

20
24



RED EUROPEA DE SEGUIMIENTO INTENSIVO Y CONTINUO DE LOS ECOSISTEMAS FORESTALES

RED DE NIVEL II MEMORIA – 2024

PARCELA 11 Qs (CACERES)

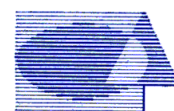


GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

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 | 3 |
| 2.3. Vegetación | 5 |
| 2.4. Caracterización forestal y dasométrica | 6 |
| 3. Estado fitosanitario de la parcela | 7 |
| 3.1. Defoliación y decoloración | 7 |
| 3.2. Daños forestales | 8 |
| 4. Instrumentación | 19 |
| 5. Deposición atmosférica | 22 |
| 5.1. pH | 24 |
| 5.2. Conductividad | 25 |
| 5.3. Potasio | 26 |
| 5.4. Calcio | 27 |
| 5.5. Magnesio | 29 |
| 5.6. Sodio | 30 |
| 5.7. Amonio | 31 |
| 5.8. Cloro | 32 |
| 5.9. Nitratos | 34 |
| 5.10. Sulfatos | 35 |
| 5.11. Alcalinidad..... | 36 |
| 5.12. Nitrógeno total | 38 |
| 5.13. Carbono orgánico disuelto..... | 39 |
| 5.14. Aluminio | 40 |
| 5.15. Manganeseo..... | 40 |
| 5.16. Hierro..... | 41 |
| 5.17. Interpretación de resultados | 42 |
| 6. Calidad del aire. Inmisión | 44 |
| 7. Análisis foliar | 46 |
| 7.1. Macronutrientes | 46 |
| 7.2. Micronutrientes | 48 |
| 7.3. Interpretación de resultados | 49 |
| 8. Desfronde | 49 |
| 9. Fenología | 52 |
| 10. Cintas diamétricas | 55 |
| 11. Meteorología | 56 |
| 12. Índice de Área Foliar | 58 |

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 |

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. Crecimientos mensuales dendrómetros y media parcela |
| FIG 31: | Principales variables meteorológicas |
| FIG 32: | Índices de Área Foliar |
| FIG 33: | Fotos hemisféricas |

1. Situación de la parcela.

La parcela representa el alcornocal de *Quercus suber* del subsector Hurdano, sector Toledano-Tagano de la provincia Luso-Extremadurens (Rivas Martínez).

Sus principales características se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 1: Características de la parcela.

| PARCELA | ESPECIE | PROVINCIA | T. MUNICIPAL | REPLANTEO | LTER |
|---------|----------------------|-----------|-------------------------|------------|--------|
| 11 Qs | <i>Quercus suber</i> | Cáceres | Villanueva de la Sierra | 20/07/1994 | ES-015 |

| LATITUD | LONGITUD | XUTM | YUTM | ALTITUD | PENDIENTE | ORIENTACIÓN | PARAJE |
|------------|------------|---------|-----------|---------|-----------|-------------|--------------|
| +40°11'00" | -06°27'00" | 206.000 | 4.455.000 | 455 | 2 | Sureste | El Carrascal |

