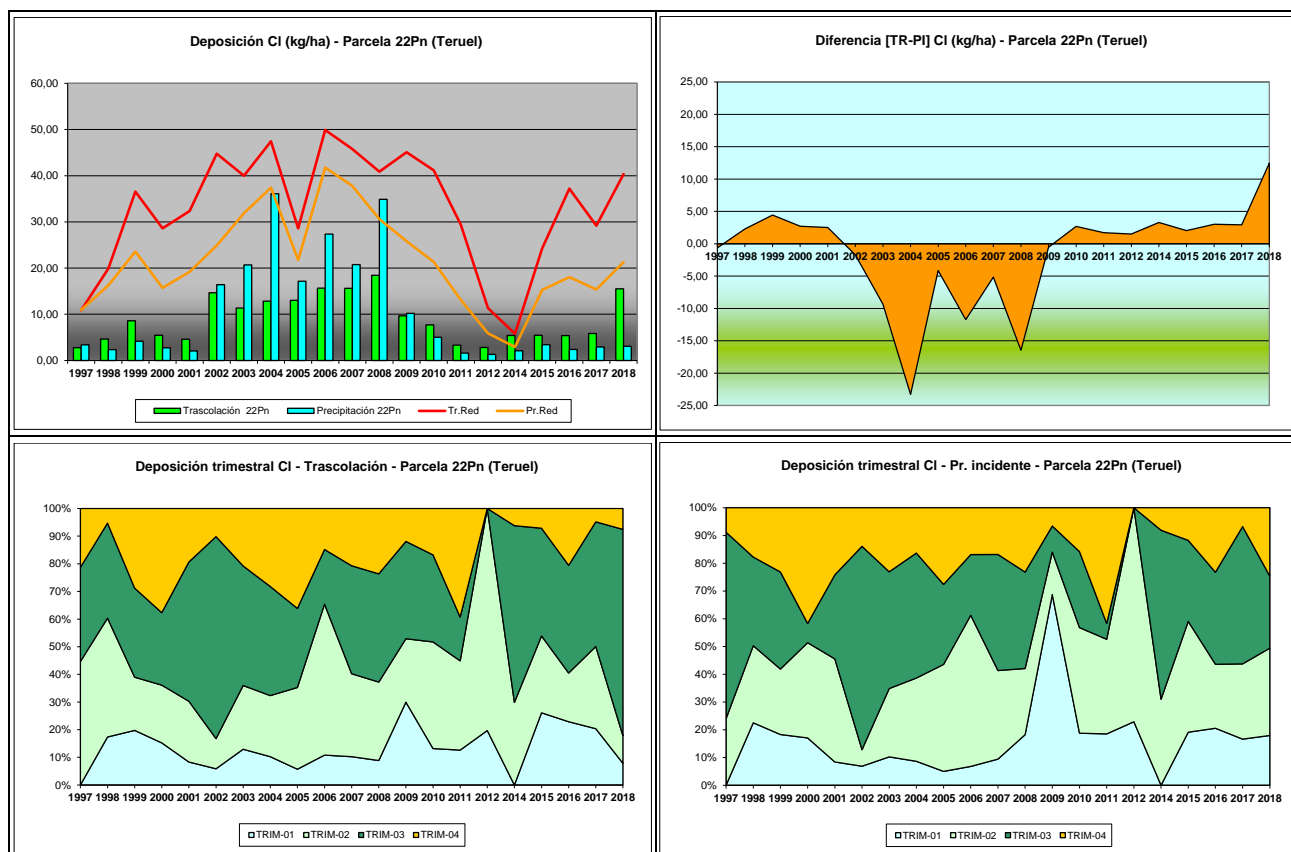
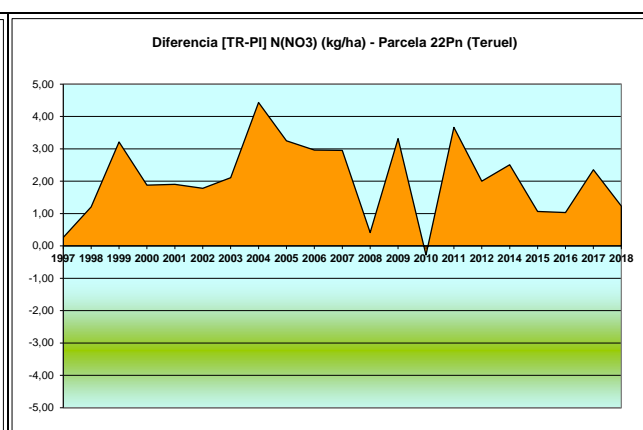
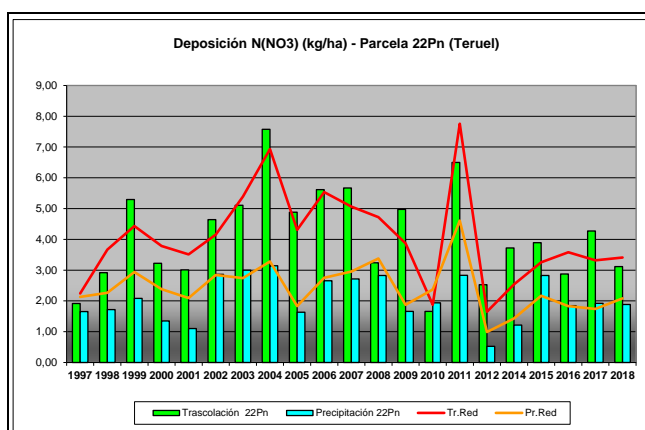


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,54 | 1,92 | 355 | 0,39 | 1,66 | 424 | 0,26 | 2,24 | 2,13 |
| 1998 | 1,16 | 2,92 | 252 | 0,56 | 1,72 | 306 | 1,20 | 3,67 | 2,27 |
| 1999 | 1,39 | 5,30 | 382 | 0,44 | 2,09 | 477 | 3,21 | 4,43 | 2,94 |
| 2000 | 0,76 | 3,22 | 428 | 0,27 | 1,35 | 507 | 1,88 | 3,79 | 2,38 |
| 2001 | 1,13 | 3,01 | 274 | 0,39 | 1,11 | 334 | 1,90 | 3,51 | 2,09 |
| 2002 | 1,05 | 4,64 | 474 | 0,52 | 2,86 | 553 | 1,78 | 4,15 | 2,84 |
| 2003 | 0,91 | 5,11 | 567 | 0,45 | 3,00 | 677 | 2,11 | 5,39 | 2,74 |
| 2004 | 1,88 | 7,57 | 446 | 0,59 | 3,14 | 529 | 4,43 | 6,93 | 3,28 |
| 2005 | 1,66 | 4,88 | 294 | 0,44 | 1,63 | 368 | 3,25 | 4,31 | 1,83 |
| 2006 | 1,46 | 5,62 | 389 | 0,58 | 2,66 | 461 | 2,96 | 5,54 | 2,75 |
| 2007 | 1,00 | 5,67 | 566 | 0,44 | 2,72 | 614 | 2,95 | 5,06 | 2,96 |
| 2008 | 0,58 | 3,24 | 561 | 0,42 | 2,83 | 673 | 0,41 | 4,72 | 3,38 |
| 2009 | 1,29 | 4,97 | 437 | 0,34 | 1,66 | 551 | 3,32 | 3,87 | 1,87 |
| 2010 | 0,49 | 1,66 | 629 | 0,28 | 1,94 | 699 | -0,28 | 1,87 | 2,37 |
| 2011 | 1,84 | 6,50 | 439 | 0,68 | 2,83 | 497 | 3,66 | 7,76 | 4,61 |
| 2012 | 1,65 | 2,53 | 153 | 0,30 | 0,53 | 175 | 2,00 | 1,65 | 0,99 |
| 2014 | 0,97 | 3,72 | 383 | 0,30 | 1,21 | 404 | 2,51 | 2,54 | 1,43 |
| 2015 | 0,58 | 3,89 | 673 | 0,39 | 2,83 | 719 | 1,06 | 3,25 | 2,17 |
| 2016 | 0,60 | 2,88 | 476 | 0,35 | 1,85 | 535 | 1,03 | 3,58 | 1,83 |
| 2017 | 1,22 | 4,27 | 351 | 0,47 | 1,92 | 406 | 2,35 | 3,32 | 1,74 |
| 2018 | 0,38 | 3,11 | 814 | 0,21 | 1,88 | 876 | 1,23 | 3,41 | 2,08 |
| Media | 1,07 | 4,12 | 445 | 0,42 | 2,07 | 514 | 2,06 | 4,05 | 2,41 |



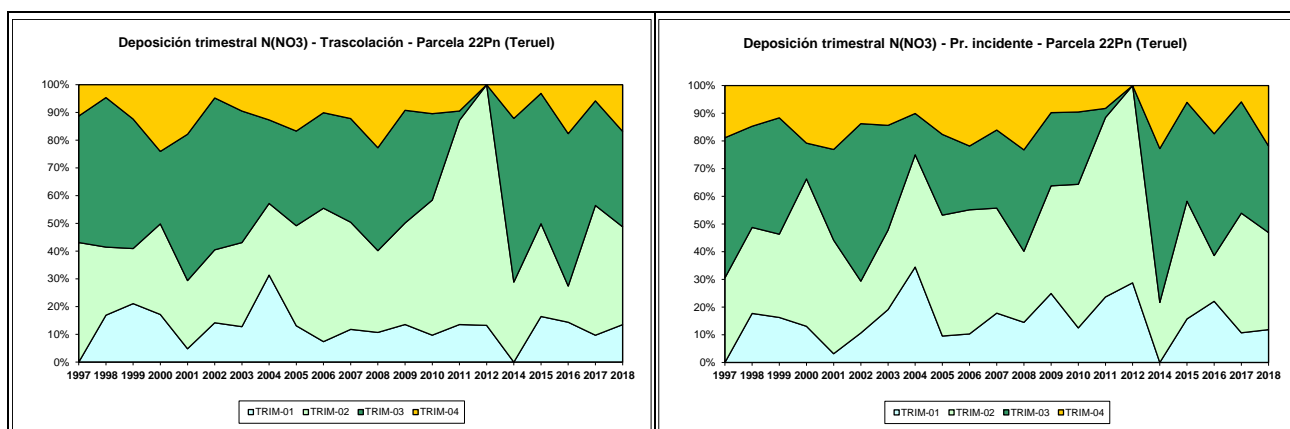


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos.

