



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

**RED DE NIVEL II
MEMORIA – 2022**

PARCELA 115 Fs (NAVARRA)

**20
22**



**DIRECCIÓN GENERAL DE BIODIVERSIDAD, BOSQUES
Y DESERTIFICACIÓN**

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



Tecmena, s.l.
TECNICAS DEL MEDIO NATURAL

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

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Situación de la parcela | 1 |
| 2. Caracterización de la parcela | 2 |
| 2.1. Climatología | 2 |
| 2.2. Geología y suelos | 2 |
| 2.3. Vegetación | 4 |
| 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 | 18 |
| 5. Deposición atmosférica | 21 |
| 5.1. pH | 22 |
| 5.2. Conductividad | 24 |
| 5.3. Potasio | 25 |
| 5.4. Calcio | 26 |
| 5.5. Magnesio | 28 |
| 5.6. Sodio | 29 |
| 5.7. Amonio | 30 |
| 5.8. Cloro | 31 |
| 5.9. Nitratos | 33 |
| 5.10. Sulfatos | 34 |
| 5.11. Alcalinidad..... | 35 |
| 5.12. Nitrógeno total | 36 |
| 5.13. Carbono orgánico disuelto..... | 38 |
| 5.14. Aluminio | 38 |
| 5.15. Manganeseo..... | 39 |
| 5.16. Hierro..... | 40 |
| 5.17. Interpretación de resultados | 41 |
| 6. Calidad del aire. Inmisión | 43 |
| 7. Análisis foliar | 45 |
| 7.1. Macronutrientes | 45 |
| 7.2. Micronutrientes | 46 |
| 7.3. Interpretación de resultados | 47 |
| 8. Desfronde | 48 |
| 9. Fenología | 51 |
| 10. Cintas diamétricas | 53 |
| 11. Meteorología | 55 |
| 12. Índice de Área Foliar | 57 |
| 13. Solución del suelo | 59 |

INDICE DE TABLAS

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

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

INDICE DE FIGURAS

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

FIG 32: Índices de Área Foliar

FIG 33: Fotos hemisféricas

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

115 Fs (NAVARRA)

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

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el hayedo de *Fagus sylvatica* del Sector Cántabro-Euscaldún de la Provincia Cantabroatlántica (Rivas-Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

| PARCELA | ESPECIE | PROVINCIA | T. MUNICIPAL | REPLANTEO | NIVEL |
|---------|------------------------|-----------|--------------|------------|-------|
| 115 Fs | <i>Fagus sylvatica</i> | Navarra | Burguete | 23/07/2008 | III |

| LATITUD | LONGITUD | XUTM | YUTM | ALTITUD | PENDIENTE | ORIENTACIÓN | PARAJE |
|------------|------------|---------|-----------|---------|-----------|-------------|--------|
| +42°60'00" | -01°20'00" | 634.000 | 4.762.000 | 900 | 5 | Este | Ausobi |

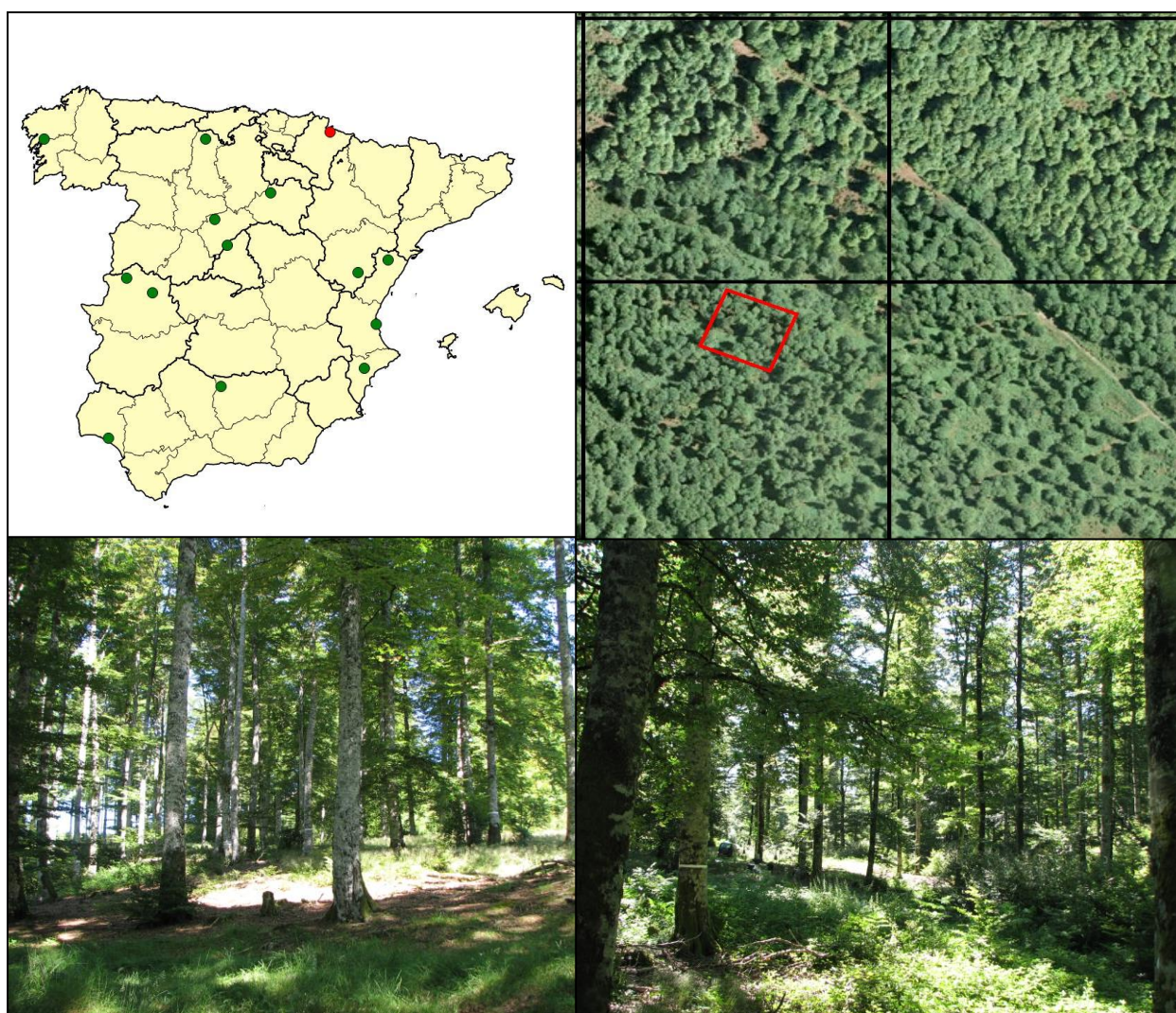


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 115 Fs.

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) | 2,5 | 3,3 | 5,2 | 7,2 | 10,3 | 14,2 | 17 | 16,6 | 14,4 | 10,4 | 5,9 | 3,3 | 9,2 |
| P(mm) | 199 | 178 | 180 | 161 | 165 | 86 | 61 | 81 | 100 | 174 | 200 | 202 | 1787 |
| T. Media Máximas Mes más Cálido | | | | | | | 23,7 | | | | | | |
| | -1,7 | T. Media Mínimas Mes más Frío | | | | | | | | | | | |

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

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

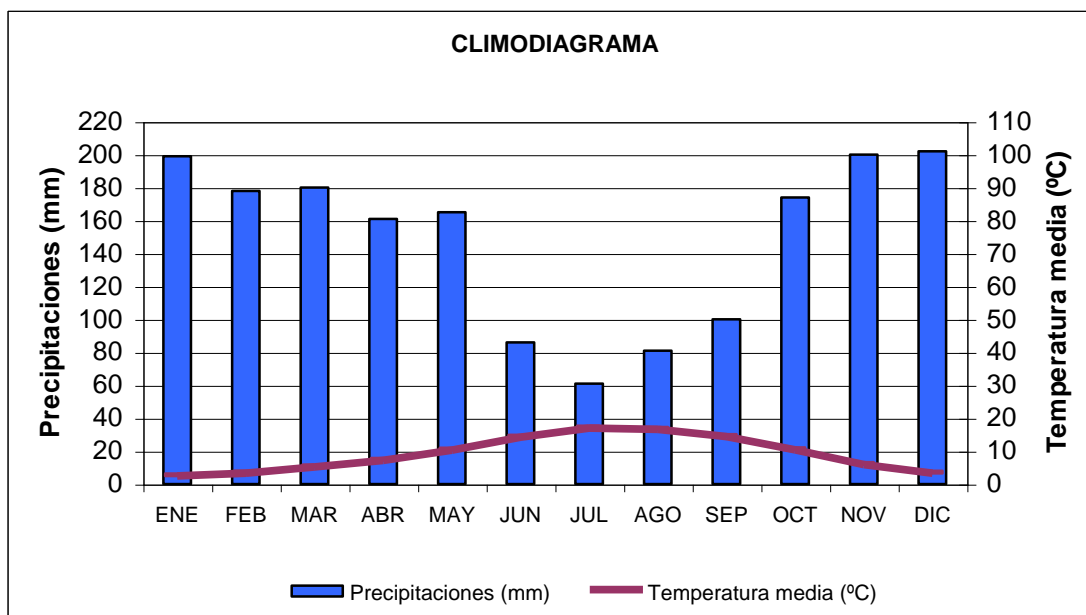


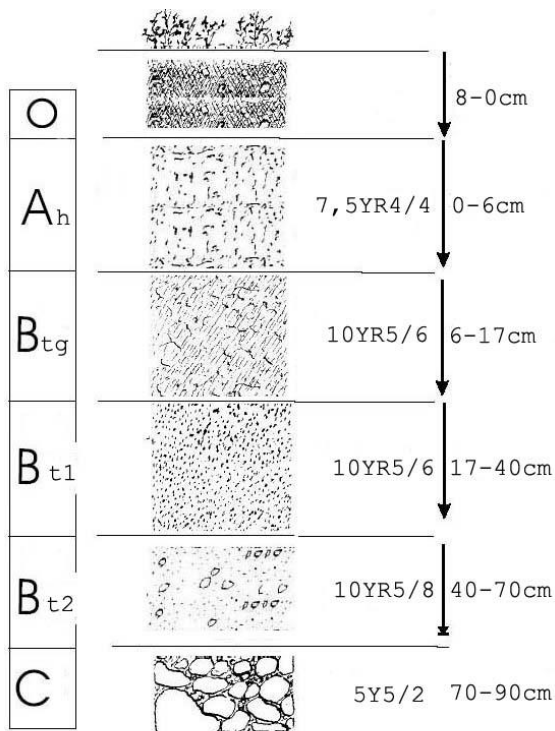
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

Litología: *limolita*.

Edafología: *Alisol haplico(Acrisol haplico/Luvisol haplico)*.

La parcela situada en un valle de alta montaña, tiene topografía llana y como substrato geológico una roca sedimentaria blanda de tipo limonita. El suelo que caracteriza esta parcela tiene como propiedades más destacadas la textura arcillosa, la gran actividad de la fauna edáfica y el moderado espesor. La gran actividad de la fauna y el potente horizonte O son aspectos en principio antitéticos, pero hay que tener en cuenta la gran cantidad de biomasa que el hayedo aporta al suelo.



| Horizonte | Espesor (cm) | Descripción |
|-----------------|--------------|--|
| O | 8-0 | Material orgánico en el que se diferencia la hojarasca del año parcialmente descompuesta y otra capa inferior con un grado de fermentación mucho más avanzado |
| A _h | 0-6 | Pardo (7,5YR4/4), limo arcilloso; grumosa fina, fuerte; muy friable; abundantes raíces, medianas; muy poroso; intensa actividad de la fauna; límite brusco y plano. |
| B _{tg} | 6-17 | Pardo amarillento (10YR5/6); 7% de pequeñas manchas pardo rojizas; arcillo limoso; poliédrica angular mediana, moderada; friable; películas de arcilla iluvial, delgadas y zonales; abundantes raíces, medianas; muy poroso; acusados vestigios de macro fauna; límite difuso y plano. |
| B _{t1} | 17-40 | Pardo amarillento (10YR5/6); arcillo limosa; poliédrica angular mediana, moderada; friable; películas de arcilla iluvial, delgadas y zonales; abundantes raíces, medianas; poco poroso; acusados vestigios de macro fauna; límite difuso y plano |
| B _{t2} | 40-70 | Pardo amarillento (10YR5/8); arcillosa; poliédrica angular fina, moderada; friable; películas de arcilla iluvial, delgadas y zonales; abundantes raíces, medianas; poco poroso; acusados vestigios de macro fauna; límite brusco y plano. |
| C _g | 70-90 | Oliva grisáceo (5Y5/2); arcilloso; estructura de roca; películas de arcilla iluvial, moderadamente espesas y continuas; frecuentes raíces, medianas; poco poroso; 3% de pequeños nódulos, negros, blandos; límite brusco y ondulado, pero el horizonte es discontinuo. |

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Hayedo maduro formado por árboles de 20 a 25 m de altura que cubren el 50% de la superficie, junto con ejemplares de regenerado que alcanzan bastante potencia y zarzal denso sobre todo en la zona occidental de la parcela, en una zona de pequeña vaguada en la que tiende a acumularse la humedad.

En las inmediaciones de los límites se han localizado *Crocus nudiflorus* y *Pinus sylvestris*, especies no encontradas dentro de la parcela.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

| | Cob | | Cob |
|-----------------------------------|-------------|--|------------|
| ESTRATO ARBÓREO | 50,0 | <i>Carex ferruginea Scop.</i> | + |
| <i>Fagus sylvatica L.</i> | 50,0 | <i>Fagus sylvatica L.</i> | + |
| ESTRATO ARBUSTIVO | 95,5 | <i>Rubus caesius L.</i> | + |
| <i>Crataegus monogyna Jacq.</i> | + | <i>Rubus sp.</i> | + |
| <i>Fagus sylvatica L.</i> | 95,0 | <i>Scilla lilio-hyacinthus L.</i> | + |
| <i>Ilex aquifolium L.</i> | + | <i>Sorbus aria (L.) Crantz</i> | + |
| <i>Rosa canina L.</i> | + | <i>Sorbus aucuparia L.</i> | + |
| <i>Salix atrocinerea Brot.</i> | + | ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO | 0,5 |
| EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO | 1,5 | <i>Polytrichum formosum Hedw.</i> | + |
| <i>Agrostis capillaris L.</i> | + | <i>Thuidium tamariscinum (Hedw.) Schimp.</i> | + |
| <i>Arum maculatum L.</i> | + | | |

Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 5g Serie montana cantabroeskalduna y pyrenaica occidental acidofila del haya o *Fagus sylvatica* (*Saxifraga hirsutae-Fageto sigmetum*).

2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

La parcela se sitúa en una masa monoespecífica regular de haya en estado de fustal de 81-100 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 | Área ha | N par | N/ha | Sp.p | Otras | Muerto | Edad años | D med (cm) | AB m ² /ha | D m c cm | Alt m m | Alt do m | Exist m ³ cc |
|---------|---------|-------|------|------|-------|--------|-----------|------------|-----------------------|----------|---------|----------|-------------------------|
| 115 Fs | 0,2500 | 39 | 156 | 39 | 0 | 0 | 81-100 | 50,56 | 31,97 | 51,08 | 31,52 | 32,08 | 59,27 |

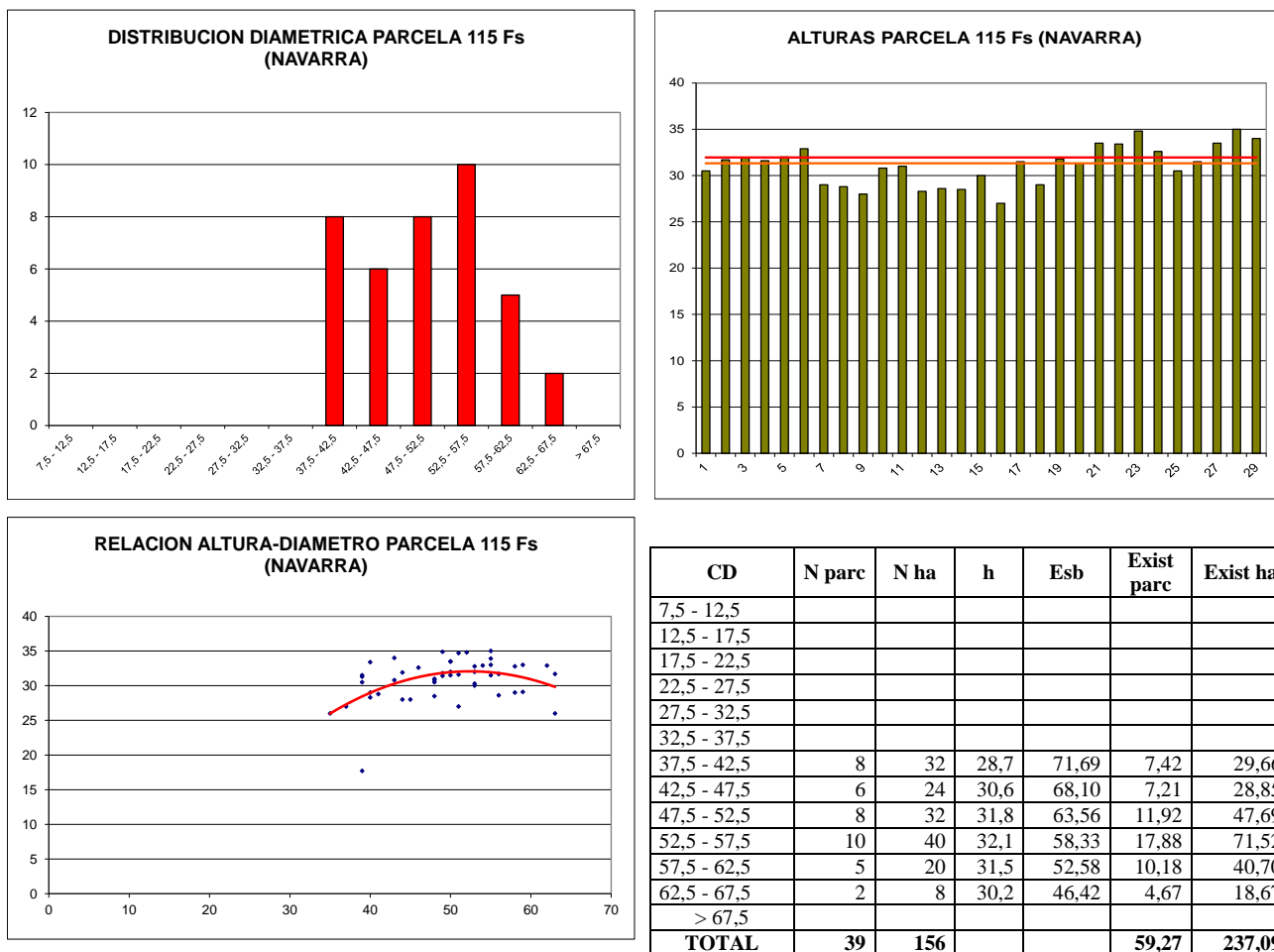


FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta buen estado fitosanitario, con una defoliación media del 18,46%, dentro por tanto de la escala de daños ligeros y próxima al umbral inferior de la misma, categoría en la que se han calificado más del 90% de los pies, en lo que supone una mejoría con respecto a la pasada revisión, con una disminución del parámetro de un par de puntos porcentuales, inferior por tanto al umbral de cinco puntos que supondría una variación estadísticamente significativa de acuerdo a la normativa europea en materia de redes forestales.

Atendiendo a la serie histórica de datos, escasa por la corta de la parcela original 15Fs en 2007 dentro del normal aprovechamiento forestal de la zona, y superado el pequeño decaimiento observado en la revisión del año 2014, parece recuperarse el comportamiento estable del arbolado, con defoliaciones en torno a valores del 20% y escasa representación de las clases de daño moderadas, sólo interrumpido en la revisión del año 2010. En la presente revisión destaca la aparición de un pie calificado con daño grave, lo que no se había observado hasta el momento.

La decoloración, el segundo gran parámetro definitorio del estado de salud del arbolado, se reduce considerablemente respecto a la revisión del año previo, presentándose de forma salpicada en unos pocos pies y siempre en grado ligero, lo que reafirma la idea de una mejoría en el vigor del arbolado.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

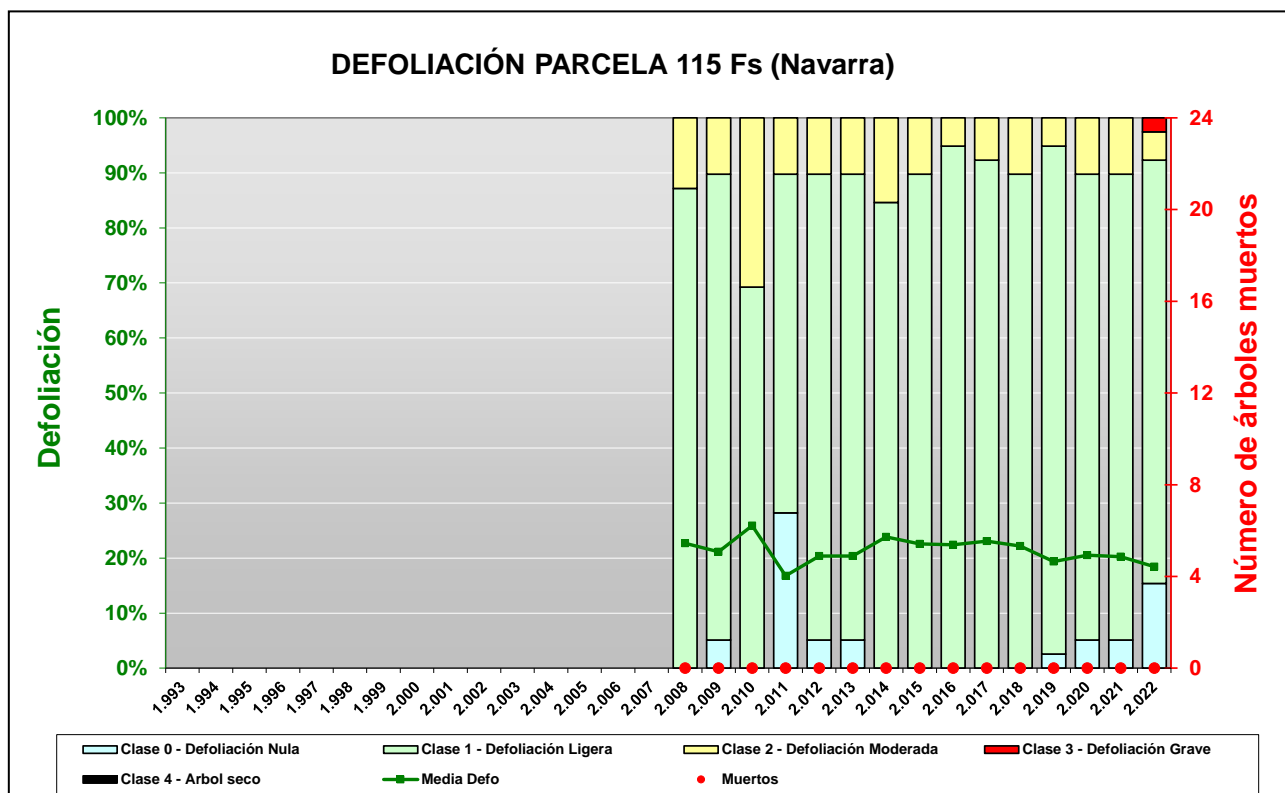


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15%, 35% y 45%

3.2. Daños forestales.

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

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

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|-------------------------|-------|-----------|------|-------|-------|------|----------|----------|-------|-------|----------|---------|
| ANIMALES | | | | | | | | | | | | |
| <i>Picidae</i> | 1 | 3,00 | 4 | 2,56 | 75,00 | 1,00 | 56,54 | 0,90 | 55,00 | 31,50 | 4,44 | -0,02 |
| Tronco completo | 1 | 3,00 | 4 | 2,56 | 75,00 | 1,00 | 56,54 | 0,90 | 55,00 | 31,50 | 4,44 | -0,02 |
| INSECTOS | | | | | | | | | | | | |
| Chupadores | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | 1,54 | -0,10 | 54,00 | 31,60 | 3,44 | 0,08 |
| Pulgones | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | 1,54 | -0,10 | 54,00 | 31,60 | 3,44 | 0,08 |
| Hojas | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | 1,54 | -0,10 | 54,00 | 31,60 | 3,44 | 0,08 |
| Minadores | 24 | 1,00 | 96 | 61,54 | 17,08 | 0,13 | -1,38 | 0,03 | 50,33 | 31,25 | -0,23 | -0,27 |
| <i>Rhynchaenus fagi</i> | 24 | 1,00 | 96 | 61,54 | 17,08 | 0,13 | -1,38 | 0,03 | 50,33 | 31,25 | -0,23 | -0,27 |
| Hojas | 24 | 1,00 | 96 | 61,54 | 17,08 | 0,13 | -1,38 | 0,03 | 50,33 | 31,25 | -0,23 | -0,27 |
| Form. Agallas | 4 | 1,00 | 16 | 10,26 | 17,50 | 0,00 | -0,96 | -0,10 | 51,25 | 31,80 | 0,69 | 0,28 |
| <i>Mikiola fagi</i> | 4 | 1,00 | 16 | 10,26 | 17,50 | 0,00 | -0,96 | -0,10 | 51,25 | 31,80 | 0,69 | 0,28 |
| Hojas | 4 | 1,00 | 16 | 10,26 | 17,50 | 0,00 | -0,96 | -0,10 | 51,25 | 31,80 | 0,69 | 0,28 |

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|----------------------------------|-----------|-------------|-----------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| ENFERMEDADES | | | | | | | | | | | | |
| Hongos pudrición | 9 | 1,00 | 36 | 23,08 | 18,89 | 0,22 | 0,43 | 0,12 | 51,78 | 32,41 | 1,21 | 0,89 |
| Cuello raíz | 9 | 1,00 | 36 | 23,08 | 18,89 | 0,22 | 0,43 | 0,12 | 51,78 | 32,41 | 1,21 | 0,89 |
| AG.ABIÓTICOS | | | | | | | | | | | | |
| Fact. físicos | 10 | 1,00 | 40 | 25,64 | 19,00 | 0,00 | 0,54 | -0,10 | 49,40 | 33,60 | -1,16 | 2,08 |
| Ramillos <2 cm | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 16,67 | 0,00 | -1,79 | -0,10 | 46,33 | 32,83 | -4,23 | 1,31 |
| Ramas 2-10 cm | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 20,00 | 0,00 | 1,54 | -0,10 | 52,67 | 33,43 | 2,10 | 1,91 |
| Ramas tam. variable | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 25,00 | 0,00 | 6,54 | -0,10 | 51,00 | 34,50 | 0,44 | 2,98 |
| Tronco en copa | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 53,00 | 34,80 | 2,44 | 3,28 |
| Cuello raíz | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 42,00 | 33,40 | -8,56 | 1,88 |
| Sequía | 10 | 1,00 | 40 | 25,64 | 22,00 | 0,10 | 3,54 | 0,00 | 50,40 | 31,42 | -0,16 | -0,10 |
| Hojas | 10 | 1,00 | 40 | 25,64 | 22,00 | 0,10 | 3,54 | 0,00 | 50,40 | 31,42 | -0,16 | -0,10 |
| Calor | 20 | 1,00 | 80 | 51,28 | 16,75 | 0,05 | -1,71 | -0,05 | 49,75 | 31,46 | -0,81 | -0,06 |
| Hojas | 20 | 1,00 | 80 | 51,28 | 16,75 | 0,05 | -1,71 | -0,05 | 49,75 | 31,46 | -0,81 | -0,06 |
| Nieve/Hielo | 1 | 2,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 49,00 | 30,80 | -1,56 | -0,72 |
| Cuello raíz | 1 | 2,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 49,00 | 30,80 | -1,56 | -0,72 |
| Viento/Tornado | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 18,33 | 0,00 | -0,13 | -0,10 | 50,67 | 33,23 | 0,10 | 1,71 |
| Ramillos <2 cm | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 17,50 | 0,00 | -0,96 | -0,10 | 49,00 | 32,50 | -1,56 | 0,98 |
| Ramas 2-10 cm | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | 1,54 | -0,10 | 54,00 | 34,70 | 3,44 | 3,18 |
| Otros fact.abióticos | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 25,00 | 0,00 | 6,54 | -0,10 | 46,00 | 31,90 | -4,56 | 0,38 |
| Cuello raíz | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 25,00 | 0,00 | 6,54 | -0,10 | 46,00 | 31,90 | -4,56 | 0,38 |
| ANTRÓPICOS | | | | | | | | | | | | |
| Op. en pies próximos | 16 | 1,19 | 64 | 41,03 | 15,94 | 0,00 | -2,52 | -0,10 | 48,63 | 31,28 | -1,94 | -0,24 |
| Tronco | 3 | 1,67 | 12 | 7,69 | 16,67 | 0,00 | -1,79 | -0,10 | 45,33 | 31,83 | -5,23 | 0,31 |
| Cuello raíz | 10 | 1,00 | 40 | 25,64 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 48,80 | 30,61 | -1,76 | -0,91 |
| Tronco completo | 3 | 1,33 | 12 | 7,69 | 18,33 | 0,00 | -0,13 | -0,10 | 51,33 | 32,97 | 0,77 | 1,45 |
| Daños mecánicos/vehículos | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 20,00 | 0,50 | 1,54 | 0,40 | 54,00 | 34,25 | 3,44 | 2,73 |
| Cuello raíz | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 20,00 | 0,50 | 1,54 | 0,40 | 54,00 | 34,25 | 3,44 | 2,73 |
| Const. caminos | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 49,00 | 30,80 | -1,56 | -0,72 |
| Tronco | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 49,00 | 30,80 | -1,56 | -0,72 |
| Otros daños antrópicos | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 25,00 | 0,50 | 6,54 | 0,40 | 57,50 | 31,85 | 6,94 | 0,33 |
| Tronco | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 56,00 | 32,00 | 5,44 | 0,48 |
| Cuello raíz | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 35,00 | 1,00 | 16,54 | 0,90 | 59,00 | 31,70 | 8,44 | 0,18 |
| OTROS DAÑOS | | | | | | | | | | | | |
| Falta luz | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 64,00 | 31,70 | 13,44 | 0,18 |
| Ramas tam. variable | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 64,00 | 31,70 | 13,44 | 0,18 |
| Inter.físicas | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 13,33 | 0,00 | -5,13 | -0,10 | 46,00 | 31,03 | -4,56 | -0,49 |
| Ramillos <2 cm | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 10,00 | 0,00 | -8,46 | -0,10 | 40,00 | 31,30 | -10,56 | -0,22 |
| Ramas tam. variable | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 49,00 | 30,90 | -1,56 | -0,62 |
| Compet/Espesura | 1 | 4,00 | 4 | 2,56 | 10,00 | 0,00 | -8,46 | -0,10 | 40,00 | 31,30 | -10,56 | -0,22 |
| Tronco | 1 | 4,00 | 4 | 2,56 | 10,00 | 0,00 | -8,46 | -0,10 | 40,00 | 31,30 | -10,56 | -0,22 |
| AG.DESCONOCIDO | | | | | | | | | | | | |
| Ag.desconocido | 24 | 1,21 | 96 | 61,54 | 27,08 | 0,29 | 8,62 | 0,19 | 50,83 | 31,56 | 0,27 | 0,04 |
| Hojas | 7 | 1,29 | 28 | 17,95 | 32,14 | 0,43 | 13,68 | 0,33 | 52,57 | 32,73 | 2,01 | 1,21 |
| Ramillos <2 cm | 6 | 1,00 | 24 | 15,38 | 18,33 | 0,00 | -0,13 | -0,10 | 49,17 | 30,67 | -1,40 | -0,85 |
| Ramas 2-10 cm | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 25,00 | 1,00 | 6,54 | 0,90 | 51,00 | 33,50 | 0,44 | 1,98 |
| Ramas >10 cm | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 10,00 | 0,00 | -8,46 | -0,10 | 38,00 | 26,00 | -12,56 | -5,52 |
| Ramas tam. variable | 2 | 2,50 | 8 | 5,13 | 55,00 | 1,00 | 36,54 | 0,90 | 57,00 | 31,60 | 6,44 | 0,08 |

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|-------------|-------|-----------|------|-------|-------|------|----------|----------|-------|-------|----------|---------|
| Tronco | 6 | 1,00 | 24 | 15,38 | 25,83 | 0,17 | 7,37 | 0,07 | 50,50 | 31,35 | -0,06 | -0,17 |
| Cuello raíz | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 51,00 | 33,50 | 0,44 | 1,98 |

En cuanto a la presencia de agente dañinos identificados, destaca en primer lugar la presencia del curculiónido *Rhynchaenus fagi* sobre las dos terceras partes del arbolado muestra, reduciéndose apreciablemente con respecto a la revisión anterior y de quien pueden verse las clásicas minaduras triangulares en el ápice foliar progresando desde el nervio central debidas a la alimentación de la fase larvaria, junto con agujeros de perdigonado ocasionados por la alimentación de la fase adulta del insecto, así como mordeduras a lo largo del margen. Se advierte también la presencia de agallícolas tales como el cecidómido *Mikiola fagi*, de quien se ven los habituales engrosamientos piriformes en el haz foliar de los que emergerán los adultos de la siguiente generación en la primavera siguiente, en niveles algo superiores a los del año previo, mientras que no se ha observado la presencia del agallícola *Hartigiola annulipes* o de pulgón del haya, *Phyllaphis fagi*, presentes en la anteriores evaluaciones. Se advierte también algún caso aislado de chupadores asociados a punteaduras amarillentas en las hojas en las zonas donde ha introducido el aparato suctor para alimentarse, sin mayor trascendencia fitosanitaria.

Se han observado también unos pocos ejemplares sueltos con signos de **podriciones** en el tronco, aunque sin aparecer tampoco asociadas a daños forestales de consideración, toda vez que la elevada humedad de la estación favorece su desarrollo, en niveles algo superiores a los habidos el año anterior.

En el pie más defoliado aparecen agujeros en buena parte del tronco causados por algún **pícido** en busca de larvas con que alimentarse.

En cuanto a los daños por agentes abióticos, y dadas las malas condiciones de partida del año, caracterizado por las elevadas temperaturas registradas de comienzos de julio a mediados de agosto, se observan daños frecuentes por **calor** y en menor medida **sequía** sobre tres de cada cuatro pies evaluados, advirtiéndose microfiliis en algunas hojas que no han llegado a desarrollarse en su totalidad por falta de agua y los clásicos acucharamientos o plegamientos de las hojas a lo largo del eje central con objeto de reducir la superficie foliar y con ello las pérdidas de agua por transpiración. Se registran también algunas ramillas rotas en unos pocos pies salpicados debido al **viento** por alguna tormenta reciente junto con algún daño ya antiguo de las **nevadas** de años anteriores, no asociado a daños forestales de consideración.

Se advierten también **daños antrópicos** en casi la mitad de las hayas evaluadas, asociados sobre todo a heridas en los troncos por antiguas operaciones de corta y saca planificadas, dentro del normal aprovechamiento forestal de la masa, que en algún caso aparecen asociados a alguna defoliación superior a los valores medios de la parcela sobre algún tronco de dimensiones superiores al vuelo medio. En la mayoría de los casos se trata de heridas antiguas ya cicatrizadas y sin mayor relevancia fitosanitaria que su mera cita.

En una especie tan esciadófila como el haya, no es de extrañar la práctica ausencia de daños por competencia o falta de luz, tan habituales en otro tipo de masas, apareciendo tan sólo algún ejemplar afectado por **interacciones físicas**, en las que el pie afectado tiene dificultades para expandir sus ramas al dificultarlo la cercanía de los pies próximos, sin aparecer asociado a algún daño forestal digno de mención.

Sin que se pueda determinar la causa con exactitud, se han observado también decoloraciones amarillentas de distinta naturaleza en parte de las hojas, junto con alguna caída prematura, **puntisecados** en ramillos, junto con alguna **tumoración** y algunas **fendas y tumoraciones** en los troncos, posiblemente relacionadas con fenómenos de expansión/contracción por diferencias de temperatura, no asociadas a daños forestales de consideración, y habituales en especies de corteza fina como el haya.