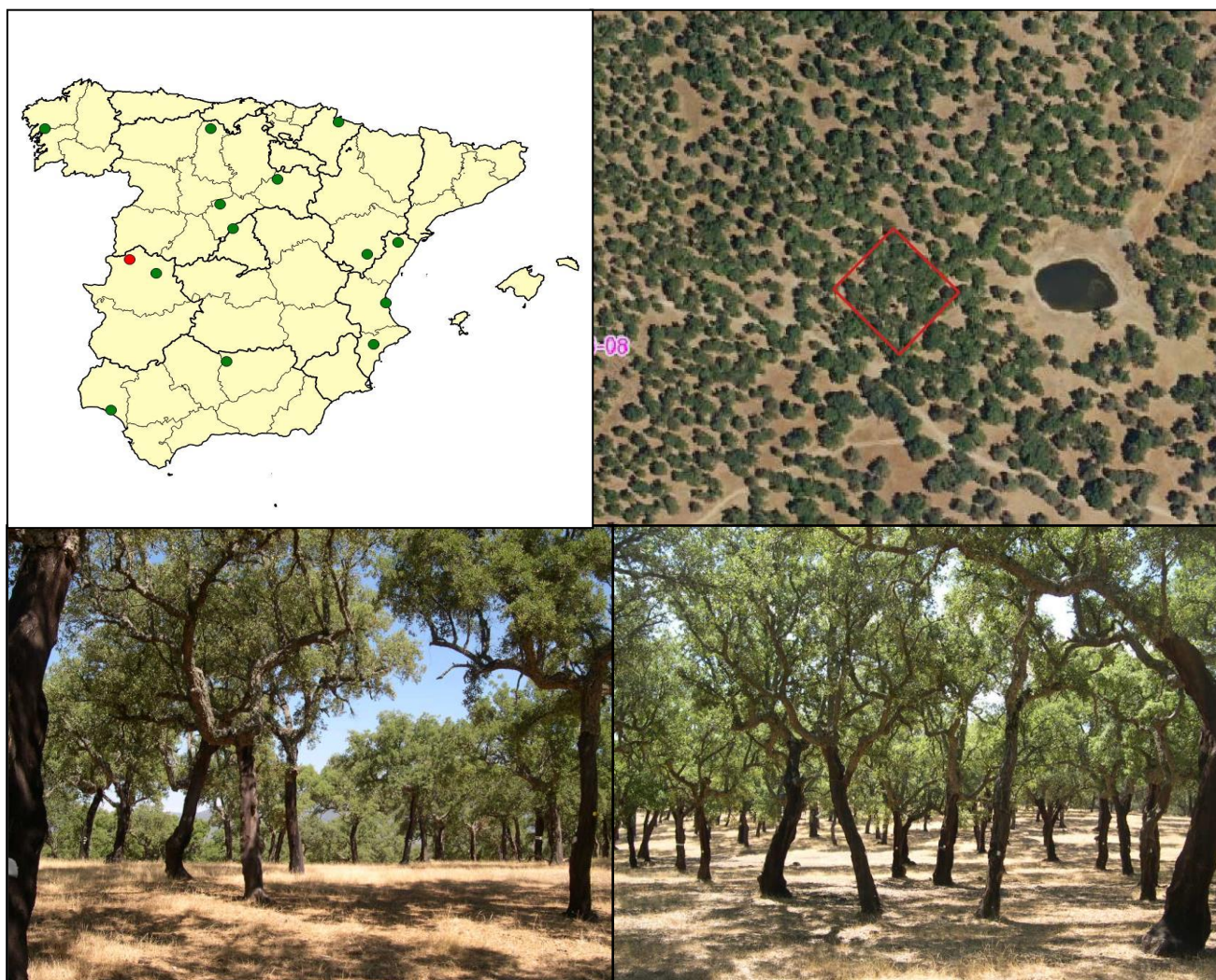


FIG 1: Posición y vistas de la parcela 11Qs

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) | 7,7 | 8,4 | 11 | 13,8 | 18 | 21,9 | 25,3 | 24,8 | 22,2 | 17,1 | 10,7 | 7,2 | 15,7 |
| P(mm) | 142 | 127 | 131 | 70 | 64 | 36 | 6 | 9 | 54 | 93 | 138 | 110 | 978 |
| T. Media Máximas Mes más Cálido | | | | | | | 35,1 | | | | | | |
| T. Media Mínimas Mes más frío | | | | | | | | | | | | 2,6 | |

De acuerdo a clasificación de Allué, el clima se corresponde con un IV4 *Mediterráneo genuino*. De acuerdo a la clasificación en pisos bioclimáticos, la parcela se encuentra en el *Piso Mesomediterráneo*.

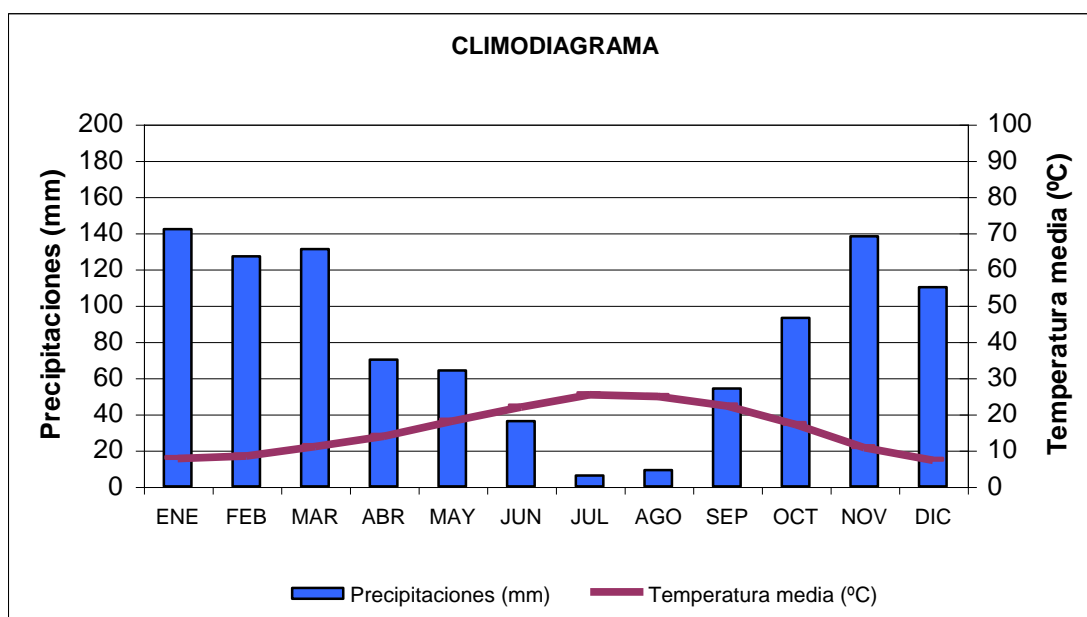


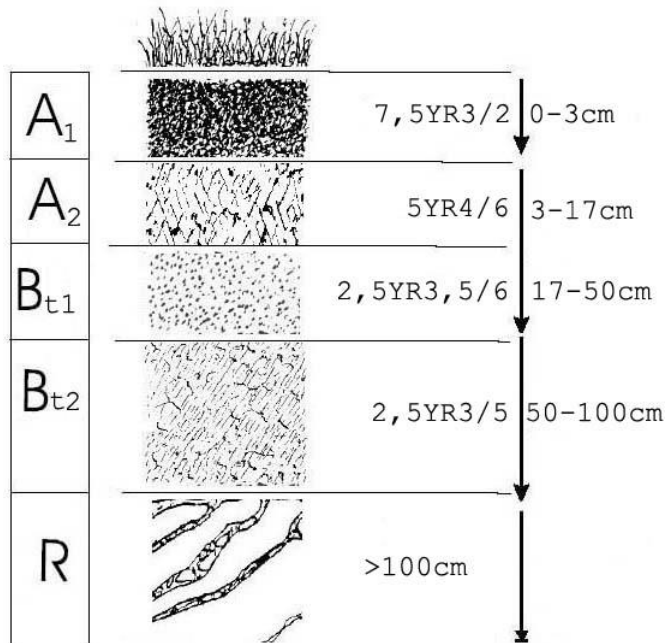
FIG 2: Climodiagrama de la parcela

2.2. Geología y Suelos.

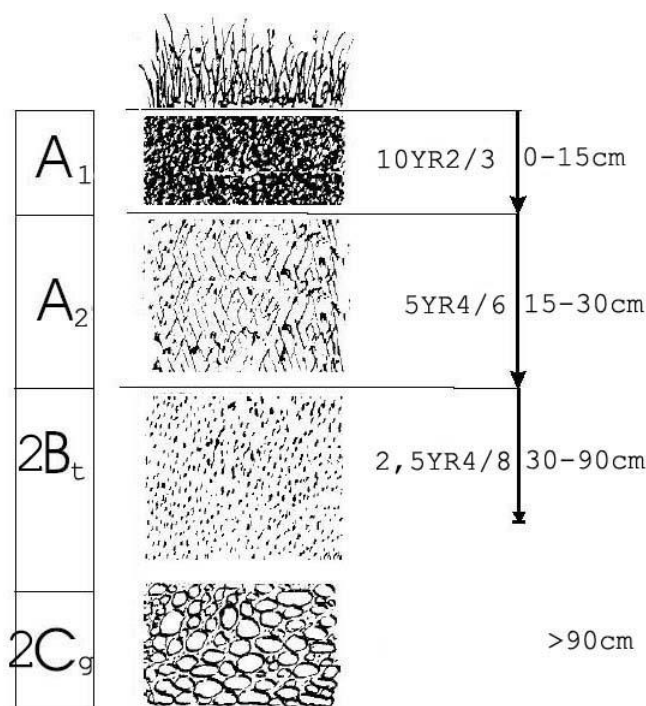
Litología: Material resultante de la alteración de pizarras oscuras ricas en hierro.