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

| Año | Trascalación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,79 | 2,79 | 355 | 0,68 | 2,89 | 424 | -0,10 | 3,00 | 3,70 |
| 1998 | 1,15 | 2,90 | 252 | 0,89 | 2,72 | 306 | 0,18 | 5,81 | 5,79 |
| 1999 | 1,36 | 5,21 | 382 | 0,75 | 3,59 | 477 | 1,62 | 7,17 | 6,35 |
| 2000 | 0,55 | 2,34 | 428 | 0,34 | 1,74 | 507 | 0,60 | 6,42 | 4,57 |
| 2001 | 1,23 | 3,28 | 274 | 0,73 | 2,39 | 334 | 0,89 | 5,68 | 4,11 |
| 2002 | 1,26 | 5,95 | 474 | 0,97 | 5,35 | 553 | 0,60 | 7,73 | 6,07 |
| 2003 | 0,73 | 4,09 | 567 | 0,60 | 4,06 | 677 | 0,02 | 6,85 | 4,80 |
| 2004 | 1,52 | 6,12 | 446 | 1,00 | 5,31 | 529 | 0,81 | 8,72 | 5,84 |
| 2005 | 1,32 | 3,89 | 294 | 0,69 | 2,52 | 368 | 1,37 | 4,69 | 3,12 |
| 2006 | 1,33 | 5,14 | 389 | 0,87 | 3,96 | 461 | 1,18 | 6,80 | 4,69 |
| 2007 | 1,01 | 5,69 | 566 | 0,70 | 4,27 | 614 | 1,41 | 7,24 | 5,12 |
| 2008 | 0,69 | 3,86 | 561 | 0,34 | 2,32 | 673 | 1,54 | 4,49 | 2,61 |
| 2009 | 0,88 | 3,83 | 437 | 0,66 | 3,60 | 551 | 0,23 | 4,67 | 3,32 |
| 2010 | 0,31 | 1,92 | 629 | 0,25 | 1,72 | 699 | 0,20 | 4,27 | 2,88 |
| 2011 | 0,69 | 2,43 | 439 | 0,51 | 2,11 | 497 | 0,32 | 5,93 | 4,57 |
| 2012 | 0,81 | 1,25 | 153 | 0,49 | 0,85 | 175 | 0,39 | 1,84 | 1,35 |
| 2014 | 0,43 | 1,63 | 383 | 0,35 | 1,43 | 404 | 0,20 | 2,14 | 2,00 |
| 2015 | 0,39 | 2,62 | 673 | 0,34 | 2,43 | 719 | 0,19 | 3,56 | 2,95 |
| 2016 | 0,45 | 2,17 | 476 | 0,41 | 2,20 | 535 | -0,04 | 4,08 | 2,76 |
| 2017 | 0,61 | 2,14 | 351 | 0,44 | 1,78 | 406 | 0,36 | 4,28 | 2,71 |
| 2018 | 0,33 | 2,66 | 814 | 0,24 | 2,09 | 876 | 0,57 | 4,28 | 3,39 |
| Media | 0,85 | 3,42 | 445 | 0,58 | 2,83 | 514 | 0,60 | 5,22 | 3,94 |

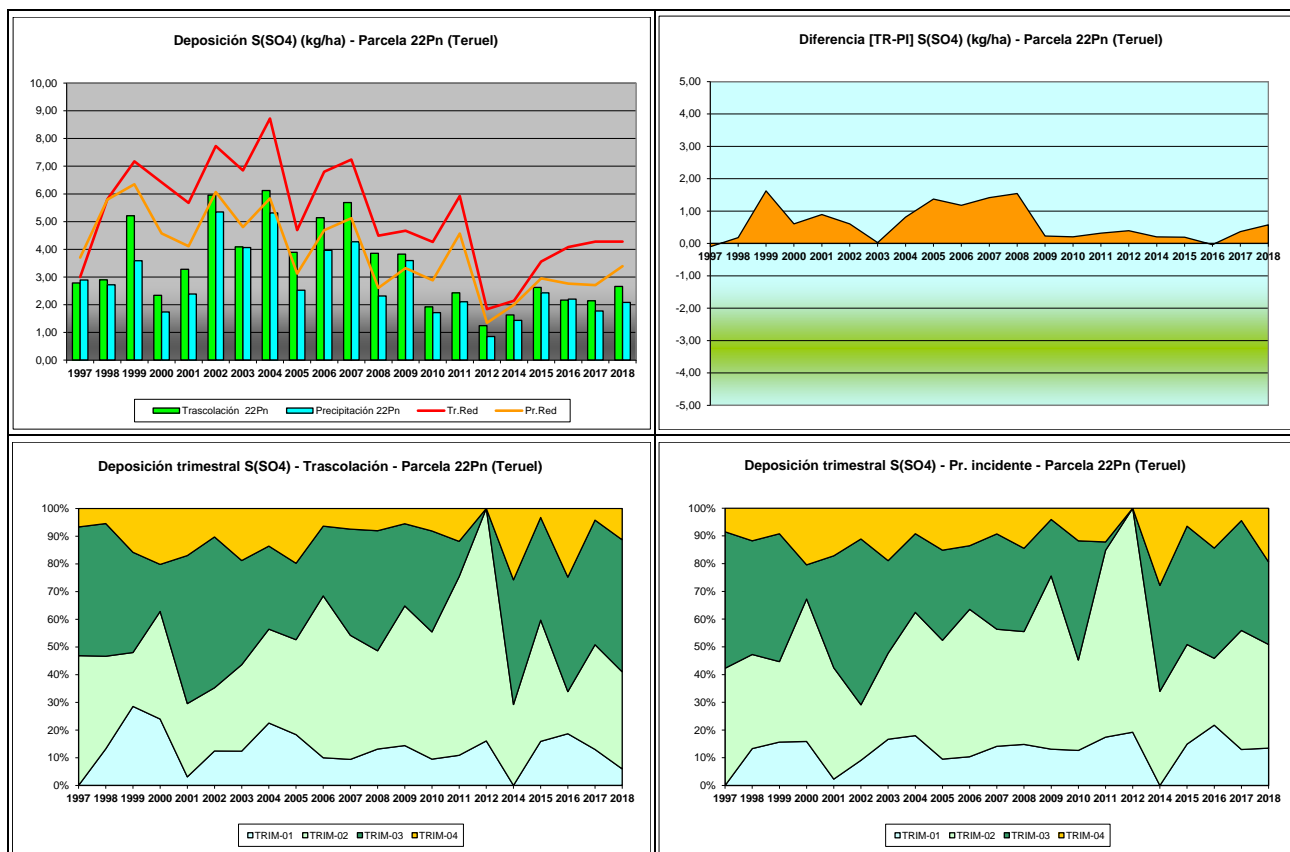


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Interpretación de resultados.

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

Se observan valores de **pH** ligeramente superiores a la media de la red, y una mayor acidez en la deposición bajo cubierta que a campo abierto, acidificándose ligeramente la deposición a lo largo del último trienio. La presencia de valores próximos a lo que podría considerarse lluvia ácida es inferior a la de otras parcelas, advirtiéndose de forma salpicada en 1998 y 2012, con un repunte a lo largo del último año, particularmente marcado en la deposición a campo abierto. El valor de la intercepción bajo cubierta arbórea es relativamente bajo y se sitúa en torno a valores del 14%. Al igual que en otras parcelas, se supera el episodio de sequía del año anterior, obteniéndose 876 mm, el mayor valor de la serie.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores generalmente por debajo del resto de la Red a lo largo de la serie de años junto con mayores valores en la serie de trascolución debido a la incidencia del depósito sobre la cubierta arbórea, junto con una tendencia decreciente de la serie de datos desde los máximos de 2004. En la presente revisión se advierte una reducción en el valor del parámetro, que la sitúa en el umbral inferior de la serie, y que podría venir motivada por una mayor dilución de las muestras obtenidas como consecuencia de una mayor precipitación.