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

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

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|----------------------------|-----------|-------------|------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | | | | |
| Hojas | 66 | 1,03 | 264 | 100,00 | 19,39 | 0,12 | 0,93 | 0,02 | 50,52 | 31,53 | -0,05 | 0,01 |
| Comidos/perdidos | 25 | 1,04 | 100 | 64,10 | 17,80 | 0,12 | -0,66 | 0,02 | 50,12 | 31,36 | -0,44 | -0,16 |
| Agujeros/Parc. comidas | 19 | 1,00 | 76 | 48,72 | 17,37 | 0,11 | -1,09 | 0,01 | 49,37 | 31,12 | -1,20 | -0,40 |
| Minadas | 5 | 1,00 | 20 | 12,82 | 16,00 | 0,20 | -2,46 | 0,10 | 54,00 | 31,74 | 3,44 | 0,22 |
| Caída prematura | 1 | 2,00 | 4 | 2,56 | 35,00 | 0,00 | 16,54 | -0,10 | 45,00 | 34,00 | -5,56 | 2,48 |
| Dec. Verde-amarillo | 12 | 1,00 | 48 | 30,77 | 25,00 | 0,17 | 6,54 | 0,07 | 51,75 | 32,23 | 1,19 | 0,70 |
| Punteado | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | 1,54 | -0,10 | 54,00 | 31,60 | 3,44 | 0,08 |
| Marginal | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 17,50 | 0,00 | -0,96 | -0,10 | 49,50 | 31,20 | -1,06 | -0,32 |
| Parcial | 9 | 1,00 | 36 | 23,08 | 27,22 | 0,22 | 8,76 | 0,12 | 52,00 | 32,52 | 1,44 | 1,00 |
| Dec. Rojo-marrón | 3 | 1,33 | 12 | 7,69 | 41,67 | 0,67 | 23,21 | 0,57 | 55,33 | 32,67 | 4,77 | 1,15 |
| Completa | 3 | 1,33 | 12 | 7,69 | 41,67 | 0,67 | 23,21 | 0,57 | 55,33 | 32,67 | 4,77 | 1,15 |
| Microfilia | 8 | 1,00 | 32 | 20,51 | 15,63 | 0,00 | -2,84 | -0,10 | 49,38 | 31,39 | -1,19 | -0,13 |
| Deformaciones | 18 | 1,00 | 72 | 46,15 | 15,83 | 0,06 | -2,63 | -0,04 | 49,94 | 31,19 | -0,62 | -0,33 |
| Rizadas | 14 | 1,00 | 56 | 35,90 | 15,36 | 0,07 | -3,10 | -0,03 | 49,57 | 31,02 | -0,99 | -0,50 |
| Agallas | 4 | 1,00 | 16 | 10,26 | 17,50 | 0,00 | -0,96 | -0,10 | 51,25 | 31,80 | 0,69 | 0,28 |
| RAMAS/BROTES | | | | | | | | | | | | |
| Ramillos <2 cm | 12 | 1,00 | 48 | 30,77 | 17,08 | 0,00 | -1,38 | -0,10 | 47,67 | 31,57 | -2,90 | 0,05 |
| Rotura | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 46,00 | 32,10 | -4,56 | 0,58 |
| Muerto/moribundo | 9 | 1,00 | 36 | 23,08 | 17,78 | 0,00 | -0,68 | -0,10 | 48,22 | 31,39 | -2,34 | -0,13 |
| Ramas 2-10 cm | 5 | 1,00 | 20 | 12,82 | 21,00 | 0,20 | 2,54 | 0,10 | 52,60 | 33,70 | 2,04 | 2,18 |
| Rotura | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | 1,54 | -0,10 | 54,00 | 34,70 | 3,44 | 3,18 |
| Muerto/moribundo | 4 | 1,00 | 16 | 10,26 | 21,25 | 0,25 | 2,79 | 0,15 | 52,25 | 33,45 | 1,69 | 1,93 |
| Ramas >10 cm | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 10,00 | 0,00 | -8,46 | -0,10 | 38,00 | 26,00 | -12,56 | -5,52 |
| Muerto/moribundo | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 10,00 | 0,00 | -8,46 | -0,10 | 38,00 | 26,00 | -12,56 | -5,52 |
| Ramas tam. variable | 7 | 1,43 | 28 | 17,95 | 29,29 | 0,29 | 10,83 | 0,19 | 54,00 | 32,24 | 3,44 | 0,72 |
| Rotura | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 49,00 | 30,90 | -1,56 | -0,62 |
| Muerto/moribundo | 5 | 1,60 | 20 | 12,82 | 35,00 | 0,40 | 16,54 | 0,30 | 56,00 | 32,78 | 5,44 | 1,26 |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | | | | |
| Tronco en copa | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 53,00 | 34,80 | 2,44 | 3,28 |
| Heridas | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 53,00 | 34,80 | 2,44 | 3,28 |
| Grietas | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 53,00 | 34,80 | 2,44 | 3,28 |
| Tronco | 12 | 1,42 | 48 | 30,77 | 20,42 | 0,08 | 1,96 | -0,02 | 48,67 | 31,48 | -1,90 | -0,05 |
| Deformaciones | 4 | 1,00 | 16 | 10,26 | 31,25 | 0,25 | 12,79 | 0,15 | 48,75 | 31,15 | -1,81 | -0,37 |
| Tumores | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 75,00 | 1,00 | 56,54 | 0,90 | 55,00 | 31,50 | 4,44 | -0,02 |
| Fendas longitudinales | 3 | 1,00 | 12 | 7,69 | 16,67 | 0,00 | -1,79 | -0,10 | 46,67 | 31,03 | -3,90 | -0,49 |
| Heridas | 7 | 1,29 | 28 | 17,95 | 15,71 | 0,00 | -2,75 | -0,10 | 49,86 | 31,69 | -0,71 | 0,17 |
| Descortezamientos | 3 | 1,67 | 12 | 7,69 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 46,00 | 31,97 | -4,56 | 0,45 |
| Grietas | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 54,00 | 31,75 | 3,44 | 0,23 |

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|------------------------|-----------|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| Otras heridas | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 17,50 | 0,00 | -0,96 | -0,10 | 51,50 | 31,20 | 0,94 | -0,32 |
| Inclinado | 1 | 4,00 | 4 | 2,56 | 10,00 | 0,00 | -8,46 | -0,10 | 40,00 | 31,30 | -10,56 | -0,22 |
| Cuello raíz | 26 | 1,04 | 104 | 66,67 | 17,88 | 0,15 | -0,58 | 0,05 | 50,35 | 31,83 | -0,22 | 0,31 |
| Deformaciones | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 25,00 | 0,00 | 6,54 | -0,10 | 46,00 | 31,90 | -4,56 | 0,38 |
| Fendas longitudinales | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 25,00 | 0,00 | 6,54 | -0,10 | 46,00 | 31,90 | -4,56 | 0,38 |
| Heridas | 16 | 1,06 | 64 | 41,03 | 16,88 | 0,13 | -1,59 | 0,03 | 49,81 | 31,50 | -0,75 | -0,02 |
| Descortezamientos | 11 | 1,00 | 44 | 28,21 | 17,73 | 0,18 | -0,73 | 0,08 | 51,36 | 31,35 | 0,80 | -0,17 |
| Grietas | 2 | 1,00 | 8 | 5,13 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 46,50 | 33,45 | -4,06 | 1,93 |
| Otras heridas | 3 | 1,33 | 12 | 7,69 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 46,33 | 30,73 | -4,23 | -0,79 |
| Pudriciones | 9 | 1,00 | 36 | 23,08 | 18,89 | 0,22 | 0,43 | 0,12 | 51,78 | 32,41 | 1,21 | 0,89 |
| Tronco completo | 4 | 1,75 | 16 | 10,26 | 32,50 | 0,25 | 14,04 | 0,15 | 52,25 | 32,60 | 1,69 | 1,08 |
| Heridas | 4 | 1,75 | 16 | 10,26 | 32,50 | 0,25 | 14,04 | 0,15 | 52,25 | 32,60 | 1,69 | 1,08 |
| Descortezamientos | 1 | 2,00 | 4 | 2,56 | 20,00 | 0,00 | 1,54 | -0,10 | 56,00 | 33,90 | 5,44 | 2,38 |
| Grietas | 1 | 1,00 | 4 | 2,56 | 15,00 | 0,00 | -3,46 | -0,10 | 51,00 | 32,40 | 0,44 | 0,88 |
| Otras heridas | 2 | 2,00 | 8 | 5,13 | 47,50 | 0,50 | 29,04 | 0,40 | 51,00 | 32,05 | 0,44 | 0,53 |

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 | Picidae | | Chupadores | | Minadores | | Form. Agallas | | Hongos pudrición | |
|--------------------------|-----------|---------|---|------------|---------------|-----------|---------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | | | |
| Hojas | 66 | | | 1 | 100,00 | 24 | 100,00 | 4 | 100,00 | | |
| Comidos/perdidos | 25 | | | | | 24 | 100,00 | | | | |
| Agujeros/Parc. comidas | 19 | | | | | 19 | 79,17 | | | | |
| Minadas | 5 | | | | | 5 | 20,83 | | | | |
| Caída prematura | 1 | | | | | | | | | | |
| Dec. Verde-amarillo | 12 | | | 1 | 100,00 | | | | | | |
| Punteado | 1 | | | 1 | 100,00 | | | | | | |
| Marginal | 2 | | | | | | | | | | |
| Parcial | 9 | | | | | | | | | | |
| Dec. Rojo-marrón | 3 | | | | | | | | | | |
| Completa | 3 | | | | | | | | | | |
| Microfilia | 8 | | | | | | | | | | |
| Deformaciones | 18 | | | | | | | 4 | 100,00 | | |
| Rizadas | 14 | | | | | | | | | | |
| Agallas | 4 | | | | | | | 4 | 100,00 | | |
| RAMAS/BROTES | | | | | | | | | | | |
| Ramillos <2 cm | 12 | | | | | | | | | | |
| Rotura | 3 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 9 | | | | | | | | | | |
| Ramas 2-10 cm | 5 | | | | | | | | | | |
| Rotura | 1 | | | | | | | | | | |

| | N par | Picidae | | Chupadores | | Minadores | | Form. Agallas | | Hongos pudrición | |
|----------------------------|-----------|----------|---------------|------------|---|-----------|---|---------------|---|------------------|---------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Muerto/moribundo | 4 | | | | | | | | | | |
| Ramas >10 cm | 1 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 1 | | | | | | | | | | |
| Ramas tam. variable | 7 | | | | | | | | | | |
| Rotura | 2 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 5 | | | | | | | | | | |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | | | |
| Tronco en copa | 1 | | | | | | | | | | |
| Heridas | 1 | | | | | | | | | | |
| Grietas | 1 | | | | | | | | | | |
| Tronco | 12 | | | | | | | | | | |
| Deformaciones | 4 | | | | | | | | | | |
| Tumores | 1 | | | | | | | | | | |
| Fendas longitudinales | 3 | | | | | | | | | | |
| Heridas | 7 | | | | | | | | | | |
| Descortezamientos | 3 | | | | | | | | | | |
| Grietas | 2 | | | | | | | | | | |
| Otras heridas | 2 | | | | | | | | | | |
| Inclinado | 1 | | | | | | | | | | |
| Cuello raíz | 26 | | | | | | | | | 9 | 100,00 |
| Deformaciones | 1 | | | | | | | | | | |
| Fendas longitudinales | 1 | | | | | | | | | | |
| Heridas | 16 | | | | | | | | | | |
| Descortezamientos | 11 | | | | | | | | | | |
| Grietas | 2 | | | | | | | | | | |
| Otras heridas | 3 | | | | | | | | | | |
| Pudriciones | 9 | | | | | | | | | 9 | 100,00 |
| Tronco completo | 4 | 1 | 100,00 | | | | | | | | |
| Heridas | 4 | 1 | 100,00 | | | | | | | | |
| Descortezamientos | 1 | | | | | | | | | | |
| Grietas | 1 | | | | | | | | | | |
| Otras heridas | 2 | 1 | 100,00 | | | | | | | | |

| | N par | Fact. físicos | | Sequía | | Calor | | Nieve/Hielo | | Viento/Tornado | |
|------------------------|-----------|---------------|---|-----------|---------------|-----------|---------------|-------------|---|----------------|---|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | | | |
| Hojas | 66 | | | 10 | 100,00 | 20 | 100,00 | | | | |
| Comidos/perdidos | 25 | | | | | | | | | | |
| Agujeros/Parc. comidas | 19 | | | | | | | | | | |
| Minadas | 5 | | | | | | | | | | |
| Caída prematura | 1 | | | | | | | | | | |
| Dec. Verde-amarillo | 12 | | | 2 | 20,00 | 6 | 30,00 | | | | |
| Punteado | 1 | | | | | | | | | | |
| Marginal | 2 | | | 1 | 10,00 | 1 | 5,00 | | | | |

| | N par | Fact. físicos | | Sequía | | Calor | | Nieve/Hielo | | Viento/Tornado | |
|----------------------------|-----------|---------------|--------------|--------|-------|-------|-------|-------------|---------------|----------------|--------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Parcial | 9 | | | 1 | 10,00 | 5 | 25,00 | | | | |
| Dec. Rojo-marrón | 3 | | | | | | | | | | |
| Completa | 3 | | | | | | | | | | |
| Microfilia | 8 | | | 8 | 80,00 | | | | | | |
| Deformaciones | 18 | | | | | 14 | 70,00 | | | | |
| Rizadas | 14 | | | | | 14 | 70,00 | | | | |
| Agallas | 4 | | | | | | | | | | |
| RAMAS/BROTOS | | | | | | | | | | | |
| Ramillos <2 cm | 12 | 3 | 30,00 | | | | | | | 2 | 66,67 |
| Rotura | 3 | | | | | | | | | 2 | 66,67 |
| Muerto/moribundo | 9 | 3 | 30,00 | | | | | | | | |
| Ramas 2-10 cm | 5 | 3 | 30,00 | | | | | | | 1 | 33,33 |
| Rotura | 1 | | | | | | | | | 1 | 33,33 |
| Muerto/moribundo | 4 | 3 | 30,00 | | | | | | | | |
| Ramas >10 cm | 1 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 1 | | | | | | | | | | |
| Ramas tam. variable | 7 | 2 | 20,00 | | | | | | | | |
| Rotura | 2 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 5 | 2 | 20,00 | | | | | | | | |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | | | |
| Tronco en copa | 1 | 1 | 10,00 | | | | | | | | |
| Heridas | 1 | 1 | 10,00 | | | | | | | | |
| Grietas | 1 | 1 | 10,00 | | | | | | | | |
| Tronco | 12 | | | | | | | | | | |
| Deformaciones | 4 | | | | | | | | | | |
| Tumores | 1 | | | | | | | | | | |
| Fendas longitudinales | 3 | | | | | | | | | | |
| Heridas | 7 | | | | | | | | | | |
| Descortezamientos | 3 | | | | | | | | | | |
| Grietas | 2 | | | | | | | | | | |
| Otras heridas | 2 | | | | | | | | | | |
| Inclinado | 1 | | | | | | | | | | |
| Cuello raíz | 26 | 1 | 10,00 | | | | | 1 | 100,00 | | |
| Deformaciones | 1 | | | | | | | | | | |
| Fendas longitudinales | 1 | | | | | | | | | | |
| Heridas | 16 | 1 | 10,00 | | | | | 1 | 100,00 | | |
| Descortezamientos | 11 | | | | | | | | | | |
| Grietas | 2 | 1 | 10,00 | | | | | | | | |
| Otras heridas | 3 | | | | | | | 1 | 100,00 | | |
| Pudriciones | 9 | | | | | | | | | | |
| Tronco completo | 4 | | | | | | | | | | |
| Heridas | 4 | | | | | | | | | | |
| Descortezamientos | 1 | | | | | | | | | | |
| Grietas | 1 | | | | | | | | | | |
| Otras heridas | 2 | | | | | | | | | | |

| | N par | Otros fact.abióticos | | Op. en pies próximos | | Daños mec/vehículos | | Const. caminos | | Otros daños antrópicos | |
|----------------------------|-----------|----------------------|---------------|----------------------|--------------|---------------------|---------------|----------------|---------------|------------------------|--------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | | | |
| Hojas | 66 | | | | | | | | | | |
| Comidos/perdidos | 25 | | | | | | | | | | |
| Agujeros/Parc. comidas | 19 | | | | | | | | | | |
| Minadas | 5 | | | | | | | | | | |
| Caída prematura | 1 | | | | | | | | | | |
| Dec. Verde-amarillo | 12 | | | | | | | | | | |
| Punteado | 1 | | | | | | | | | | |
| Marginal | 2 | | | | | | | | | | |
| Parcial | 9 | | | | | | | | | | |
| Dec. Rojo-marrón | 3 | | | | | | | | | | |
| Completa | 3 | | | | | | | | | | |
| Microfilia | 8 | | | | | | | | | | |
| Deformaciones | 18 | | | | | | | | | | |
| Rizadas | 14 | | | | | | | | | | |
| Agallas | 4 | | | | | | | | | | |
| RAMAS/BROTES | | | | | | | | | | | |
| Ramillos <2 cm | 12 | | | | | | | | | | |
| Rotura | 3 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 9 | | | | | | | | | | |
| Ramas 2-10 cm | 5 | | | | | | | | | | |
| Rotura | 1 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 4 | | | | | | | | | | |
| Ramas >10 cm | 1 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 1 | | | | | | | | | | |
| Ramas tam. variable | 7 | | | | | | | | | | |
| Rotura | 2 | | | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 5 | | | | | | | | | | |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | | | |
| Tronco en copa | 1 | | | | | | | | | | |
| Heridas | 1 | | | | | | | | | | |
| Grietas | 1 | | | | | | | | | | |
| Tronco | 12 | | | 3 | 18,75 | | | 1 | 100,00 | 1 | 50,00 |
| Deformaciones | 4 | | | | | | | | | | |
| Tumores | 1 | | | | | | | | | | |
| Fendas longitudinales | 3 | | | | | | | | | | |
| Heridas | 7 | | | 3 | 18,75 | | | 1 | 100,00 | 1 | 50,00 |
| Descortezamientos | 3 | | | 2 | 12,50 | | | | | 1 | 50,00 |
| Grietas | 2 | | | | | | | | | | |
| Otras heridas | 2 | | | 1 | 6,25 | | | 1 | 100,00 | | |
| Inclinado | 1 | | | | | | | | | | |
| Cuello raíz | 26 | 1 | 100,00 | 10 | 62,50 | 2 | 100,00 | | | 1 | 50,00 |
| Deformaciones | 1 | 1 | 100,00 | | | | | | | | |
| Fendas longitudinales | 1 | 1 | 100,00 | | | | | | | | |
| Heridas | 16 | | | 10 | 62,50 | 2 | 100,00 | | | 1 | 50,00 |
| Descortezamientos | 11 | | | 8 | 50,00 | 2 | 100,00 | | | 1 | 50,00 |

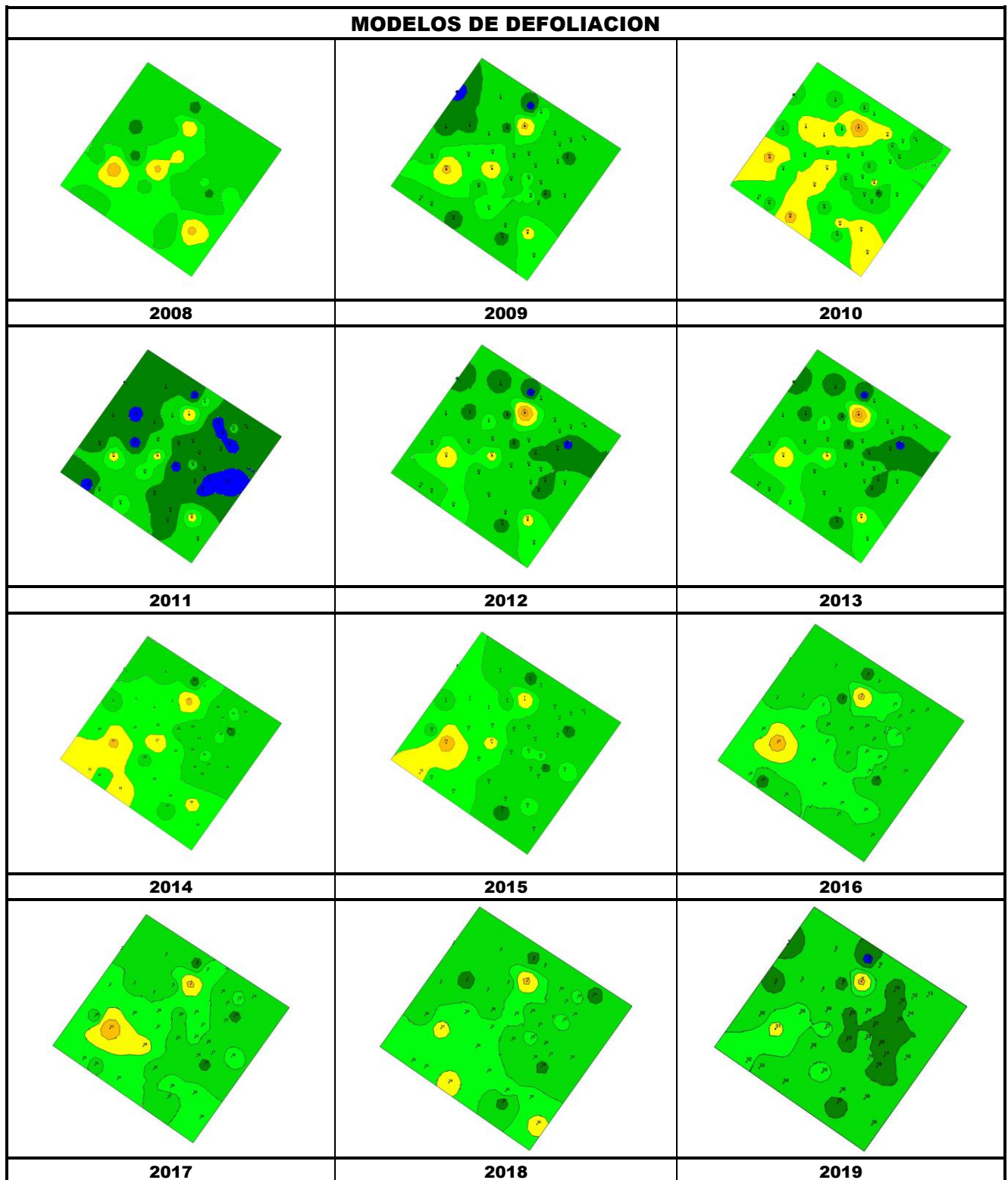
| | N par | Otros fact.abióticos | | Op. en pies próximos | | Daños mec/vehículos | | Const. caminos | | Otros daños antrópicos | |
|------------------------|----------|----------------------|---|----------------------|--------------|---------------------|---|----------------|---|------------------------|---|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Grietas | 2 | | | | | | | | | | |
| Otras heridas | 3 | | | 2 | 12,50 | | | | | | |
| Pudriciones | 9 | | | | | | | | | | |
| Tronco completo | 4 | | | 3 | 18,75 | | | | | | |
| Heridas | 4 | | | 3 | 18,75 | | | | | | |
| Descortezamientos | 1 | | | 1 | 6,25 | | | | | | |
| Grietas | 1 | | | 1 | 6,25 | | | | | | |
| Otras heridas | 2 | | | 1 | 6,25 | | | | | | |

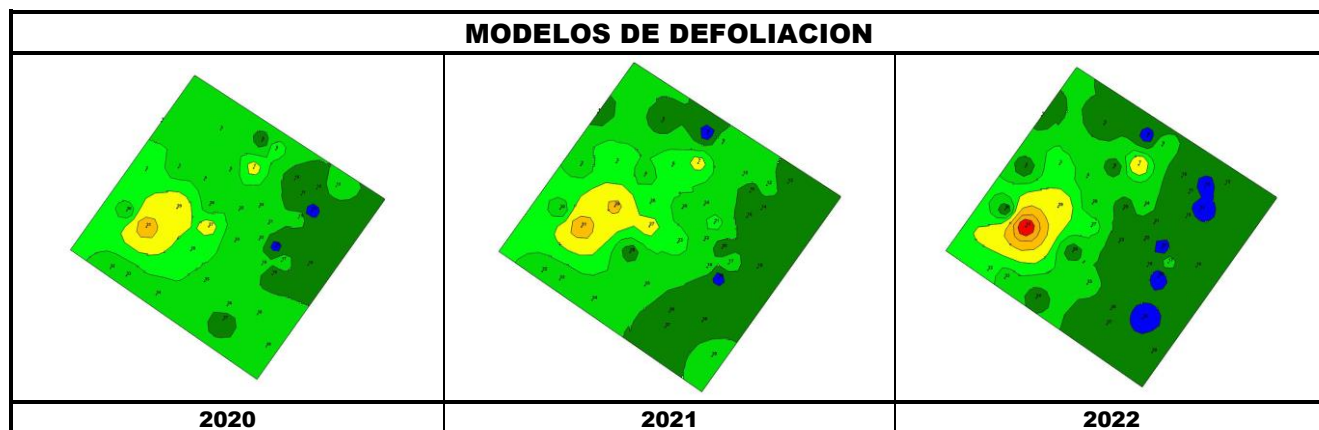
| | N par | Falta luz | | Inter.físicas | | Compet/Espesura | | Ag.desconocido | |
|----------------------------|-----------|-----------|---------------|---------------|--------------|-----------------|---------------|----------------|--------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % |
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | |
| Hojas | 66 | | | | | | | 7 | 29,17 |
| Comidos/perdidos | 25 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Agujeros/Parc. comidas | 19 | | | | | | | | |
| Minadas | 5 | | | | | | | | |
| Caída prematura | 1 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Dec. Verde-amarillo | 12 | | | | | | | 3 | 12,50 |
| Punteado | 1 | | | | | | | | |
| Marginal | 2 | | | | | | | | |
| Parcial | 9 | | | | | | | 3 | 12,50 |
| Dec. Rojo-marrón | 3 | | | | | | | 3 | 12,50 |
| Completa | 3 | | | | | | | 3 | 12,50 |
| Microfilia | 8 | | | | | | | | |
| Deformaciones | 18 | | | | | | | | |
| Rizadas | 14 | | | | | | | | |
| Agallas | 4 | | | | | | | | |
| RAMAS/BROTES | | | | | | | | | |
| Ramillos <2 cm | 12 | | | 1 | 33,33 | | | 6 | 25,00 |
| Rotura | 3 | | | 1 | 33,33 | | | | |
| Muerto/moribundo | 9 | | | | | | | 6 | 25,00 |
| Ramas 2-10 cm | 5 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Rotura | 1 | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 4 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Ramas >10 cm | 1 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Muerto/moribundo | 1 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Ramas tam. variable | 7 | 1 | 100,00 | 2 | 66,67 | | | 2 | 8,33 |
| Rotura | 2 | | | 2 | 66,67 | | | | |
| Muerto/moribundo | 5 | 1 | 100,00 | | | | | 2 | 8,33 |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | |
| Tronco en copa | 1 | | | | | | | | |
| Heridas | 1 | | | | | | | | |
| Grietas | 1 | | | | | | | | |
| Tronco | 12 | | | | | 1 | 100,00 | 6 | 25,00 |
| Deformaciones | 4 | | | | | | | 4 | 16,67 |

| | N par | Falta luz | | Inter.físicas | | Compet/Espesura | | Ag.desconocido | |
|------------------------|-----------|-----------|---|---------------|---|-----------------|--------|----------------|-------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Tumores | 1 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Fendas longitudinales | 3 | | | | | | | 3 | 12,50 |
| Heridas | 7 | | | | | | | 2 | 8,33 |
| Descortezamientos | 3 | | | | | | | | |
| Grietas | 2 | | | | | | | 2 | 8,33 |
| Otras heridas | 2 | | | | | | | | |
| Inclinado | 1 | | | | | 1 | 100,00 | | |
| Cuello raíz | 26 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Deformaciones | 1 | | | | | | | | |
| Fendas longitudinales | 1 | | | | | | | | |
| Heridas | 16 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Descortezamientos | 11 | | | | | | | | |
| Grietas | 2 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Otras heridas | 3 | | | | | | | | |
| Pudriciones | 9 | | | | | | | | |
| Tronco completo | 4 | | | | | | | | |
| Heridas | 4 | | | | | | | | |
| Descortezamientos | 1 | | | | | | | | |
| Grietas | 1 | | | | | | | | |
| Otras heridas | 2 | | | | | | | | |



FIG 6. Minaduras causadas por *Rhynchaenus fagi*. Agallas de *Mikiola fagi*





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 | | |

| Variable | Equipo | Parcela Interior | Parcela Exterior | Instalación | Periodicidad |
|-------------------------|------------------------|------------------|------------------|-------------|-------------------|
| | 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 |
| Solución del suelo | Lisímetros | 8 | | 1998 | Quincenal/Mensual |
| | Bomba de succión | 1 | | 2018 | Continua |
| Humedad/Temp. del suelo | Sonda de humedad | 1 | | 2015 | 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 interior, acumuladores de deposición, captador de desfronde. Estación meteorológica. Lisímetros

5. Deposición atmosférica.

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

La deposición atmosférica total consta de tres componentes:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 115Fs, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

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

5.1. pH.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
|------|-------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------|-----------|-------|
| | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 1997 | 5,56 | 47,06 | 1063 | 5,56 | 58,82 | 1302 | 5,89 | 6,23 |
| 1998 | 5,30 | 65,22 | 1561 | 5,30 | 78,26 | 1822 | 5,78 | 6,12 |
| 1999 | 5,67 | 28,57 | 1476 | 5,60 | 37,50 | 1819 | 6,16 | 6,33 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
|--------------|-------------------|------------------|----------------|------------------------------|------------------|----------------|-------------|-------------|
| | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Media pond | Lluvia ácida (%) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 2000 | 6,05 | 8,33 | 1792 | 5,93 | 20,83 | 2132 | 6,06 | 6,27 |
| 2001 | 5,83 | 13,04 | 1278 | 5,75 | 34,78 | 1519 | 5,76 | 5,88 |
| 2002 | 6,62 | 0,00 | 1605 | 6,15 | 10,53 | 1864 | 6,39 | 6,53 |
| 2003 | 6,06 | 4,55 | 1853 | 5,94 | 9,09 | 1959 | 6,07 | 6,14 |
| 2004 | 5,67 | 31,25 | 1737 | 5,04 | 56,25 | 1663 | 5,99 | 6,00 |
| 2005 | 5,86 | 30,43 | 1331 | 5,34 | 65,22 | 1520 | 5,96 | 5,93 |
| 2006 | 6,22 | 10,00 | 1445 | 5,72 | 35,00 | 1648 | 6,08 | 6,01 |
| 2007 | 6,05 | 16,67 | 1790 | 5,38 | 62,50 | 2087 | 5,98 | 5,72 |
| 2008 | 6,00 | 33,33 | 1881 | 5,66 | 41,67 | 2072 | 6,12 | 5,97 |
| 2009 | 6,28 | 8,33 | 2008 | 5,99 | 8,33 | 2156 | 6,10 | 6,07 |
| 2010 | 6,32 | 0,00 | 1979 | 5,85 | 16,67 | 2073 | 6,22 | 6,19 |
| 2011 | 6,25 | 0,00 | 1670 | 5,88 | 8,33 | 1751 | 6,06 | 6,02 |
| 2012 | 5,91 | 28,57 | 1007 | 5,85 | 14,29 | 1125 | 5,96 | 5,98 |
| 2014 | 6,30 | 0,00 | 1286 | 6,09 | 12,50 | 1384 | 6,17 | 6,20 |
| 2015 | 6,26 | 0,00 | 2015 | 6,00 | 0,00 | 2186 | 6,08 | 6,18 |
| 2016 | 6,47 | 0,00 | 1675 | 6,18 | 8,33 | 1959 | 6,16 | 6,12 |
| 2017 | 6,30 | 0,00 | 1822 | 5,97 | 0,00 | 1963 | 6,09 | 6,10 |
| 2018 | 6,20 | 0,00 | 2095 | 6,00 | 16,67 | 2512 | 5,89 | 5,94 |
| 2019 | 6,15 | 8,33 | 2270 | 5,69 | 33,33 | 2592 | 5,99 | 6,04 |
| 2020 | 6,37 | 0,00 | 1844 | 5,88 | 9,09 | 2104 | 6,17 | 6,17 |
| 2021 | 6,40 | 0,00 | 1770 | 5,98 | 25,00 | 1922 | 6,37 | 6,27 |
| Media | 6,09 | 13,90 | 1677 | 5,78 | 27,62 | 1881 | 6,06 | 6,10 |

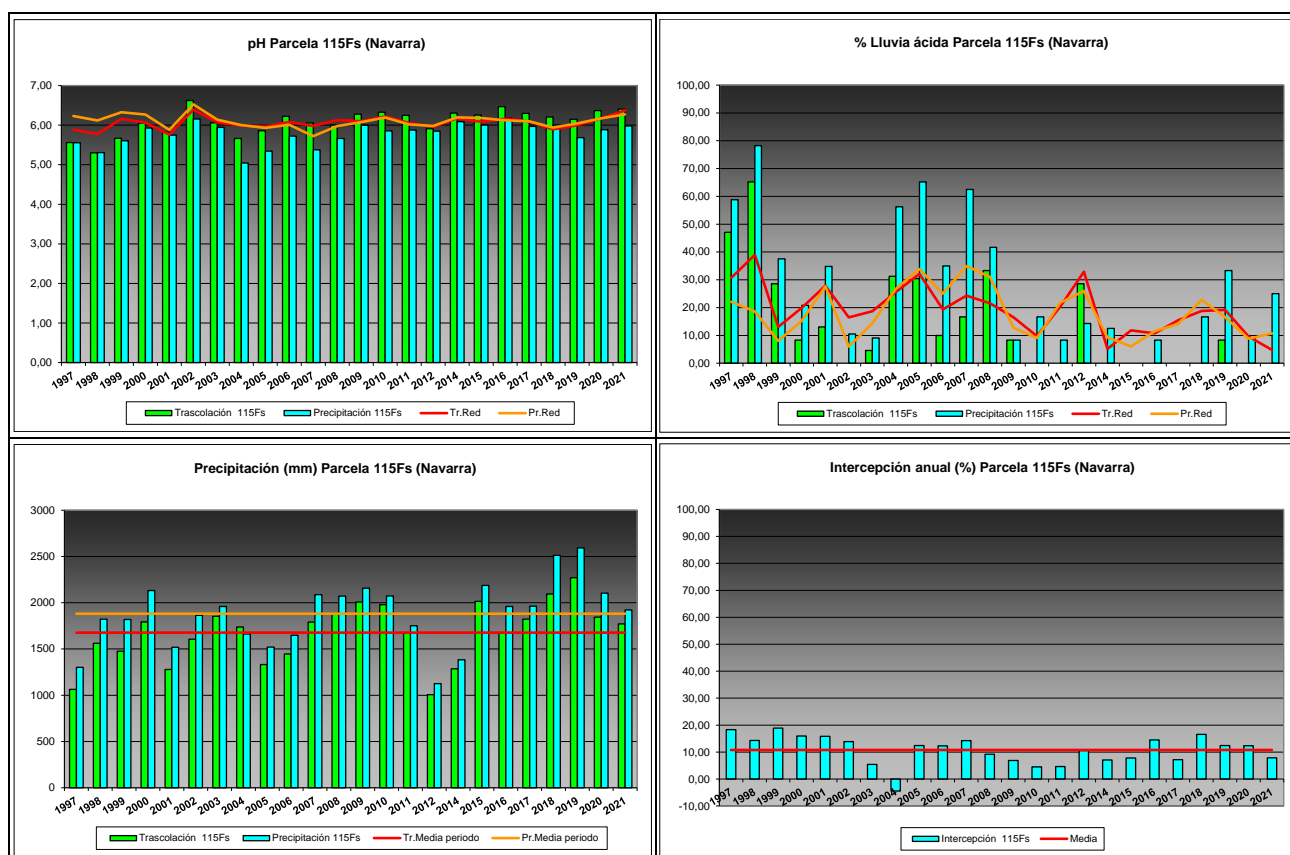


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
|-------|-------------------|--------------------|----------------|------------------------------|--------------------|----------------|--------------|--------------|
| | Media pond | Deposición (kg/ha) | Precipit. (mm) | Media pond | Deposición (kg/ha) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 1997 | 21,29 | | 1063 | 17,43 | | 1302 | 25,52 | 22,05 |
| 1998 | 26,15 | | 1561 | 19,95 | | 1822 | 29,37 | 22,53 |
| 1999 | 22,56 | | 1476 | 16,31 | | 1819 | 33,18 | 19,89 |
| 2000 | 16,17 | | 1792 | 12,90 | | 2132 | 35,34 | 22,06 |
| 2001 | 19,15 | | 1278 | 14,52 | | 1519 | 27,99 | 15,78 |
| 2002 | 27,38 | | 1605 | 23,00 | | 1864 | 48,98 | 30,11 |
| 2003 | 20,91 | | 1853 | 22,28 | | 1959 | 45,96 | 25,07 |
| 2004 | 28,34 | | 1737 | 25,16 | | 1663 | 62,42 | 37,00 |
| 2005 | 23,46 | | 1331 | 18,95 | | 1520 | 65,42 | 30,19 |
| 2006 | 25,22 | | 1445 | 22,69 | | 1648 | 61,52 | 28,60 |
| 2007 | 27,08 | | 1790 | 23,54 | | 2087 | 49,85 | 28,88 |
| 2008 | 18,29 | | 1881 | 12,51 | | 2072 | 46,65 | 22,88 |
| 2009 | 23,13 | | 2008 | 12,53 | | 2156 | 49,43 | 20,10 |
| 2010 | 23,65 | | 1979 | 12,07 | | 2073 | 44,44 | 15,09 |
| 2011 | 19,96 | | 1670 | 11,11 | | 1751 | 51,36 | 19,04 |
| 2012 | 15,42 | | 1007 | 9,32 | | 1125 | 53,38 | 20,50 |
| 2014 | 21,08 | | 1286 | 10,32 | | 1384 | 33,76 | 15,23 |
| 2015 | 15,05 | | 2015 | 9,12 | | 2186 | 45,28 | 18,25 |
| 2016 | 21,90 | | 1675 | 9,11 | | 1959 | 47,39 | 15,22 |
| 2017 | 15,79 | | 1822 | 9,38 | | 1963 | 56,13 | 18,87 |
| 2018 | 21,01 | | 2095 | 16,68 | | 2512 | 38,75 | 16,20 |
| 2019 | 31,41 | | 2270 | 17,29 | | 2592 | 74,16 | 28,49 |
| 2020 | 26,10 | | 1844 | 11,63 | | 2104 | 46,43 | 20,40 |
| 2021 | 20,76 | | 1770 | 11,58 | | 1922 | 40,51 | 22,14 |
| Media | 22,14 | | 1677 | 15,39 | | 1881 | 46,38 | 22,27 |