Edafología: *Haplic acrisol* / *Dystric leptosol*.

Haplic acrisol: Es un suelo pobre en elementos nutritivos y con arcillas de baja actividad.

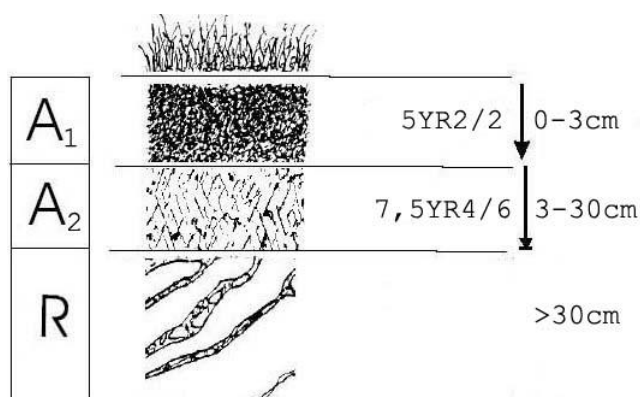


| Horizonte | Espesor (cm) | Descripción |
|-----------------|--------------|--|
| A ₁ | 0-3 | Pardo oscuro (7.5 YR 3/2) en húmedo; limoso; estructura grumosa, muy fina, moderada; muy friable en húmedo; posibles cutanes, de difícil apreciación; frecuentes raíces de todos los tamaños; muy poroso; ligera actividad de la fauna; límite brusco y plano. |
| A ₂ | 3-17 | Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; limo-arcilloso; 35 de gravillas de pizarra y cuarzo, pizarra y cuarzo, (2 cm); estructura grumosa, fina, débil; muy friable en húmedo; frecuentes raíces de todos los tamaños; muy poroso; poca actividad de la fauna; límite neto y plano. |
| B _{t1} | 17-50 | Rojo oscuro (2.5 YR 3/5) en húmedo; arcilloso; 5% de gravillas de pizarra y cuarzo; estructura grumosa, fina, fuerte-mediana; muy friable en húmedo; posibles cutanes, de difícil apreciación; frecuentes raíces de todos los tamaños; muy poroso; fuerte actividad de la fauna; límite plano y difuso. |
| B _{t2} | 50-100 | Rojo oscuro (2.5 YR 3.5/6) en húmedo; arcilloso; 15% de gravillas de pizarra y cuarzo; estructura poliédrica subangular, muy fina, fuerte-moderada; muy friable en húmedo; cutanes de arcilla delgados y zonales, en caras estructurales y paredes de los poros; frecuentes raíces de todos los tamaños; muy poroso; buena actividad de la fauna; límite difuso y plano. |
| R | 100 | Pizarra de color oscuro, con cutanes de arcilla en los pianos de la estratificación. |



| Horizonte | Espesor (cm) | Descripción |
|-----------------|--------------|--|
| A ₁ | 0-15 | Pardo amarillento oscuro (10 YR 2/3) en húmedo; limo-arenoso; 10% de gravillas de cuarzo y pizarra; estructura grumosa, muy fina, moderada, fuerte; muy friable en húmedo; frecuentes raíces, muy finas (2mm); muy poroso; buena actividad de la fauna (lombrices); límite gradual y plano. |
| A ₂ | 15-30 | Rojo amarillento (5 YR 4/6) en húmedo; limoso; 30% de gravillas de pizarra roja (3cm); estructura grumosa, muy fina, moderada; muy friable en húmedo; frecuentes raíces muy finas (2mm); muy poroso; ligera-moderada actividad de la fauna; límite gradual y plano. |
| 2B _t | 30-90 | Rojo oscuro (2.5 YR 4/8) en húmedo; limo-arcilloso; 15% de gravillas de pizarra negra; estructura poliédrica, muy fina, moderada; cutanes de arcilla, moderadamente espesos y continuos, en caras estructurales y paredes de los poros; pocas raíces; muy ligera actividad de la fauna; límite difuso y plano. |
| 2C _g | 90 | Pizarra alterada de tonos muy rojos (2.5 YR 4/8) alternando con pizarra negra sin alterar; vetas grises (5Y 6/2) de hidromorfismo. |

Dystric leptosol: Ocupa parte superior de la parcela. La posición topográfica explica la erosión total del suelo original y la existencia de suelo poco desarrollado. Es delgado y ofrece poco volumen para desarrollo radicular.



| Horizonte | Espesor (cm) | Descripción |
|----------------|--------------|---|
| A ₁ | 0-3 | Pardo rojizo oscuro (5 YR 2/2) en húmedo; limoso; estructura grumosa, fina, moderada-fuerte; muy friable en húmedo; pocas raíces, muy finas; muy poroso; ligera actividad de la fauna; límite brusco y plano. |
| A ₂ | 3-30 | Pardo oscuro (7.5 YR 4/6) en húmedo; limo-arenoso; 10% de gravillas de pizarra y cuarzo, (3 cm); estructura poliédrica angular, muy fina, débil; muy friable en húmedo; pocas raíces muy finas, (0.5 cm); frecuentes poros, muy finos; apreciables tubos de lombrices; límite difuso y plano. |
| R | >30 | Pizarras negras; cutanes de arcilla en los planos de estratificación. |

2.3. Vegetación.

Vegetación actual: Estrato arbóreo monoespecífico de *Quercus suber* con pies añosos y descorchados, adehesado, con subvuelo de pastizal de terófitos ralo y discontinuo.