En cuanto al **potasio**, presenta también en general valores por debajo de la media nacional, obteniéndose los mayores valores en 1998, 2002 y 2008, momento a partir del cual las tasas de deposición van disminuyendo, para empezar a incrementarse desde 2014, sobre todo por lo que se refiere a la

trascolación, superándose los 10 kg/ha. Los depósitos bajo cubierta arbórea son, en todas las ocasiones, superiores a los obtenidos a campo abierto, lo que indicaría el papel jugado por la deposición seca.

El **calcio** presenta las mayores tasas en torno al bienio 2003-2004, con mayores depósitos a campo abierto, alcanzándose en los últimos años tasas comparativamente elevadas, superándose los 15 kg/ha, en niveles propios de cinco años atrás, y por encima del valor medio de la red, en una tendencia ya apuntada en revisiones anteriores, sin que se adviertan grandes diferencias entre las deposiciones bajo cubierta y a campo abierto, decantadas casi siempre a favor de las primeras.

Por lo que respecta al **magnesio**, elemento también terrígeno, las tasas obtenidas han sido en general bajas, en el entorno de los 2 kg/ha y siempre por debajo de los valores medios de la red, y al igual que en el soluto anterior, con incremento con respecto a la anterior evaluación, de forma que la trascolación alcanza el valor máximo de la serie, superando los 3 kg/ha; en una tendencia ya apuntada en años anteriores. Como en otros contaminantes analizados, los depósitos bajo cubierta son superiores a los obtenidos a campo abierto.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores muy por debajo de la media de la Red, registrándose las mayores deposiciones en 2002, sin demasiadas variaciones entre trascolación y precipitación a campo abierto, fuera de una mayor tendencia a la concentración bajo cubierta. Tras la leve reducción del año precedente, se observa un ligero repunte en la línea de lo observado hace dos años, lejos sin embargo de los máximos históricos.

El **amonio**, contaminante ligado a la actividad agrícola y ganadera, ha venido presentando tasas comparativamente bajas y por lo normal inferiores a la media de la red. Tras el marcado incremento de este soluto en los últimos años, superándose incluso los aportes medios de la Red, en los dos últimos años se han reducido considerablemente las tasas hasta valores en torno a 2 kg/ha, lo que ha sido la tendencia normal en la parcela a lo largo de la serie de años estudiados, con un mayor incremento en la deposición a campo abierto. En el último periodo se registran también niveles claramente superiores bajo cubierta arbórea que a campo abierto, tendencia esta más difusa a lo largo del año anterior.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la influencia de la sal marina, las mayores tasas se han registrado en 2004-2008, generalmente por debajo de la media de la red, para ir reduciéndose paulatinamente a partir de entonces y tras registrar un ligero repunte en los últimos años, incrementarse considerablemente en la última campaña, donde la trascolación ha superado los 15 kg/ha. Por regla general se han obtenido mayores tasas a campo abierto que bajo la cubierta arbórea, posiblemente debido a la incidencia de la deposición seca.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general inferiores a la media de la Red, excepto en la trascolación de los años 1999, 2002, 2004, 2007, 2009, 2012, 2014 y 2017 en que se ha superado ese valor, que ha resultado ser siempre superior a las tasas obtenidas a campo abierto, posiblemente relacionado con los efectos de la deposición seca. En la presente revisión la deposición se ha reducido hasta el entorno de 2-3 kg/ha.

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

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

6. Calidad del aire. Inmisión.

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

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

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

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

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

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

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

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

| Año | Parcela | | | | Media Red | | | |
|------|---|---|---|-------------------------|---|---|---|-------------------------|
| | SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | O ₃ (ppb) | SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | NH ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | O ₃ (ppb) |
| 2000 | 1,72 | 1,12 | 1,52 | 39,65 | 2,45 | 2,91 | 2,49 | 34,34 |
| 2001 | 1,76 | 1,01 | 1,62 | 44,81 | 3,01 | 2,51 | 2,13 | 38,48 |
| 2002 | 0,78 | 0,25 | 1,24 | 36,14 | 0,95 | 0,75 | 1,57 | 32,70 |
| 2003 | 0,83 | 0,29 | 1,88 | 33,60 | 1,05 | 1,07 | 2,87 | 30,03 |
| 2004 | 1,38 | 0,34 | 1,59 | 28,64 | 1,47 | 1,34 | 2,69 | 25,36 |
| 2005 | | | | | | | | |
| 2006 | 1,26 | 0,33 | 0,73 | 31,42 | 1,41 | 1,27 | 1,12 | 27,74 |
| 2007 | 0,93 | 0,49 | 0,96 | 31,13 | 1,49 | 1,45 | 1,44 | 27,36 |
| 2008 | 0,86 | 0,69 | 0,57 | 31,68 | 0,82 | 1,32 | 0,93 | 27,18 |
| 2009 | 1,14 | 1,09 | 1,03 | 42,43 | 1,06 | 2,89 | 1,30 | 36,30 |
| 2010 | 1,05 | 1,06 | 0,68 | 40,62 | 1,29 | 3,38 | 1,00 | 37,54 |
| 2011 | 1,15 | | | | 1,50 | | 0,48 | |
| 2012 | 1,79 | 1,19 | 0,48 | 44,75 | 1,60 | 3,25 | 0,85 | 38,79 |
| 2014 | 0,87 | 1,48 | 0,87 | 34,79 | 1,44 | 3,35 | 1,11 | 29,51 |
| 2015 | 0,97 | 1,34 | 0,97 | 30,31 | 1,32 | 3,73 | 1,24 | 26,27 |
| 2016 | 0,82 | 1,16 | 1,01 | 33,29 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 2017 | 0,71 | 1,21 | 1,13 | 38,84 | 1,00 | 3,57 | 1,47 | 30,55 |

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

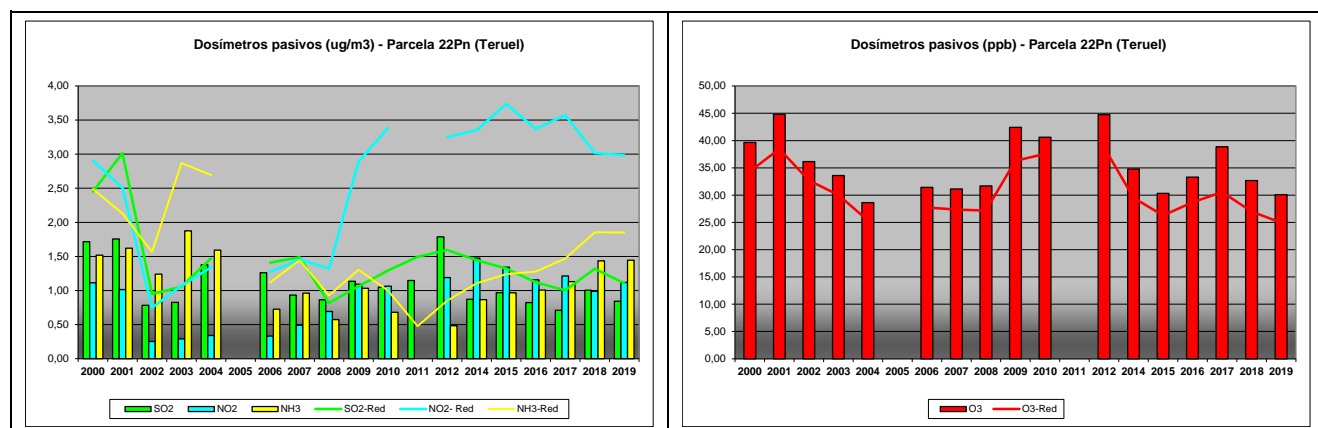


FIG 18: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, los valores de inmisión en la parcela 22Pn son en general inferiores a los habidos en el conjunto de la Red, destacando la reducción obtenida en las tasas de amoníaco a las que ha seguido un incremento en los óxidos de nitrógeno y el repunte de dióxido de azufre en 2012. En el tramo final de la serie se observa un incremento de los compuestos nitrogenados, particularmente el amoníaco, que van incrementándose paulatinamente mientras que el dióxido de azufre aumenta también pero de forma menos marcada. Por lo que respecta al ozono se advierte también una reducción respecto al pico de 2012 y 2017, situándose en el entorno de los 30 ppb.