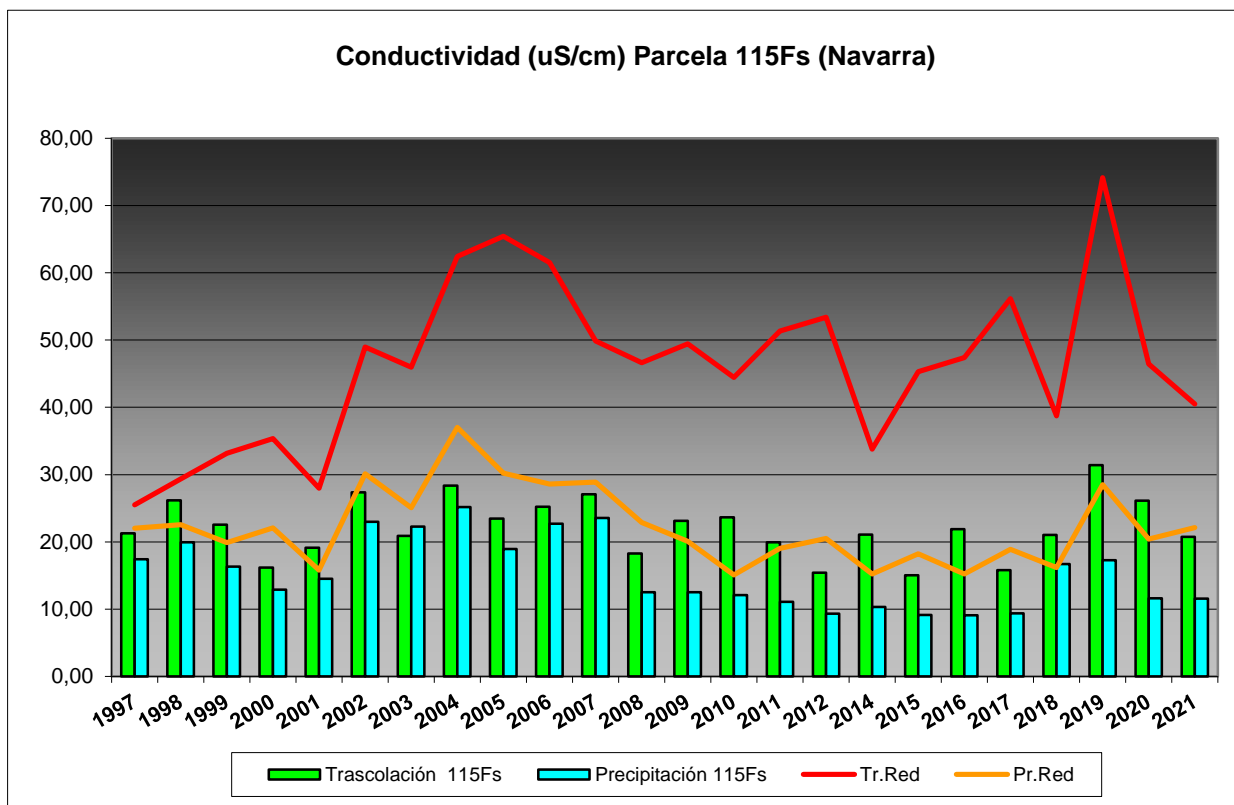


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 1,08 | 11,53 | 1063 | 0,13 | 1,64 | 1302 | 9,89 | 7,33 | 5,18 |
| 1998 | 1,02 | 15,97 | 1561 | 0,31 | 5,62 | 1822 | 10,35 | 19,45 | 13,28 |
| 1999 | 1,27 | 18,79 | 1476 | 0,12 | 2,13 | 1819 | 16,66 | 17,99 | 11,86 |
| 2000 | 1,24 | 22,17 | 1792 | 0,26 | 5,57 | 2132 | 16,60 | 22,33 | 15,28 |
| 2001 | 1,24 | 15,83 | 1278 | 0,11 | 1,61 | 1519 | 14,23 | 16,00 | 9,92 |
| 2002 | 2,43 | 39,05 | 1605 | 0,87 | 16,21 | 1864 | 22,84 | 19,36 | 7,73 |
| 2003 | 1,47 | 27,17 | 1853 | 0,47 | 9,22 | 1959 | 17,95 | 12,93 | 3,83 |
| 2004 | 1,83 | 31,81 | 1737 | 0,38 | 6,40 | 1663 | 25,41 | 16,14 | 4,88 |
| 2005 | 1,80 | 23,93 | 1331 | 0,63 | 9,64 | 1520 | 14,29 | 12,47 | 5,15 |
| 2006 | 2,50 | 36,19 | 1445 | 0,89 | 14,65 | 1648 | 21,54 | 19,14 | 9,86 |
| 2007 | 2,40 | 42,90 | 1790 | 0,67 | 13,92 | 2087 | 28,98 | 20,44 | 7,92 |
| 2008 | 2,70 | 50,78 | 1881 | 0,51 | 10,49 | 2072 | 40,29 | 22,97 | 6,57 |
| 2009 | 3,04 | 61,09 | 2008 | 0,27 | 5,88 | 2156 | 55,21 | 18,05 | 4,28 |
| 2010 | 3,70 | 73,25 | 1979 | 0,22 | 4,66 | 2073 | 68,59 | 21,96 | 3,59 |
| 2011 | 3,46 | 57,83 | 1670 | 0,43 | 7,58 | 1751 | 50,25 | 18,92 | 5,75 |
| 2012 | 0,63 | 6,35 | 1007 | 0,16 | 1,79 | 1125 | 4,56 | 2,99 | 0,92 |
| 2014 | 2,58 | 33,22 | 1286 | 0,43 | 5,92 | 1384 | 27,31 | 11,97 | 1,60 |
| 2015 | 2,30 | 46,31 | 2015 | 0,35 | 7,59 | 2186 | 38,72 | 18,33 | 4,20 |
| 2016 | 3,08 | 51,60 | 1675 | 0,16 | 3,20 | 1959 | 48,40 | 19,15 | 2,17 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2017 | 2,84 | 51,75 | 1822 | 0,30 | 5,86 | 1963 | 45,90 | 16,19 | 1,94 |
| 2018 | 2,33 | 48,85 | 2095 | 0,27 | 6,75 | 2512 | 42,10 | 17,14 | 2,96 |
| 2019 | 3,22 | 73,01 | 2270 | 0,16 | 4,16 | 2592 | 68,84 | 17,04 | 3,33 |
| 2020 | 3,95 | 72,85 | 1844 | 0,18 | 3,70 | 2104 | 69,15 | 22,26 | 2,32 |
| 2021 | 2,33 | 41,27 | 1770 | 1,17 | 2,14 | 1922 | 39,13 | 15,69 | 1,94 |
| Media | 2,27 | 39,73 | 1677 | 0,39 | 6,51 | 1881 | 33,22 | 16,93 | 5,69 |

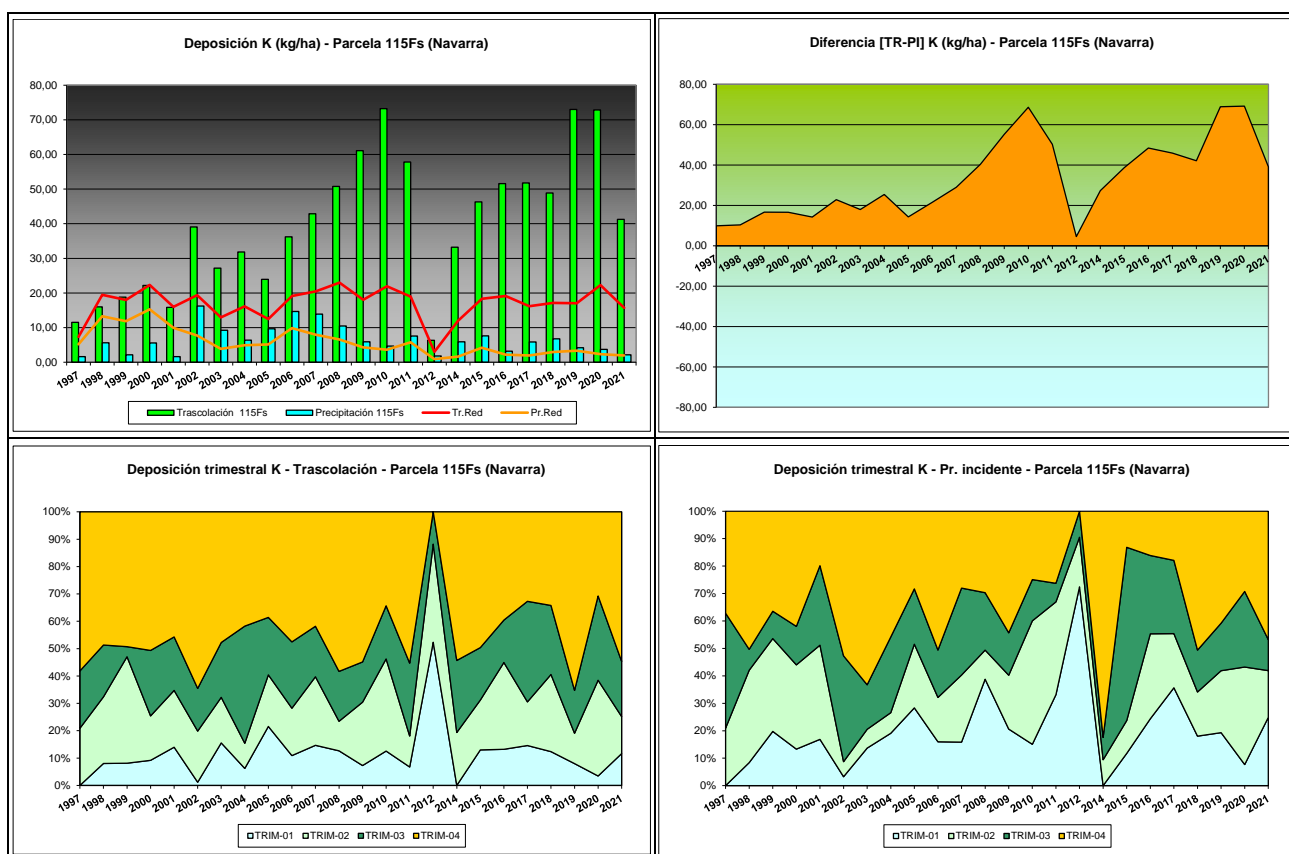


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 2,01 | 21,40 | 1063 | 0,44 | 5,78 | 1302 | 15,62 | 7,29 | 5,16 |
| 1998 | 1,20 | 18,67 | 1561 | 0,43 | 7,82 | 1822 | 10,85 | 6,91 | 4,05 |
| 1999 | 0,86 | 12,73 | 1476 | 0,94 | 17,07 | 1819 | -4,34 | 10,77 | 6,68 |
| 2000 | 1,05 | 18,73 | 1792 | 0,76 | 16,14 | 2132 | 2,59 | 10,94 | 7,70 |
| 2001 | 0,89 | 11,32 | 1278 | 1,02 | 15,54 | 1519 | -4,23 | 8,58 | 6,22 |
| 2002 | 0,71 | 11,45 | 1605 | 0,67 | 12,44 | 1864 | -0,99 | 12,23 | 9,40 |

115 Fs (NAVARRA)

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2003 | 2,12 | 39,25 | 1853 | 2,83 | 55,37 | 1959 | -16,12 | 23,45 | 26,64 |
| 2004 | 0,92 | 16,00 | 1737 | 1,41 | 23,47 | 1663 | -7,47 | 18,95 | 20,04 |
| 2005 | 0,84 | 11,13 | 1331 | 1,02 | 15,54 | 1520 | -4,41 | 11,17 | 9,81 |
| 2006 | 1,11 | 16,07 | 1445 | 1,34 | 22,03 | 1648 | -5,96 | 17,51 | 16,49 |
| 2007 | 0,99 | 17,72 | 1790 | 0,99 | 20,71 | 2087 | -2,99 | 18,16 | 14,99 |
| 2008 | 0,60 | 11,24 | 1881 | 0,53 | 10,88 | 2072 | 0,36 | 14,94 | 12,47 |
| 2009 | 0,51 | 10,27 | 2008 | 0,49 | 10,65 | 2156 | -0,38 | 10,43 | 6,81 |
| 2010 | 0,51 | 10,14 | 1979 | 0,46 | 9,49 | 2073 | 0,65 | 11,50 | 7,59 |
| 2011 | 0,62 | 10,34 | 1670 | 0,48 | 8,43 | 1751 | 1,91 | 11,32 | 6,29 |
| 2012 | 0,56 | 5,63 | 1007 | 0,25 | 2,83 | 1125 | 2,80 | 3,22 | 2,60 |
| 2014 | 0,76 | 9,73 | 1286 | 0,75 | 10,39 | 1384 | -0,66 | 8,57 | 5,86 |
| 2015 | 0,93 | 18,73 | 2015 | 0,56 | 12,21 | 2186 | 6,53 | 15,19 | 12,39 |
| 2016 | 0,51 | 8,50 | 1675 | 0,52 | 10,18 | 1959 | -1,68 | 14,34 | 8,83 |
| 2017 | 0,69 | 12,56 | 1822 | 0,85 | 16,73 | 1963 | -4,16 | 13,71 | 10,82 |
| 2018 | 0,78 | 16,35 | 2095 | 0,65 | 16,26 | 2512 | 0,09 | 13,15 | 9,58 |
| 2019 | 0,69 | 15,67 | 2270 | 0,53 | 13,69 | 2592 | 1,98 | 18,41 | 13,57 |
| 2020 | 0,59 | 10,94 | 1844 | 0,57 | 12,04 | 2104 | -1,10 | 21,83 | 11,67 |
| 2021 | 0,74 | 13,12 | 1770 | 0,64 | 12,22 | 1922 | 0,89 | 13,31 | 19,20 |
| Media | 0,88 | 14,49 | 1677 | 0,80 | 14,91 | 1881 | -0,43 | 13,16 | 10,62 |

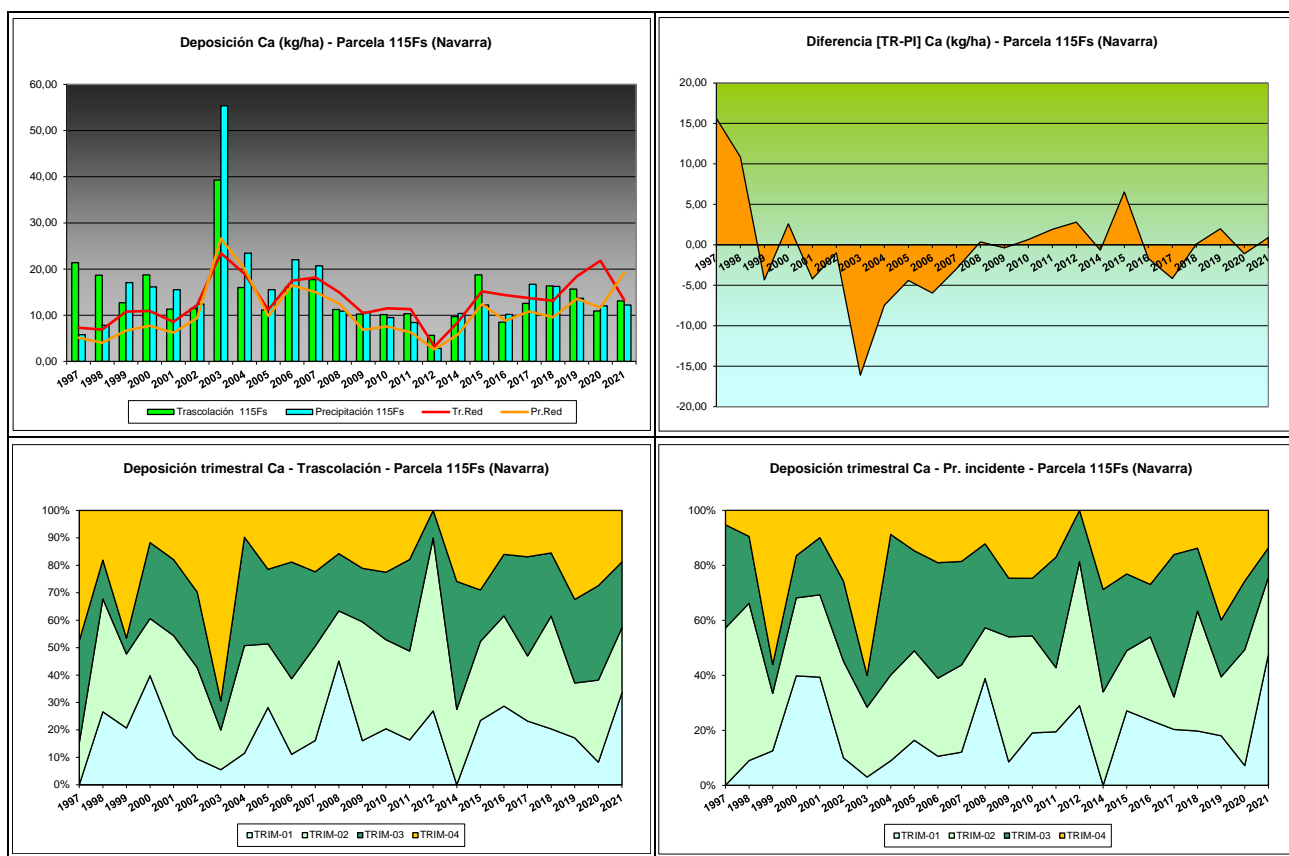
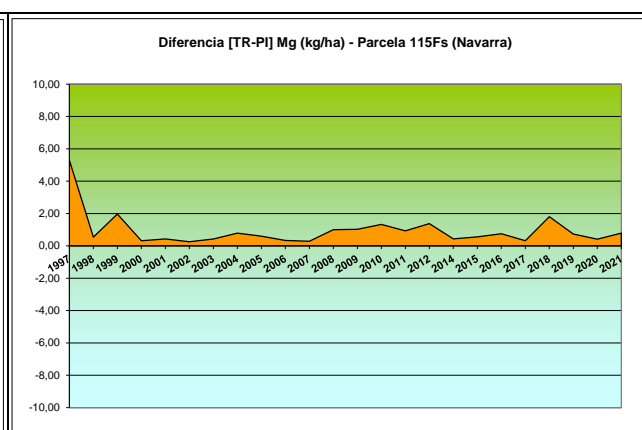
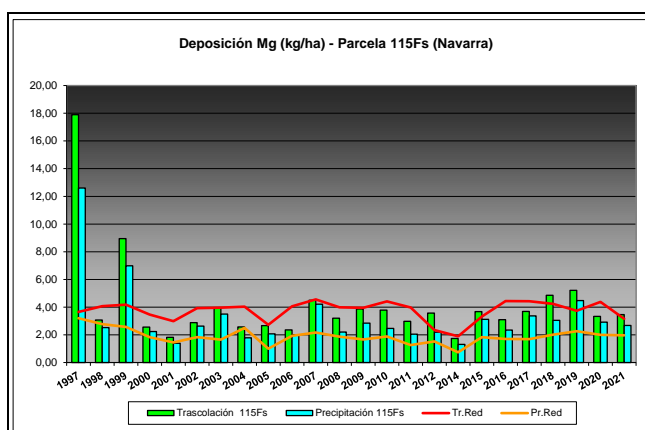


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 1,68 | 17,89 | 1063 | 0,97 | 12,61 | 1302 | 5,29 | 3,66 | 3,20 |
| 1998 | 0,20 | 3,07 | 1561 | 0,14 | 2,53 | 1822 | 0,54 | 4,07 | 2,78 |
| 1999 | 0,61 | 8,95 | 1476 | 0,38 | 6,99 | 1819 | 1,97 | 4,18 | 2,58 |
| 2000 | 0,14 | 2,56 | 1792 | 0,11 | 2,24 | 2132 | 0,32 | 3,46 | 1,84 |
| 2001 | 0,14 | 1,83 | 1278 | 0,09 | 1,40 | 1519 | 0,43 | 2,99 | 1,45 |
| 2002 | 0,18 | 2,88 | 1605 | 0,14 | 2,63 | 1864 | 0,26 | 3,93 | 1,83 |
| 2003 | 0,21 | 3,93 | 1853 | 0,18 | 3,51 | 1959 | 0,43 | 3,97 | 1,65 |
| 2004 | 0,15 | 2,57 | 1737 | 0,11 | 1,79 | 1663 | 0,79 | 4,03 | 2,51 |
| 2005 | 0,20 | 2,67 | 1331 | 0,14 | 2,07 | 1520 | 0,60 | 2,73 | 1,01 |
| 2006 | 0,16 | 2,35 | 1445 | 0,12 | 2,02 | 1648 | 0,34 | 4,06 | 1,94 |
| 2007 | 0,25 | 4,50 | 1790 | 0,20 | 4,22 | 2087 | 0,28 | 4,56 | 2,17 |
| 2008 | 0,17 | 3,21 | 1881 | 0,11 | 2,21 | 2072 | 1,00 | 3,99 | 1,87 |
| 2009 | 0,19 | 3,87 | 2008 | 0,13 | 2,85 | 2156 | 1,02 | 3,95 | 1,67 |
| 2010 | 0,19 | 3,79 | 1979 | 0,12 | 2,46 | 2073 | 1,33 | 4,42 | 1,89 |
| 2011 | 0,18 | 2,98 | 1670 | 0,12 | 2,05 | 1751 | 0,93 | 3,98 | 1,27 |
| 2012 | 0,35 | 3,57 | 1007 | 0,19 | 2,19 | 1125 | 1,38 | 2,35 | 1,52 |
| 2014 | 0,14 | 1,74 | 1286 | 0,09 | 1,31 | 1384 | 0,43 | 1,90 | 0,75 |
| 2015 | 0,18 | 3,68 | 2015 | 0,14 | 3,12 | 2186 | 0,56 | 3,32 | 1,84 |
| 2016 | 0,18 | 3,09 | 1675 | 0,12 | 2,34 | 1959 | 0,75 | 4,44 | 1,71 |
| 2017 | 0,20 | 3,69 | 1822 | 0,17 | 3,37 | 1963 | 0,32 | 4,43 | 1,69 |
| 2018 | 0,23 | 4,86 | 2095 | 0,12 | 3,05 | 2512 | 1,80 | 4,24 | 2,01 |
| 2019 | 0,23 | 5,21 | 2270 | 0,17 | 4,48 | 2592 | 0,73 | 3,74 | 2,26 |
| 2020 | 0,18 | 3,33 | 1844 | 0,14 | 2,92 | 2104 | 0,41 | 4,38 | 2,00 |
| 2021 | 0,20 | 3,47 | 1770 | 0,14 | 2,68 | 1922 | 0,79 | 3,16 | 1,97 |
| Media | 0,27 | 4,15 | 1677 | 0,18 | 3,21 | 1881 | 0,94 | 3,75 | 1,89 |



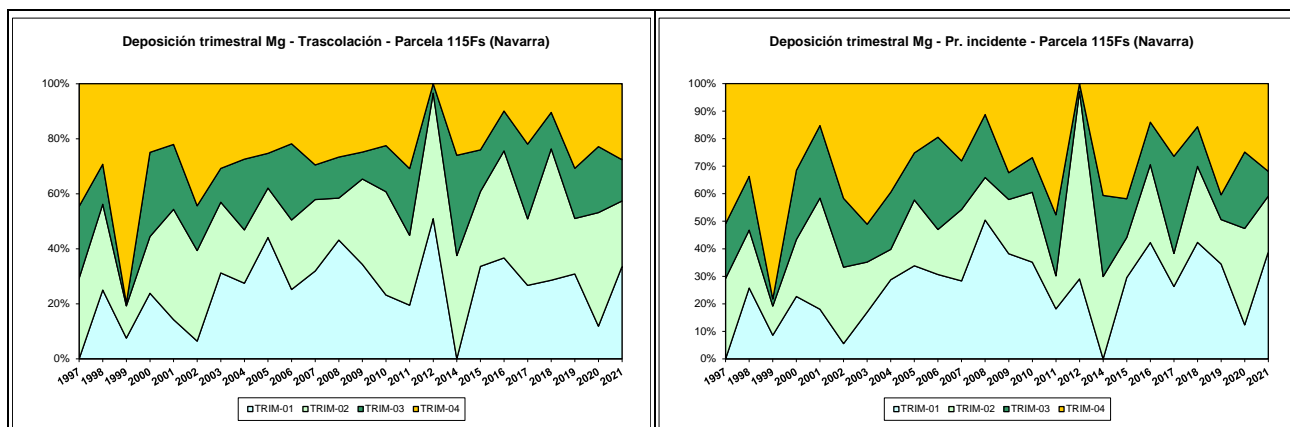


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

TABLA 15: Caracterización Sodio. Media anual ponderada por volumen, deposición anual total, precipitación anual, diferencia trascalación-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 | 0,76 | 8,05 | 1063 | 0,50 | 6,55 | 1302 | 1,50 | 6,07 | 6,65 |
| 1998 | 1,12 | 17,51 | 1561 | 0,85 | 15,46 | 1822 | 2,05 | 11,74 | 10,50 |
| 1999 | 0,95 | 14,04 | 1476 | 0,66 | 11,97 | 1819 | 2,08 | 19,31 | 13,85 |
| 2000 | 0,73 | 13,06 | 1792 | 0,59 | 12,59 | 2132 | 0,47 | 18,12 | 13,02 |
| 2001 | 1,07 | 13,66 | 1278 | 0,82 | 12,53 | 1519 | 1,13 | 18,38 | 12,14 |
| 2002 | 1,73 | 27,69 | 1605 | 1,46 | 27,26 | 1864 | 0,44 | 28,50 | 18,75 |
| 2003 | 1,67 | 31,01 | 1853 | 1,42 | 27,73 | 1959 | 3,28 | 22,49 | 12,86 |
| 2004 | 1,68 | 29,18 | 1737 | 1,57 | 26,06 | 1663 | 3,12 | 22,85 | 13,75 |
| 2005 | 1,41 | 18,80 | 1331 | 0,97 | 14,68 | 1520 | 4,11 | 14,42 | 7,16 |
| 2006 | 1,21 | 17,54 | 1445 | 1,03 | 16,91 | 1648 | 0,64 | 24,17 | 16,07 |
| 2007 | 1,76 | 31,47 | 1790 | 1,35 | 28,21 | 2087 | 3,26 | 23,14 | 14,21 |
| 2008 | 1,14 | 21,46 | 1881 | 0,74 | 15,26 | 2072 | 6,20 | 19,63 | 11,01 |
| 2009 | 1,53 | 30,72 | 2008 | 1,06 | 22,82 | 2156 | 7,90 | 22,09 | 12,27 |
| 2010 | 1,35 | 26,66 | 1979 | 0,83 | 17,29 | 2073 | 9,37 | 24,37 | 13,76 |
| 2011 | 1,50 | 25,08 | 1670 | 0,75 | 13,12 | 1751 | 11,96 | 20,72 | 5,97 |
| 2012 | 1,13 | 11,40 | 1007 | 0,72 | 8,08 | 1125 | 3,32 | 4,35 | 2,86 |
| 2014 | 0,88 | 11,26 | 1286 | 0,60 | 8,35 | 1384 | 2,92 | 6,77 | 4,55 |
| 2015 | 1,40 | 28,24 | 2015 | 1,10 | 24,11 | 2186 | 4,13 | 15,27 | 11,59 |
| 2016 | 1,33 | 22,28 | 1675 | 0,88 | 17,16 | 1959 | 5,12 | 22,84 | 11,19 |
| 2017 | 1,51 | 27,56 | 1822 | 1,04 | 20,47 | 1963 | 7,09 | 19,35 | 10,47 |
| 2018 | 1,56 | 32,77 | 2095 | 0,94 | 23,65 | 2512 | 9,12 | 22,61 | 14,29 |
| 2019 | 1,87 | 42,35 | 2270 | 1,23 | 31,91 | 2592 | 10,45 | 19,32 | 13,98 |
| 2020 | 1,47 | 27,03 | 1844 | 0,97 | 20,34 | 2104 | 6,69 | 20,09 | 11,74 |
| 2021 | 1,30 | 23,08 | 1770 | 0,89 | 17,08 | 1922 | 6,00 | 12,97 | 10,32 |
| Media | 1,34 | 23,00 | 1677 | 0,96 | 18,32 | 1881 | 4,68 | 18,32 | 11,37 |

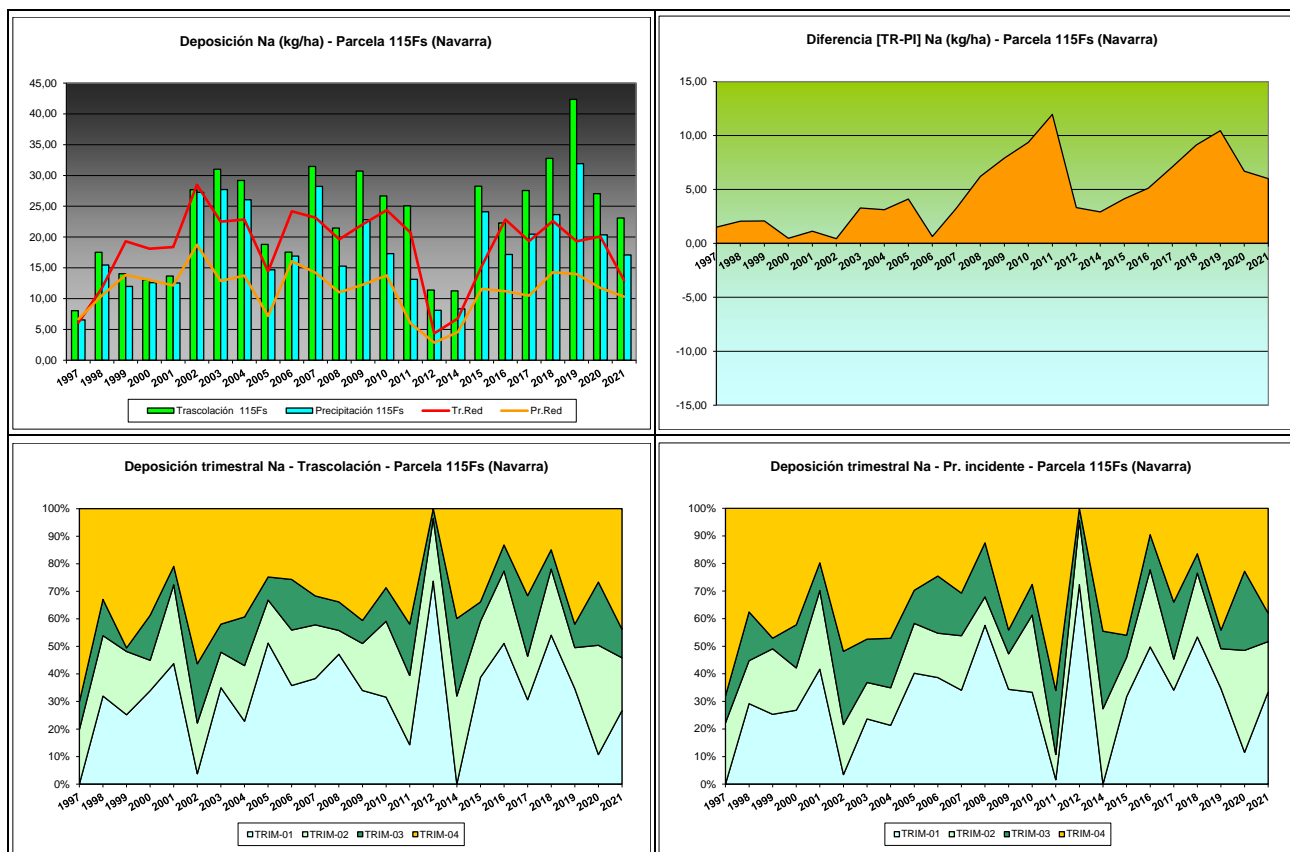


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.7. Amonio (nitrógeno en forma de).