TABLA 3: Inventario florístico 2007-2009

| | Cob | | Cob |
|--|-------------|---|-----|
| ESTRATO ARBÓREO | 58,0 | <i>Lolium rigidum</i> Gaudin | + |
| <i>Quercus suber</i> L. | 58,0 | <i>Lotus corniculatus</i> L. | + |
| EST. SUBARBUSTIVO-HERBACEO | 33,5 | <i>Lotus parviflorus</i> Desf. | + |
| <i>Agrostis castellana</i> Boiss. & Reuter | + | <i>Medicago polymorpha</i> L. | + |
| <i>Aira caryophyllaea</i> L. | + | <i>Ornithopus compressus</i> L. | 2,5 |
| <i>Andryala laxiflora</i> DC. | + | <i>Ornithopus perpusillus</i> L. | + |
| <i>Anthemis arvensis</i> L. | + | <i>Ornithopus pinnatus</i> (Miller) Druce | + |
| <i>Anthoxanthum aristatum</i> Boiss. | + | <i>Plantago bellardii</i> All. | + |
| <i>Asterolinon linum-stellatum</i> (L.) Duby | + | <i>Plantago lanceolata</i> L. | + |
| <i>Avenula marginata</i> (Lowe) J. Holub | + | <i>Quercus suber</i> L. | + |
| <i>Bellis sylvestris</i> Cyr. | + | <i>Sherardia arvensis</i> L. | + |
| <i>Brachypodium distachyon</i> (L.) Beauv. | 3,5 | <i>Silene gallica</i> L. | + |
| <i>Briza maxima</i> L. | + | <i>Tolpis barbata</i> (L.) Gaertner | + |
| <i>Briza minor</i> L. | + | <i>Trifolium angustifolium</i> L. | + |
| <i>Bromus madritensis</i> L. | + | <i>Trifolium arvense</i> L. | + |
| <i>Carlina corymbosa</i> L. | + | <i>Trifolium bocconeii</i> Savi | + |
| <i>Cistus ladanifer</i> L. | + | <i>Trifolium campestre</i> Schreber | + |
| <i>Coronilla repanda</i> (Poiret) Guss. | 0,6 | <i>Trifolium cherleri</i> L. | + |
| <i>Crucianella angustifolia</i> L. | + | <i>Trifolium glomeratum</i> L. | + |

| | Cob | | Cob |
|---|-----|---|------------|
| <i>Cynosurus echinatus</i> L. | + | <i>Trifolium hirtum</i> All. | 1,0 |
| <i>Gaudinia fragilis</i> (L.) Beauv. | + | <i>Trifolium ligusticum</i> Balbis ex Loisel. | + |
| <i>Geranium molle</i> L. | + | <i>Trifolium scabrum</i> L. | + |
| <i>Hippocrepis</i> sp. | + | <i>Trifolium stellatum</i> L. | + |
| <i>Holcus lanatus</i> L. | + | <i>Trifolium striatum</i> L. | + |
| <i>Anthyllis lotoides</i> L. | + | <i>Trifolium strictum</i> L. | + |
| <i>Hypochoeris glabra</i> L. | + | <i>Vulpia myuros</i> (L.) C.C. Gmelin | 3,0 |
| <i>Jasione montana</i> L. | + | ESTRATO MUSCINAL-LIQUENICO | 2,0 |
| <i>Leontodon taraxacoides</i> (Vill.) Mérat | + | <i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. | 2,0 |
| <i>Logfia gallica</i> (L.) Cosson & Germ. | + | | |

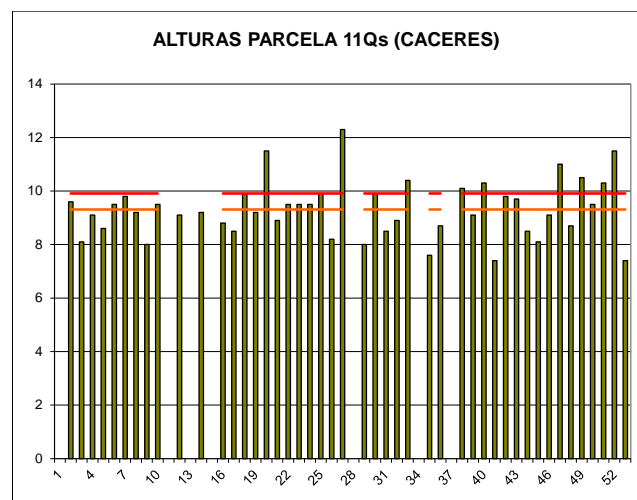
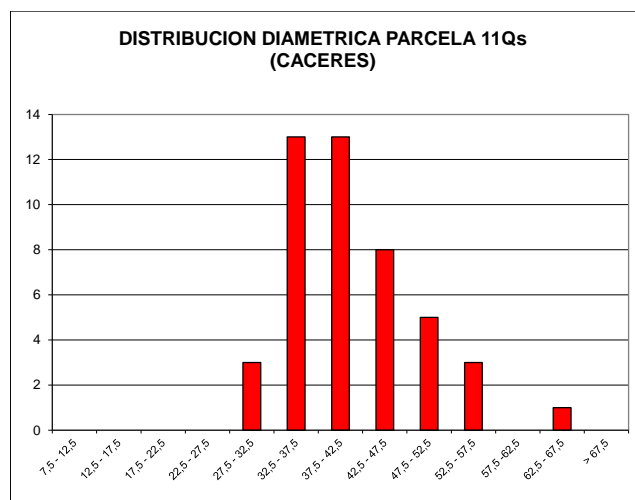
Vegetación potencial: La parcela se encuentra en la serie 24 c, Serie mesomediterránea luso-extremadurensis seco-subhúmeda silicícola de la encina (*Quercus rotundifolia*). *Pyro bourgaeanae-Querceto rotundifoliae sigmetum*.