7. Análisis foliar.

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

7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

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

| Año | Parcela | Provincia | Peso seco (g) 1000 acículas | MACRONUTRIENTES (mg/g MS) | | | | | | C (%) |
|-----------|----------------|-----------|-----------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|-------|
| | | | | N | S | P | Ca | Mg | K | |
| 1995-1996 | 22 Pn | Teruel | 33,00 | 10,78 | 1,03 | 0,96 | 4,08 | 1,88 | 4,62 | |
| | 27 Pn | Jaén | 33,00 | 9,89 | 0,85 | 1,23 | 2,70 | 1,48 | 8,30 | |
| | 42 Pn | Cuenca | 31,00 | 9,40 | 0,65 | 1,10 | 2,35 | 2,08 | 6,33 | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 32,33 | 10,02 | 0,84 | 1,10 | 3,04 | 1,81 | 6,42 | |
| 1997-1998 | 22 Pn | Teruel | | | | | | | | |
| | 27 Pn | Jaén | | | | | | | | |
| | 42 Pn | Cuenca | | | | | | | | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | | | | | | | | |
| 1999-2000 | 22 Pn | Teruel | 27,00 | 11,24 | 0,87 | 0,88 | 2,97 | 1,44 | 4,37 | |
| | 27 Pn | Jaén | 26,00 | 12,17 | 0,85 | 1,15 | 3,07 | 1,20 | 6,71 | |
| | 42 Pn | Cuenca | 32,00 | 9,35 | 0,69 | 0,94 | 1,92 | 1,53 | 3,80 | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 28,33 | 10,92 | 0,80 | 0,99 | 2,65 | 1,39 | 4,96 | |
| 2001-2002 | 22 Pn | Teruel | 26,00 | 9,66 | 0,91 | 0,88 | 2,54 | 1,46 | 3,90 | |
| | 27 Pn | Jaén | 34,00 | 10,57 | 0,84 | 1,16 | 2,79 | 1,13 | 6,88 | |
| | 42 Pn | Cuenca | 33,00 | 9,20 | 0,74 | 1,09 | 2,11 | 2,01 | 3,98 | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 31,00 | 9,81 | 0,83 | 1,04 | 2,48 | 1,53 | 4,92 | |
| 2003-2004 | 22 Pn | Teruel | 41,00 | 11,57 | 0,92 | 1,08 | 1,88 | 1,40 | 4,78 | |
| | 27 Pn | Jaén | 43,00 | 10,87 | 0,82 | 1,21 | 2,15 | 1,24 | 5,53 | |
| | 42 Pn | Cuenca | 47,00 | 9,87 | 0,76 | 0,99 | 1,56 | 1,72 | 4,10 | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 43,67 | 10,77 | 0,83 | 1,09 | 1,86 | 1,45 | 4,80 | |
| 2005-2006 | 22 Pn | Teruel | 28,00 | 9,60 | 0,96 | 0,85 | 2,82 | 1,37 | 4,65 | |
| | 27 Pn | Jaén | 31,00 | 10,90 | 0,97 | 1,16 | 3,40 | 1,35 | 6,47 | |
| | 42 Pn | Cuenca | 33,50 | 7,63 | 0,74 | 0,89 | 2,54 | 1,75 | 4,29 | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 30,83 | 9,37 | 0,89 | 0,97 | 2,92 | 1,49 | 5,14 | |
| 2007-2008 | 22 Pn | Teruel | 31,50 | 10,59 | 0,91 | 0,71 | 3,10 | 1,19 | 3,79 | |
| | 27 Pn | Jaén | 52,00 | 11,10 | 0,96 | 1,06 | 4,56 | 1,56 | 5,98 | |
| | 42 Pn | Cuenca | 30,50 | 8,41 | 0,82 | 0,83 | 3,19 | 1,82 | 3,61 | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 38,00 | 10,03 | 0,90 | 0,86 | 3,62 | 1,52 | 4,46 | |
| 2009-2010 | 22 Pn | Teruel | 44,00 | 10,39 | 1,27 | 1,00 | 5,35 | 1,85 | 5,62 | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 44,00 | 10,39 | 1,27 | 1,00 | 5,35 | 1,85 | 5,62 | |
| 2011-2012 | 22 Pn | Teruel | 37,59 | 10,28 | 1,08 | 0,85 | 4,04 | 1,50 | 4,43 | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 37,59 | 10,28 | 1,08 | 0,85 | 4,04 | 1,50 | 4,43 | |
| 2013-2014 | 22 Pn | Teruel | 43,18 | 11,23 | 0,91 | 0,77 | 4,18 | 1,63 | 3,48 | 54,12 |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 43,18 | 11,23 | 0,91 | 0,77 | 4,18 | 1,63 | 3,48 | 54,12 |
| 2015-2016 | 22 Pn | Teruel | 47,47 | 12,70 | 0,99 | 0,99 | 4,36 | 1,44 | 5,05 | 54,01 |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 47,47 | 12,70 | 0,99 | 0,99 | 4,36 | 1,44 | 5,05 | 54,01 |
| 2017-2018 | 22 Pn | Teruel | 42,54 | 9,80 | 0,62 | 0,83 | 3,87 | 1,27 | 4,34 | 53,05 |
| | <i>P.nigra</i> | Red | 42,54 | 9,80 | 0,62 | 0,83 | 3,87 | 1,27 | 4,34 | 53,05 |

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

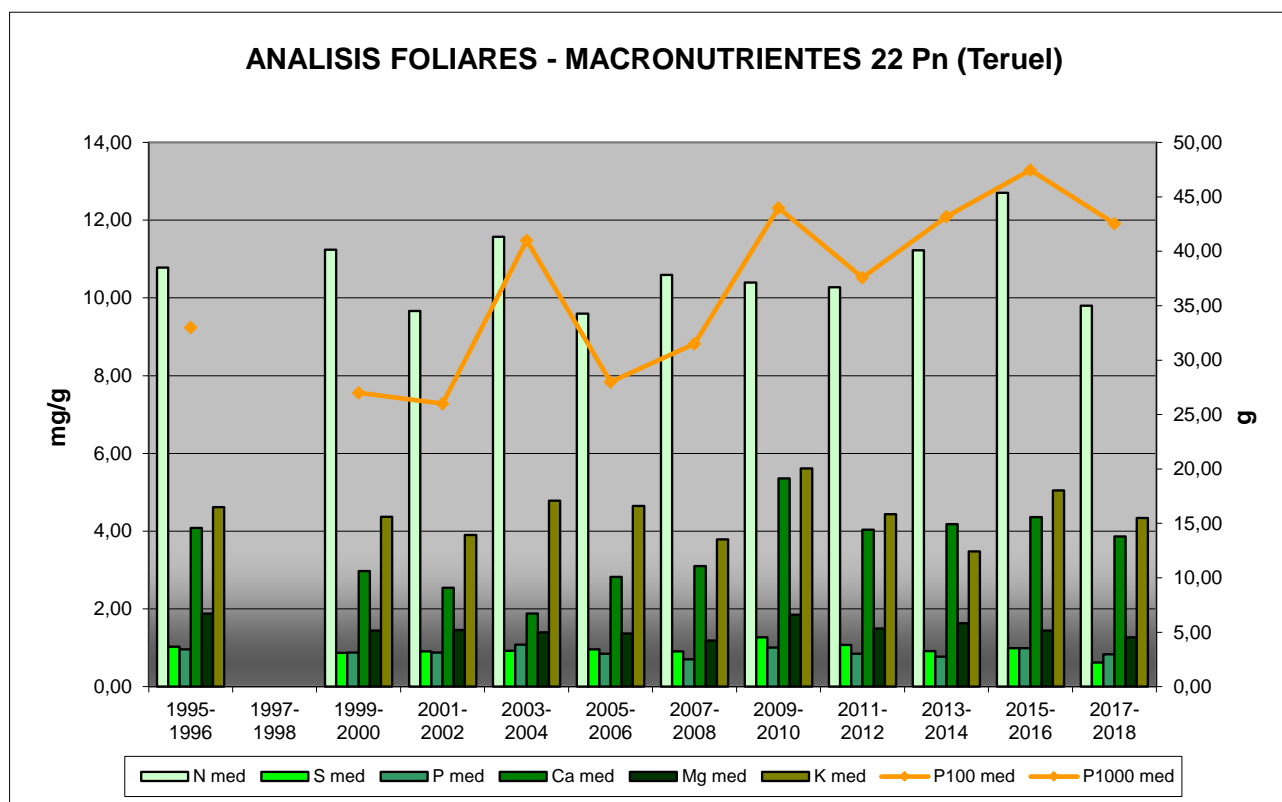


FIG. 19: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

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

| Año | Parcela | Provincia | MICRONUTRIENTES (µg/g MS) | | | | |
|-----------|----------------|-----------|---------------------------|-------|--------|--------|------|
| | | | Na | Zn | Mn | Fe | Cu |
| 1995-1996 | 22 Pn | Teruel | | 37,00 | 417,00 | 114,00 | |
| | 27 Pn | Jaén | | 38,00 | 269,00 | 62,00 | |
| | 42 Pn | Cuenca | | 25,00 | 60,00 | 47,00 | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | | 33,33 | 248,67 | 74,33 | |
| 1997-1998 | 22 Pn | Teruel | | | | | |
| | 27 Pn | Jaén | | | | | |
| | 42 Pn | Cuenca | | | | | |
| | <i>P.nigra</i> | Red | | | | | |
| 2013-2014 | 22 Pn | Teruel | | 36,89 | 173,94 | 96,18 | 2,50 |
| | <i>P.nigra</i> | Red | | 36,89 | 173,94 | 96,18 | 2,50 |
| 2015-2016 | 22 Pn | Teruel | | 34,51 | 151,80 | 92,05 | 3,27 |
| | <i>P.nigra</i> | Red | | 34,51 | 151,80 | 92,05 | 3,27 |
| 2017-2018 | 22 Pn | Teruel | | 31,32 | 118,42 | 92,86 | 3,58 |
| | <i>P.nigra</i> | Red | | 31,32 | 118,42 | 92,86 | 3,58 |