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | | | 1063 | | | 1302 | 0,00 | 1,81 | 8,19 |
| 1998 | | | 1561 | | | 1822 | 0,00 | 2,24 | 8,36 |
| 1999 | | | 1476 | | | 1819 | 0,00 | 2,71 | 3,66 |
| 2000 | | | 1792 | | | 2132 | 0,00 | 2,48 | 4,26 |
| 2001 | | | 1278 | | | 1519 | 0,00 | 1,86 | 1,82 |
| 2002 | 0,34 | 5,49 | 1605 | 0,32 | 5,93 | 1864 | -0,43 | 2,43 | 2,91 |
| 2003 | 0,27 | 4,92 | 1853 | 0,30 | 5,78 | 1959 | -0,87 | 3,06 | 3,10 |
| 2004 | 0,40 | 7,00 | 1737 | 0,33 | 5,42 | 1663 | 1,58 | 4,12 | 3,23 |
| 2005 | 0,26 | 3,51 | 1331 | 0,29 | 4,46 | 1520 | -0,95 | 2,41 | 1,80 |
| 2006 | 0,40 | 5,74 | 1445 | 0,37 | 6,02 | 1648 | -0,28 | 3,62 | 3,05 |
| 2007 | 0,35 | 6,24 | 1790 | 0,37 | 7,65 | 2087 | -1,42 | 3,53 | 3,58 |
| 2008 | 0,19 | 3,64 | 1881 | 0,23 | 4,67 | 2072 | -1,02 | 2,91 | 2,62 |
| 2009 | 0,27 | 5,33 | 2008 | 0,18 | 3,92 | 2156 | 1,41 | 2,73 | 1,82 |
| 2010 | 0,25 | 4,98 | 1979 | 0,23 | 4,84 | 2073 | 0,13 | 3,12 | 2,09 |
| 2011 | 0,38 | 6,39 | 1670 | 0,37 | 6,42 | 1751 | -0,02 | 4,36 | 3,15 |
| 2012 | 0,76 | 7,69 | 1007 | 0,71 | 8,00 | 1125 | -0,30 | 2,26 | 2,06 |
| 2014 | 0,62 | 7,94 | 1286 | 0,46 | 6,36 | 1384 | 1,58 | 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 | 0,40 | 8,09 | 2015 | 0,99 | 21,72 | 2186 | -13,63 | 5,30 | 6,04 |
| 2016 | 0,69 | 11,61 | 1675 | 0,73 | 14,36 | 1959 | -2,75 | 5,94 | 4,26 |
| 2017 | 0,20 | 3,71 | 1822 | 0,21 | 4,03 | 1963 | -0,32 | 2,40 | 1,52 |
| 2018 | 0,22 | 4,70 | 2095 | 0,18 | 4,42 | 2512 | 0,28 | 2,79 | 2,39 |
| 2019 | 0,11 | 2,61 | 2270 | 0,11 | 2,96 | 2592 | -0,35 | 1,60 | 1,23 |
| 2020 | 0,14 | 2,54 | 1844 | 0,16 | 3,45 | 2104 | -0,91 | 1,98 | 1,81 |
| 2021 | 0,27 | 4,70 | 1770 | 0,14 | 2,72 | 1922 | 1,98 | 2,18 | 1,71 |
| Media | 0,34 | 5,62 | 1677 | 0,35 | 6,48 | 1881 | -0,68 | 3,00 | 3,25 |

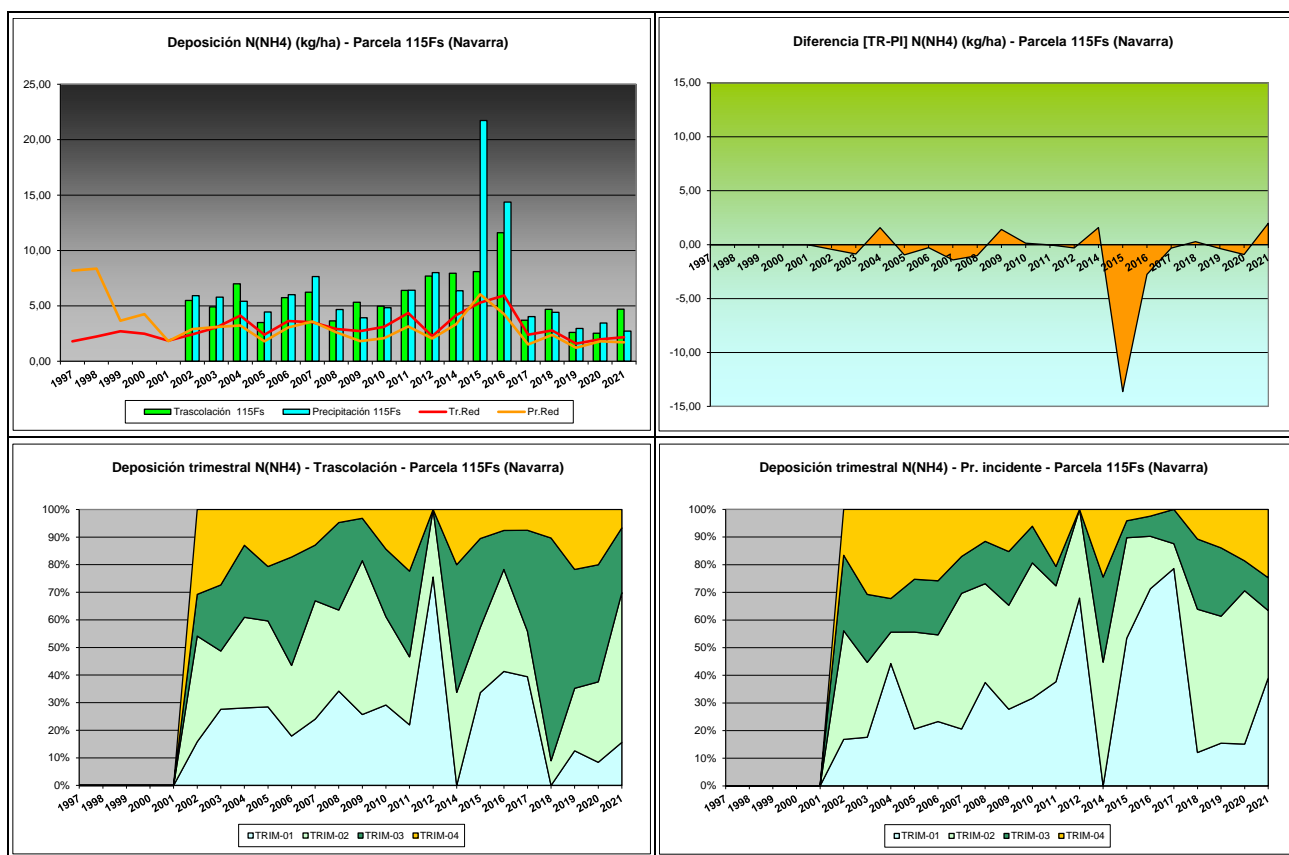


FIG 14: Variación temporal de deposición de amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 1,05 | 11,12 | 1063 | 0,83 | 10,77 | 1302 | 0,35 | 10,88 | 10,93 |
| 1998 | 2,29 | 35,73 | 1561 | 1,69 | 30,75 | 1822 | 4,98 | 19,88 | 16,27 |
| 1999 | 1,96 | 29,00 | 1476 | 1,39 | 25,33 | 1819 | 3,67 | 36,56 | 23,56 |
| 2000 | 1,12 | 20,04 | 1792 | 0,84 | 18,01 | 2132 | 2,04 | 28,62 | 15,70 |

115 Fs (NAVARRA)

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|--------------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2001 | 2,03 | 25,93 | 1278 | 1,47 | 22,26 | 1519 | 3,67 | 32,37 | 19,20 |
| 2002 | 2,69 | 43,21 | 1605 | 1,64 | 30,56 | 1864 | 12,65 | 44,79 | 24,88 |
| 2003 | 3,53 | 65,36 | 1853 | 2,92 | 57,20 | 1959 | 8,16 | 39,97 | 31,89 |
| 2004 | 2,48 | 43,09 | 1737 | 3,43 | 57,01 | 1663 | -13,92 | 47,45 | 37,43 |
| 2005 | 3,07 | 40,86 | 1331 | 2,87 | 43,66 | 1520 | -2,79 | 28,61 | 21,76 |
| 2006 | 2,80 | 40,49 | 1445 | 3,30 | 54,41 | 1648 | -13,92 | 49,90 | 41,76 |
| 2007 | 3,49 | 62,49 | 1790 | 3,51 | 73,27 | 2087 | -10,79 | 45,78 | 37,79 |
| 2008 | 2,36 | 44,42 | 1881 | 1,83 | 37,93 | 2072 | 6,49 | 40,90 | 30,60 |
| 2009 | 2,92 | 58,69 | 2008 | 1,91 | 41,17 | 2156 | 17,52 | 45,08 | 25,80 |
| 2010 | 2,03 | 40,22 | 1979 | 1,23 | 25,47 | 2073 | 14,75 | 41,17 | 21,32 |
| 2011 | 2,20 | 36,76 | 1670 | 1,31 | 22,96 | 1751 | 13,80 | 29,44 | 13,12 |
| 2012 | 2,45 | 24,65 | 1007 | 1,41 | 15,88 | 1125 | 8,77 | 11,34 | 5,87 |
| 2014 | 1,03 | 13,21 | 1286 | 0,63 | 8,70 | 1384 | 4,52 | 5,78 | 2,90 |
| 2015 | 2,41 | 48,56 | 2015 | 1,60 | 34,98 | 2186 | 13,59 | 24,25 | 15,25 |
| 2016 | 2,35 | 39,39 | 1675 | 1,30 | 25,39 | 1959 | 14,00 | 37,19 | 18,03 |
| 2017 | 2,42 | 44,09 | 1822 | 1,40 | 27,45 | 1963 | 16,64 | 29,16 | 15,38 |
| 2018 | 2,39 | 50,01 | 2095 | 1,43 | 35,97 | 2512 | 14,04 | 40,34 | 21,30 |
| 2019 | 2,99 | 67,85 | 2270 | 1,78 | 46,15 | 2592 | 21,70 | 29,98 | 18,87 |
| 2020 | 2,62 | 48,38 | 1844 | 1,55 | 32,53 | 2104 | 15,85 | 38,79 | 22,86 |
| 2021 | 2,38 | 42,15 | 1770 | 1,35 | 25,92 | 1922 | 16,23 | 23,04 | 15,99 |
| Media | 2,38 | 40,65 | 1677 | 1,78 | 33,49 | 1881 | 7,17 | 32,55 | 21,19 |

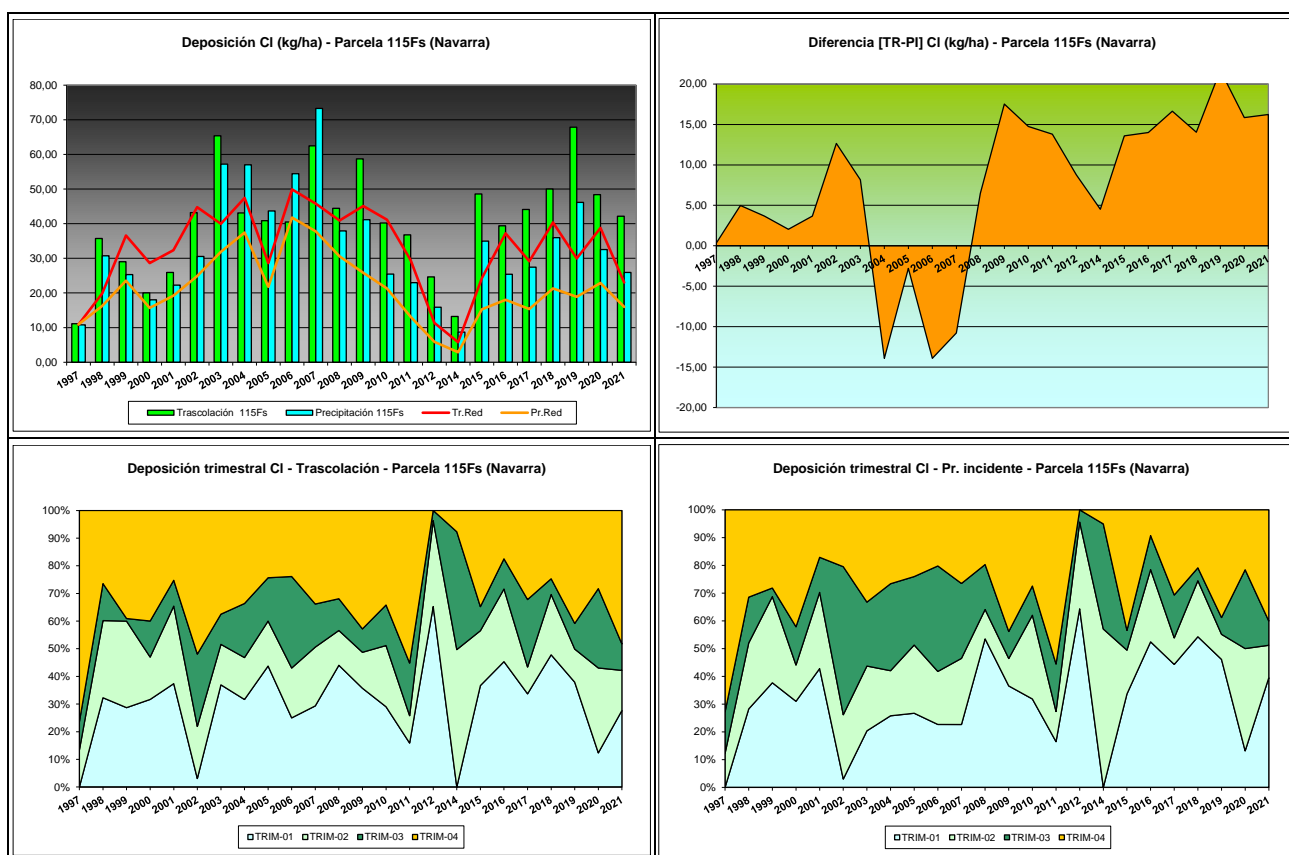
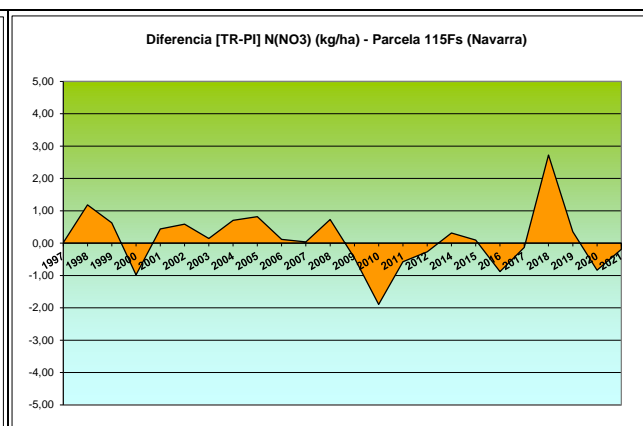
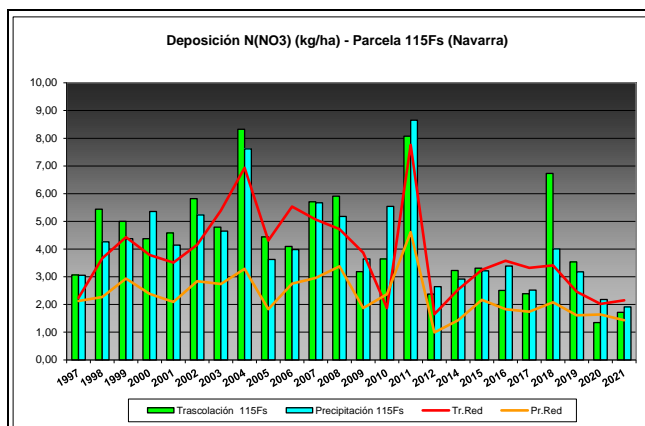


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.9. Nitratos (nitrógeno en forma de).

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,29 | 3,07 | 1063 | 0,23 | 3,05 | 1302 | 0,01 | 2,24 | 2,13 |
| 1998 | 0,35 | 5,44 | 1561 | 0,23 | 4,26 | 1822 | 1,18 | 3,67 | 2,27 |
| 1999 | 0,34 | 5,00 | 1476 | 0,24 | 4,37 | 1819 | 0,63 | 4,43 | 2,94 |
| 2000 | 0,24 | 4,38 | 1792 | 0,25 | 5,36 | 2132 | -0,98 | 3,79 | 2,38 |
| 2001 | 0,36 | 4,58 | 1278 | 0,27 | 4,15 | 1519 | 0,44 | 3,51 | 2,09 |
| 2002 | 0,36 | 5,82 | 1605 | 0,28 | 5,23 | 1864 | 0,59 | 4,15 | 2,84 |
| 2003 | 0,26 | 4,79 | 1853 | 0,24 | 4,65 | 1959 | 0,14 | 5,39 | 2,74 |
| 2004 | 0,48 | 8,32 | 1737 | 0,46 | 7,62 | 1663 | 0,70 | 6,93 | 3,28 |
| 2005 | 0,33 | 4,44 | 1331 | 0,24 | 3,62 | 1520 | 0,82 | 4,31 | 1,83 |
| 2006 | 0,28 | 4,10 | 1445 | 0,24 | 3,98 | 1648 | 0,12 | 5,54 | 2,75 |
| 2007 | 0,32 | 5,71 | 1790 | 0,27 | 5,67 | 2087 | 0,04 | 5,06 | 2,96 |
| 2008 | 0,31 | 5,91 | 1881 | 0,25 | 5,18 | 2072 | 0,73 | 4,72 | 3,38 |
| 2009 | 0,16 | 3,19 | 2008 | 0,17 | 3,65 | 2156 | -0,46 | 3,87 | 1,87 |
| 2010 | 0,22 | 3,65 | 1979 | 0,27 | 5,54 | 2073 | -1,89 | 1,87 | 2,37 |
| 2011 | 0,48 | 8,08 | 1670 | 0,49 | 8,65 | 1751 | -0,57 | 7,76 | 4,61 |
| 2012 | 0,24 | 2,38 | 1007 | 0,24 | 2,65 | 1125 | -0,27 | 1,65 | 0,99 |
| 2014 | 0,25 | 3,23 | 1286 | 0,21 | 2,92 | 1384 | 0,31 | 2,54 | 1,43 |
| 2015 | 0,16 | 3,31 | 2015 | 0,15 | 3,22 | 2186 | 0,09 | 3,25 | 2,17 |
| 2016 | 0,15 | 2,51 | 1675 | 0,17 | 3,39 | 1959 | -0,88 | 3,58 | 1,83 |
| 2017 | 0,13 | 2,39 | 1822 | 0,13 | 2,52 | 1963 | -0,13 | 3,32 | 1,74 |
| 2018 | 0,32 | 6,73 | 2095 | 0,16 | 4,01 | 2512 | 2,73 | 3,41 | 2,08 |
| 2019 | 0,16 | 3,53 | 2270 | 0,12 | 3,18 | 2592 | 0,35 | 2,46 | 1,61 |
| 2020 | 0,07 | 1,35 | 1844 | 0,10 | 2,18 | 2104 | -0,84 | 2,02 | 1,64 |
| 2021 | 0,10 | 1,72 | 1770 | 0,10 | 1,91 | 1922 | -0,19 | 2,15 | 1,43 |
| Media | 0,27 | 4,32 | 1677 | 0,23 | 4,21 | 1881 | 0,11 | 3,82 | 2,31 |



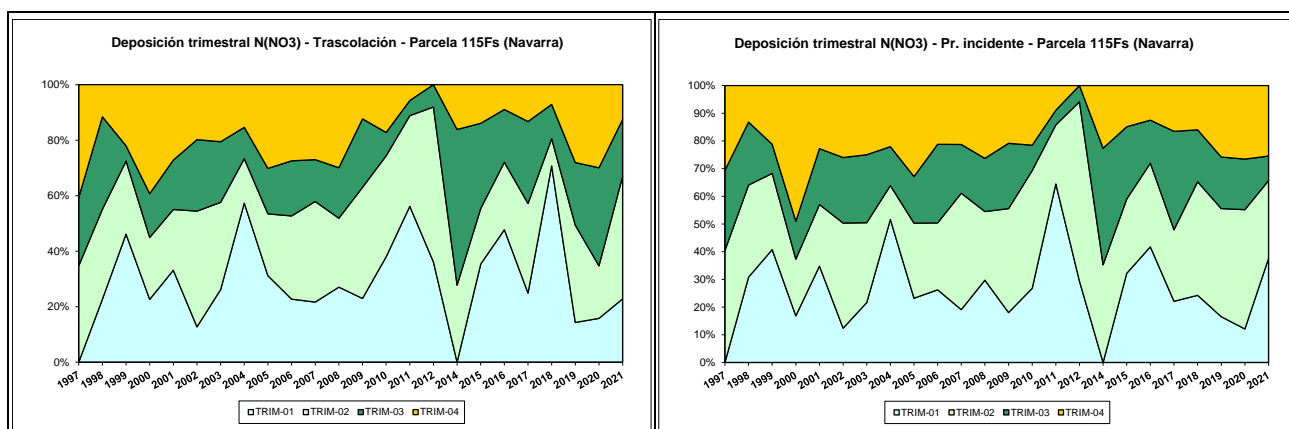


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.10. Sulfatos (azufre en forma de).

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

| Año | 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 | 0,47 | 5,05 | 1063 | 0,38 | 4,92 | 1302 | 0,12 | 3,00 | 3,70 |
| 1998 | 0,50 | 7,81 | 1561 | 0,40 | 7,38 | 1822 | 0,44 | 5,81 | 5,79 |
| 1999 | 0,42 | 6,27 | 1476 | 0,39 | 7,03 | 1819 | -0,76 | 7,17 | 6,35 |
| 2000 | 0,41 | 7,40 | 1792 | 0,32 | 6,82 | 2132 | 0,58 | 6,42 | 4,57 |
| 2001 | 0,46 | 5,90 | 1278 | 0,37 | 5,62 | 1519 | 0,28 | 5,68 | 4,11 |
| 2002 | 0,61 | 9,80 | 1605 | 0,54 | 10,07 | 1864 | -0,27 | 7,73 | 6,07 |
| 2003 | 0,55 | 10,16 | 1853 | 0,41 | 8,08 | 1959 | 2,08 | 6,85 | 4,80 |
| 2004 | 0,73 | 12,63 | 1737 | 0,63 | 10,49 | 1663 | 2,14 | 8,72 | 5,84 |
| 2005 | 0,46 | 6,19 | 1331 | 0,39 | 6,00 | 1520 | 0,19 | 4,69 | 3,12 |
| 2006 | 0,48 | 6,93 | 1445 | 0,41 | 6,75 | 1648 | 0,18 | 6,80 | 4,69 |
| 2007 | 0,56 | 10,04 | 1790 | 0,42 | 8,81 | 2087 | 1,23 | 7,24 | 5,12 |
| 2008 | 0,20 | 3,72 | 1881 | 0,18 | 3,76 | 2072 | -0,04 | 4,49 | 2,61 |
| 2009 | 0,32 | 6,43 | 2008 | 0,26 | 5,57 | 2156 | 0,86 | 4,67 | 3,32 |
| 2010 | 0,28 | 5,61 | 1979 | 0,22 | 4,55 | 2073 | 1,06 | 4,27 | 2,88 |
| 2011 | 0,44 | 7,39 | 1670 | 0,40 | 7,02 | 1751 | 0,37 | 5,93 | 4,57 |
| 2012 | 0,37 | 3,71 | 1007 | 0,31 | 3,44 | 1125 | 0,27 | 1,84 | 1,35 |
| 2014 | 0,35 | 4,49 | 1286 | 0,27 | 3,71 | 1384 | 0,78 | 2,14 | 2,00 |
| 2015 | 0,24 | 4,88 | 2015 | 0,19 | 4,19 | 2186 | 0,69 | 3,56 | 2,95 |
| 2016 | 0,26 | 4,28 | 1675 | 0,22 | 4,40 | 1959 | -0,12 | 4,08 | 2,76 |
| 2017 | 0,25 | 4,48 | 1822 | 0,25 | 4,87 | 1963 | -0,39 | 4,28 | 2,71 |
| 2018 | 0,30 | 6,35 | 2095 | 0,21 | 5,26 | 2512 | 1,09 | 4,28 | 3,39 |
| 2019 | 0,25 | 5,76 | 2270 | 0,21 | 5,38 | 2592 | 0,38 | 3,75 | 3,13 |
| 2020 | 0,21 | 3,93 | 1844 | 0,18 | 3,83 | 2104 | 0,10 | 3,59 | 3,24 |
| 2021 | 0,22 | 3,83 | 1770 | 0,19 | 3,59 | 1922 | 0,24 | 2,60 | 2,69 |
| Media | 0,39 | 6,38 | 1677 | 0,32 | 5,90 | 1881 | 0,48 | 4,98 | 3,82 |

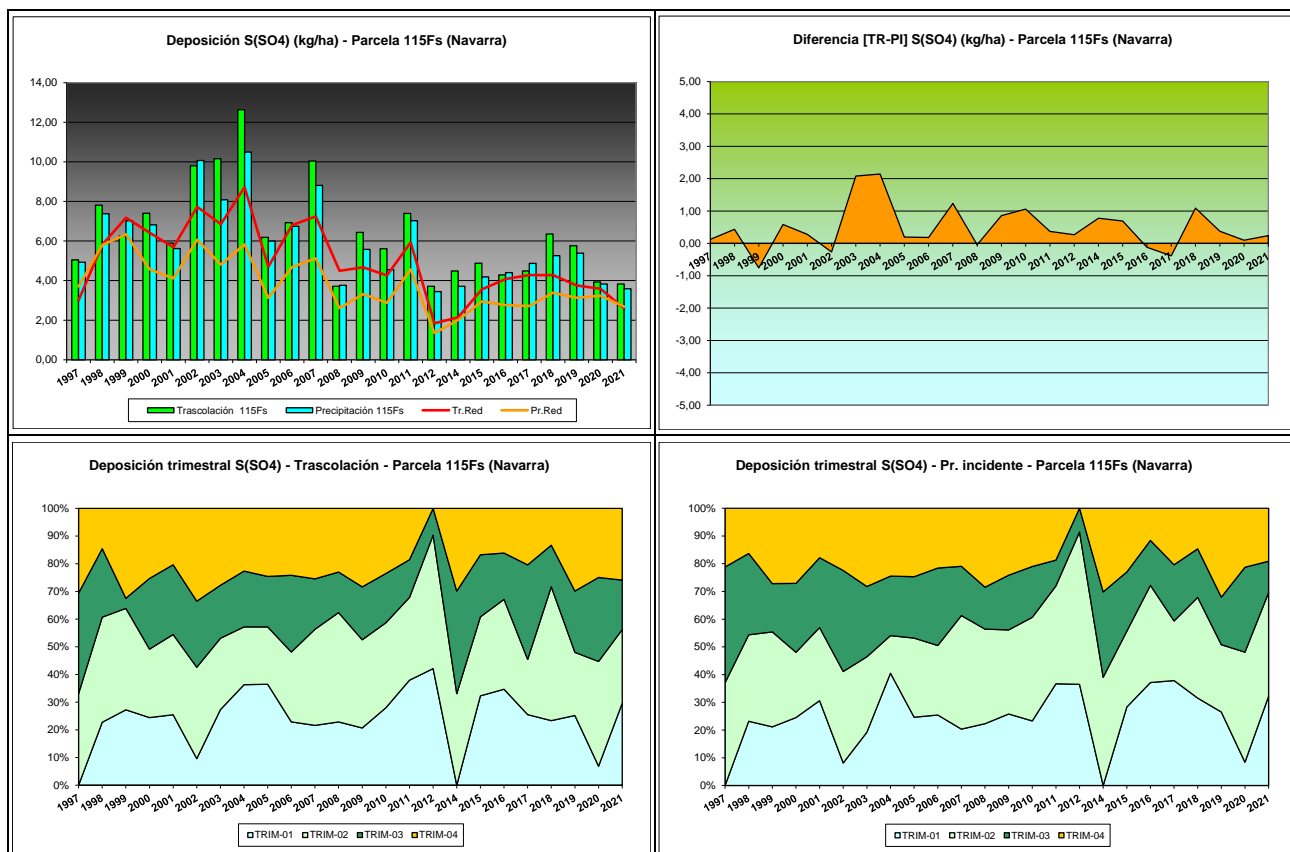


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.11. Alcalinidad (µeq/l).

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

| Año | 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 | | | 1063 | | | 1302 | | |
| 1998 | | | 1561 | | | 1822 | | |
| 1999 | | | 1476 | | | 1819 | 258,14 | 255,59 |
| 2000 | 86,13 | | 1792 | 80,90 | | 2132 | 157,24 | 154,47 |
| 2001 | 70,98 | | 1278 | 69,30 | | 1519 | 76,17 | 54,64 |
| 2002 | 117,14 | | 1605 | 85,49 | | 1864 | 169,83 | 139,42 |
| 2003 | 4,92 | | 1853 | 3,83 | | 1959 | 21,95 | 10,18 |
| 2004 | 72,87 | | 1737 | 33,64 | | 1663 | 109,89 | 117,44 |
| 2005 | 39,79 | | 1331 | 16,68 | | 1520 | 76,86 | 45,33 |
| 2006 | 66,15 | | 1445 | 32,93 | | 1648 | 105,76 | 56,48 |
| 2007 | 33,70 | | 1790 | 10,98 | | 2087 | 59,09 | 37,75 |
| 2008 | 43,62 | | 1881 | 17,88 | | 2072 | 71,35 | 40,35 |
| 2009 | 63,09 | | 2008 | 17,81 | | 2156 | 68,62 | 36,01 |
| 2010 | 98,41 | | 1979 | 39,70 | | 2073 | 86,39 | 49,13 |
| 2011 | 59,48 | | 1670 | 35,99 | | 1751 | 75,33 | 49,79 |
| 2012 | | | 1007 | | | 1125 | 19,53 | 10,46 |
| 2014 | 101,74 | | 1286 | 81,26 | | 1384 | 136,23 | 120,02 |

| 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 |
| 2015 | 77,14 | | 2015 | 31,09 | | 2186 | 114,70 | 71,81 |
| 2016 | 51,20 | | 1675 | 31,62 | | 1959 | 108,18 | 61,70 |
| 2017 | 51,26 | | 1822 | 35,06 | | 1963 | 132,93 | 56,84 |
| 2018 | 68,02 | | 2095 | 74,39 | | 2512 | 94,72 | 48,11 |
| 2019 | 59,98 | | 2270 | 23,96 | | 2592 | 101,80 | 58,32 |
| 2020 | 89,18 | | 1844 | 18,76 | | 2104 | 86,06 | 49,71 |
| 2021 | 65,17 | | 1770 | 24,25 | | 1922 | 117,39 | 82,82 |
| Media | 66,00 | | 1677 | 38,28 | | 1881 | 102,19 | 73,02 |

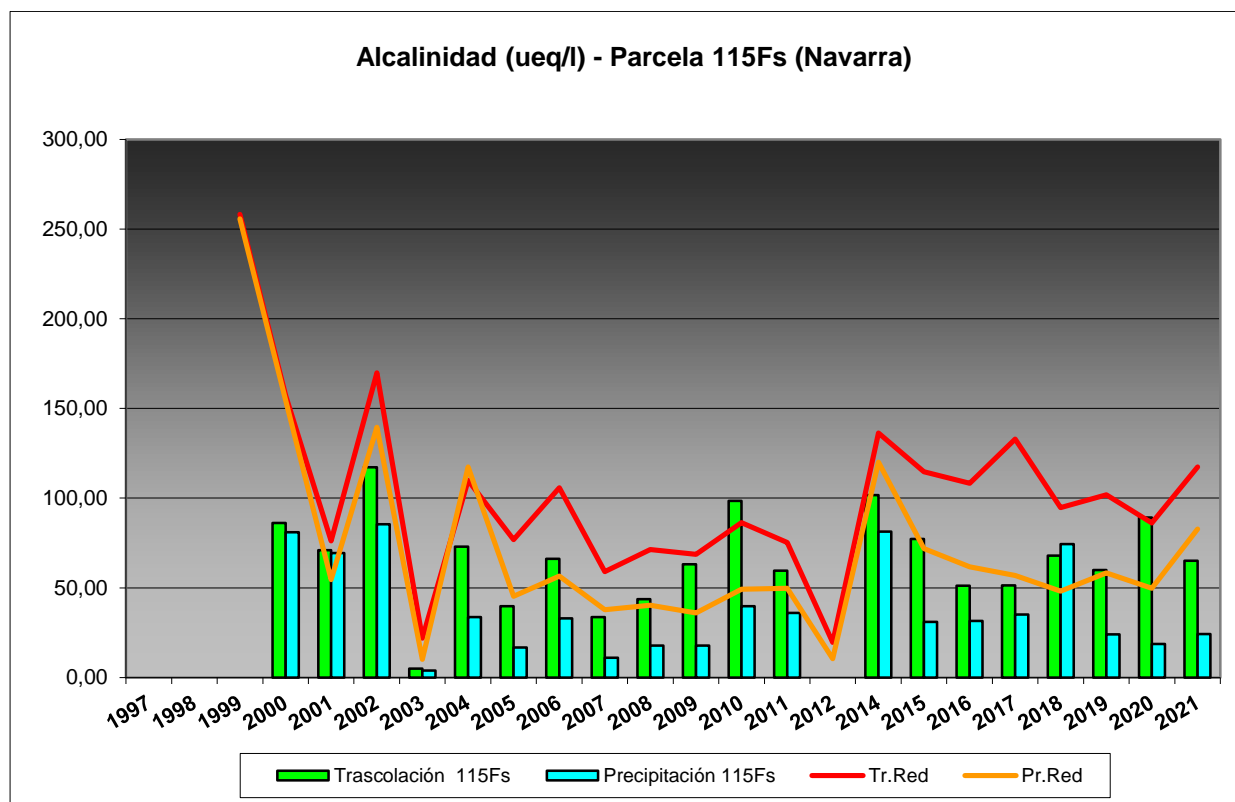


FIG 18: Variación temporal de la alcalinidad.