2.4. Caracterización forestal y dasométrica.

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

TABLA 4: Características dasométricas. Área de la parcela, número de pies en la parcela, densidad en pies/ha, Número de pies de la especie principal, número de pies de otras especies, número de pies muertos, edad media, diámetro medio, área basimétrica, diámetro medio cuadrático, altura media, altura dominante según criterio diámetro, existencias, carbono fijado (partes aérea y radical). Existencias según IFN4

| 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) | C (t) |
|------------|-------|------|------|-------|--------|----------------|---------------|----------------------------|---------------|--------------|---------------|------------------------------|----------|
| 0,2500 | 46 | 184 | 46 | 0 | 7 | 101-120 | 41,46 | 25,56 | 42,06 | 9,31 | 9,87 | 15,40 | 14,68 |



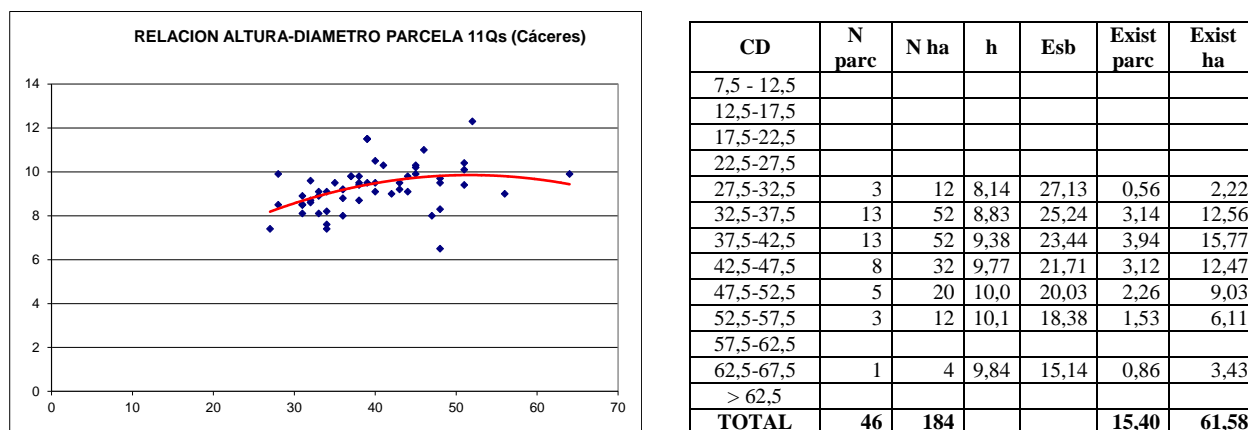


FIG 3: Distribución diamétrica de la parcela; distribución de alturas y comparación con las alturas media y dominante; relación de alturas-diámetros; frecuencias, alturas, esbelteces y existencias por clase diamétrica.

3. Estado fitosanitario de la parcela.

3.1. Defoliación y decoloración.

En la presente revisión, la parcela presenta un buen estado fitosanitario, con una defoliación media del 21,19%, dentro por tanto de la escala de daños ligeros, categoría en la que se han calificado casi el 90% de los pies evaluados, en lo que supone una mejoría del estado fitosanitario respecto a la revisión anterior al reducirse el parámetro en algo más de tres puntos porcentuales, inferior sin embargo al umbral de cinco puntos que supondría una variación significativa en términos estadísticos de acuerdo con la normativa europea en materia de redes forestales.

Atendiendo a la serie histórica de daños, el arbolado continua la tendencia a la mejoría que presentaba en los últimos cinco años, y que contrasta con el mal estado del quinquenio previo, si bien no se alcanzan las malas distribuciones de comienzos de la serie o de 2005, 2009-2010 o 2015-2017 cuando los pies calificados con daños moderados llegaron en algún caso a superar el 50% de la muestra. Sí cabe destacar que en los últimos años se ha registrado la muerte de alcornoques, el último de ellos cortado tras una afección considerable por el perforador *Cerambyx wellensii*.

El segundo gran parámetro definidor del estado fitosanitario del arbolado, la decoloración, apenas se advierte de forma ligera en algún pie suelto.

Tras el descorche efectuado en 2021 continúa el proceso de formación de la nueva capa, con un turno aproximado de aprovechamiento cercano a los diez años.

Los principales resultados pueden verse en el gráfico adjunto:

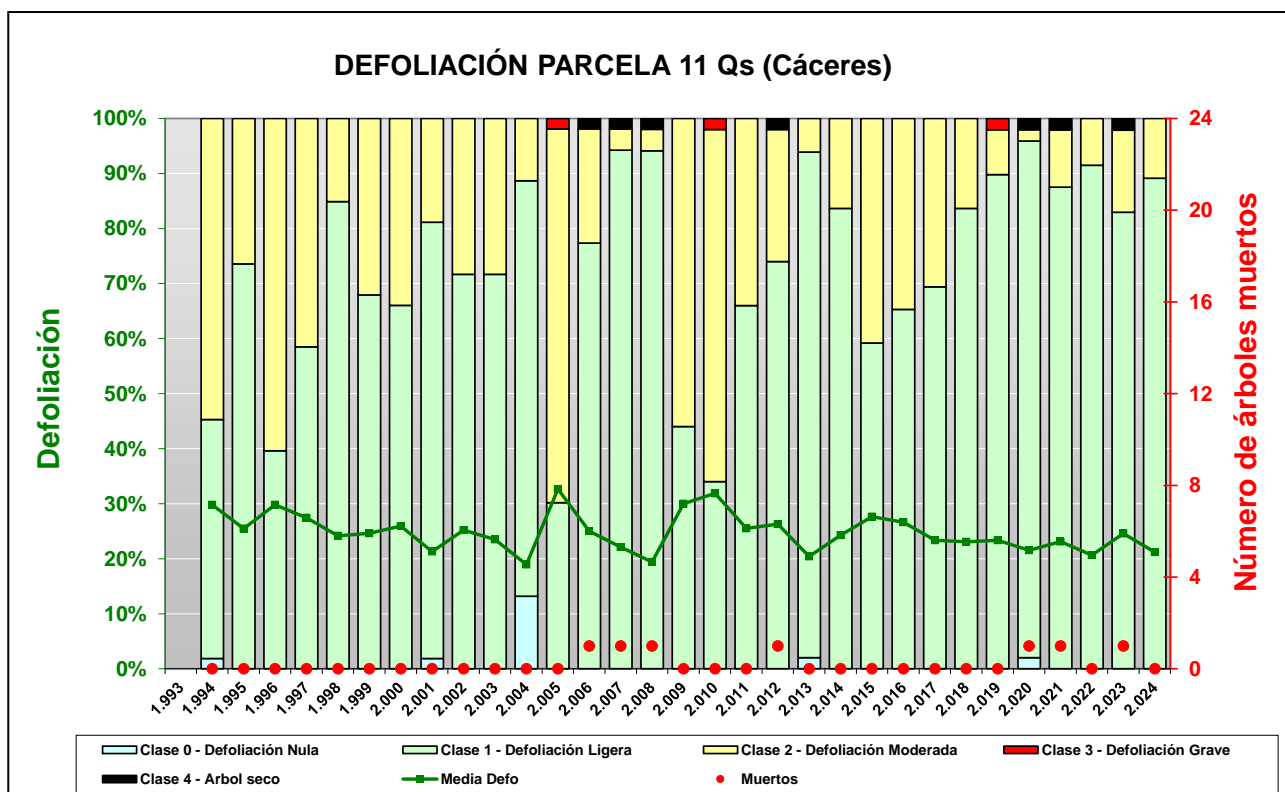


FIG 4: Histograma de defoliaciones por clases de daño y defoliación media de la parcela. Serie histórica.



FIG 5: Defoliación 15% , 25% 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 |
|---------------------------------|-----------|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| INSECTOS | | | | | | | | | | | | |
| Defoliadores | 34 | 1,06 | 136 | 73,91 | 21,32 | 0,03 | 0,13 | 0,01 | 41,15 | 9,28 | -0,31 | -0,04 |
| Hojas | 34 | 1,06 | 136 | 73,91 | 21,32 | 0,03 | 0,13 | 0,01 | 41,15 | 9,28 | -0,31 | -0,04 |
| Perforadores | 21 | 1,24 | 84 | 45,65 | 23,33 | 0,05 | 2,14 | 0,03 | 43,52 | 9,41 | 2,07 | 0,10 |
| <i>Cerambyx wellensii</i> | 8 | 1,50 | 32 | 17,39 | 25,00 | 0,13 | 3,81 | 0,11 | 43,75 | 9,61 | 2,29 | 0,30 |
| Ramas 2-10 cm | 1 | 1,00 | 4 | 2,17 | 35,00 | 1,00 | 13,81 | 0,98 | 53,00 | 12,30 | 11,54 | 2,99 |
| Ramas >10 cm | 2 | 1,00 | 8 | 4,35 | 27,50 | 0,00 | 6,31 | -0,02 | 42,00 | 9,00 | 0,54 | -0,31 |
| Tronco | 3 | 2,00 | 12 | 6,52 | 21,67 | 0,00 | 0,48 | -0,02 | 46,00 | 9,40 | 4,54 | 0,09 |
| Cuello raíz | 2 | 1,50 | 8 | 4,35 | 22,50 | 0,00 | 1,31 | -0,02 | 37,50 | 9,20 | -3,96 | -0,11 |
| <i>Coroebus florentinus</i> | 13 | 1,08 | 52 | 28,26 | 22,31 | 0,00 | 1,12 | -0,02 | 43,38 | 9,29 | 1,93 | -0,02 |
| Brotos del año | 1 | 1,00 | 4 | 2,17 | 25,00 | 0,00 | 3,81 | -0,02 | 53,00 | 10,10 | 11,54 | 0,79 |
| Ramillos <2 cm | 11 | 1,00 | 44 | 23,91 | 20,00 | 0,00 | -1,19 | -0,02 | 42,00 | 9,34 | 0,54 | 0,02 |
| Ramas >10 cm | 1 | 2,00 | 4 | 2,17 | 45,00 | 0,00 | 23,81 | -0,02 | 49,00 | 8,00 | 7,54 | -1,31 |
| Minadores | 7 | 1,00 | 28 | 15,22 | 22,86 | 0,00 | 1,67 | -0,02 | 44,71 | 9,91 | 3,26 | 0,60 |
| Hojas | 7 | 1,00 | 28 | 15,22 | 22,86 | 0,00 | 1,67 | -0,02 | 44,71 | 9,91 | 3,26 | 0,60 |
| Form. Agallas | 7 | 1,00 | 28 | 15,22 | 21,43 | 0,00 | 0,24 | -0,02 | 44,29 | 9,17 | 2,83 | -0,14 |
| <i>Andricus sp</i> | 5 | 1,00 | 20 | 10,87 | 21,00 | 0,00 | -0,19 | -0,02 | 41,60 | 9,04 | 0,14 | -0,27 |
| Brotos del año | 5 | 1,00 | 20 | 10,87 | 21,00 | 0,00 | -0,19 | -0,02 | 41,60 | 9,04 | 0,14 | -0,27 |
| <i>Dryomyia lichtensteini</i> | 2 | 1,00 | 8 | 4,35 | 22,50 | 0,00 | 1,31 | -0,02 | 51,00 | 9,50 | 9,54 | 0,19 |
| Hojas | 2 | 1,00 | 8 | 4,35 | 22,50 | 0,00 | 1,31 | -0,02 | 51,00 | 9,50 | 9,54 | 0,19 |
| ENFERMEDADES | | | | | | | | | | | | |
| Tizón | 36 | 1,00 | 144 | 78,26 | 19,86 | 0,00 | -1,33 | -0,02 | 37,56 | 9,07 | -3,90 | -0,25 |
| <i>Botryosphaeria stevensii</i> | 15 | 1,00 | 60 | 32,61 | 19,00 | 0,00 | -2,19 | -0,02 | 37,27 | 9,05 | -4,19 | -0,27 |
| Brotos del año | 15 | 1,00 | 60 | 32,61 | 19,00 | 0,00 | -2,19 | -0,02 | 37,27 | 9,05 | -4,19 | -0,27 |
| <i>Hypoxylon mediterraneum</i> | 21 | 1,00 | 84 | 45,65 | 20,48 | 0,00 | -0,71 | -0,02 | 37,76 | 9,08 | -3,69 | -0,23 |
| Ramillos <2 cm | 11 | 1,00 | 44 | 23,91 | 21,36 | 0,00 | 0,17 | -0,02 | 38,00 | 9,16 | -3,46 | -0,15 |
| Ramas 2-10 cm | 10 | 1,00 | 40 | 21,74 | 19,50 | 0,00 | -1,69 | -0,02 | 37,50 | 8,99 | -3,96 | -0,32 |
| AG.ABIÓTICOS | | | | | | | | | | | | |
| Calor | 30 | 1,90 | 120 | 65,22 | 20,17 | 0,03 | -1,02 | 0,01 | 40,73 | 9,34 | -0,72 | 0,02 |
| Hojas | 30 | 1,90 | 120 | 65,22 | 20,17 | 0,03 | -1,02 | 0,01 | 40,73 | 9,34 | -0,72 | 0,02 |
| Viento/Tornado | 3 | 1,00 | 12 | 6,52 | 21,67 | 0,00 | 0,48 | -0,02 | 46,00 | 10,00 | 4,54 | 0,69 |
| Ramillos <2 cm | 2 | 1,00 | 8 | 4,35 | 20,00 | 0,00 | -1,19 | -0,02 | 44,50 | 9,50 | 3,04 | 0,19 |
| Ramas 2-10 cm | 1 | 1,00 | 4 | 2,17 | 25,00 | 0,00 | 3,81 | -0,02 | 49,00 | 11,00 | 7,54 | 1,69 |
| Otros fact.abióticos | 24 | 1,08 | 96 | 52,17 | 21,46 | 0,04 | 0,27 | 0,02 | 40,25 | 9,30 | -1,21 | -0,01 |
| Hojas | 4 | 1,00 | 16 | 8,70 | 23,75 | 0,00 | 2,56 | -0,02 | 38,50 | 8,68 | -2,96 | -0,64 |
| Tronco | 19 | 1,11 | 76 | 41,30 | 21,05 | 0,05 | -0,14 | 0,03 | 40,53 | 9,32 | -0,93 | 0,00 |
| Cuello raíz | 1 | 1,00 | 4 | 2,17 | 20,00 | 0,00 | -1,19 | -0,02 | 42,00 | 11,50 | 0,54 | 2,19 |
| OTROS DAÑOS | | | | | | | | | | | | |
| Bacterias | 9 | 1,00 | 36 | 19,57 | 22,22 | 0,00 | 1,03 | -0,02 | 40,00 | 9,14 | -1,46 | -0,17 |
| Tronco | 9 | 1,00 | 36 | 19,57 | 22,22 | 0,00 | 1,03 | -0,02 | 40,00 | 9,14 | -1,46 | -0,17 |
| Falta luz | 9 | 1,22 | 36 | 19,57 | 19,44 | 0,00 | -1,75 | -0,02 | 41,11 | 9,40 | -0,35 | 0,09 |
| Ramillos <2 cm | 9 | 1,22 | 36 | 19,57 | 19,44 | 0,00 | -1,75 | -0,02 | 41,11 | 9,40 | -0,35 | 0,09 |
| AG.DESCONOCIDO | | | | | | | | | | | | |