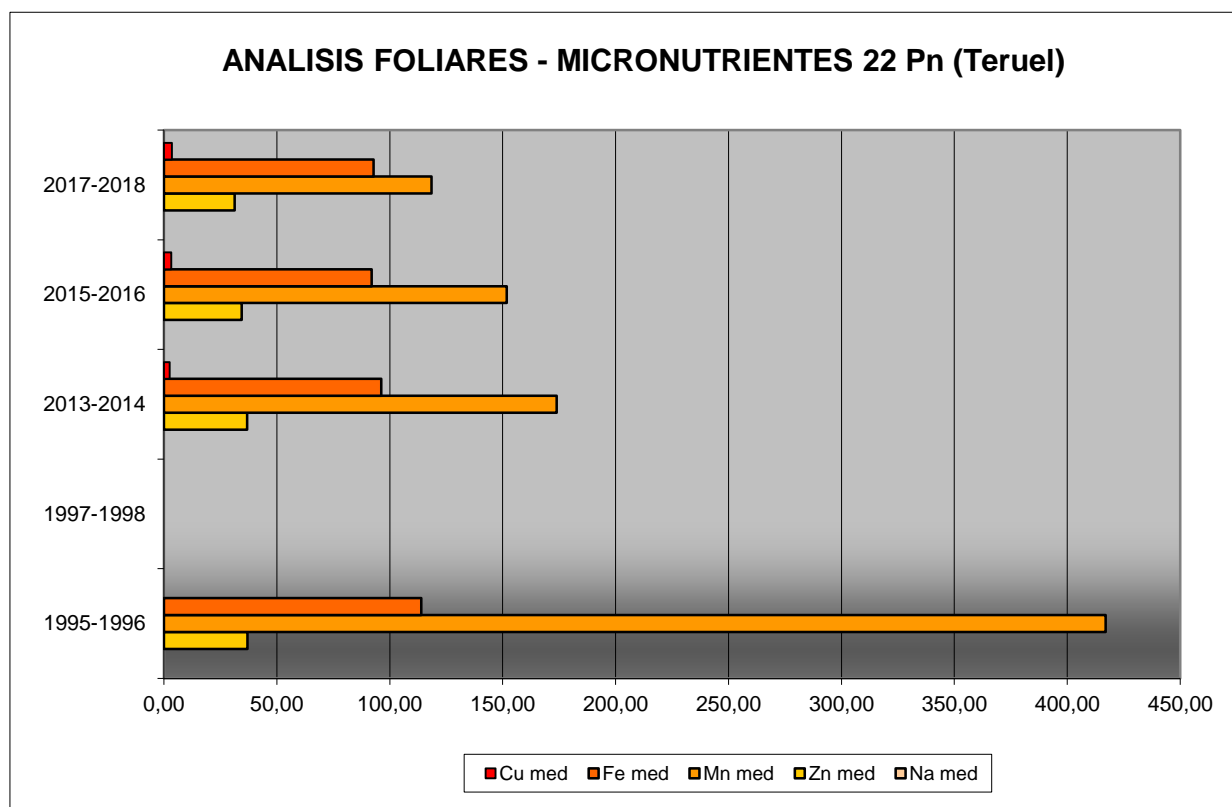


FIG 20: Evolución de micronutrientes ($\mu\text{g/g}$) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

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

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

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

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

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

8. Desfronde.

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

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

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

| Año | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
|------|----------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2005 | Hojas | 1.430 | 53,18 | 9,87 | 0,69 | 0,43 | 5,54 | 1,29 | 2,60 |
| | Ramillas | 180 | 52,44 | 8,89 | 0,49 | 0,19 | 12,88 | 0,77 | 0,69 |
| | Otras | 760 | 52,11 | 10,03 | 0,67 | 0,35 | 7,67 | 0,52 | 0,99 |
| 2006 | Hojas | 1.407 | 53,94 | 5,77 | 0,69 | 0,34 | 4,35 | 1,16 | 2,41 |
| | Ramillas | 301 | 53,33 | 4,25 | 0,66 | 0,22 | 8,43 | 0,54 | 1,06 |
| | Otras | 474 | 52,35 | 6,67 | 0,81 | 0,34 | 5,61 | 0,45 | 0,92 |
| 2007 | Hojas | 1.820 | 54,78 | 6,95 | 0,88 | 0,58 | 5,68 | 1,74 | 2,16 |
| | Ramillas | 55 | 54,34 | 5,04 | 0,76 | 0,17 | 9,94 | 2,01 | 0,57 |
| | Otras | 770 | 53,08 | 7,76 | 0,98 | 0,71 | 4,94 | 1,57 | 0,96 |
| 2008 | Hojas | 2.520 | 54,47 | 5,53 | 0,81 | 0,42 | 6,94 | 1,32 | 2,42 |
| | Ramillas | 258 | 54,15 | 4,37 | 0,64 | 0,21 | 12,74 | 0,69 | 0,64 |
| | Otras | 980 | 51,15 | 7,00 | 0,87 | 0,39 | 6,27 | 0,55 | 1,15 |
| 2009 | Hojas | 2.640 | 54,52 | 5,69 | 1,19 | 0,40 | 6,16 | 1,15 | 2,45 |
| | Ramillas | 350 | 53,92 | 3,58 | 1,16 | 0,18 | 10,06 | 0,48 | 0,77 |
| | Otras | 1.130 | 53,17 | 6,90 | 1,44 | 0,40 | 5,69 | 0,60 | 1,38 |
| 2010 | Hojas | 1.610 | 55,47 | 6,01 | 0,78 | 0,39 | 6,45 | 1,12 | 2,27 |
| | Ramillas | 10 | | | | | | | |
| | Otras | 990 | 53,59 | 7,04 | 0,77 | 0,37 | 5,02 | 0,52 | 1,11 |
| 2011 | Hojas | 2.010 | 54,67 | 5,80 | 0,89 | 0,39 | 5,77 | 1,74 | 2,17 |
| | Ramillas | 418 | 53,54 | 4,93 | 0,75 | 0,21 | 8,84 | 2,95 | 0,68 |
| | Otras | 827 | 52,50 | 7,55 | 0,91 | 0,37 | 5,09 | 1,58 | 1,01 |
| 2012 | Hojas | 763 | 54,69 | 6,21 | 0,96 | 0,42 | 6,27 | 1,21 | 2,24 |
| | Ramillas | 198 | 53,64 | 4,49 | 0,85 | 0,16 | 9,92 | 1,74 | 0,56 |
| | Otras | 555 | 53,25 | 6,71 | 1,09 | 0,34 | 5,33 | 0,88 | 1,14 |
| 2014 | Hojas | 1.877 | 54,35 | 5,92 | 0,74 | 0,31 | 6,08 | 1,43 | 2,35 |
| | Ramillas | 148 | | | | | | | |
| | Otras | 1.174 | | | | | | | |

| Año | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
|-------|----------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2015 | Hojas | 1.811 | 55,06 | 5,71 | 0,67 | 0,33 | 6,12 | 1,39 | 2,25 |
| | Ramillas | 126 | | | | | | | |
| | Otras | 681 | 50,88 | 6,51 | 0,69 | 0,44 | 7,49 | 0,61 | 0,95 |
| 2016 | Hojas | 3.245 | 54,24 | 6,40 | 0,80 | 0,41 | 7,06 | 1,44 | 2,58 |
| | Ramillas | 2.565 | | | | | | | |
| | Otras | 2.659 | 52,87 | 7,34 | 1,07 | 1,20 | 11,08 | 0,96 | 3,22 |
| 2017 | Hojas | 1.570 | 53,36 | 6,82 | 0,65 | 0,46 | 7,23 | 1,55 | 3,05 |
| | Ramillas | 337 | | | | | | | |
| | Otras | 1.338 | | | | | | | |
| 2018 | Hojas | 1.522 | 54,06 | 5,17 | 0,75 | 0,36 | 6,91 | 1,30 | 2,58 |
| | Ramillas | 37 | | | | | | | |
| | Otras | 1.017 | | | | | | | |
| Media | Hojas | 1.863 | 54,37 | 6,30 | 0,81 | 0,40 | 6,20 | 1,37 | 2,42 |
| | Ramillas | 383 | 53,62 | 5,08 | 0,76 | 0,19 | 10,40 | 1,31 | 0,71 |
| | Otras | 1.027 | 52,49 | 7,35 | 0,93 | 0,49 | 6,42 | 0,83 | 1,28 |