5.12. Nitrógeno total.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | | | 1063 | | | 1302 | | | |
| 1998 | | | 1561 | | | 1822 | | | |
| 1999 | 0,34 | 5,00 | 1476 | 0,24 | 4,37 | 1819 | 0,63 | 0,34 | 5,00 |
| 2000 | 0,24 | 4,38 | 1792 | 0,25 | 5,36 | 2132 | -0,98 | 0,24 | 4,38 |
| 2001 | 0,36 | 4,58 | 1278 | 0,27 | 4,15 | 1519 | 0,44 | 0,36 | 4,58 |

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2002 | 0,70 | 11,31 | 1605 | 0,60 | 11,16 | 1864 | 0,15 | 0,70 | 11,31 |
| 2003 | 0,52 | 9,71 | 1853 | 0,53 | 10,43 | 1959 | -0,72 | 0,52 | 9,71 |
| 2004 | | | 1737 | | | 1663 | | | |
| 2005 | 0,58 | 7,78 | 1331 | 0,52 | 7,83 | 1520 | -0,05 | 0,58 | 7,78 |
| 2006 | 0,69 | 9,95 | 1445 | 0,61 | 10,07 | 1648 | -0,12 | 0,69 | 9,95 |
| 2007 | 0,66 | 11,73 | 1790 | 0,65 | 13,51 | 2087 | -1,79 | 0,66 | 11,73 |
| 2008 | | | 1881 | | | 2072 | | | |
| 2009 | | | 2008 | | | 2156 | | | |
| 2010 | | | 1979 | | | 2073 | | | |
| 2011 | | | 1670 | | | 1751 | | | |
| 2012 | | | 1007 | | | 1125 | | | |
| 2014 | | | 1286 | | | 1384 | | | |
| 2015 | | | 2015 | | | 2186 | | | |
| 2016 | | | 1675 | | | 1959 | | | |
| 2017 | | | 1822 | | | 1963 | | | |
| 2018 | | | 2095 | | | 2512 | | | |
| 2019 | | | 2270 | | | 2592 | | | |
| 2020 | 0,58 | 10,75 | 1844 | 0,47 | 9,81 | 2104 | 0,95 | 0,58 | 10,75 |
| 2021 | 1,30 | 23,08 | 1770 | 0,45 | 8,63 | 1922 | 14,44 | 8,83 | 5,67 |
| Media | 0,60 | 9,83 | 1677 | 0,46 | 8,53 | 1881 | 1,29 | 7,06 | 5,39 |

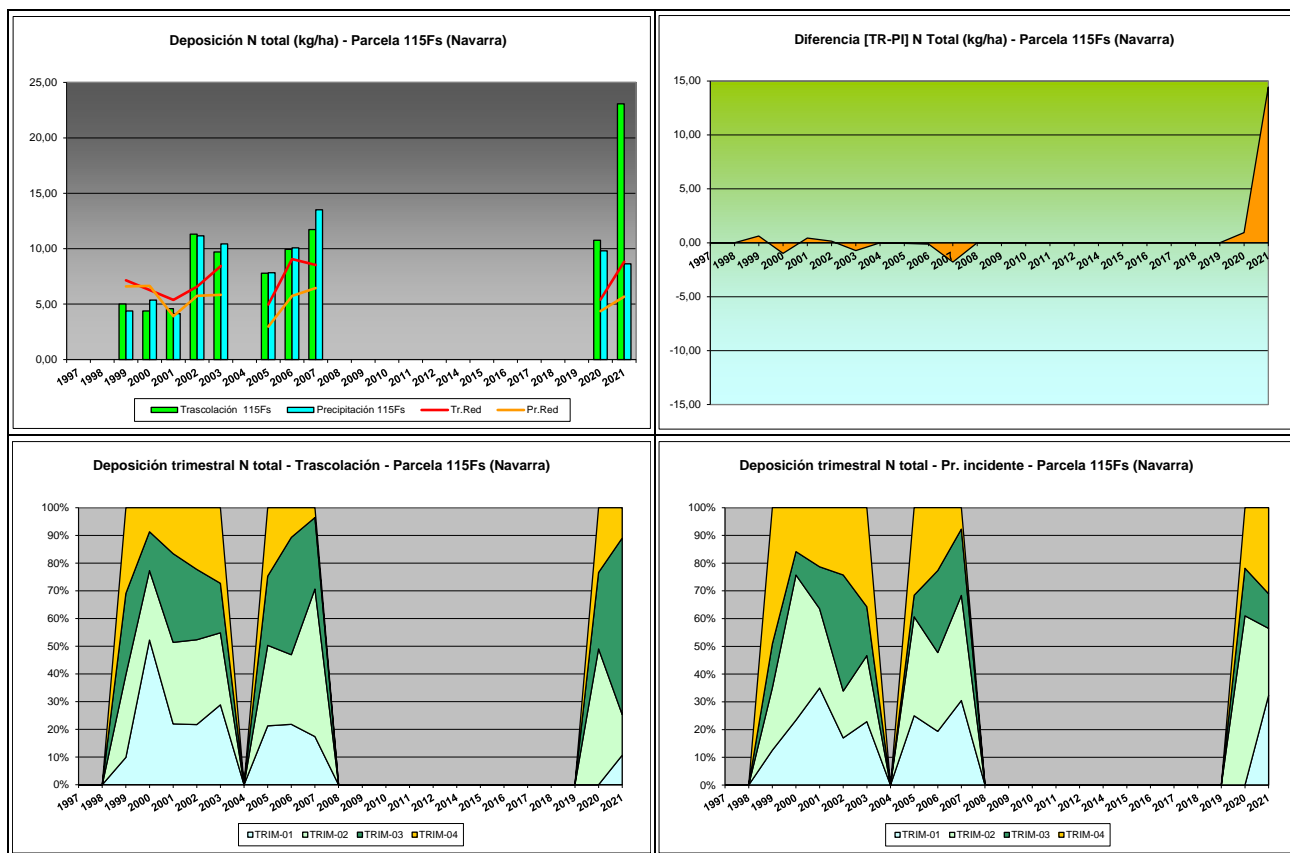


FIG 19: Variación temporal de deposición de Ntotal, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Media Red | |
|-------|-------------------|--------------------|----------------|------------------------------|--------------------|----------------|-----------|-------|
| | Media pond | Deposición (kg/ha) | Precipit. (mm) | Media pond | Deposición (kg/ha) | Precipit. (mm) | Trasc | P.inc |
| 2020 | 168,78 | | 1844 | 114,35 | | 2104 | 54,88 | 57,75 |
| 2021 | 97,08 | | 1770 | 118,48 | | 1922 | 48,33 | 66,04 |
| Media | 132,93 | | 1807 | 116,41 | | 2013 | 51,61 | 61,90 |

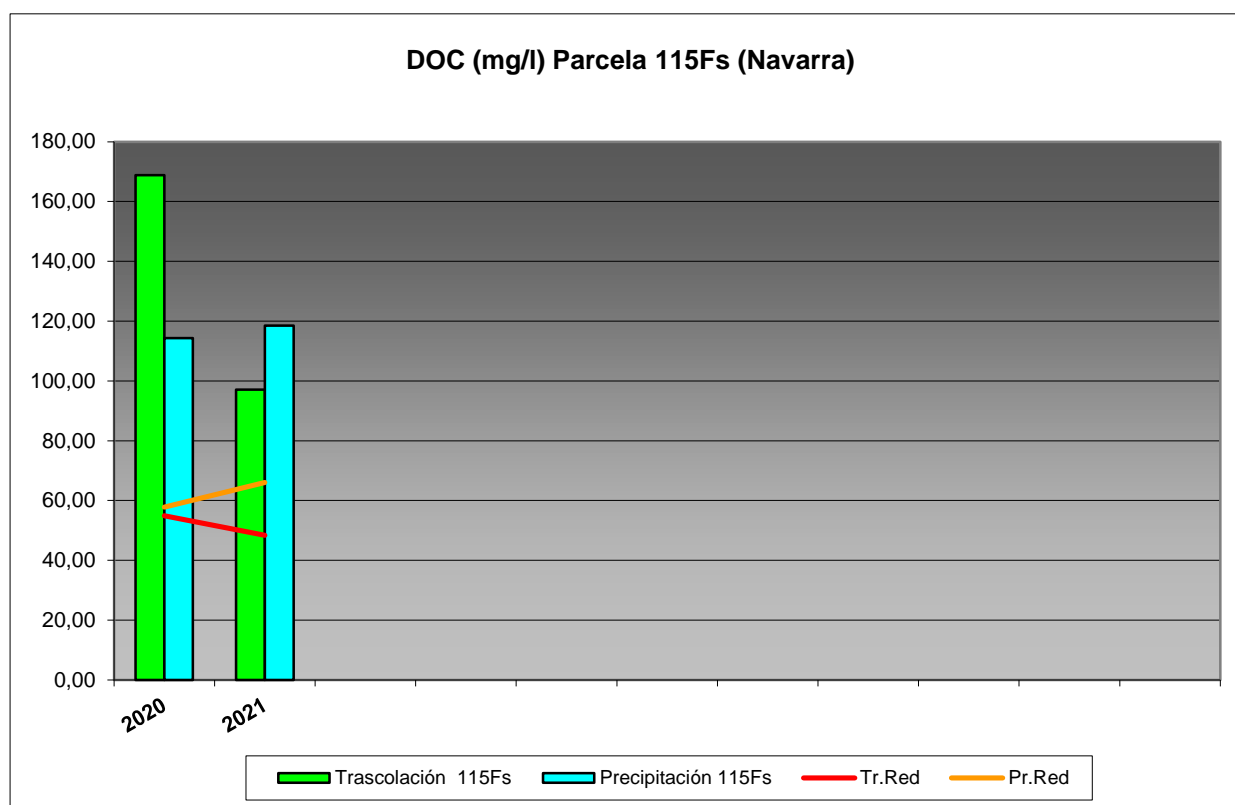


FIG 20: Variación temporal de DOC.

5.14. Aluminio.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2020 | 0,03 | 0,56 | 1844 | 0,03 | 0,56 | 2104 | -0,01 | 0,38 | 0,25 |
| 2021 | 0,03 | 0,49 | 1770 | 0,02 | 0,41 | 1922 | 0,08 | 0,28 | 0,19 |
| Media | 0,03 | 0,52 | 1807 | 0,02 | 0,49 | 2013 | 0,04 | 0,33 | 0,22 |

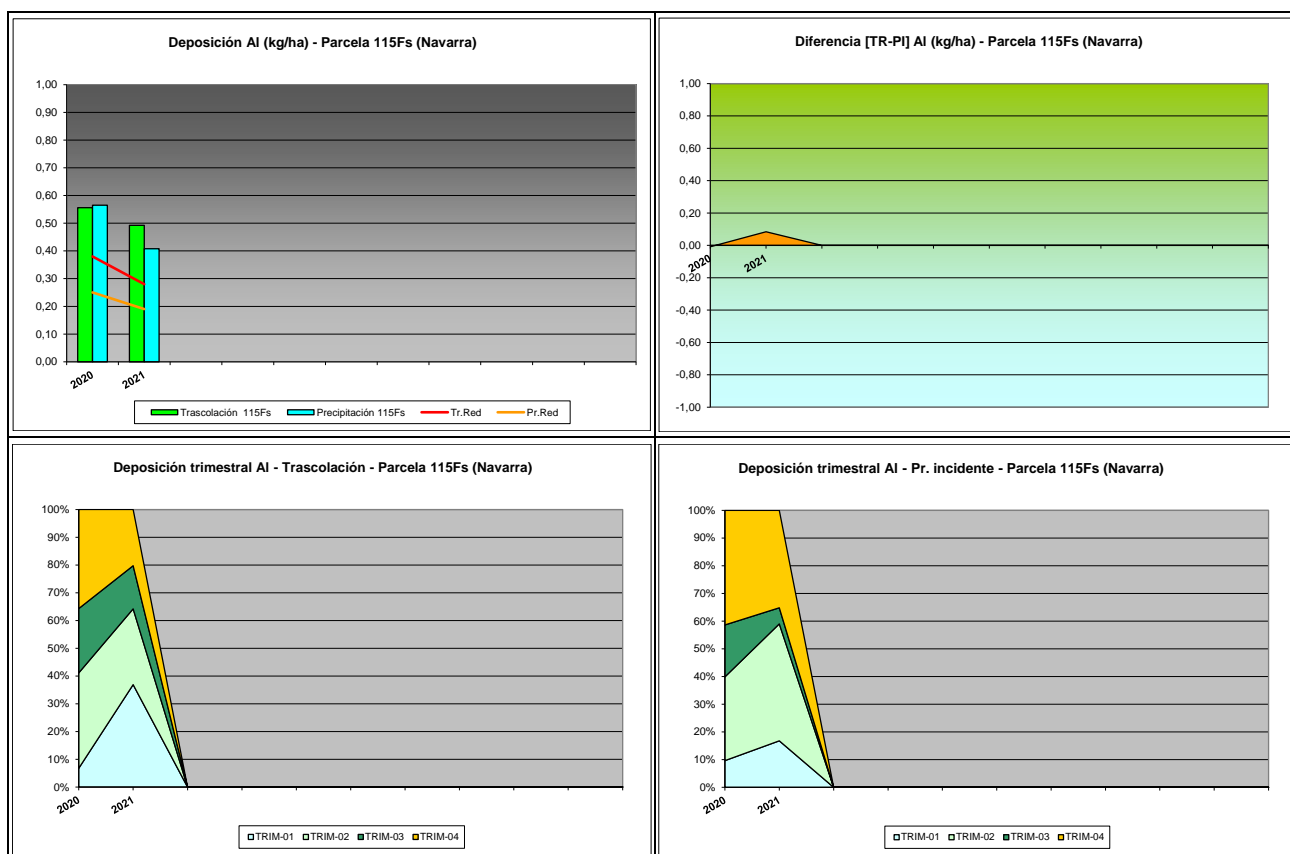


FIG 21: Variación temporal de deposición de Al, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.15. Manganeso.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2020 | 0,01 | 0,17 | 1844 | 0,01 | 0,15 | 2104 | 0,02 | 0,21 | 0,05 |
| 2021 | 0,01 | 0,10 | 1770 | 0,01 | 0,10 | 1922 | 0,00 | 0,17 | 0,04 |
| Media | 0,01 | 0,13 | 1807 | 0,01 | 0,12 | 2013 | 0,01 | 0,19 | 0,05 |

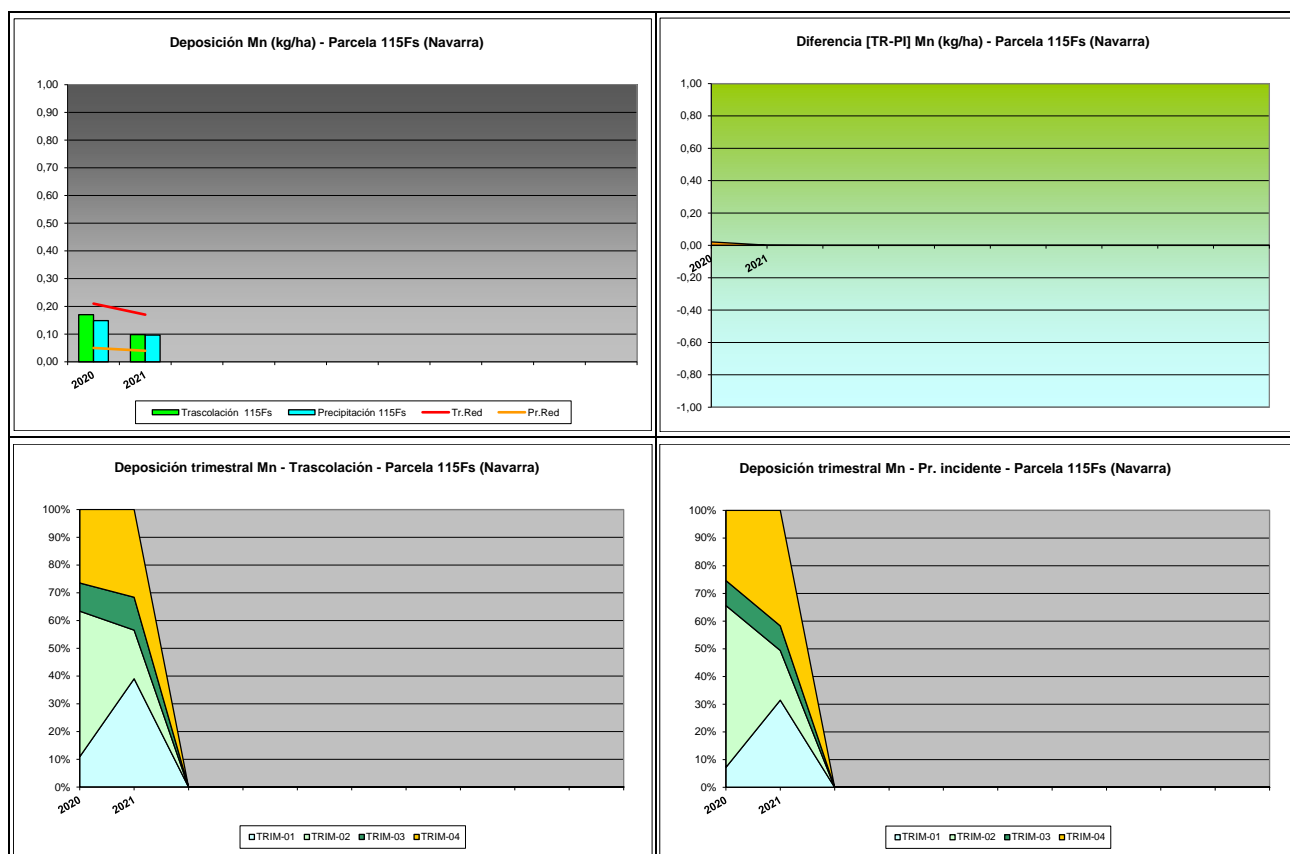


FIG 22: Variación temporal de deposición de Mn, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.16. Hierro.

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

| Año | Traslación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-----------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2020 | 0,01 | 0,23 | 1844 | 0,01 | 0,18 | 2104 | 0,05 | 0,15 | 0,08 |
| 2021 | 0,01 | 0,19 | 1770 | 0,01 | 0,13 | 1922 | 0,06 | 0,11 | 0,14 |
| Media | 0,01 | 0,21 | 1807 | 0,01 | 0,15 | 2013 | 0,06 | 0,13 | 0,11 |

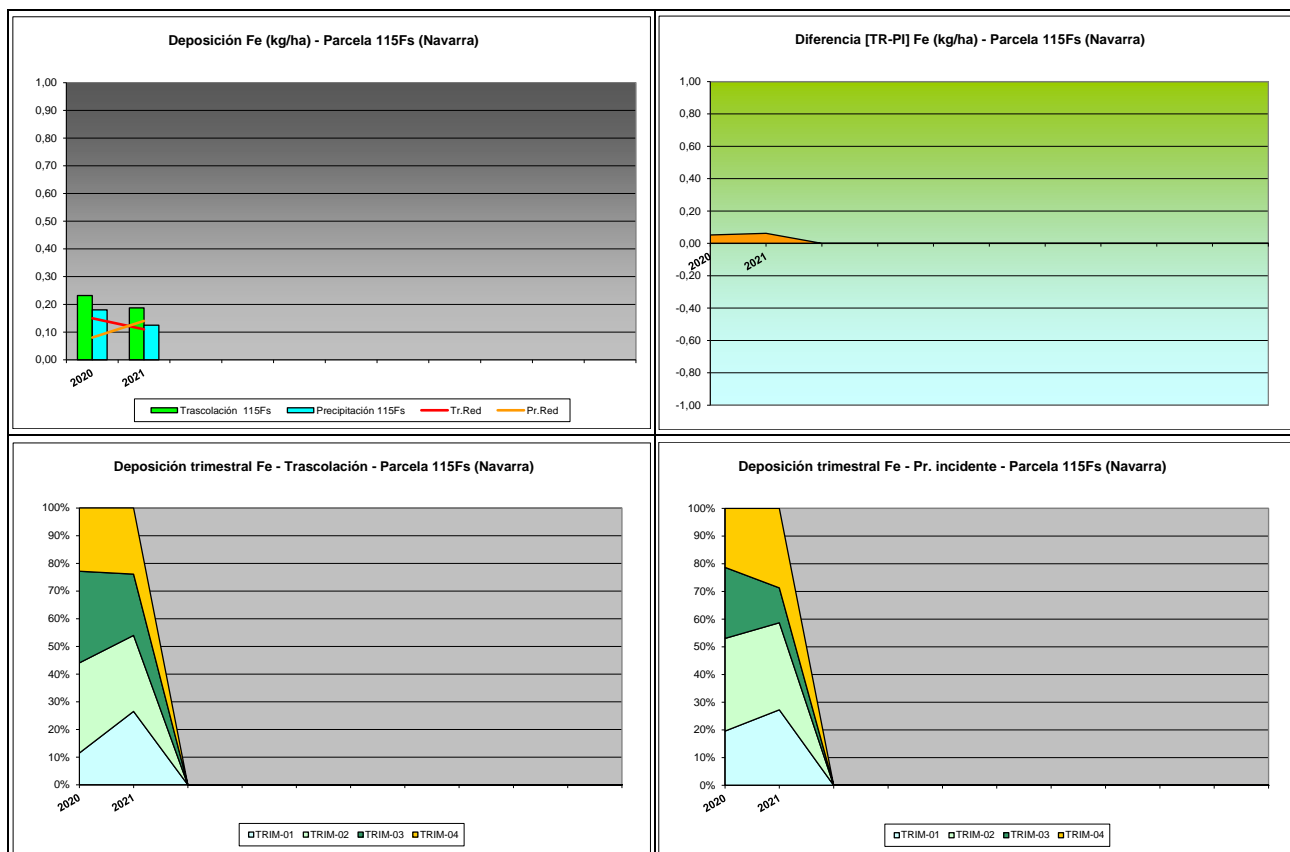


FIG 23: Variación temporal de deposición de Fe, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.17. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 115Fs, cabe destacar:

Se observan valores de **pH** similares en general a la media de la Red, con valores ligeramente más ácidos en la precipitación a campo abierto, con una mayor acidificación general a lo largo del periodo 2004-2008 cuando una fracción no desdeñable de las precipitaciones se situó en lo que se ha dado en denominar “lluvia ácida”, reduciéndose posteriormente el número de casos, y presentándose de forma más o menos episódica en los dos últimos años siempre a campo abierto. Con una precipitación próxima a 2000 mm anuales, no se han observado los problemas de sequía habidos en otras parcelas, lo que disminuirá la incidencia de la denominada deposición seca en la parcela, contrariamente a lo que sucede en otras ubicaciones de carácter más mediterráneo. Los valores de la interceptación debidos a la cubierta arbórea son, en general bajos, en torno al 11%, como corresponde a una parcela poblada por una caducifolia que pierde el follaje durante algo más de la mitad del año.

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, con un comportamiento muy estable en torno a 10-20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, mayores valores en trascolación y una ligera disminución a lo largo del último año.

En cuanto al **potasio**, se registran deposiciones por encima de la media de la Red, alcanzándose el máximo local en 2010, para decaer a partir de ese momento, experimentándose un repunte considerable a lo largo de los últimos años hasta alcanzar un máximo en la trascolación por encima de los 70 kg/ha sostenido

durante el último bienio, mientras que durante la presente revisión las tasas obtenidas bajo cubierta se reducen apreciablemente. Las tasas obtenidas en trascolación son también netamente superiores a las obtenidas en la precipitación incidente.

El **calcio**, elemento como el anterior de naturaleza terrígena, presenta también tasas similares a la media de la Red, a excepción del periodo 1997-2003 en que los registros fueron siempre superiores, para ir reduciéndose paulatinamente a partir de ese momento hasta situarse en el entorno de los 10-15 kg/ha, situación muy estable que se viene observando desde 2008, excepción hecha de 2015 cuando se advirtió un incremento en esta deposición. Por regla general el elemento ha presentado mayores tasas de deposición a cielo abierto que bajo cubierta arbórea, aunque esporádicamente se observe el comportamiento contrario. Durante el último año se han incrementado ligeramente los aportes por ambas vías de entrada al sistema.

Por lo que respecta al **magnesio**, y excepción hecha del periodo inicial, se han encontrado en general deposiciones por debajo de la media de la Red y muy estables en torno a valores de 2-4 kg/ha, siendo pequeñas las diferencias entre las dos vías de entrada al sistema. Tras el incremento habido durante 2018-2019, se observa una reducción durante los dos últimos años, con tasas superiores bajo cubierta.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores superiores a la media de la Red, recuperando las tasas de depósito en torno a los 20-25 kg/ha, tras la reducción observada en el bienio valle de 2012-2014. Por regla general se han encontrado tasas mayores bajo cubierta arbórea que a campo abierto; y con una reducción sostenida durante 2020-2021 tras el incremento habido en el bienio precedente. Como suele ser habitual, el aporte bajo cubierta resulta ser superior al habido a campo abierto, posiblemente debido a los efectos de la deposición seca.

El **amonio**, compuesto de origen agrícola y ganadero, presenta también deposiciones superiores a la media de la Red, destacando los elevados depósitos obtenidos a lo largo de 2015-2016, sobre todo en el aporte a cielo abierto, en torno a valores de 15-20 kg/ha. A lo largo de los últimos años, tal y como se ha observado en otras parcelas, se ha observado una reducción del compuesto, sin que se superen los 5 kg/ha, si bien repuntan ligeramente durante la última revisión.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influenciado también por la sal marina, se han registrado también deposiciones superiores a la media del conjunto a lo largo de la serie, tal como ocurriera con el sodio, recuperándose valores propios de 2007-2009 tras el bienio valle de 2012-2014, resultando mayores los aportes correspondientes a la trascolación y reduciéndose los aportes por ambas vías durante el último año, en la línea de lo observado en la revisión anterior.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general superiores a la media de la Red –tendencia esta que va modulándose en el tramo final de la serie- con máximos locales en 2004 y 2011 en los que se supera el umbral de 5-6 kg/ha característico del resto de la serie y un comportamiento más estable a lo largo de los últimos años en torno a valores de 3 kg/ha, reduciéndose en los últimos años tras el máximo local habido en 2018, si bien durante 2021 se advierte un ligero incremento del depósito bajo cubierta.

El comportamiento de los **sulfatos** ha sido similar al del contaminante anterior, con máximos en el periodo 2002-2004 y repuntes en 2007 y 2011, superándose los valores medios de la Red, valores más elevados bajo cubierta arbórea en todos los años de evaluación y una situación muy estable durante el último bienio.

Por lo que respecta a la **alcalinidad**, se advierten en general valores inferiores a las medias de la Red, superiores bajo cubierta arbórea, con un comportamiento relativamente estable a lo largo de la serie, situándose en el entorno de 50-100 $\mu\text{eq/l}$.

Desde 2020 se retoma el análisis del **nitrógeno total**, interrumpido en 2007, y que se sitúa en el entorno de los 10 kg/ha, superior por tanto a los valores medios de la Red, sin demasiadas diferencias entre las dos vías de entrada al sistema salvo por lo que se refiere a la última revisión en que el depósito bajo cubierta alcanza uno de los mayores valores, con cerca de 25 kg/ha. Se han analizado también el **carbono orgánico disuelto** con valores considerablemente superiores a la media del conjunto y mayores bajo cubierta, **aluminio, manganeso y hierro**, también con aportes mayores bajo arbolado y en tasas traza en todos los casos, sin superar 0,5 kg/ha, pero con tasas apreciablemente mayores en el primero de los elementos citados y una ligera reducción respecto al año precedente.

Los mayores aportes han tendido a producirse en primavera y otoño.

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

| Variable | Descripción | Valores de referencia (*) |
|-----------------|---|------------------------------|
| SO ₂ | Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 (afección a líquenes) | 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
| 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 27: 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 | 1,34 | 1,32 | 1,74 | 25,73 | 2,45 | 2,91 | 2,49 | 34,34 |
| 2001 | 3,47 | 1,22 | 1,54 | 32,96 | 3,01 | 2,51 | 2,13 | 38,48 |
| 2002 | 0,57 | 0,37 | 1,45 | 27,29 | 0,95 | 0,75 | 1,57 | 32,70 |
| 2003 | 0,56 | 0,46 | 3,86 | 26,65 | 1,05 | 1,07 | 2,87 | 30,03 |
| 2004 | 0,74 | 0,57 | 2,03 | 23,61 | 1,47 | 1,34 | 2,69 | 25,36 |

| 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) |
| 2005 | | | | | | | | |
| 2006 | 0,67 | 0,51 | 1,35 | 24,46 | 1,41 | 1,27 | 1,12 | 27,74 |
| 2007 | 0,75 | 0,64 | 1,58 | 22,71 | 1,49 | 1,45 | 1,44 | 27,36 |
| 2008 | 0,51 | 0,57 | 1,32 | 23,37 | 0,82 | 1,32 | 0,93 | 27,18 |
| 2009 | 0,81 | 1,74 | 1,15 | 30,46 | 1,06 | 2,89 | 1,30 | 36,30 |
| 2010 | 0,82 | 1,89 | 0,92 | 31,69 | 1,29 | 3,38 | 1,00 | 37,54 |
| 2011 | 0,62 | | | | 1,50 | | 0,48 | |
| 2012 | 0,79 | 1,59 | 0,90 | 35,01 | 1,60 | 3,25 | 0,85 | 38,79 |
| 2014 | 0,80 | 1,73 | 0,97 | 25,08 | 1,44 | 3,35 | 1,11 | 29,51 |
| 2015 | 0,88 | 1,70 | 1,01 | 20,51 | 1,32 | 3,73 | 1,24 | 26,27 |
| 2016 | 0,75 | 1,61 | 1,07 | 21,17 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 2017 | 0,71 | 1,64 | 1,17 | 22,20 | 1,00 | 3,57 | 1,47 | 30,55 |
| 2018 | 1,43 | 1,68 | 1,91 | 23,09 | 1,32 | 3,02 | 1,85 | 27,00 |
| 2019 | 0,95 | 1,50 | 1,75 | 17,89 | 1,11 | 2,98 | 1,85 | 24,94 |
| 2020 | 0,58 | 1,31 | 2,12 | 16,98 | 0,73 | 2,73 | 1,98 | 23,42 |
| 2021 | 0,56 | 1,37 | 1,37 | 17,63 | 0,76 | 2,63 | 1,47 | 25,19 |
| 2022 | 0,56 | 1,56 | 1,83 | 17,81 | 0,68 | 2,88 | 1,75 | 21,13 |
| Media | 0,90 | 1,25 | 1,55 | 24,31 | 1,31 | 2,52 | 1,57 | 29,62 |

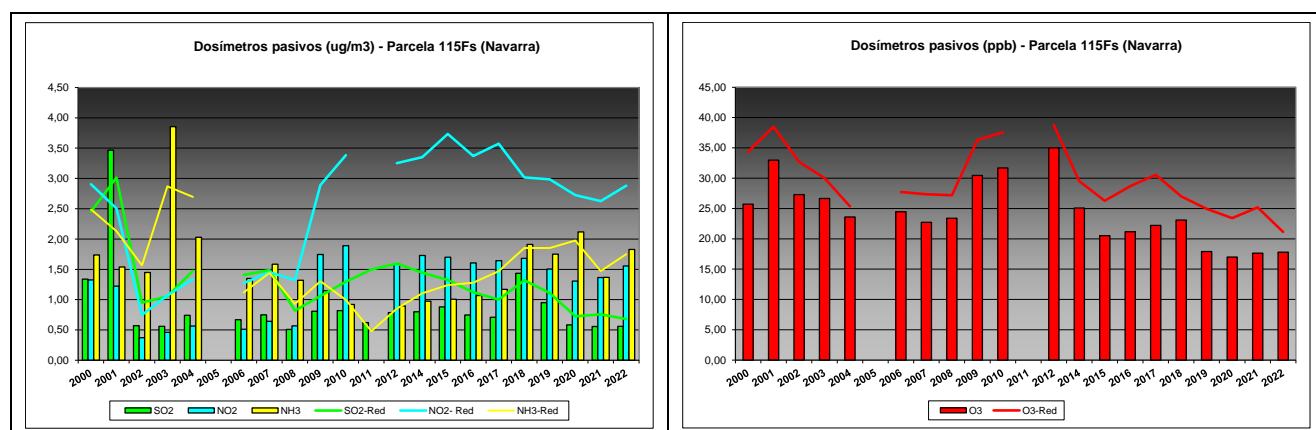


FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

Como puede verse en las gráficas anteriores, los compuestos nitrogenados han sido los más abundantes en el aire, el amoníaco hacia comienzos de la serie, que se ha ido reduciendo hasta ser sustituido por los óxidos de nitrógeno, tendencia que se invierte a lo largo de los últimos años, como ha ocurrido en otras parcelas, mientras que el dióxido de azufre presenta un comportamiento más estable con excepción del pico de 2001, un ligero repunte en 2018 y la reducción durante el último trienio; con valores en general muy estables en torno a 1-2 µg/m³, inferiores a las inmisiones medias de la Red, y sin que se hayan superado los umbrales de referencia antedichos salvo por lo que se refiere a los líquenes a lo largo de los últimos años. Tras el mínimo local de la revisión del año precedente, se advierte un incremento generalizado de los valores de inmisión durante el último año, que se sitúan generalmente por debajo de los valores medios del conjunto de parcelas.

7. Análisis foliar.

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

7.1. Análisis Macronutrientes.

Los macronutrientes analizados han registrado los siguientes valores:

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

| Año | Parcela | Provincia | Peso seco (g) 100 hojas | MACRONUTRIENTES (mg/g MS) | | | | | | C (%) |
|-----------|--------------------|----------------|-------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| | | | | N | S | P | Ca | Mg | K | |
| 1995-1996 | 03 Fs | La Rioja | 9,00 | 27,56 | 2,20 | 1,62 | 11,57 | 1,77 | 7,52 | |
| | 115 Fs | Navarra | 7,00 | 26,64 | 1,94 | 1,20 | 7,25 | 1,24 | 7,90 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 8,00 | 27,10 | 2,07 | 1,41 | 9,41 | 1,51 | 7,71 | |
| 1997-1998 | 03 Fs | La Rioja | 7,00 | 29,24 | 1,76 | 1,88 | 11,49 | 1,77 | 10,59 | |
| | 115 Fs | Navarra | 8,00 | 26,60 | 1,72 | 1,29 | 8,11 | 1,06 | 10,09 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 7,50 | 27,92 | 1,74 | 1,59 | 9,80 | 1,42 | 10,34 | |
| 1999-2000 | 03 Fs | La Rioja | 7,00 | 24,78 | 1,78 | 1,47 | 9,30 | 1,69 | 8,55 | |
| | 115 Fs | Navarra | 9,00 | 24,22 | 1,70 | 1,23 | 6,71 | 1,12 | 8,79 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 8,00 | 24,50 | 1,74 | 1,35 | 8,01 | 1,41 | 8,67 | |
| 2001-2002 | 03 Fs | La Rioja | 8,00 | 26,46 | 1,81 | 1,75 | 9,66 | 1,81 | 9,06 | |
| | 115 Fs | Navarra | 9,00 | 24,35 | 1,68 | 1,07 | 5,54 | 0,86 | 8,44 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 8,50 | 25,41 | 1,75 | 1,41 | 7,60 | 1,34 | 8,75 | |
| 2003-2004 | 03 Fs | La Rioja | 10,00 | 24,58 | 1,53 | 1,66 | 8,86 | 1,62 | 10,12 | |
| | 115 Fs | Navarra | 12,00 | 22,44 | 1,40 | 1,11 | 5,31 | 0,70 | 8,95 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 11,00 | 23,51 | 1,47 | 1,39 | 7,09 | 1,16 | 9,54 | |
| 2005-2006 | 03 Fs | La Rioja | 13,00 | 25,11 | 1,62 | 1,39 | 9,45 | 1,59 | 8,20 | |
| | 115 Fs | Navarra | 11,00 | 23,42 | 1,58 | 1,03 | 5,47 | 1,16 | 8,12 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 12,00 | 24,27 | 1,60 | 1,21 | 7,46 | 1,38 | 8,16 | |
| 2007-2008 | 03 Fs | La Rioja | 11,00 | 23,01 | 1,43 | 1,37 | 7,61 | 1,39 | 8,03 | |
| | 115 Fs | Navarra | 11,00 | 23,42 | 1,49 | 1,08 | 5,80 | 1,18 | 8,71 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 11,00 | 23,22 | 1,46 | 1,23 | 6,71 | 1,29 | 8,37 | |
| 2009-2010 | 115 Fs | Navarra | 8,00 | 26,54 | 1,67 | 1,24 | 7,68 | 1,53 | 8,60 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 8,00 | 26,54 | 1,67 | 1,24 | 7,68 | 1,53 | 8,60 | |
| 2011-2012 | 115 Fs | Navarra | 9,38 | 24,70 | 1,65 | 1,16 | 6,48 | 1,11 | 8,70 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 9,38 | 24,70 | 1,65 | 1,16 | 6,48 | 1,11 | 8,70 | |
| 2015-2016 | 115 Fs | Navarra | 16,60 | 24,36 | 1,44 | 1,13 | 8,04 | 1,34 | 7,35 | 51,08 |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 16,60 | 24,36 | 1,44 | 1,13 | 8,04 | 1,34 | 7,35 | 51,08 |
| 2017-2018 | 115 Fs | Navarra | 11,67 | 23,21 | 1,61 | 1,26 | 10,02 | 1,26 | 8,50 | 49,22 |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 11,67 | 23,21 | 1,61 | 1,26 | 10,02 | 1,26 | 8,50 | 49,22 |
| 2019-2020 | 115 Fs | Navarra | 11,44 | 23,70 | 1,67 | 1,34 | 9,88 | 1,31 | 8,00 | 50,97 |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 11,44 | 23,70 | 1,67 | 1,34 | 9,88 | 1,31 | 8,00 | 50,97 |
| 2021-2022 | 115 Fs | Navarra | 11,88 | | 0,62 | 1,25 | 8,49 | 1,29 | 6,73 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 11,88 | | 0,62 | 1,25 | 8,49 | 1,29 | 6,73 | |

No se dispone de valor de referencia para esta especie. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica.