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|----------------|-------|-----------|------|--------|-------|------|----------|----------|-------|-------|----------|---------|
| Ag.desconocido | 55 | 2,09 | 220 | 100,00 | 22,27 | 0,04 | 1,08 | 0,02 | 42,73 | 9,36 | 1,27 | 0,05 |
| Brotos del año | 6 | 1,00 | 24 | 13,04 | 20,00 | 0,00 | -1,19 | -0,02 | 42,17 | 8,83 | 0,71 | -0,48 |
| Ramillos <2 cm | 7 | 1,14 | 28 | 15,22 | 27,14 | 0,00 | 5,95 | -0,02 | 48,00 | 9,59 | 6,54 | 0,27 |
| Ramas 2-10 cm | 1 | 2,00 | 4 | 2,17 | 35,00 | 1,00 | 13,81 | 0,98 | 53,00 | 12,30 | 11,54 | 2,99 |
| Tronco | 39 | 2,33 | 156 | 84,78 | 21,67 | 0,03 | 0,48 | 0,01 | 41,95 | 9,35 | 0,49 | 0,04 |
| Cuello raíz | 2 | 4,00 | 8 | 4,35 | 17,50 | 0,00 | -3,69 | -0,02 | 36,00 | 8,80 | -5,46 | -0,51 |

En cuanto al conjunto de agentes dañinos identificados, destaca en primer lugar, la presencia de **defoliadores** tortricídeos en cerca del 75% del arbolado muestra –en un nivel considerablemente mayor al de la revisión anterior- de quienes se ven las habituales mordeduras y festoneados a lo largo del margen foliar, junto con esqueletizaciones (pérdida del tejido foliar mientras se mantiene el conductor dando a la hoja un aspecto de retícula), en un patrón ya observado en anteriores evaluaciones aunque no aparece asociado a daños forestales de consideración.

Los insectos **perforadores** continúan siendo uno de los agentes más peligrosos para los alcornoques de la zona, incrementándose apreciablemente respecto a la revisión anterior al afectar a casi la mitad de la población muestra, incrementándose también de forma apreciable respecto al año previo. De entre este tipo de insectos destaca el peligroso *Cerambyx welensii* que se expande apreciablemente en los últimos años, afectando a más del 17% de la muestra y que se encuentra asociado a muertes tanto en la parcela como en sus inmediaciones. Se observan las perforaciones y pequeñas acumulaciones de serrín en la base de los troncos, así como considerables galerías en tocones de árboles ya apeados en operaciones de saneamiento del arbolado. La predilección de este cerambícido por árboles debilitados o decrepitos es ampliamente conocida, por lo que el deterioro causado por la sequía o altas temperaturas amplifica sus efectos. Este perforador, al reducir significativamente la sección resistente de ramas y troncos, deja al arbolado más susceptible a los daños por viento o tormentas, llegándose a ver algún ejemplar partido y caído en el suelo debido a la pérdida de sección resistente de ramas y tronco. Aunque estudios recientes parecen confirmar la acción en esta zona de *C. welensii* frente al anteriormente citado *C. cerdo* y dado que la separación entre ambas especies sólo es posible a escala macroscópica por las distintas conicidades de los extremos abdominales, cabe hacer constar que *C. cerdo* es una plaga con una situación legal complicada pues a su peligrosidad potencial une el hecho de encontrarse en varios catálogos o listados de especies vulnerables o protegidas.