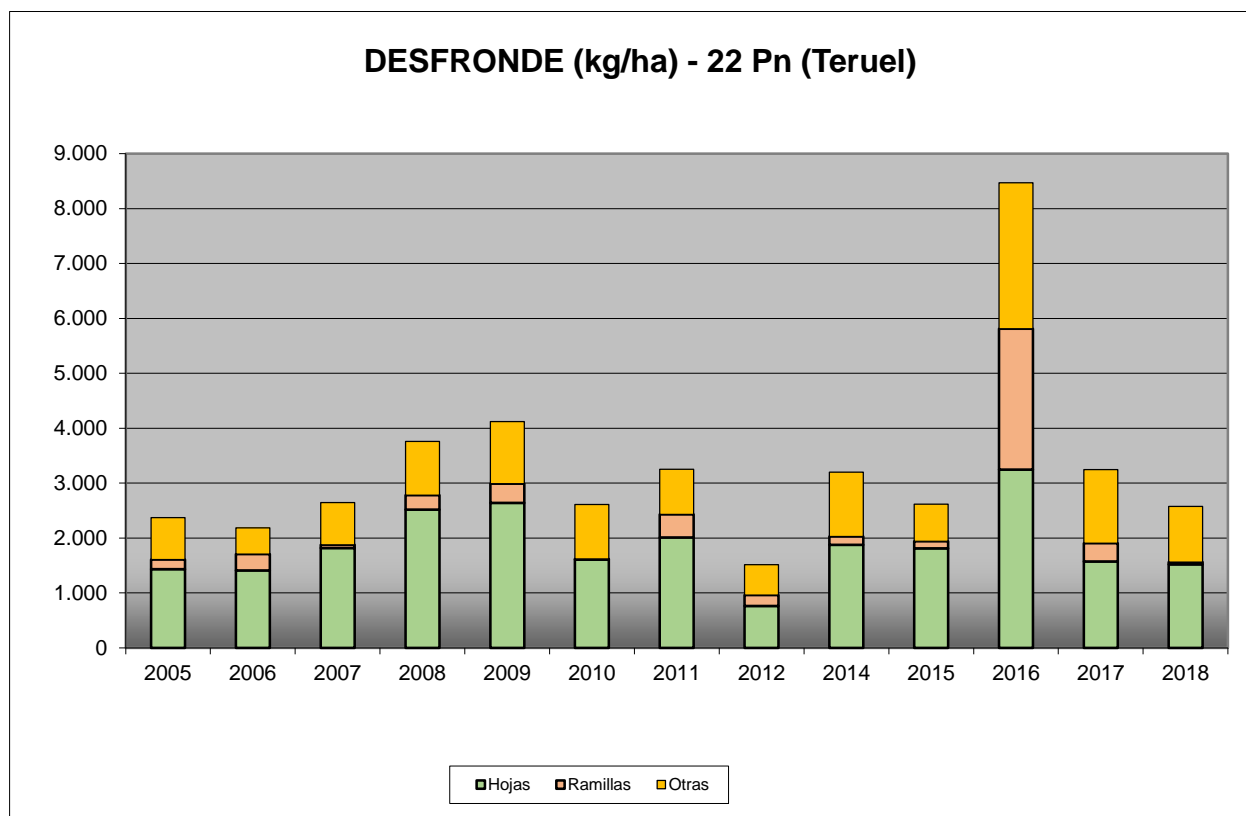


FIG 21: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde foliar se sitúa en torno a los 3.000kg/ha, con una notable reducción respecto al año anterior en que se alcanzó el máximo de la serie, para situarse en el entorno de la media de la serie. Se han reducido las tres vías de aporte, notablemente la correspondiente a los elementos leñosos. Los contenidos en carbono de estos aportes se sitúan en torno al 50% del desfronde total, lo que puede suponer una importante contribución a la fijación de CO₂ atmosférico.

9. Fenología.

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

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

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

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 22Pn, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

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

| Año | Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población | | | | | Floración ≥ 50% Población | | | | |
|------|--|-------------|--------|------------------|----------------------|---------------------------|-------------|--------|------------------|----------------------|
| | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°C día) | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°C día) |
| 1999 | 31/05/99 | 02/08/99 | 63 | 150 | 890 | | | | | |
| 2000 | 02/06/00 | 14/07/00 | 42 | 153 | 941 | | | | | |
| 2001 | 16/05/01 | 27/06/01 | 42 | 135 | 559 | | | | | |
| 2002 | 15/05/02 | 31/07/02 | 77 | 134 | 732 | | | | | |
| 2003 | 22/05/03 | 05/06/03 | 14 | 141 | 711 | | | | | |
| 2004 | 03/06/04 | 30/06/04 | 27 | 154 | 856 | | | | | |
| 2005 | 30/06/05 | 11/08/05 | 42 | 180 | 1387 | 16/06/05 | 30/06/05 | 14 | 166 | 1117 |
| 2006 | 13/07/06 | 27/07/06 | 14 | 193 | 1636 | 13/06/06 | 29/06/06 | 16 | 163 | 1087 |
| 2007 | 31/05/07 | 09/08/07 | 70 | 150 | 910 | 14/06/07 | 26/07/07 | 42 | 164 | 1098 |
| 2008 | 19/06/08 | 20/08/08 | 62 | 170 | 1105 | 03/07/08 | 14/07/08 | 11 | 184 | 1362 |
| 2009 | 24/06/09 | 02/09/09 | 70 | 174 | 1243 | 11/06/09 | 24/06/09 | 13 | 161 | 990 |
| 2010 | 27/05/10 | 17/06/10 | 21 | 146 | 599 | 01/07/10 | 14/07/10 | 13 | 181 | 1077 |
| 2011 | 26/05/11 | 30/06/11 | 35 | 145 | 875 | 30/06/11 | 28/07/11 | 28 | 180 | 1389 |
| 2012 | 30/05/12 | 28/06/12 | 29 | 150 | | 28/06/12 | 25/07/12 | 27 | 179 | |
| 2014 | 26/05/14 | 23/06/14 | 28 | 145 | 913 | 26/05/14 | 23/06/14 | 28 | 145 | 913 |
| 2015 | 23/05/15 | 26/06/15 | 34 | 142 | 819 | 26/06/15 | 28/07/15 | 32 | 176 | 1282 |
| 2016 | 04/07/16 | 29/07/16 | 25 | 185 | 1365 | 02/06/16 | 04/07/16 | 32 | 153 | 840 |

| Año | Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población | | | | | Floración \geq 50% Población | | | | |
|--------------|---|-------------|-----------|------------------|---------------------|--------------------------------|-------------|-----------|------------------|---------------------|
| | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) |
| 2017 | 01/06/17 | 25/07/17 | 54 | 151 | 1035 | 01/06/17 | 28/06/17 | 27 | 151 | 1035 |
| 2018 | 01/06/18 | 23/07/18 | 52 | 151 | 728 | 23/06/18 | 23/07/18 | 30 | 173 | 1031 |
| 2019 | 23/06/19 | 24/08/19 | 62 | 173 | 1218 | 23/06/19 | 31/07/19 | 38 | 173 | 1218 |
| Media | | | 43 | 156 | 975 | | | 25 | 168 | 1111 |