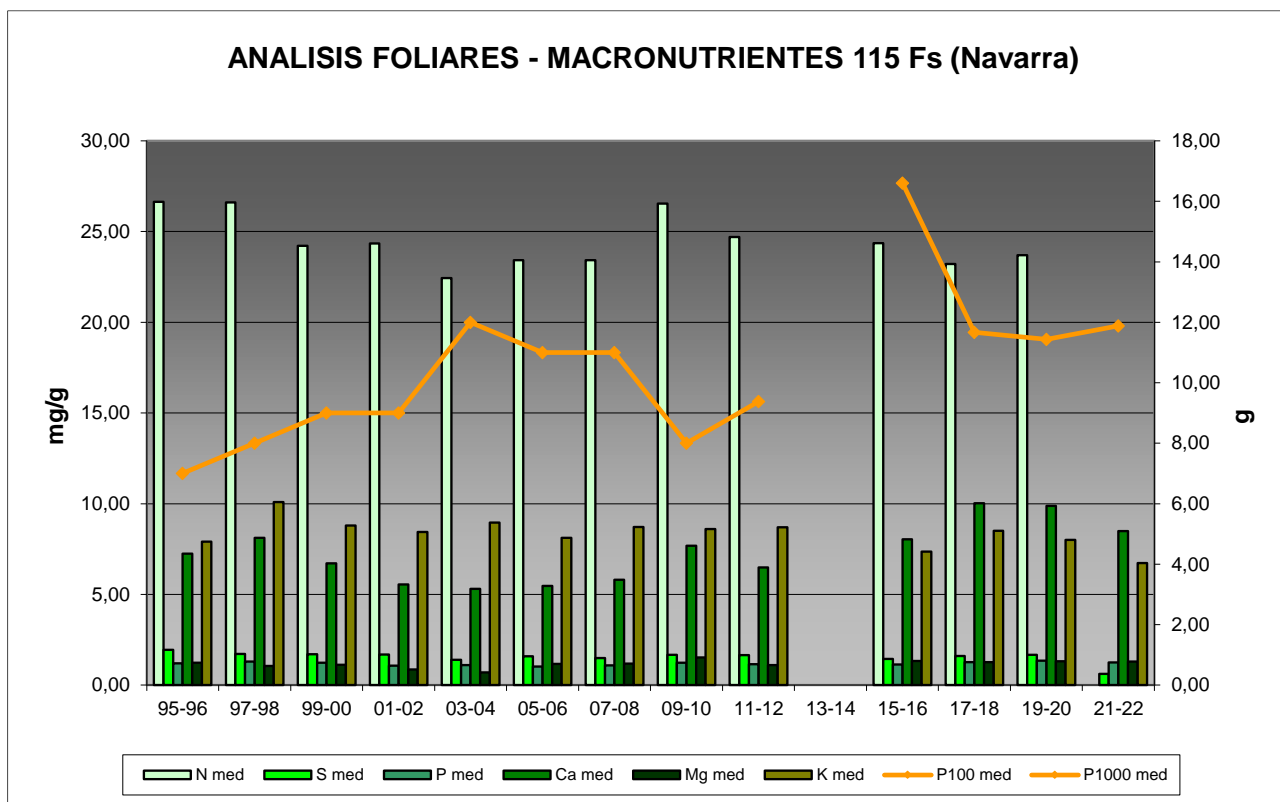


FIG 25: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

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

| Año | Parcela | Provincia | MICRONUTRIENTES (µg/g MS) | | | | |
|-----------|--------------------|----------------|---------------------------|--------------|----------------|---------------|-------------|
| | | | Na | Zn | Mn | Fe | Cu |
| 1995-1996 | 03 Fs | La Rioja | | 60,00 | 2368,00 | 279,00 | |
| | 115 Fs | Navarra | | 33,00 | 2491,00 | 412,00 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | | 46,50 | 2429,50 | 345,50 | |
| 1997-1998 | 03 Fs | La Rioja | 2762,00 | 58,00 | 1066,00 | 142,00 | |
| | 115 Fs | Navarra | 3309,00 | 23,00 | 1270,00 | 95,00 | |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | 3035,50 | 40,50 | 1168,00 | 118,50 | |
| 2015-2016 | 115 Fs | Navarra | | 19,40 | 864,79 | 88,31 | 6,71 |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | | 19,40 | 864,79 | 88,31 | 6,71 |
| 2017-2018 | 115 Fs | Navarra | | 21,50 | 1148,11 | 115,18 | 6,89 |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | | 21,50 | 1148,11 | 115,18 | 6,89 |
| 2019-2020 | 115 Fs | Navarra | | 18,89 | 1195,57 | 113,36 | 7,44 |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | | 18,89 | 1195,57 | 113,36 | 7,44 |
| 2021-2022 | 115 Fs | Navarra | | 20,09 | 993,94 | 78,45 | 7,37 |
| | <i>F.sylvatica</i> | Red | | 20,09 | 993,94 | 78,45 | 7,37 |

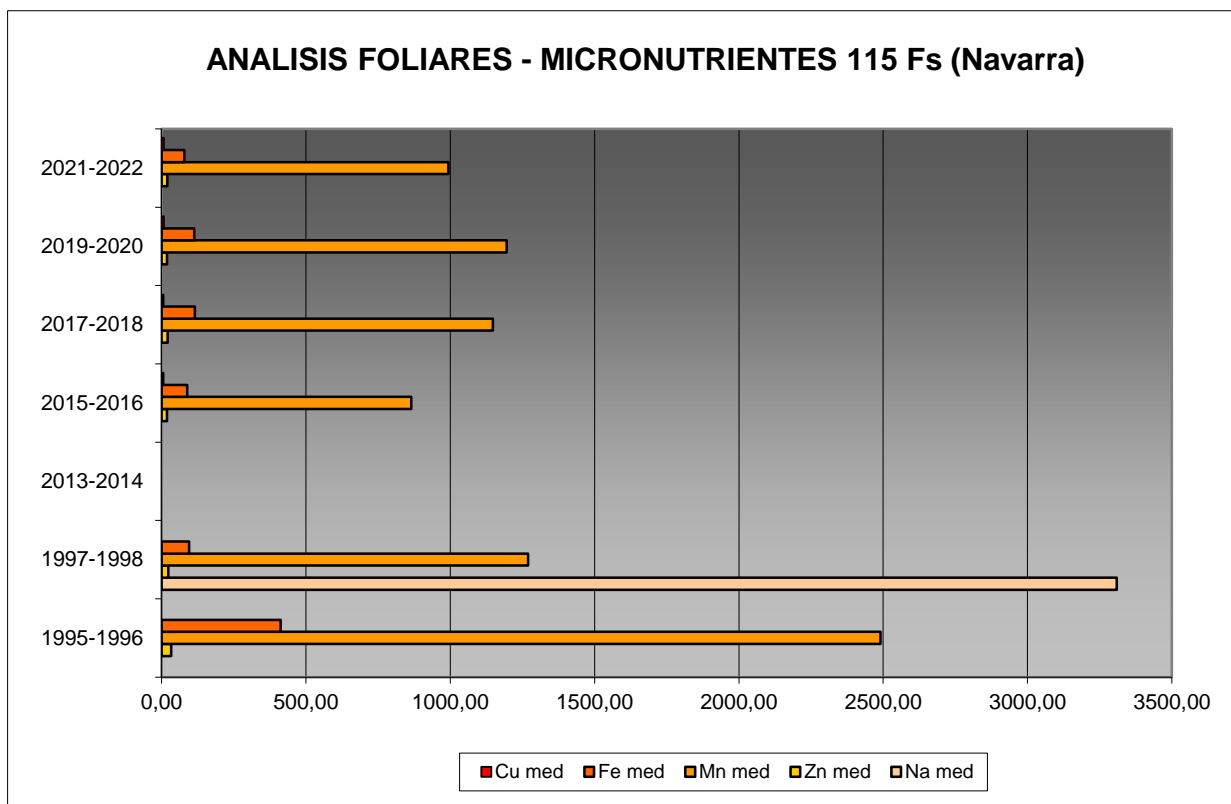


FIG 26: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

7.3. Interpretación de resultados.

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

En primer lugar hay que tener en cuenta que en la parcela 115Fs no se realizó el análisis foliar en 2013-2014.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 115Fs podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el haya como especie dominante:

Tras el máximo experimentado por el **peso** de la muestra en 2015-2016, en la presente revisión la variable se mantiene estable en torno a los 12 g/100 hojas y en los valores más altos de la serie histórica, tal como ya se venía observando durante las campañas anteriores.

Respecto a los **macronutrientes**; se han obtenido valores bastante homogéneos para el **nitrógeno**, mientras que el contenido en **azufre** se reduce apreciablemente hasta alcanzar el mínimo de la serie, tal como ha ocurrido en casi toda la red, no disponiéndose de valor de referencia para la especie. En cuanto al resto de elementos analizados, **fósforo**, **calcio**, **magnesio** y **potasio** se reducen en mayor o medida a lo largo de la última campaña. Por lo que se refiere al contenido en **carbono** del follaje, mantiene un valor muy estable en torno al 49-50%.

Los *micronutrientes* se han analizado con menor regularidad y no siempre todos ellos, lo que dificulta el estudio de su tendencia, si bien los principales elementos mantienen un comportamiento muy estable a lo largo de los últimos años, presentando también valores comparativamente altos en **manganeso** que se reducen respecto a la campaña anterior, al igual que lo hacen **zinc, hierro y cobre**.

8. Desfronde.

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

Se presentan a continuación los resultados obtenidos desde 2005; haciéndose la salvedad al igual que en casos anteriores, de que en 2012 se ha muestreado el periodo enero-julio, mientras que en 2014 los análisis corresponden al periodo mayo-diciembre.

8.1. Análisis Macronutrientes.

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

| Año | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
|------|----------|--------------|-------|----------|----------|----------|-----------|-----------|----------|
| 2005 | Hojas | 3.274 | 52,82 | 15,60 | 1,25 | 0,69 | 8,58 | 0,95 | 2,68 |
| | Ramillas | 315 | 54,36 | 7,50 | 0,83 | 0,20 | 3,42 | 0,24 | 0,80 |
| | Otras | 1.210 | 50,68 | 7,68 | 0,86 | 0,50 | 4,75 | 0,60 | 1,55 |
| 2006 | Hojas | 3.464 | 52,64 | 19,75 | 1,38 | 1,04 | 10,72 | 1,36 | 4,61 |
| | Ramillas | 327 | 54,62 | 9,37 | 0,72 | 0,34 | 7,57 | 0,52 | 1,22 |
| | Otras | 961 | 48,89 | 20,25 | 1,71 | 1,21 | 7,58 | 1,08 | 3,17 |
| 2007 | Hojas | 3.617 | 53,36 | 18,60 | 1,32 | 0,91 | 6,79 | 4,63 | 2,71 |
| | Ramillas | 458 | 54,93 | 9,24 | 0,82 | 0,39 | 5,25 | 1,43 | 0,75 |
| | Otras | 770 | 50,36 | 14,33 | 1,28 | 1,15 | 5,07 | 3,52 | 1,34 |
| 2008 | Hojas | 2.916 | 53,39 | 20,98 | 1,27 | 1,04 | 8,40 | 1,21 | 4,00 |
| | Ramillas | 181 | 54,41 | 11,90 | 0,84 | 0,39 | 9,45 | 0,59 | 1,05 |
| | Otras | 790 | 50,51 | 17,40 | 1,29 | 0,87 | 6,89 | 0,95 | 2,41 |
| 2009 | Hojas | 2.704 | 53,18 | 14,23 | 1,35 | 0,64 | 8,79 | 1,03 | 5,14 |
| | Ramillas | 193 | 53,50 | 6,42 | 0,61 | 0,29 | 7,80 | 0,56 | 0,74 |
| | Otras | 1.720 | 51,50 | 20,36 | 1,45 | 1,02 | 6,64 | 1,03 | 3,60 |
| 2010 | Hojas | 2.664 | 52,91 | 20,78 | 1,52 | 1,15 | 9,32 | 0,95 | 2,64 |
| | Ramillas | 670 | 50,58 | 12,22 | 1,04 | 0,64 | 8,77 | 1,34 | 1,66 |
| | Otras | 1.500 | 50,53 | 16,50 | 1,39 | 1,01 | 6,19 | 1,15 | 3,69 |
| 2011 | Hojas | 2.936 | 53,02 | 19,22 | 1,37 | 0,98 | 7,81 | 3,39 | 3,23 |
| | Ramillas | 351 | 53,68 | 8,98 | 0,80 | 0,34 | 5,62 | 2,10 | 0,88 |
| | Otras | 1.251 | 50,48 | 16,84 | 1,35 | 0,95 | 5,59 | 2,34 | 2,58 |
| 2012 | Hojas | 159 | 52,90 | 20,00 | 1,52 | 1,12 | 7,12 | 1,89 | 3,20 |
| | Ramillas | 173 | 53,47 | 7,52 | 0,64 | 0,32 | 6,48 | 1,06 | 0,82 |
| | Otras | 724 | 50,09 | 18,97 | 1,54 | 0,91 | 6,26 | 1,42 | 2,21 |
| 2014 | Hojas | 3.574 | 50,84 | 13,42 | 1,30 | 0,75 | 10,12 | 1,05 | 4,84 |
| | Ramillas | 1.945 | | | | | | | |
| | Otras | 422 | | | | | | | |

| 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 | 3.267 | 51,05 | 14,55 | 0,81 | 0,64 | 9,03 | 0,73 | 6,43 |
| | Ramillas | 300 | | | | | | | |
| | Otras | 617 | 47,13 | 19,08 | 0,75 | 0,56 | 7,26 | 0,81 | 1,72 |
| 2016 | Hojas | 3.004 | 50,98 | 14,07 | 1,09 | 0,68 | 9,94 | 1,00 | 4,64 |
| | Ramillas | 201 | | | | | | | |
| | Otras | 2.983 | 50,60 | 15,33 | 1,11 | 1,19 | 5,21 | 1,11 | 5,20 |
| 2017 | Hojas | 3.272 | 50,91 | 14,28 | 0,92 | 0,64 | 12,26 | 1,15 | 4,38 |
| | Ramillas | 635 | | | | | | | |
| | Otras | 611 | | | | | | | |
| 2018 | Hojas | 3.029 | 50,49 | 19,66 | 1,20 | 1,12 | 9,71 | 1,08 | 4,69 |
| | Ramillas | 201 | | | | | | | |
| | Otras | 1.096 | | | | | | | |
| 2019 | Hojas | 4.065 | 51,51 | 11,57 | 0,91 | 0,62 | 10,92 | 1,11 | 5,89 |
| | Ramillas | 208 | | | | | | | |
| | Otras | 729 | | | | | | | |
| 2020 | Hojas | 2.978 | | | 1,09 | 0,87 | 11,80 | 1,20 | 4,39 |
| | Ramillas | 482 | | | | | | | |
| | Otras | 5.152 | | | | | | | |
| 2021 | Hojas | 3.468 | | | 1,45 | 0,81 | 9,15 | 0,92 | 4,32 |
| | Ramillas | 140 | | | | | | | |
| | Otras | 706 | | | | | | | |
| Media | Hojas | 3.024 | 52,14 | 16,91 | 1,23 | 0,86 | 9,40 | 1,48 | 4,24 |
| | Ramillas | 424 | 53,69 | 9,14 | 0,79 | 0,36 | 6,80 | 0,98 | 0,99 |
| | Otras | 1.328 | 50,08 | 16,67 | 1,27 | 0,94 | 6,14 | 1,40 | 2,75 |

8.2. Análisis Micronutrientes.

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

| Año | Fracción | Zn (µg/g) | Mn (µg/g) | Fe (µg/g) | Cu (µg/g) | Pb (µg/g) | Co (µg/g) | Ni (µg/g) | Cd (ng/g) |
|------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2014 | Hojas | 29,10 | 1082,33 | 168,71 | 6,11 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2015 | Hojas | 23,77 | 1144,24 | 153,35 | 5,43 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | 28,12 | 466,40 | 416,46 | 7,76 | | | | |
| 2016 | Hojas | 237,31 | 883,87 | 219,05 | 5,29 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | 22,79 | 429,56 | 616,79 | 9,23 | | | | |
| 2017 | Hojas | 29,98 | 1244,32 | 156,18 | 6,03 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2018 | Hojas | 18,30 | 980,83 | 162,09 | 12,30 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |

| Año | Fracción | Zn (µg/g) | Mn (µg/g) | Fe (µg/g) | Cu (µg/g) | Pb (µg/g) | Co (µg/g) | Ni (µg/g) | Cd (ng/g) |
|-------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 2019 | Hojas | 23,64 | 1175,92 | 151,29 | 5,42 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2020 | Hojas | 32,21 | 1174,46 | 187,36 | 6,51 | 4,78 | 0,13 | 1,72 | 87,89 |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2021 | Hojas | 27,87 | 882,16 | 130,35 | 5,23 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| Media | Hojas | 52,77 | 1071,02 | 166,05 | 6,54 | 4,78 | 0,13 | 1,72 | 87,89 |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | 25,45 | 447,98 | 516,63 | 8,49 | | | | |

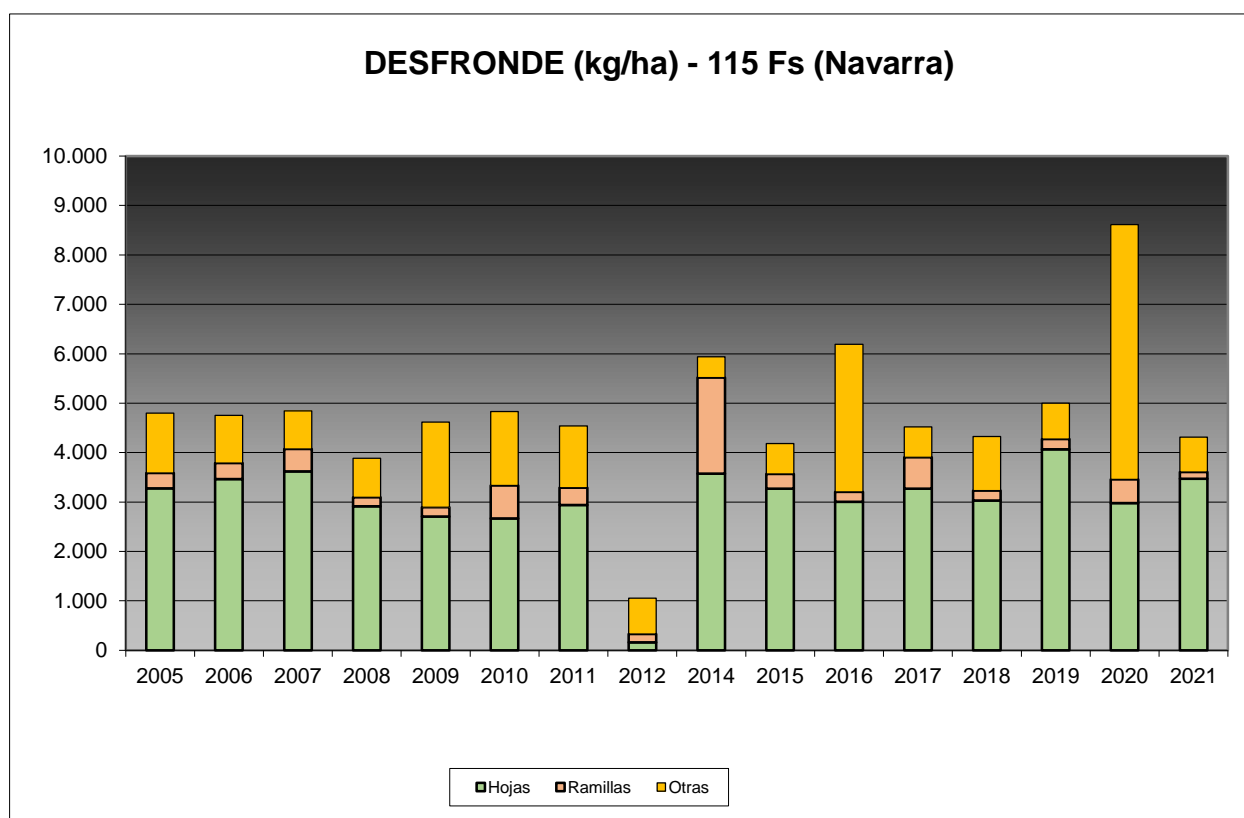


FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde se sitúa por encima de los 4.000 kg/ha posiblemente influenciado por el hecho de tratarse de una parcela poblada por caducifolias. Los bajos resultados habidos en 2012 se deben a no haberse muestreado durante el otoño, época en la que se concentra la mayoría del aporte. En la presente revisión destaca la importante reducción de la fracción “otros” (frutos, líquenes, flores,...) tras el anómalo incremento habido durante el año previo y que sitúa al parámetro próximo a los valores medios de la parcela. El contenido de las diferentes fracciones en C se sitúa ligeramente por encima del 50% contribuyendo a la fijación del CO₂ por el ecosistema.

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 115Fs, de entre ellos el comienzo y fin de fase; su duración o amplitud; el número de días transcurrido entre el 1 de enero y la fecha de inicio de la fase, y –como esbozo de la influencia de la temperatura en el fenómeno- los días-grado transcurridos desde el 1 de enero (periodo de parada vegetativa) y el comienzo de la fase, obtenido de la estación meteorológica instalada en la parcela.

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

| Año | Aparición Hoja/Acícula ≥ 50% Población | | | | | Floración ≥ 50% Población | | | | |
|------|--|-------------|--------|------------------|---------------------|---------------------------|-------------|--------|------------------|---------------------|
| | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°Cdía) |
| 1999 | | | | | | | | | | |
| 2000 | | | | | | | | | | |
| 2001 | 03/05/01 | 17/05/01 | 14 | 122 | 590 | | | | | |
| 2002 | 28/04/02 | 16/07/02 | 79 | 117 | 530 | | | | | |
| 2003 | 29/04/03 | 20/05/03 | 21 | 118 | 456 | | | | | |
| 2004 | 29/04/04 | 02/06/04 | 34 | 119 | 329 | 02/06/04 | 30/06/04 | 28 | 153 | 628 |
| 2005 | 11/05/05 | 13/07/05 | 63 | 130 | 392 | | | | | |
| 2006 | 03/05/06 | 17/05/06 | 14 | 122 | 423 | 17/05/06 | 30/06/06 | 44 | 136 | 594 |
| 2007 | 25/04/07 | 31/05/07 | 36 | 114 | 421 | | | | | |
| 2008 | 07/05/08 | 21/05/08 | 14 | 127 | 679 | | | | | |
| 2009 | 04/05/09 | 18/05/09 | 14 | 123 | 409 | 06/07/09 | 20/07/09 | 14 | 186 | 1296 |
| 2010 | 27/04/10 | 24/05/10 | 27 | 116 | 354 | 13/05/10 | 24/05/10 | 11 | 132 | 453 |
| 2011 | 26/04/11 | 24/05/11 | 28 | 115 | 597 | 26/04/11 | 24/05/11 | 28 | 115 | 597 |
| 2012 | 25/04/12 | 30/05/12 | 35 | 115 | 380 | 25/04/12 | 30/05/12 | 35 | 115 | 380 |
| 2014 | 22/04/14 | 27/05/14 | 35 | 111 | 610 | 22/04/14 | 27/05/14 | 35 | 111 | 610 |
| 2015 | 26/05/15 | 24/06/15 | 29 | 145 | 808 | 26/05/15 | 24/06/15 | 29 | 145 | 808 |

| Año | Aparición Hoja/Acícula \geq 50% Población | | | | | Floración \geq 50% Población | | | | |
|-------|---|-------------|--------|------------------|----------------------|--------------------------------|-------------|--------|------------------|----------------------|
| | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°C día) | Fecha Inicio | Fecha Final | Durac. | Días desde 01/01 | Temp. Acum. (°C día) |
| 2016 | 26/04/16 | 01/06/16 | 36 | 116 | 578 | 01/06/16 | 05/07/16 | 34 | 152 | 949 |
| 2017 | 27/04/17 | 31/05/17 | 34 | 116 | 539 | 31/05/17 | 27/06/17 | 27 | 150 | 943 |
| 2018 | 24/04/18 | 27/06/18 | 64 | 113 | 450 | 30/05/18 | 27/06/18 | 28 | 149 | 768 |
| 2019 | 30/05/19 | 25/06/19 | 26 | 149 | 774 | 30/05/19 | 25/06/19 | 26 | 149 | 774 |
| 2020 | 30/04/20 | 27/05/20 | 27 | 120 | 747 | 30/04/20 | 27/05/20 | 27 | 120 | 747 |
| 2021 | 27/04/21 | 30/06/21 | 64 | 116 | 607 | 26/05/21 | 30/06/21 | 35 | 145 | 853 |
| 2022 | 29/04/22 | 28/06/22 | 60 | 118 | 578 | 25/05/22 | 28/06/22 | 34 | 144 | 926 |
| Media | | | 36 | 121 | 536 | | | 29 | 140 | 755 |

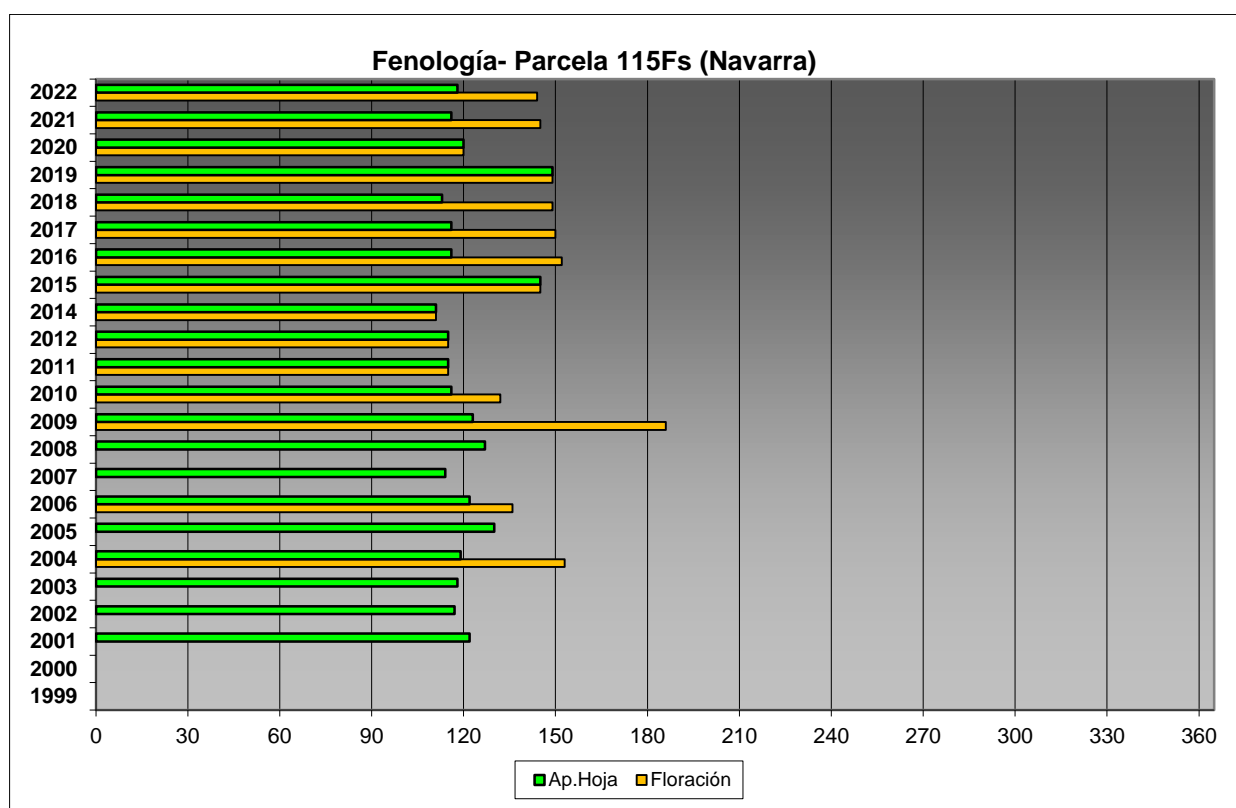


FIG 28: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase.

Como puede verse en los gráficos anteriores, las distintas fases fenológicas comienzan durante el mes de abril, con cierto retraso en la aparición de la flor, estructura que por otra parte permanece prendida muy poco tiempo, lo que dificulta su observación, particularmente en condiciones de viento o lluvia fuerte que tienden a desprenderla. A lo largo de los últimos años se ha observado un cierto retraso en la floración, hacia finales de mayo, mientras que la brotación se ha producido hacia finales de abril, tendencia que se ha repetido durante la pasada revisión.



FIG 29: Aparición hoja, distintas fases de desarrollo, de la apertura de yema al despliegue y flor ya caída en el suelo (abril)

10. Cintas diamétricas.

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

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

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

| AÑO | Crecimiento medio (cm) | Crecimiento medio (%) | Oscilación media (cm) | Oscilación media (%) |
|------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 2002 | 0,29 | 0,72 | 0,29 | 0,68 |
| 2003 | 0,36 | 0,89 | 0,36 | 0,77 |

| AÑO | Crecimiento medio (cm) | Crecimiento medio (%) | Oscilación media (cm) | Oscilación media (%) |
|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 2004 | 0,31 | 0,74 | 0,31 | 0,27 |
| 2005 | 0,42 | 1,06 | 0,42 | 0,36 |
| 2006 | 0,34 | 0,80 | 0,34 | 0,51 |
| 2007 | 0,35 | 0,82 | 0,35 | 0,54 |
| 2008 | 0,36 | 0,91 | 0,36 | 0,87 |
| 2009 | 0,20 | 0,47 | 0,20 | 0,46 |
| 2010 | 0,23 | 0,54 | 0,23 | 0,51 |
| 2011 | 0,32 | 0,73 | 0,32 | 0,58 |
| 2012 | 0,33 | 0,75 | 0,33 | 0,74 |
| 2014 | 0,45 | 1,00 | 0,45 | 0,99 |
| 2015 | 0,38 | 0,83 | 0,38 | 0,79 |
| 2016 | 0,25 | 0,55 | 0,25 | 0,53 |
| 2017 | 0,27 | 0,59 | 0,27 | 0,54 |
| 2018 | 0,29 | 0,64 | 0,29 | 0,63 |
| 2019 | 0,32 | 0,68 | 0,32 | 0,64 |
| 2020 | 0,22 | 0,48 | 0,22 | 0,45 |
| 2021 | 0,29 | 0,61 | 0,29 | 0,59 |
| 2022 | 0,29 | 0,61 | 0,29 | 0,60 |
| Media | 0,31 | 0,72 | 0,31 | 0,60 |

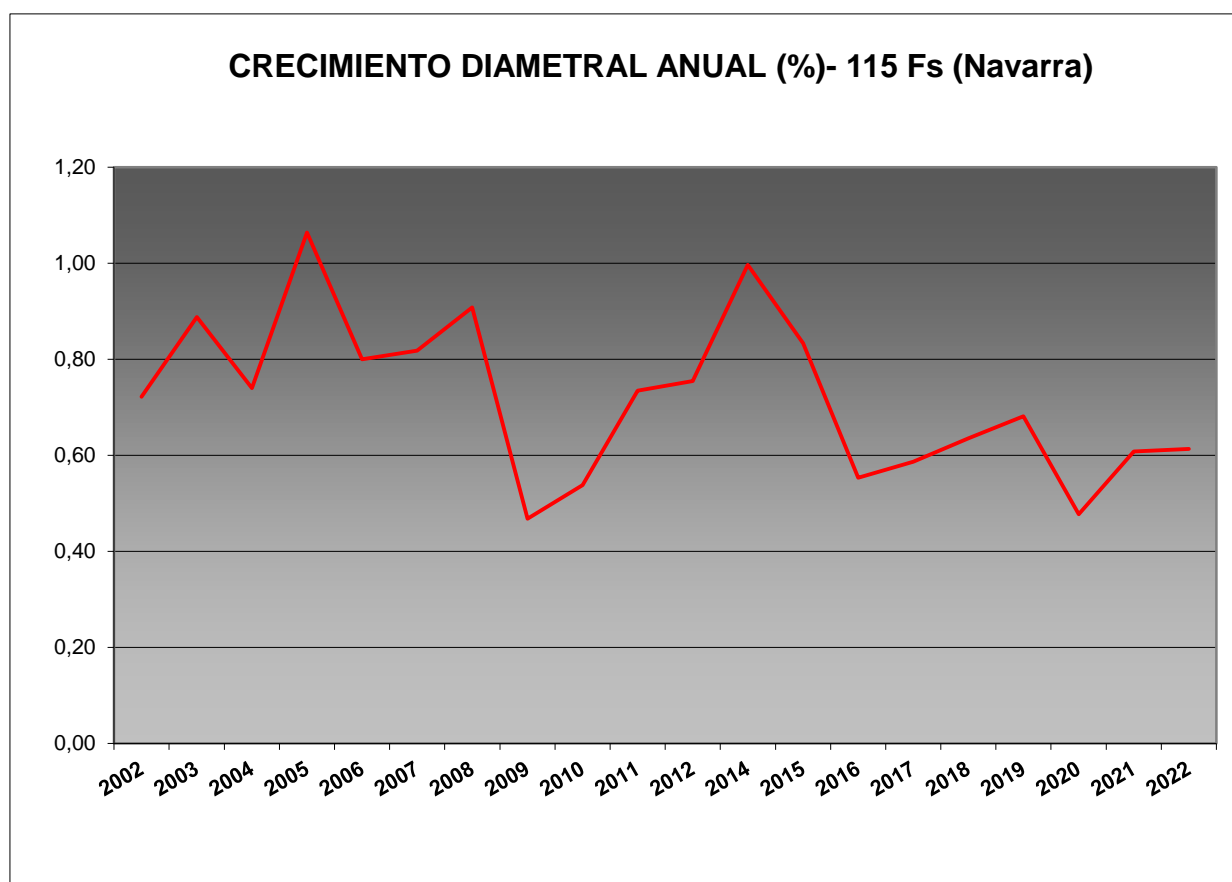


FIG 30: Crecimiento diametral anual. Porcentaje sobre el inicio.

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, entre el 0,47% de 2009 y el 1,06% de 2005, situándose por regla general en valores próximos al 0,80% anual, y que se estabiliza a lo largo de los últimos seis años en el entorno del 0,60%.

11. Meteorología.

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

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

| Año | Prec | T med | T MAX | T MIN | T max | T min | Rad med | HR med | V viento med | V viento max |
|-------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|--------------|--------------|
| | (mm) | (°C) | | | | | (W/m ²) | (%) | (m/s) | |
| 1997 | 1302 | 14,3 | 33,0 | -3,4 | 21,3 | 7,9 | | 78,9 | 2,9 | 50,0 |
| 1998 | 1822 | 16,2 | 34,3 | 1,1 | 23,4 | 9,5 | | 77,7 | 4,8 | 50,0 |
| 1999 | 1819 | 14,6 | 32,0 | -2,3 | 21,3 | 9,0 | 215,5 | 84,3 | 1,5 | 14,8 |
| 2000 | 2132 | | | | | | | | | |
| 2001 | 1519 | 7,7 | 21,4 | -1,9 | 13,0 | 2,9 | 141,2 | 62,1 | 2,4 | 21,6 |
| 2002 | 1864 | 11,1 | 31,7 | -5,0 | 16,8 | 6,3 | 154,5 | 85,8 | 1,8 | 24,6 |
| 2003 | 1959 | 11,1 | 31,7 | -5,0 | 16,8 | 6,3 | 154,5 | 85,8 | 1,8 | 24,6 |
| 2004 | 1663 | 3,3 | 23,0 | -11,8 | 8,5 | -0,9 | | 86,5 | 1,6 | 19,0 |
| 2005 | 1520 | 8,3 | 32,7 | -20,6 | 14,6 | 2,9 | | 83,8 | 1,8 | 22,7 |
| 2006 | 1648 | 6,4 | 32,6 | -13,7 | 12,4 | 1,4 | 182,1 | 85,3 | 1,5 | 22,0 |
| 2007 | 2087 | 7,1 | 31,7 | -12,5 | 12,6 | 1,8 | | 86,8 | 1,6 | |
| 2008 | 2072 | 7,2 | 40,8 | -11,6 | 13,4 | 0,2 | 216,3 | 83,5 | 1,5 | 20,5 |
| 2009 | 2156 | 8,8 | 32,0 | -14,8 | 14,1 | 4,1 | 207,1 | 83,3 | 1,4 | 20,8 |
| 2010 | 2073 | 6,6 | 32,2 | -14,0 | 11,5 | 2,1 | | 83,7 | 1,5 | 28,7 |
| 2011 | 1751 | 9,2 | 33,5 | -8,0 | 14,7 | 4,2 | 191,3 | 80,9 | 1,5 | 20,8 |
| 2012 | 1125 | 6,0 | 30,2 | -9,9 | 11,4 | 1,2 | 131,3 | 71,7 | 1,8 | 32,5 |
| 2014 | 1384 | 9,6 | 32,0 | -7,1 | 14,2 | 5,2 | 89,5 | 83,1 | 1,4 | 21,6 |
| 2015 | 2186 | 9,3 | 35,7 | -9,9 | 15,2 | 4,2 | 116,3 | 82,9 | 1,3 | 20,8 |
| 2016 | 1959 | 9,1 | 36,2 | -10,1 | 14,3 | 4,3 | 112,1 | 82,8 | 1,3 | 19,3 |
| 2017 | 1963 | 9,0 | 31,2 | -11,4 | 14,8 | 3,7 | 124,2 | 84,0 | 1,2 | 22,3 |
| 2018 | 2512 | 9,1 | 31,6 | -13,1 | 14,0 | 4,5 | 115,5 | 86,8 | 0,9 | 18,2 |
| 2019 | 2592 | 9,1 | 36,0 | -8,4 | 14,5 | 4,3 | 104,1 | 74,3 | 1,5 | 23,8 |
| 2020 | 2104 | 9,7 | 33,5 | -6,7 | 15,0 | 4,9 | 135,5 | 87,3 | 2,3 | 26,5 |
| 2021 | 1922 | 9,0 | 33,9 | -13,9 | 14,2 | 4,2 | 143,2 | 88,5 | 1,6 | 20,5 |
| 2022 | 1542 | 10,7 | 34,9 | -8,9 | 16,1 | 5,4 | 147,3 | 84,4 | 1,6 | 21,2 |
| Media | 1867 | 9,3 | 32,4 | -9,3 | 14,9 | 4,1 | 149,0 | 82,3 | 1,8 | 24,6 |

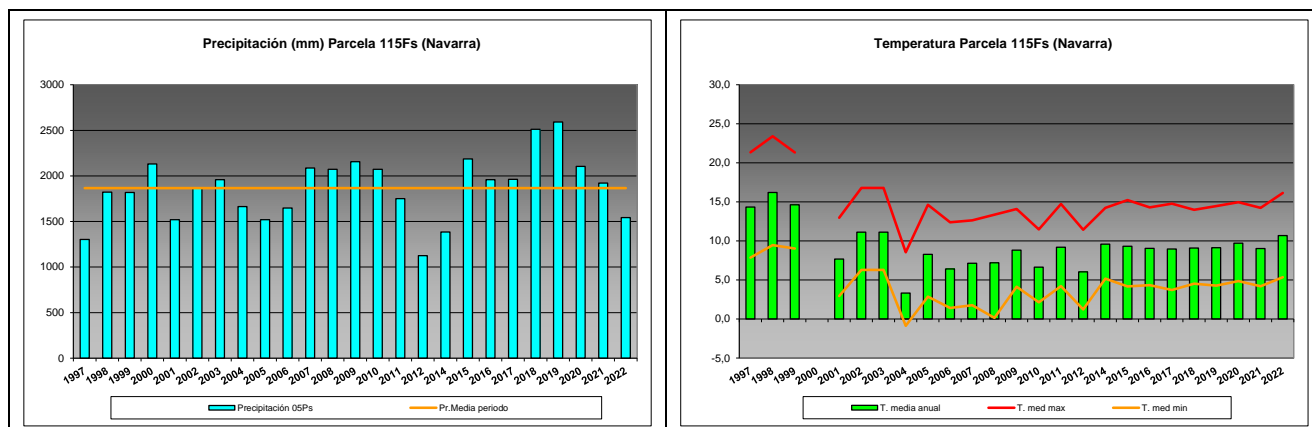


FIG 31: Principales variables meteorológicas.