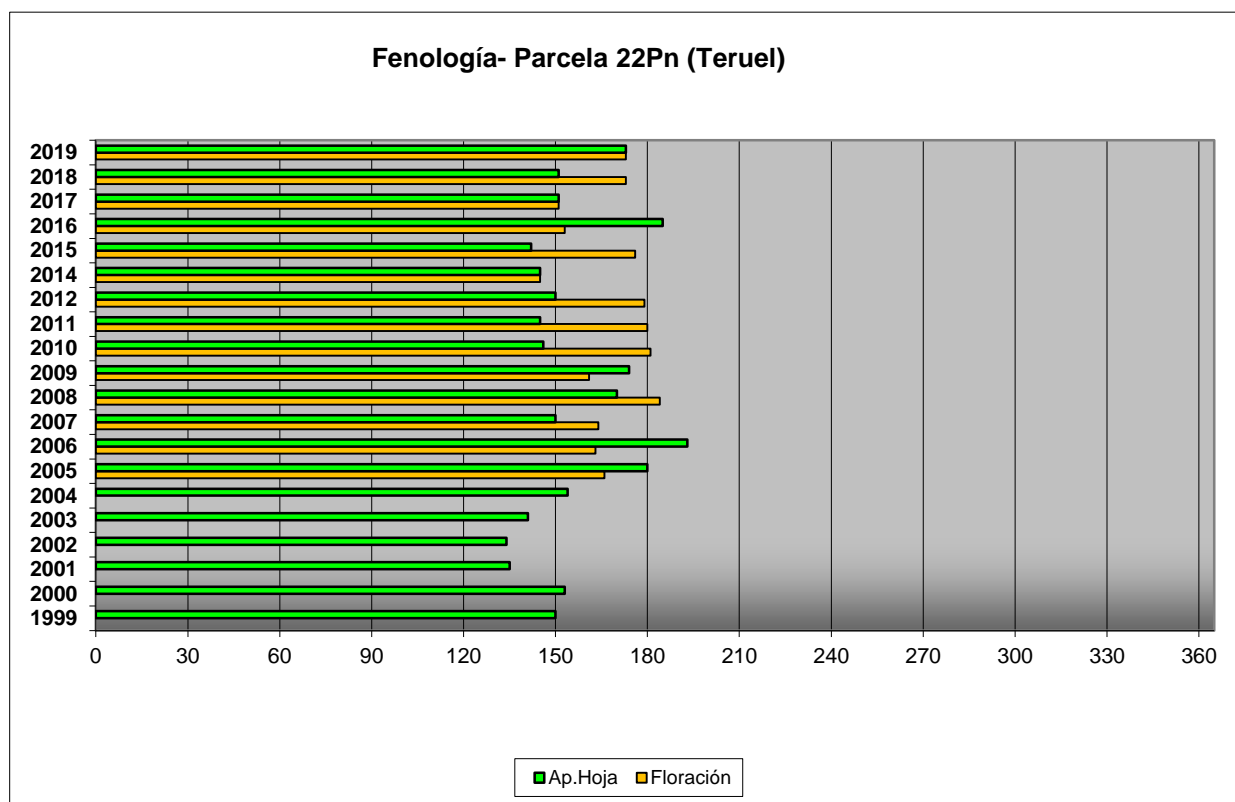


FIG 22: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

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



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

10. Cintas diamétricas.

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

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

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

| AÑO | Crecimiento medio (cm) | Crecimiento medio (%) | Oscilación media (cm) | Oscilación media (%) |
|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 2006 | 0,03 | 0,11 | 0,03 | -0,10 |
| 2007 | 0,06 | 0,19 | 0,06 | 0,01 |
| 2008 | 0,07 | 0,24 | 0,07 | 0,07 |
| 2009 | 0,12 | 0,42 | 0,12 | -0,38 |
| 2010 | 0,17 | 0,61 | 0,17 | 0,42 |
| 2011 | 0,25 | 0,86 | 0,25 | 0,58 |
| 2012 | 0,12 | 0,42 | 0,12 | 0,00 |
| 2014 | 0,14 | 0,45 | 0,14 | 0,44 |
| 2015 | 0,16 | 0,51 | 0,16 | 0,42 |
| 2016 | 0,14 | 0,46 | 0,14 | 0,46 |
| 2017 | 0,07 | 0,24 | 0,07 | 0,08 |
| 2018 | 0,19 | 0,62 | 0,19 | 0,59 |
| 2019 | 0,10 | 0,31 | 0,10 | 0,21 |
| Media | 0,12 | 0,42 | 0,12 | 0,22 |

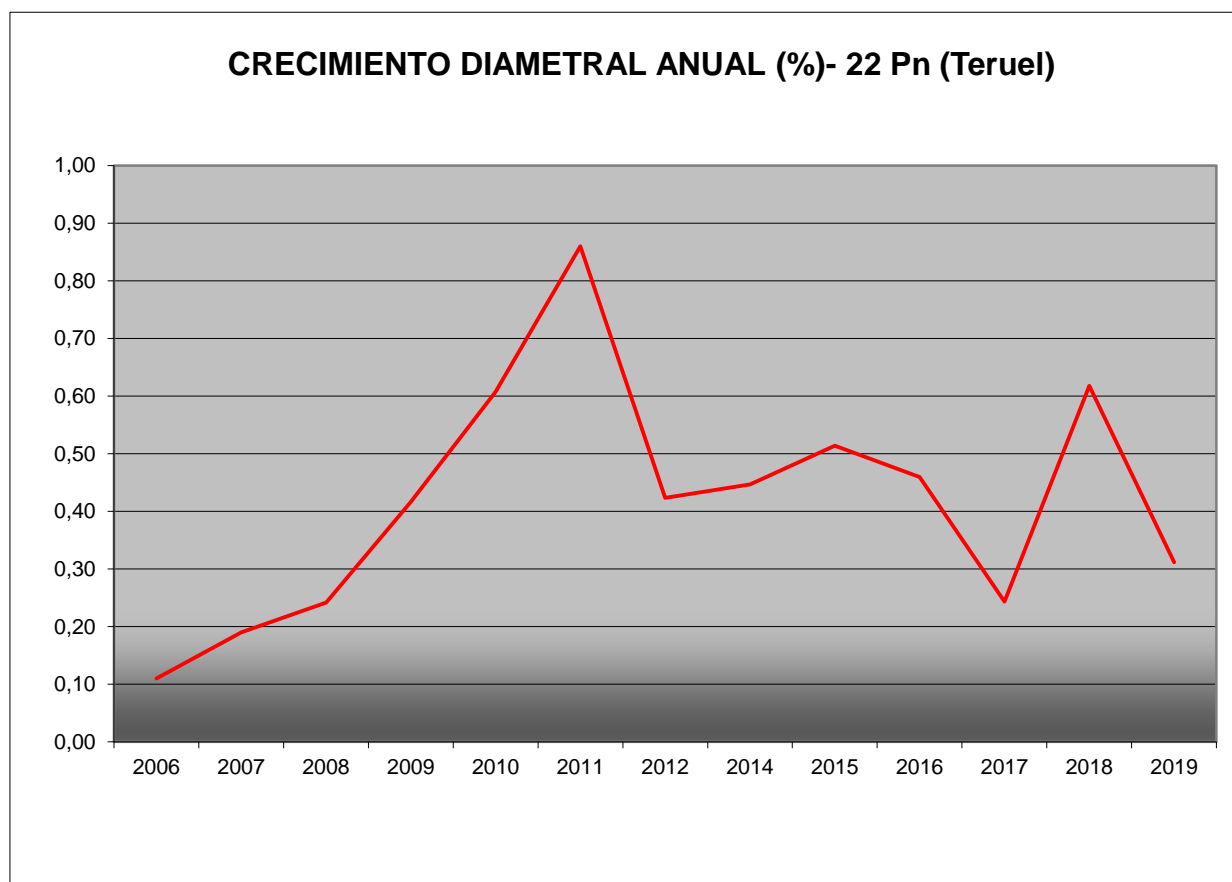


FIG 24: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, excepción hecha del primer año de evaluación, entre el 0,20% de 2007 y el 0,86% de 2011, situándose por regla general en valores próximos al 0,40% anual y una reducción del valor en la última campaña tras la fase en crecimiento de unos años atrás.

11. Meteorología.

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

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

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

| Año | Prec | T med | T MAX | T MIN | T max | T min | Rad med | HR med | V viento med | V viento max |
|-------|------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|--------------|--------------|
| | (mm) | (°C) | | | | | (W/m ²) | (%) | (m/s) | |
| 1999 | 477 | 9,2 | 33,0 | -12,0 | 15,1 | 4,5 | 188,6 | 71,6 | 1,4 | 22,0 |
| 2000 | 507 | 9,4 | 30,3 | -19,6 | 15,6 | 3,7 | 191,7 | 61,6 | 1,3 | 22,3 |
| 2001 | 334 | 6,1 | 31,8 | -16,5 | 10,4 | 2,2 | 192,2 | 62,2 | 1,8 | 21,2 |
| 2002 | 553 | 9,2 | 29,7 | -5,0 | 14,7 | 4,8 | 179,1 | 64,0 | 1,6 | 20,1 |
| 2003 | 677 | 9,2 | 29,7 | -5,0 | 14,7 | 4,8 | 179,1 | 64,0 | 1,6 | 20,1 |
| 2004 | 529 | 6,9 | 29,3 | -10,4 | 12,4 | 2,6 | 160,0 | 63,2 | 1,4 | 21,4 |
| 2005 | 368 | | | | | | | | | |
| 2006 | 461 | 11,0 | 31,8 | -7,5 | 16,9 | 6,0 | 150,3 | 59,6 | 1,3 | 22,7 |
| 2007 | 614 | 9,3 | 33,4 | -7,9 | 15,1 | 4,5 | | 61,2 | 1,5 | |
| 2008 | 673 | 8,9 | 29,7 | -7,7 | 14,5 | 4,4 | 136,3 | 65,0 | 1,4 | 20,8 |
| 2009 | 551 | 10,0 | 32,7 | -11,7 | 15,9 | 5,1 | 147,1 | 59,7 | 1,4 | 25,0 |
| 2010 | 699 | 9,0 | 31,9 | -10,7 | 14,6 | 4,4 | | 64,6 | 1,5 | 20,5 |
| 2011 | 497 | 10,1 | 31,3 | -13,4 | 15,8 | 3,4 | 171,1 | 61,4 | 1,4 | 20,5 |
| 2012 | 175 | 18,5 | 34,2 | 1,8 | 25,8 | 12,0 | 239,5 | 50,7 | 1,5 | 16,3 |
| 2014 | 404 | 10,0 | 31,0 | -7,7 | 15,9 | 5,2 | 141,9 | 63,6 | 1,4 | 22,3 |
| 2015 | 719 | 10,2 | 33,3 | -10,1 | 16,0 | 5,3 | 142,6 | 61,9 | 1,3 | 20,5 |
| 2016 | 535 | 9,7 | 32,3 | -8,6 | 15,7 | 4,9 | 141,3 | 64,7 | 1,3 | 23,8 |
| 2017 | 406 | 10,5 | 34,8 | -11,8 | 16,9 | 5,1 | 140,1 | 59,1 | 1,3 | 23,5 |
| 2018 | 876 | 9,3 | 31,8 | -8,7 | 15,0 | 4,8 | 135,1 | 67,3 | 1,1 | 19,7 |
| 2019 | 516 | 10,1 | 34,0 | -7,7 | 16,1 | 5,1 | 150,2 | 60,6 | 1,0 | 20,8 |
| Media | 514 | 9,6 | 31,2 | -9,2 | 15,3 | 4,7 | 160,1 | 63,2 | 1,4 | 21,4 |