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

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

| Año | DT | DH | PMAX5 | | PPES | NOPREC | |
|------|------|------|-------|---------------|------|--------|---------------|
| | días | Días | mm | Intervalo | Días | Días | Intervalo |
| 2000 | | | | | | | |
| 2001 | 0 | 0 | | | | | |
| 2002 | 6 | 0 | 190,1 | 06/11 a 10/11 | 4 | 5 | 14/06 a 18/06 |
| 2003 | | | | | | | |
| 2004 | | 4 | 115,4 | 23/01 a 27/01 | 0 | | |
| 2005 | 10 | 17 | 105,4 | 09/11 a 13/11 | 0 | 10 | 22/07 a 31/07 |
| 2006 | 3 | 6 | 95,0 | 05/12 a 09/12 | 2 | 3 | 09/08 a 11/08 |
| 2007 | 5 | 7 | 93,0 | 07/12 a 12/12 | 5 | 2 | 09/05 a 10/05 |
| 2008 | 5 | 2 | 128,7 | 13/01 a 18/01 | 4 | 4 | 01/05 a 04/05 |
| 2009 | 7 | 9 | 145,5 | 30/11 a 04/12 | 0 | 21 | 11/08 a 31/08 |
| 2010 | 3 | 20 | 148,6 | 18/11 a 22/11 | 4 | 7 | 18/05 a 24/05 |
| 2011 | 5 | 7 | 201,0 | 19/02 a 23/02 | 7 | 5 | 20/05 a 24/05 |
| 2012 | | | | | | | |
| 2013 | | | | | | | |
| 2014 | 2 | 1 | 212,4 | 22/01 a 27/01 | 9 | 11 | 10/06 a 20/06 |
| 2015 | 14 | 7 | 238,3 | 22/02 a 26/02 | 7 | 11 | 11/08 a 21/08 |
| 2016 | 11 | 2 | 90,3 | 05/11 a 09/11 | 2 | 10 | 25/06 a 04/07 |
| 2017 | 6 | 3 | 142,0 | 12/01 a 16/01 | 3 | 16 | 10/05 a 30/05 |
| 2018 | 1 | 9 | 152,0 | 17/01 a 21/01 | 3 | 10 | 17/06 a 26/06 |
| 2019 | 10 | 6 | 281,2 | 09/12 a 13/12 | 3 | 9 | 22/06 a 30/06 |
| 2020 | 8 | 1 | 170,1 | 08/12 a 12/12 | 3 | 16 | 14/07 a 29/07 |
| 2021 | 6 | 6 | 287,8 | 06/12 a 10/12 | 4 | 10 | 18/08 a 27/08 |
| 2022 | 19 | 2 | 190,7 | 07/01 a 11/01 | 1 | 13 | 09/07 a 21/07 |

12. Índice de Área Foliar.

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

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

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

| SITIO | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Media |
|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| S-01 | 2,79 | 2,58 | 1,77 | 1,84 | 2,11 | 2,05 | 2,13 | 2,15 | 1,98 | 2,16 |
| S-02 | 2,31 | 2,07 | 1,88 | 1,71 | 1,88 | 1,71 | 1,04 | 1,36 | 2,18 | 1,79 |
| S-03 | 2,51 | 2,37 | 2,19 | 2,25 | 2,02 | 1,14 | 1,61 | 1,54 | 2,14 | 1,98 |
| S-04 | 2,37 | 1,88 | 1,56 | 1,38 | 1,61 | 2,19 | 1,84 | 2,25 | 2,13 | 1,91 |
| S-05 | 2,55 | 2,39 | 2,58 | 2,57 | 2,37 | 1,21 | 1,80 | 2,14 | 1,79 | 2,16 |
| S-06 | 2,37 | 1,83 | 1,72 | 1,74 | 1,79 | 2,08 | 1,81 | 2,16 | 1,94 | 1,94 |
| S-07 | 2,57 | 2,11 | 1,94 | 2,04 | 2,11 | 2,37 | 2,36 | 2,50 | 2,45 | 2,27 |
| S-08 | 2,52 | 1,94 | 1,81 | 1,91 | 1,81 | 2,28 | 2,02 | 2,24 | 2,10 | 2,07 |
| S-09 | 2,21 | 1,87 | 1,66 | 1,76 | 1,72 | 1,50 | 1,72 | 1,71 | 1,78 | 1,77 |
| S-10 | 2,41 | 1,78 | 2,08 | 2,18 | 2,25 | 1,47 | 1,56 | 1,99 | 1,85 | 1,95 |
| S-11 | 2,20 | 1,66 | 1,72 | 1,83 | 1,84 | 1,21 | 1,51 | 2,03 | 2,06 | 1,78 |
| S-12 | 2,71 | 1,93 | 2,09 | 1,99 | 2,54 | 1,59 | 1,35 | 1,99 | 1,99 | 2,02 |
| S-13 | 2,57 | 2,09 | 2,35 | 2,36 | 2,31 | 1,81 | 2,15 | 2,46 | 2,64 | 2,30 |
| S-14 | 2,35 | 1,65 | 1,70 | 1,92 | 1,82 | 1,84 | 1,93 | 2,02 | 2,07 | 1,92 |
| S-15 | 2,08 | 1,52 | 1,60 | 1,67 | 1,69 | 1,76 | 1,87 | 1,74 | 1,93 | 1,76 |
| S-16 | 2,31 | 1,76 | 1,63 | 1,76 | 1,59 | 1,73 | 1,90 | 1,71 | 1,87 | 1,81 |
| Media | 2,43 | 1,96 | 1,89 | 1,93 | 1,97 | 1,75 | 1,79 | 2,00 | 2,06 | 1,97 |

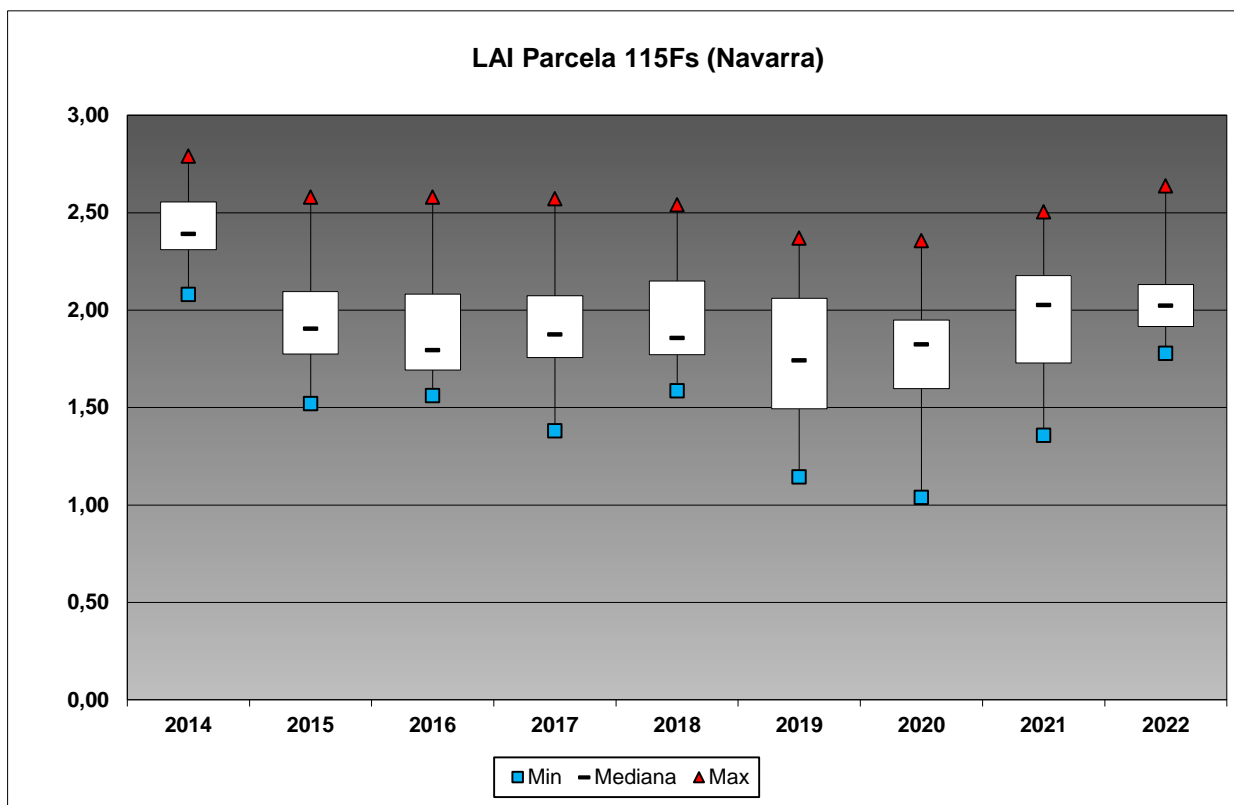
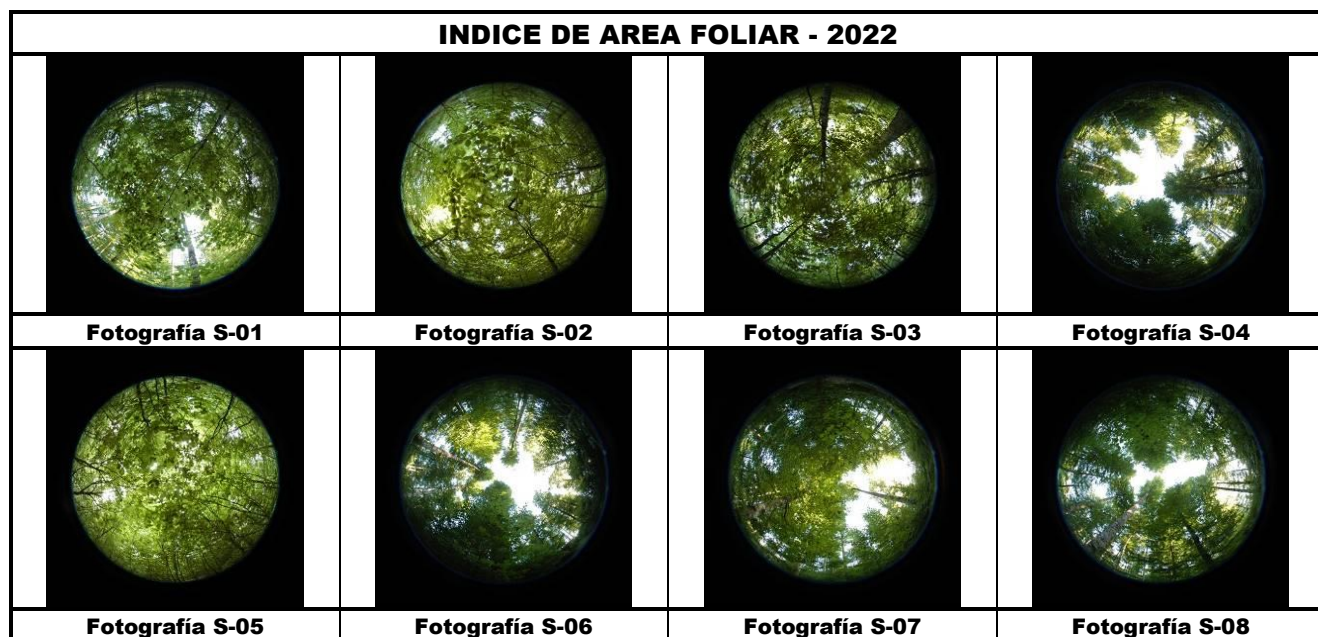


FIG 32: Diagrama de calas LAI anual.



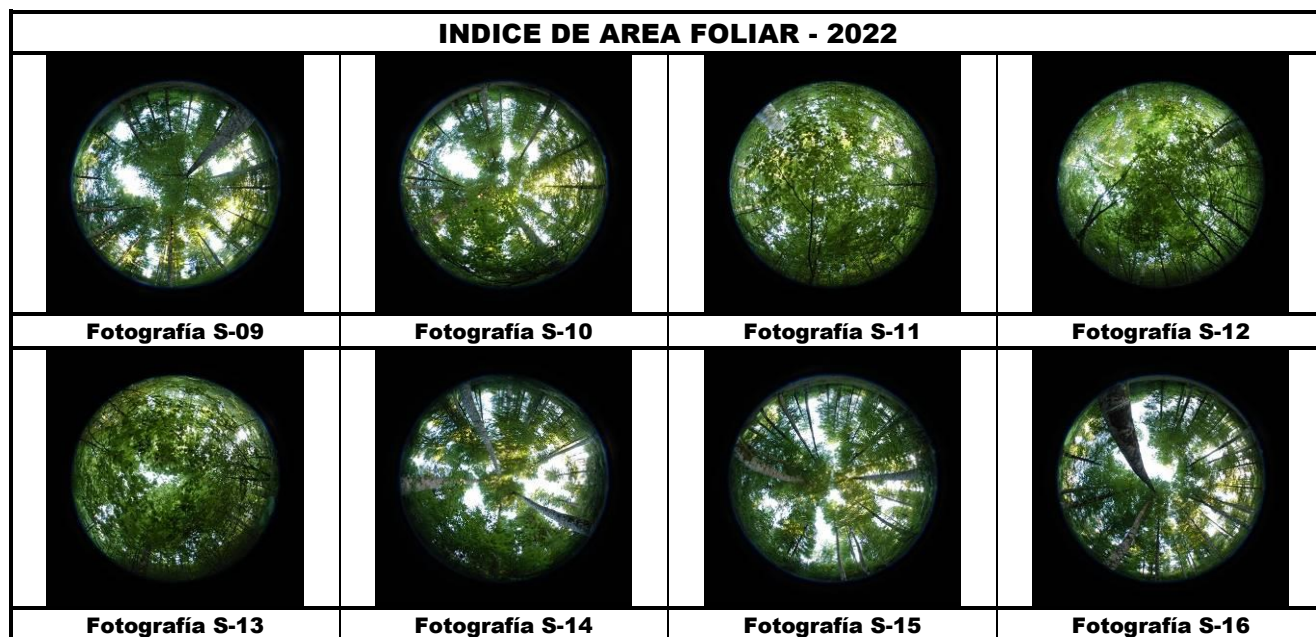


FIG 33: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.

13. Solución del suelo.

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

Se caracteriza a continuación la solución del suelo en la parcela 115Fs, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 2012 (enero-julio) y 2014 (abril-diciembre), por lo que caben ciertas anomalías.

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

| Año | pH | Cond (µS/cm) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Na (mg/l) | N(NH4) (mg/l) | Cl (mg/l) | N(NO3) (mg/l) | S(SO4) (mg/l) |
|------|------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------|---------------|
| 2003 | 4,75 | | 0,93 | 1,08 | 0,40 | | | | 0,30 | 0,75 |
| 2004 | 5,33 | | 23,75 | 0,60 | 2,95 | | | | 0,25 | 0,10 |
| 2005 | 5,60 | | 159,50 | 2,33 | 1,20 | | | | 0,38 | 0,29 |
| 2006 | 5,65 | | 20,60 | 5,00 | 0,83 | | | | 0,25 | 0,21 |
| 2007 | 5,37 | 20,67 | 2,57 | 0,67 | 0,32 | 2,23 | 0,28 | 2,58 | 0,10 | 0,66 |
| 2008 | 5,28 | 104,83 | 0,76 | 0,92 | 0,34 | | | | 0,75 | 0,10 |
| 2009 | | | | | | | | | | |
| 2010 | 6,10 | 65,00 | 0,75 | 1,75 | 0,45 | | | | 0,20 | 0,37 |
| 2011 | 6,21 | 25,53 | 1,50 | 1,80 | 0,31 | | 0,95 | 2,13 | 0,64 | 1,41 |
| 2012 | 6,57 | 111,86 | 0,18 | 0,77 | 0,93 | 1,02 | 1,19 | 3,30 | 0,14 | 0,80 |
| 2014 | | | | | | | | | | |

| Año | pH | Cond (µS/cm) | K (mg/l) | Ca (mg/l) | Mg (mg/l) | Na (mg/l) | N(NH4) (mg/l) | Cl (mg/l) | N(NO3) (mg/l) | S(SO4) (mg/l) |
|------|------|--------------|----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------|---------------|
| 2015 | 6,40 | 35,14 | 0,39 | 1,88 | 0,36 | 1,74 | 2,44 | 3,37 | 0,71 | 0,67 |
| 2016 | 6,68 | 76,03 | 0,36 | 1,42 | 0,37 | 1,52 | 0,90 | 2,43 | 0,06 | 0,58 |
| 2017 | 6,00 | 24,45 | 0,90 | 1,11 | 0,39 | 1,86 | 0,36 | 3,26 | 0,16 | 0,65 |
| 2018 | 6,48 | 23,06 | 1,12 | 3,59 | 0,76 | 2,44 | 0,74 | 8,18 | 0,17 | 2,63 |
| 2019 | 5,64 | 34,53 | 0,42 | 0,93 | 0,33 | 1,85 | 0,02 | 2,24 | 0,01 | 0,33 |
| 2020 | 5,76 | 18,63 | 0,38 | 0,81 | 0,27 | 1,51 | 0,04 | 2,75 | 0,01 | 0,45 |
| 2021 | 6,17 | 16,15 | 0,39 | 0,80 | 0,25 | 0,38 | 0,06 | 2,02 | 0,03 | 0,49 |

| Año | Alcalinidad (µeq/l) | N total (mg/l) | DOC (mg/l) | Al (mg/l) | Mn (mg/l) | Fe (mg/l) |
|------|---------------------|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 2018 | 33,76 | | | | | |
| 2019 | 142,87 | | | | | |
| 2020 | 20,85 | 0,39 | 5,50 | 0,11 | 0,01 | 0,01 |
| 2021 | 26,29 | 0,39 | 4,62 | 0,11 | 0,01 | 0,01 |

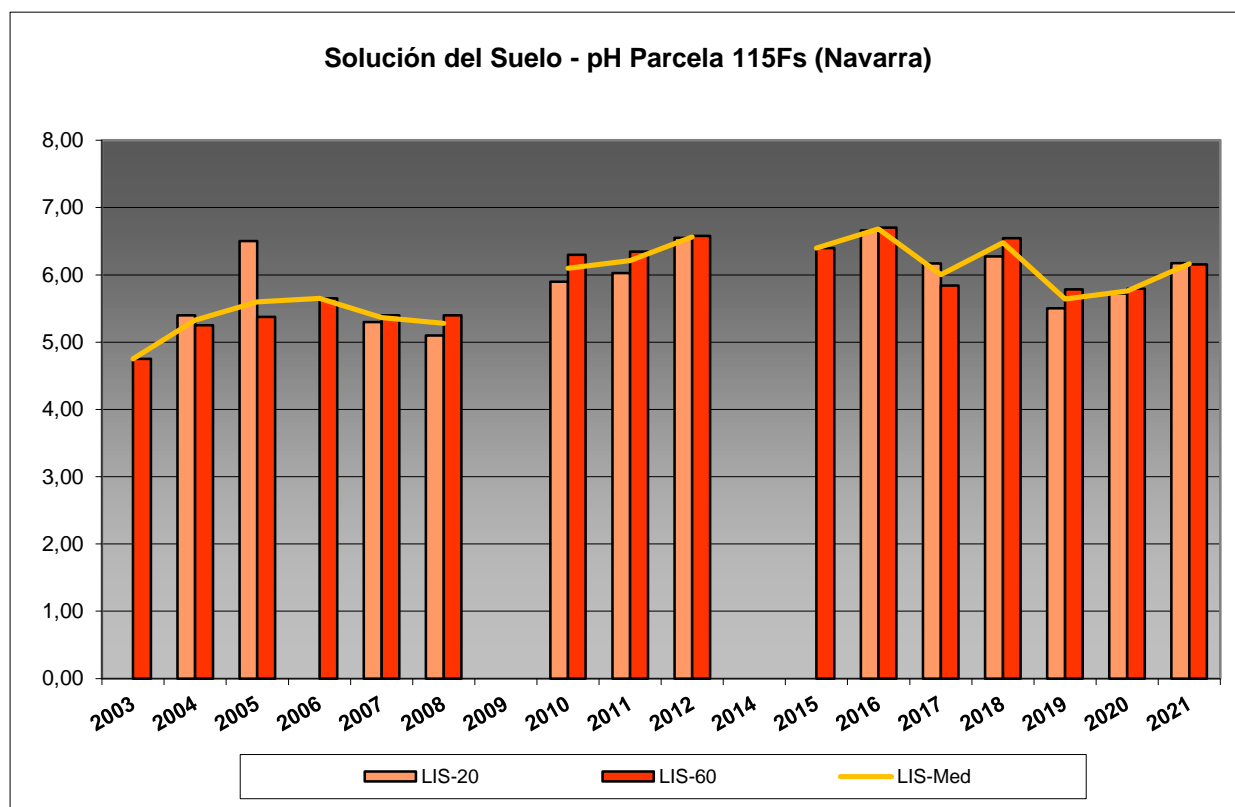


FIG 34: pH solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

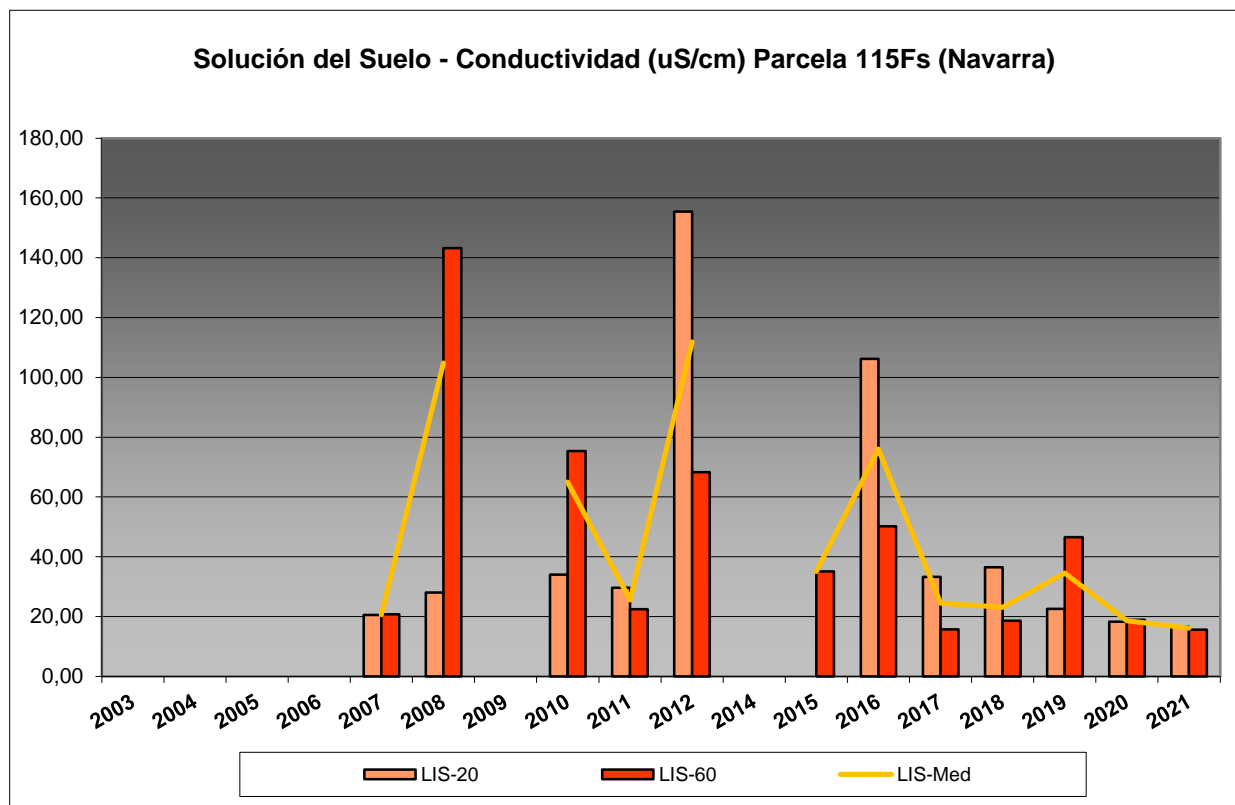


FIG 35: Conductividad solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

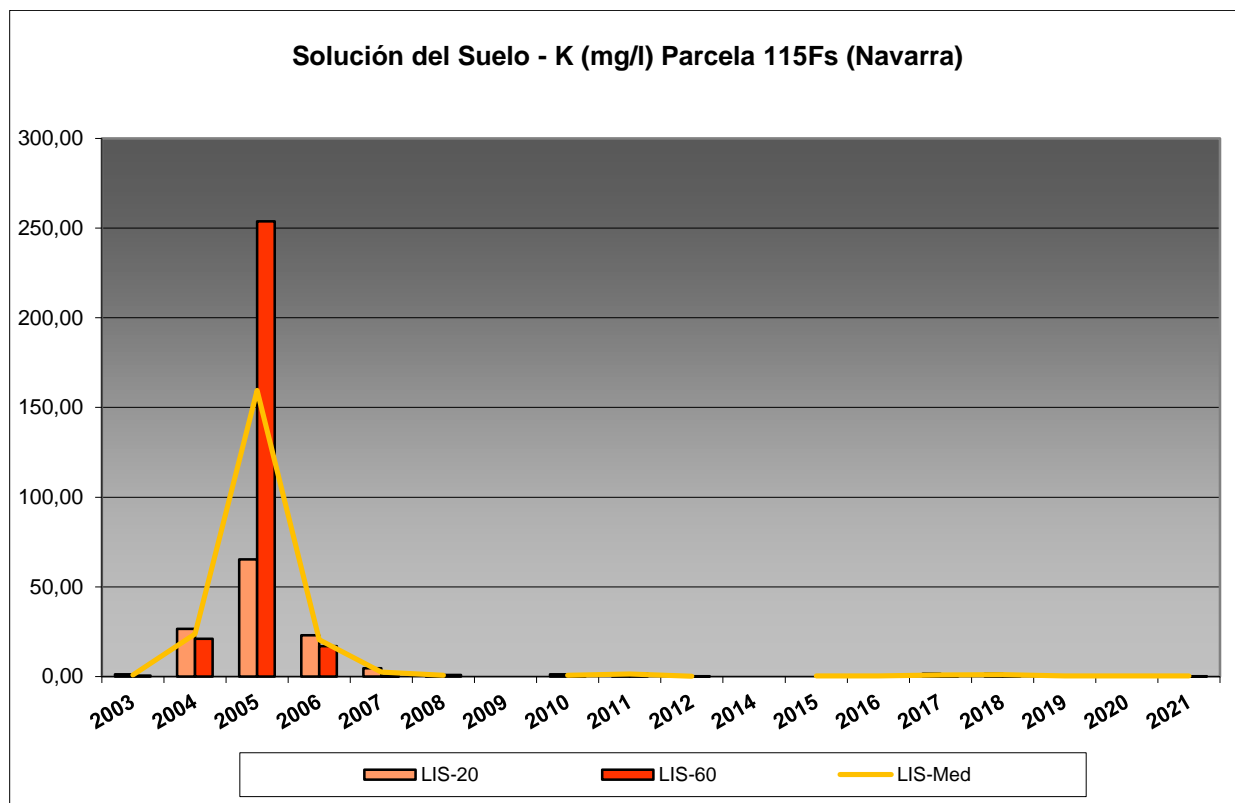


FIG 36: Contenido en K solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

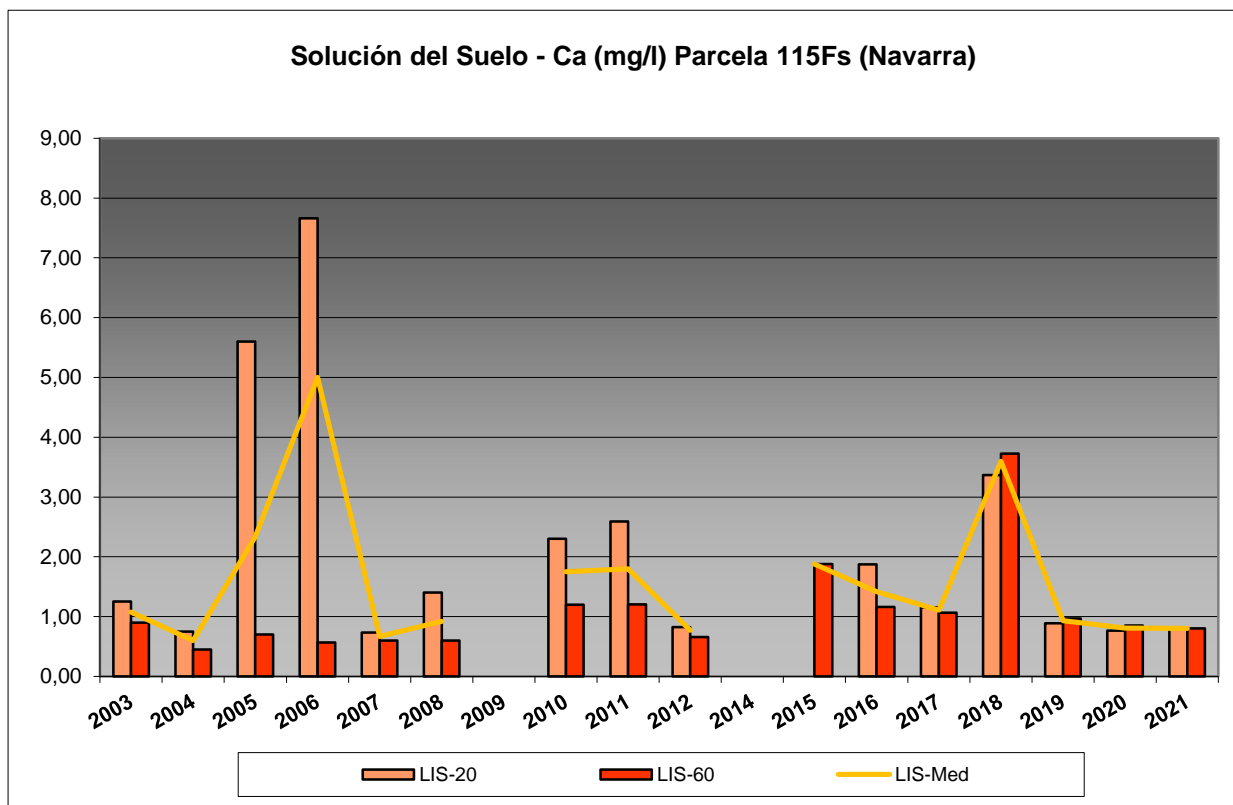


FIG 37: Contenido en Ca solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

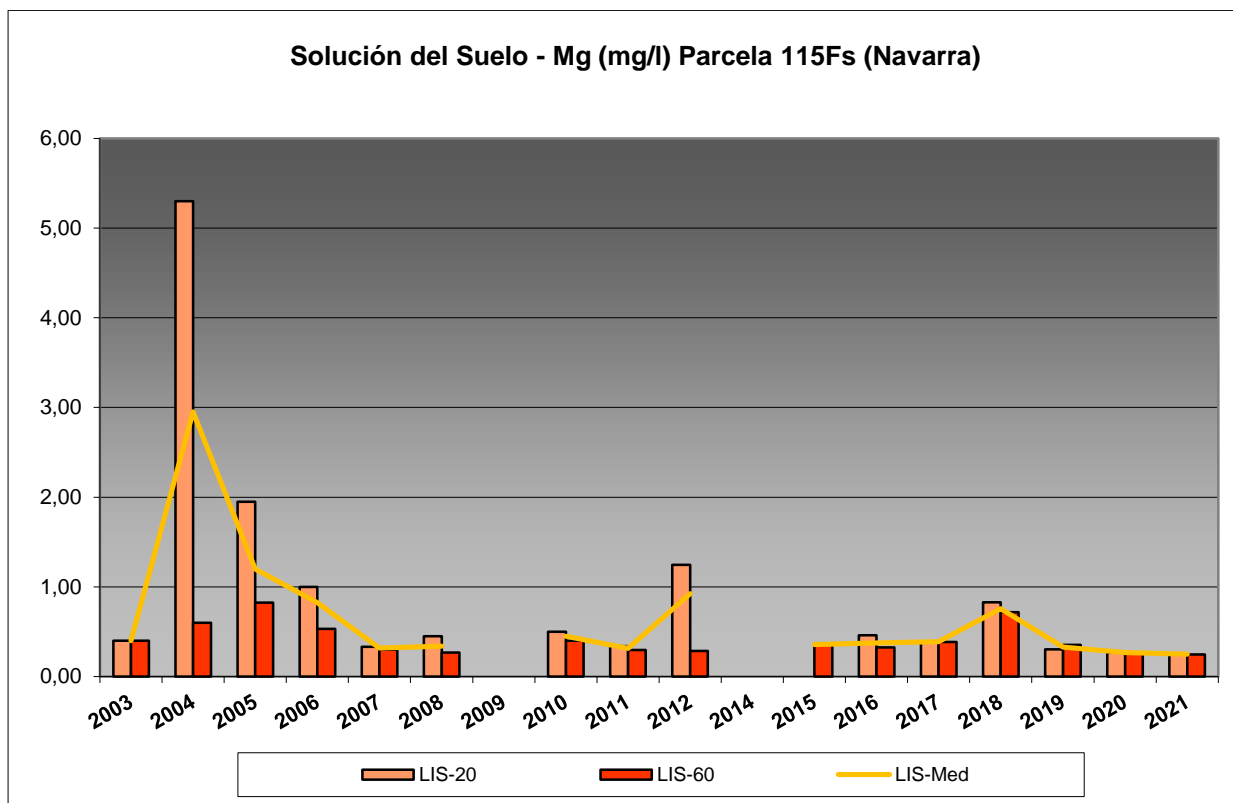


FIG 38: Contenido en Mg solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

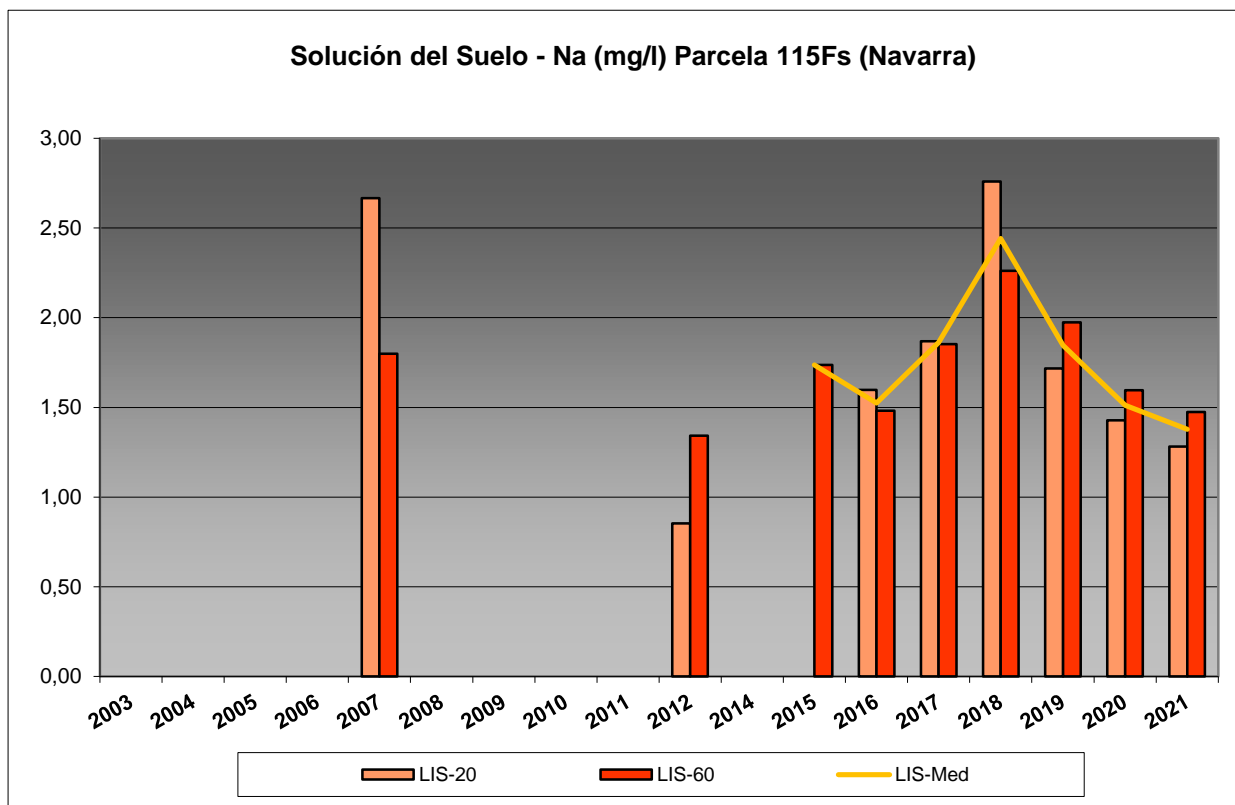


FIG 39: Contenido en Na solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

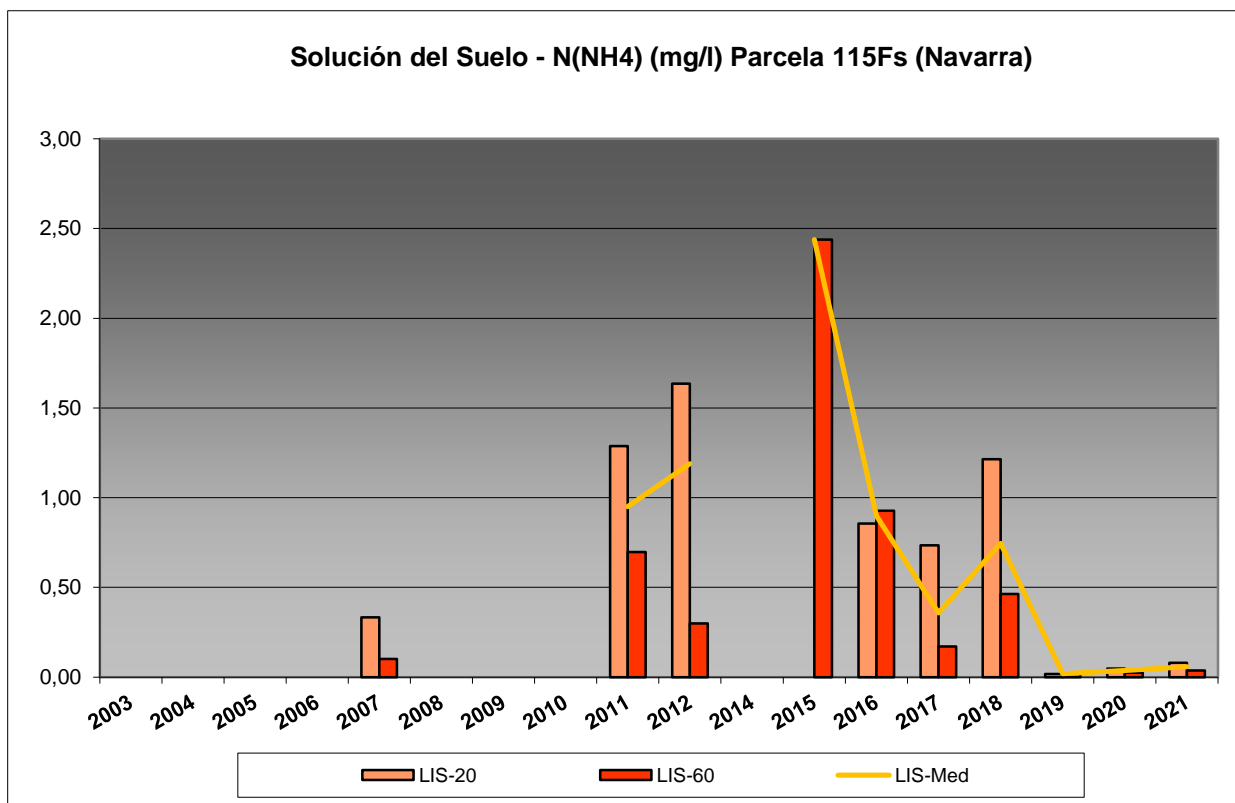


FIG 40: Contenido en N(NH4) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

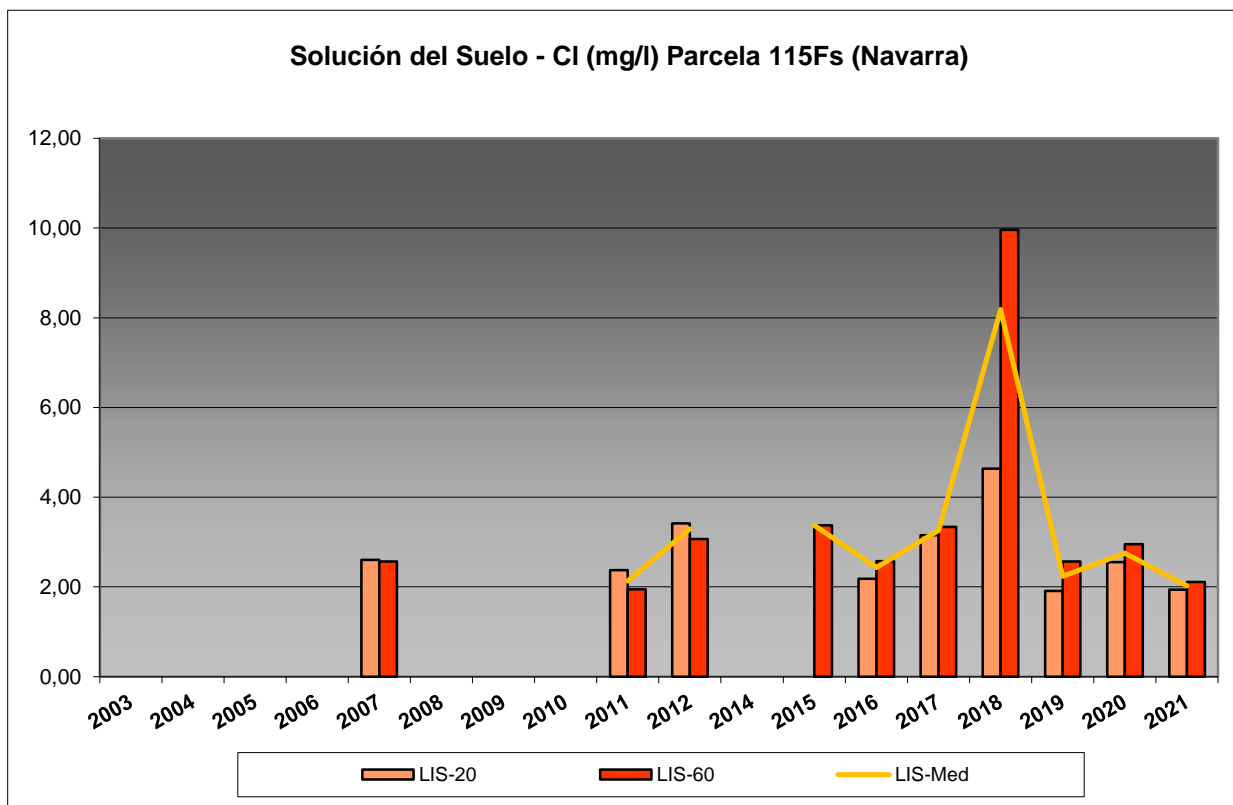


FIG 41: Contenido en Cl solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

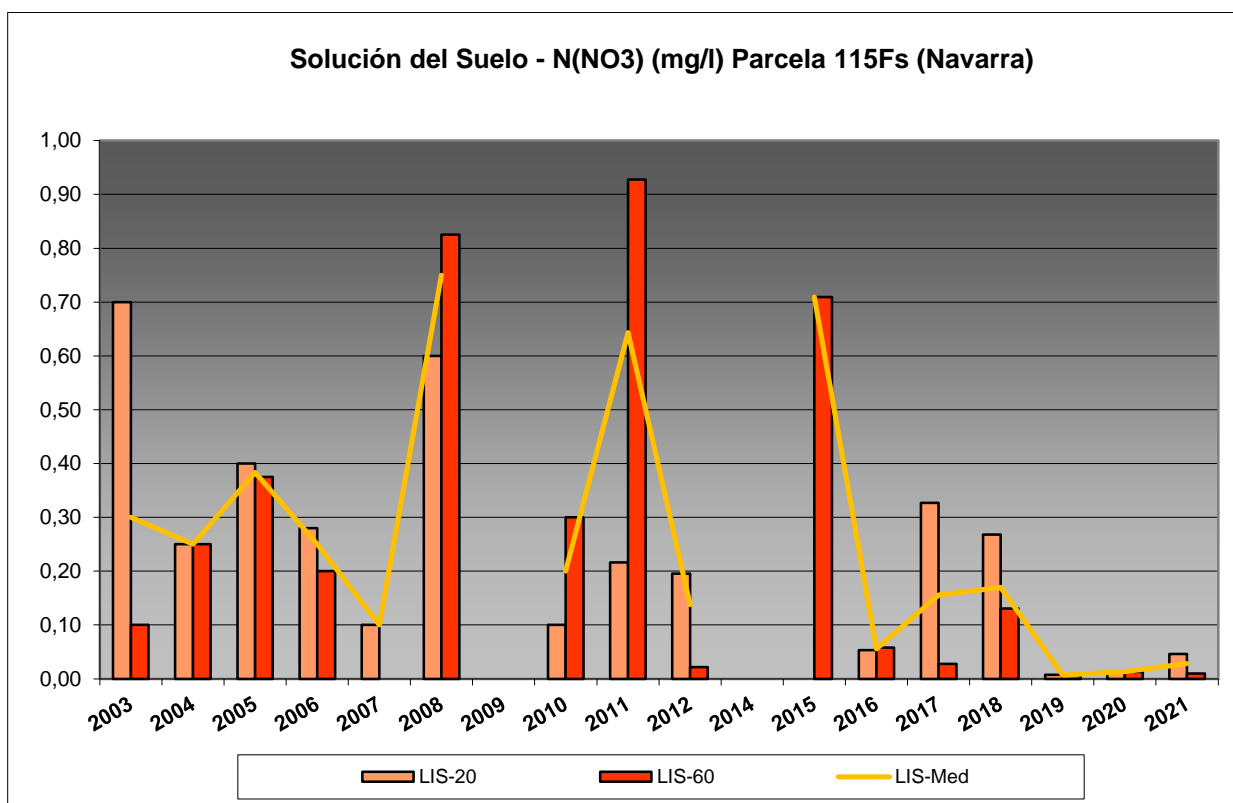


FIG 42: Contenido en N(NO3) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

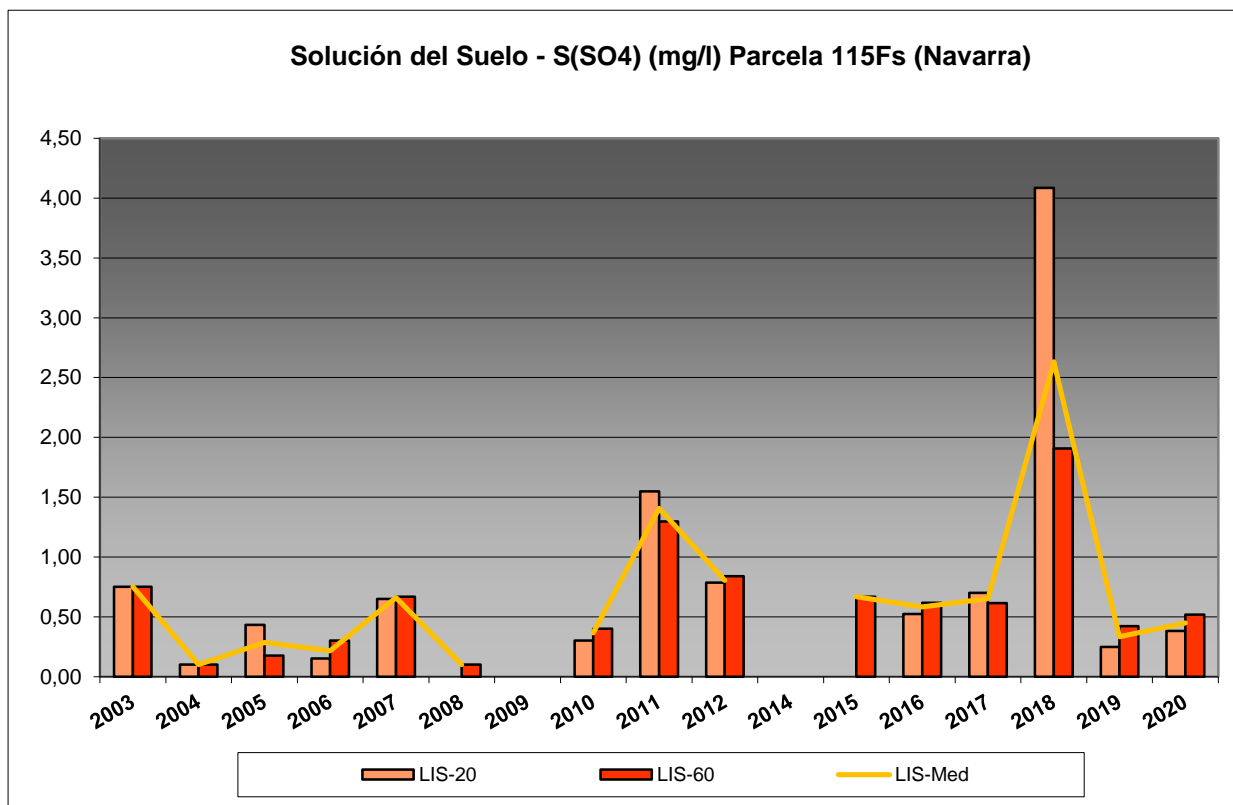


FIG 43: Contenido en S(SO₄) solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

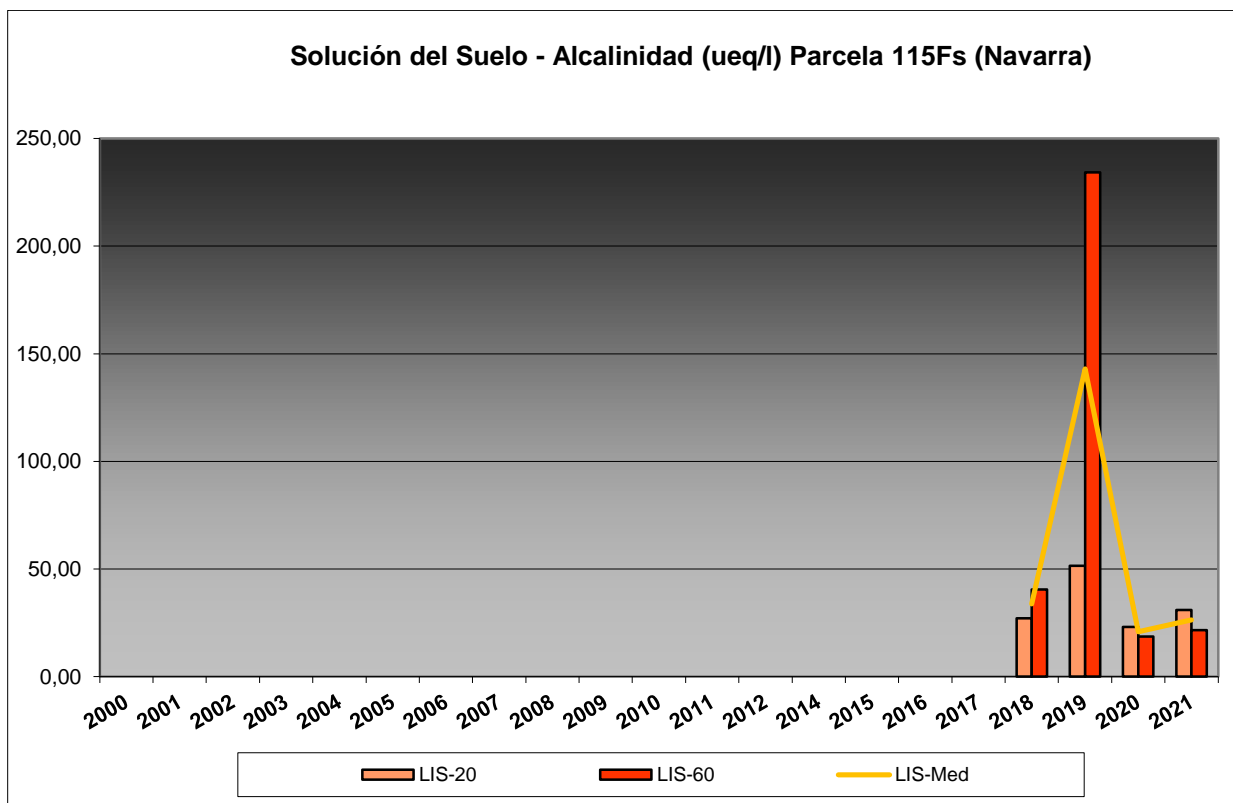


FIG 44: Contenido en Alcalinidad solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

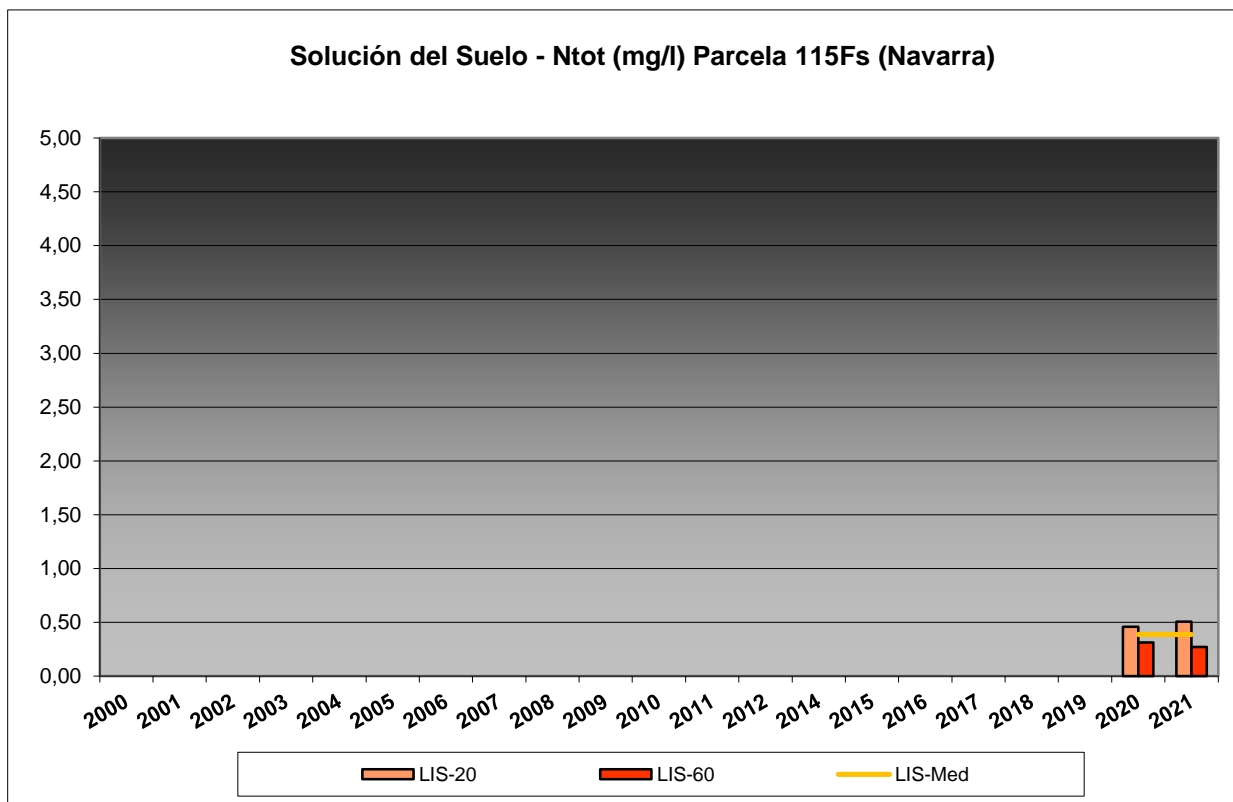


FIG 45: Contenido en N total solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

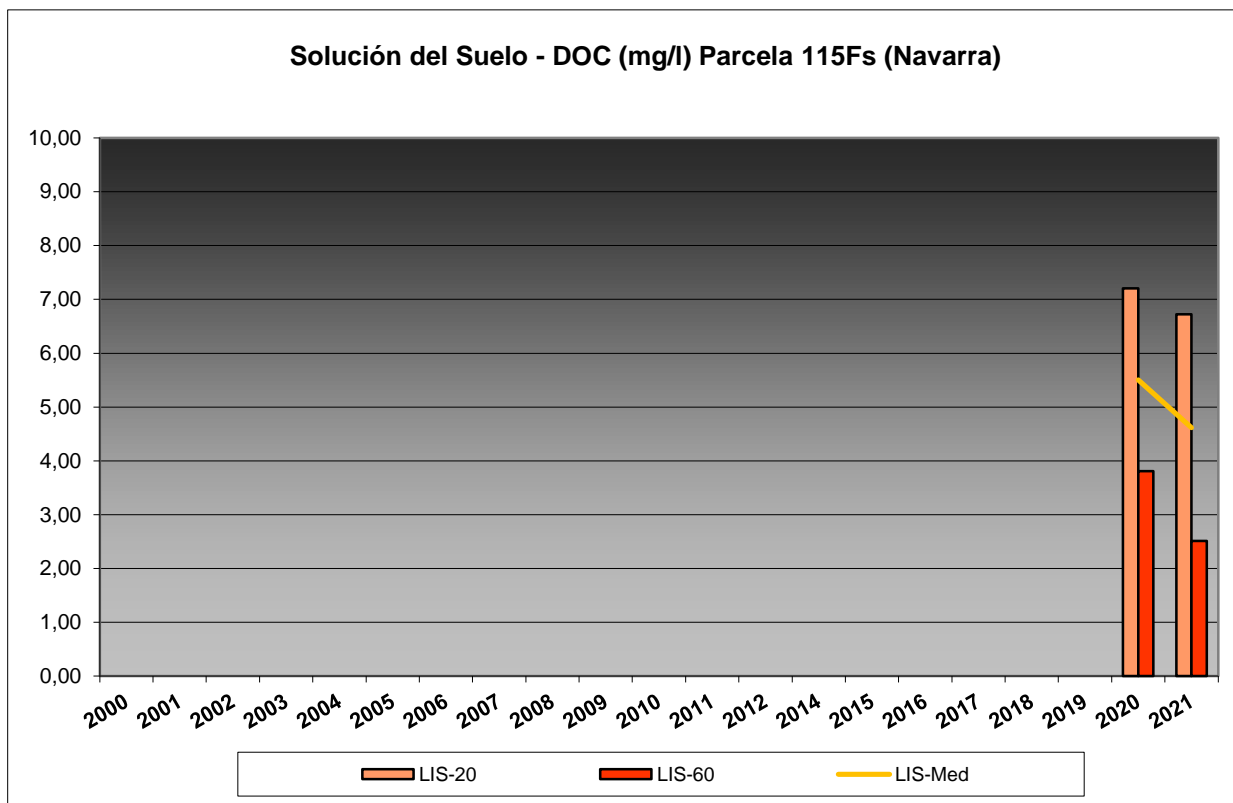


FIG 46: Contenido en C orgánico disuelto solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

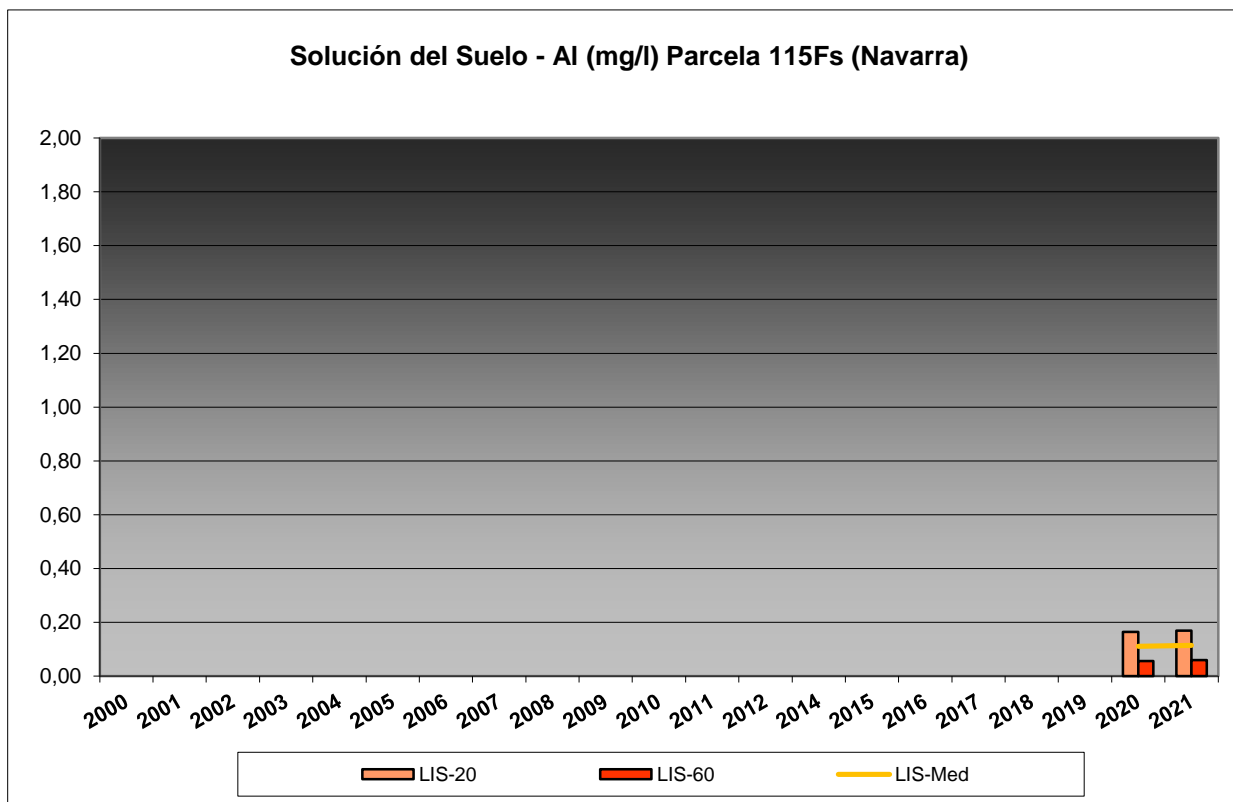


FIG 47: Contenido en Al disuelto solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

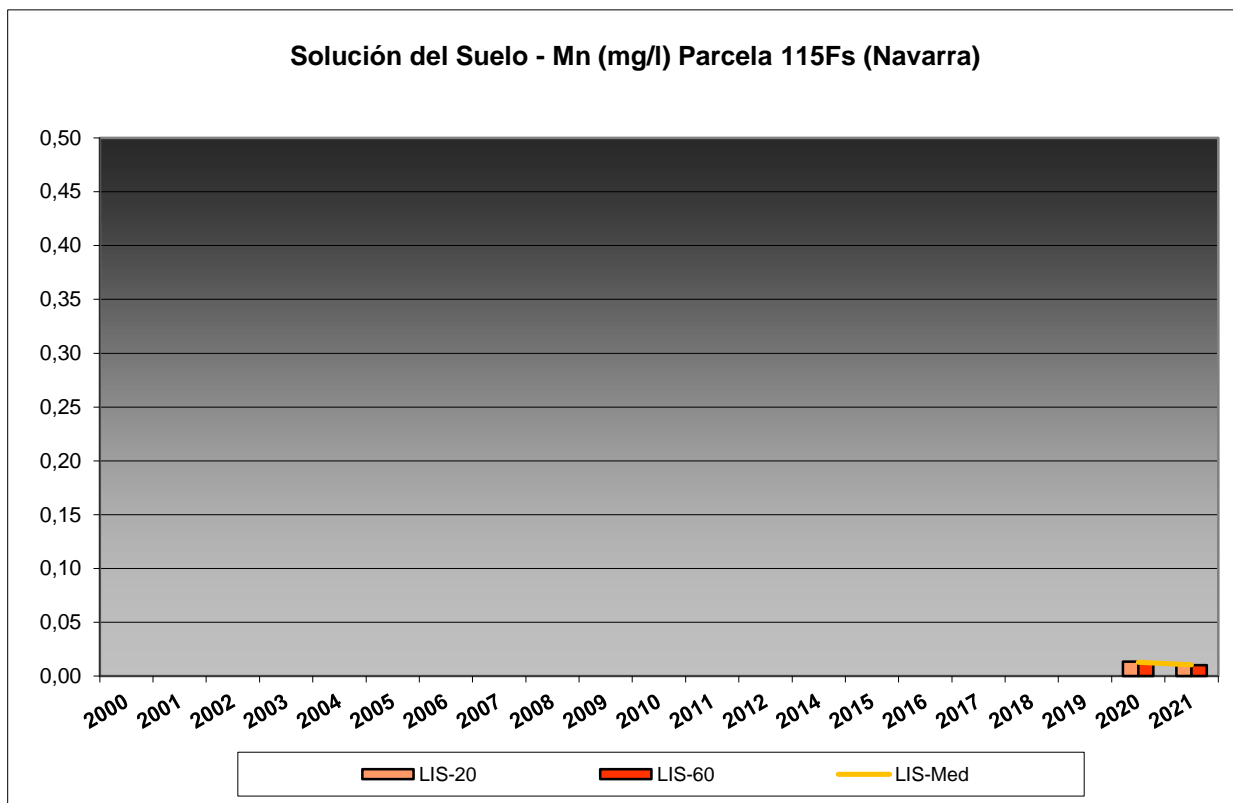


FIG 48: Contenido en Mn disuelto solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

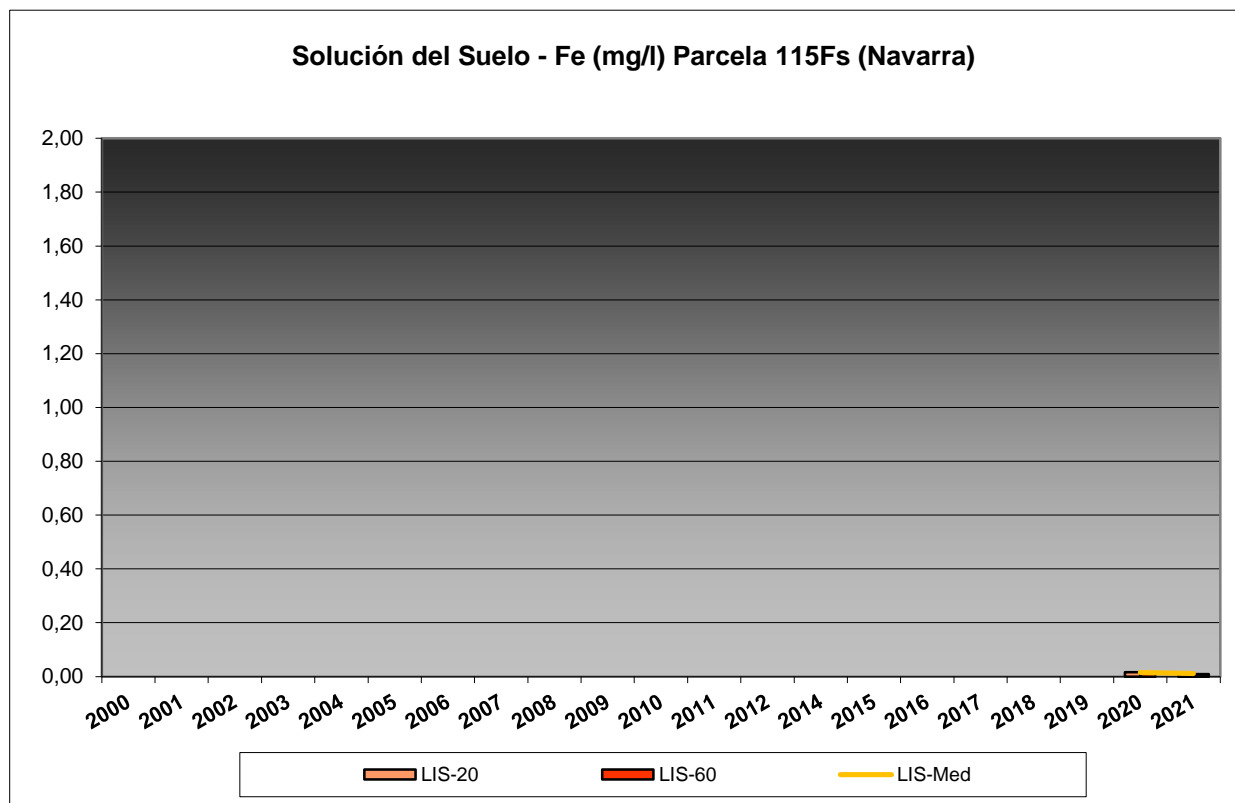


FIG 49: Contenido en Fe disuelto solución del suelo a 20 y 60 cm de profundidad.

En cuanto a las características de la solución del suelo en esta parcela, cabe destacar niveles de pH sólo ligeramente superiores a los de la deposición a mayor profundidad, sin apenas diferencias entre ambas profundidades de toma de muestras; y niveles superiores en general al resto de solutos obtenidos en trascolación a medida que van incorporándose elementos a la solución por infiltración. Por regla general se han obtenido mayores niveles a mayor profundidad. Durante la presente revisión destaca una reducción de las concentraciones de todos los solutos analizados, a excepción de los compuestos nitrogenados y sulfatos.