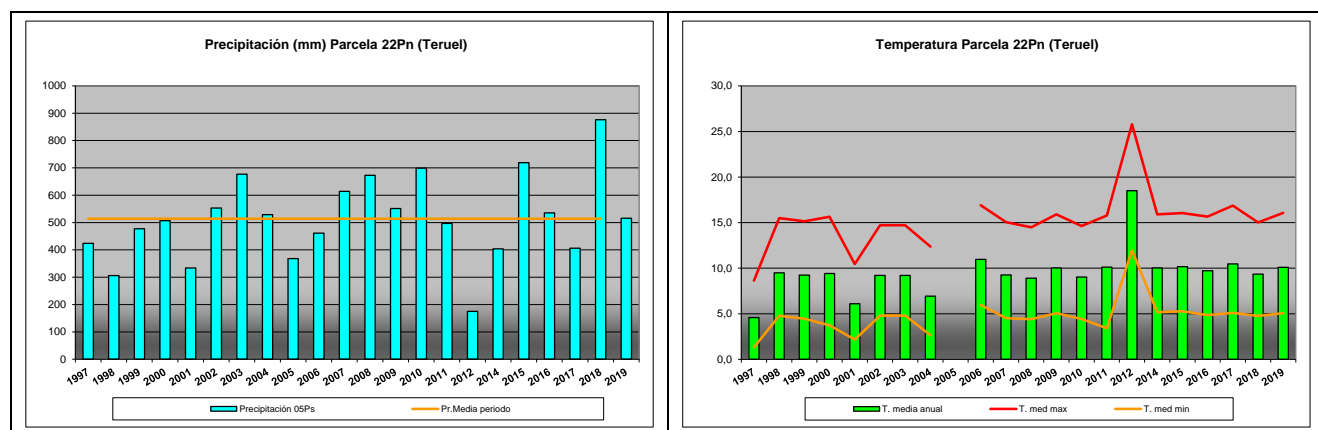


FIG 25: Principales variables meteorológicas.

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

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

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

12. Índice de Área Foliar.

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

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

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

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

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

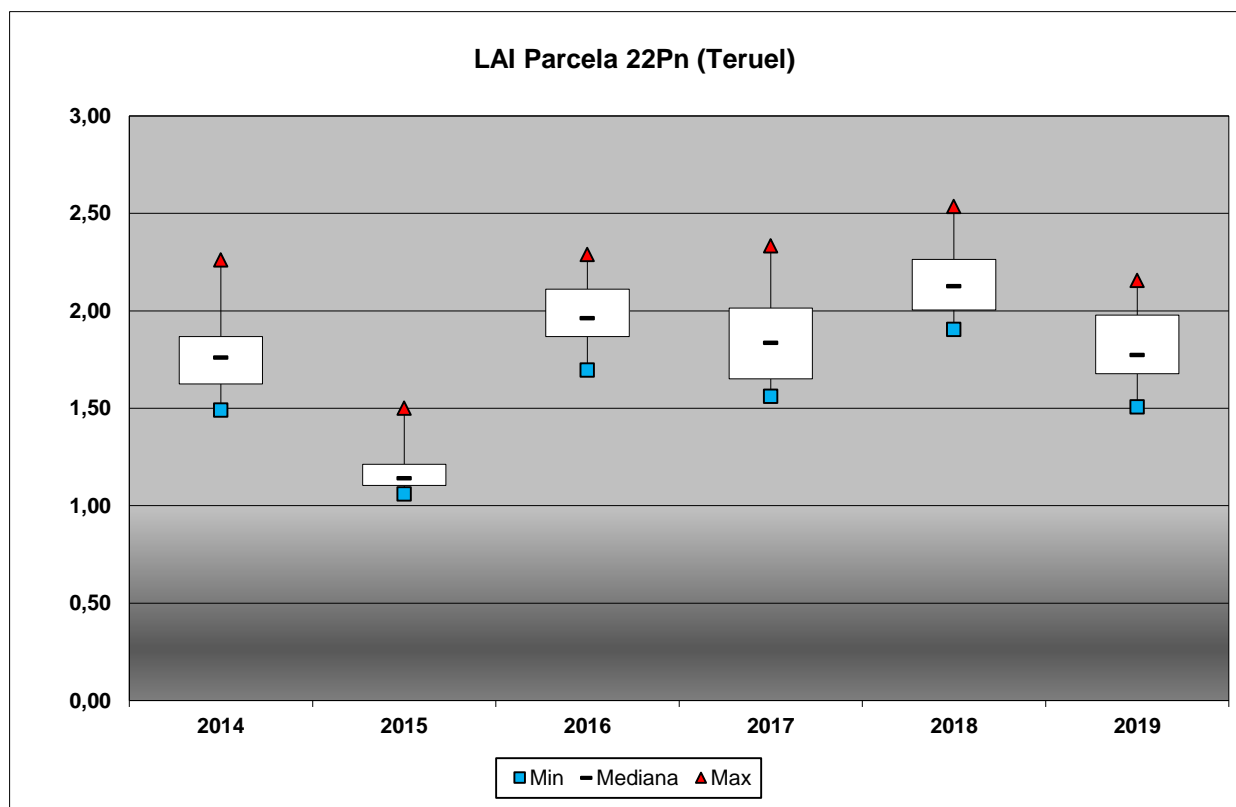


FIG 26: Diagrama de cajas LAI anual.

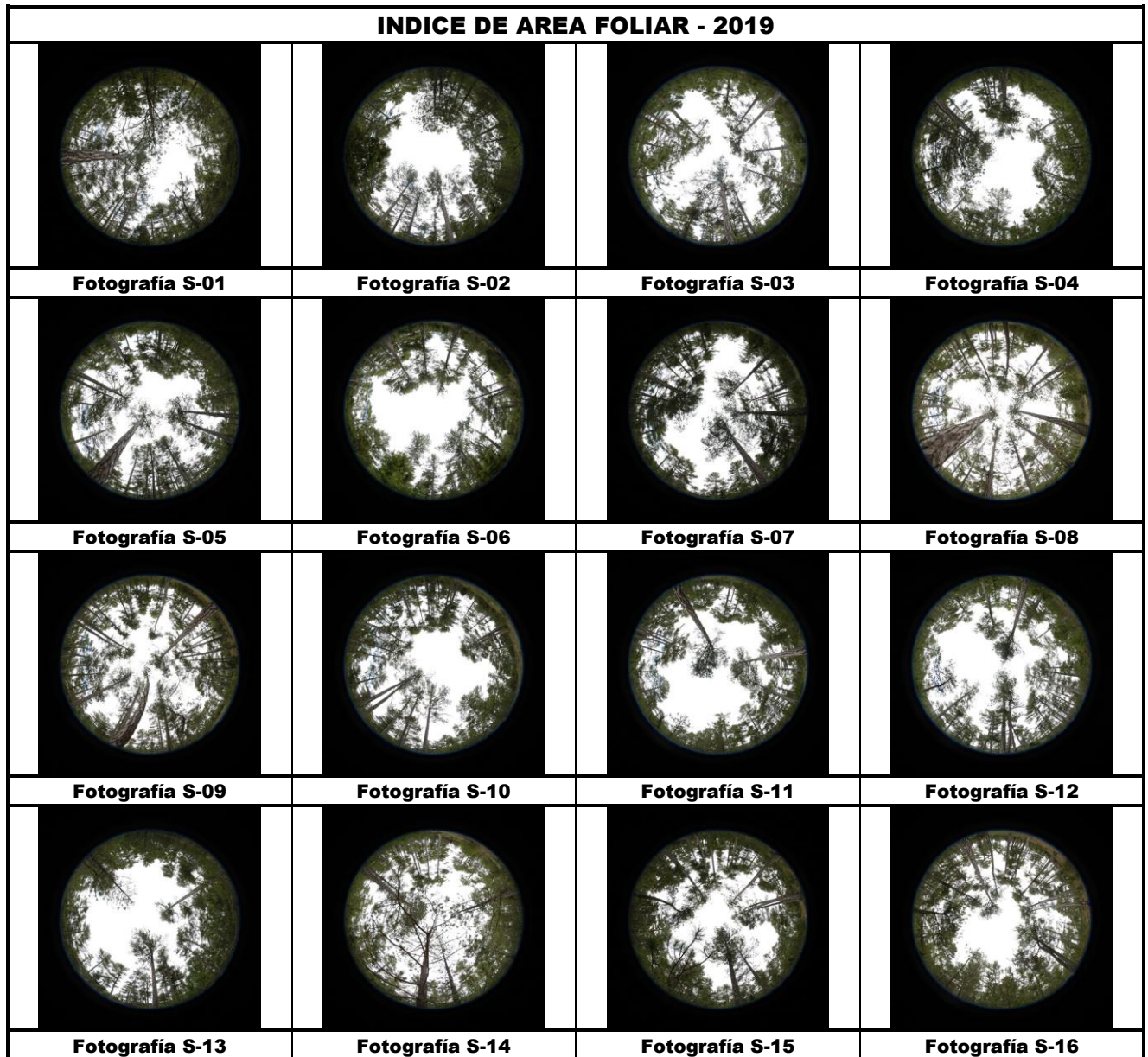


FIG 27: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.