Se registran también daños por otros perforadores, aunque limitados a unos cuantos casos en toda la parcela, en un nivel de afección similar al del año anterior. Aparecen así ramillas terminales muertas debidas a los anillamientos larvarios de *Coroebus florentinus* en uno de cada tres alcornoques evaluados, incrementándose también durante la última revisión, junto con culebrillas de *Coroebus undatus* visibles tras el descorche, y cuyos daños son más importantes en la producción corchera que sobre el hospedante. Toda vez que estas aparecen ya cicatrizadas y sin influencia sobre el estado fitosanitario se prescinde de su consideración como agente activo.

Por último, y dentro de lo que puede considerarse normal en los alcornoques de la zona, se observa una presencia ligera de **insectos agallícolos** sobre cerca del 15% del arbolado muestra, reduciéndose con respecto al año previo, si bien no aparecen asociados a daños forestales de consideración. Destaca entre estos agallícolos el cecidómido *Dryomyia lichtensteini*, muy frecuente en los montes de quercíneas de la zona, y de quien se ven las típicas formaciones esféricas en el envés foliar, así como agallas por *Andricus kollarii* en algún pie aislado. Se registra también un incremento en la presencia de insectos **minadores** si bien no aparecen asociados a daños forestales de consideración.

Al igual que en anteriores revisiones, se advierte la presencia del hongo *Hypoxylon mediterraneum* (*Biscogniauxia mediterranea*) en casi la mitad de los pies, incrementándose apreciablemente respecto al año

precedente, asociado a la muerte de ramas y ramillas y de quien se ve el estroma negruzco asomando bajo las resquebrajaduras del corcho y cuya expansión se ve favorecida en masas aprovechadas para descorche como la que nos ocupa; recomendándose la desinfección de las herramientas entre pie y pie en su ejecución como medio para reducir su propagación.

En lo que se refiere a los daños abióticos, se advierten deformaciones o enrollamiento de las hojas a lo largo del nervio central debido a fenómenos de **golpe de calor** en un típico mecanismo de reducción de las pérdidas de agua por transpiración al reducir la superficie foliar, sintomatología que se observa en dos de cada tres alcornoques evaluados, junto con daños mecánicos en ramas por tormentas, que podrían verse amplificados en pies caracterizados por pérdidas de la resistencia estructural debidos a la acción de perforadores o pudriciones por *Hypoxylon*, como puede verse a lo largo del camino de acceso a la parcela.

Se advierte también la adecuada cicatrización de los daños por **descorche** en todos los pies evaluados, lógicos en una masa en aprovechamiento como la que nos ocupa, y que como ya se ha mencionado anteriormente puede favorecer la entrada de *Hypoxylon* en los árboles a través de las heridas causadas al tronco, acompañados de **exudados negruzcos** en algunos casos, presumiblemente asociados a bacteriosis. Son también relativamente frecuentes la aparición de grietas en el corcho, quizá debido a fenómenos de expansión-contracción debido a la oscilación de temperaturas noche/día.

Por último, y sin que se pueda precisar la causa con exactitud, se advierte algún **puntisecado** de ramillas, junto con **tumoraciones** generalizadas en los troncos, sin mayor trascendencia fitosanitaria, en un patrón ya observado en anteriores revisiones de la parcela y que podría estar relacionado con las operaciones de descorche.

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

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

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|------------------------|-----------|-------------|------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | | | | |
| Hojas | 77 | 1,38 | 308 | 100,00 | 21,17 | 0,03 | -0,02 | 0,01 | 41,43 | 9,33 | -0,03 | 0,02 |
| Comidos/perdidos | 41 | 1,05 | 164 | 89,13 | 21,59 | 0,02 | 0,40 | 0,00 | 41,76 | 9,39 | 0,30 | 0,07 |
| Agujeros/Parc. comidas | 14 | 1,00 | 56 | 30,43 | 20,36 | 0,00 | -0,83 | -0,02 | 39,71 | 8,98 | -1,74 | -0,33 |
| Muecas | 2 | 1,00 | 8 | 4,35 | 17,50 | 0,00 | -3,69 | -0,02 | 39,00 | 9,60 | -2,46 | 0,29 |
| Esqueletizadas | 18 | 1,11 | 72 | 39,13 | 22,50 | 0,06 | 1,31 | 0,04 | 42,50 | 9,47 | 1,04 | 0,16 |
| Minadas | 7 | 1,00 | 28 | 15,22 | 22,86 | 0,00 | 1,67 | -0,02 | 44,71 | 9,91 | 3,26 | 0,60 |
| Dec. Verde-amarillo | 4 | 1,00 | 16 | 8,70 | 23,75 | 0,00 | 2,56 | -0,02 | 38,50 | 8,68 | -2,96 | -0,64 |
| Completa | 4 | 1,00 | 16 | 8,70 | 23,75 | 0,00 | 2,56 | -0,02 | 38,50 | 8,68 | -2,96 | -0,64 |
| Deformaciones | 32 | 1,84 | 128 | 69,57 | 20,31 | 0,03 | -0,88 | 0,01 | 41,38 | 9,35 | -0,08 | 0,03 |
| Enrolladas | 30 | 1,90 | 120 | 65,22 | 20,17 | 0,03 | -1,02 | 0,01 | 40,73 | 9,34 | -0,72 | 0,02 |
| Agallas | 2 | 1,00 | 8 | 4,35 | 22,50 | 0,00 | 1,31 | -0,02 | 51,00 | 9,50 | 9,54 | 0,19 |
| RAMAS/BROTOS | | | | | | | | | | | | |
| Brotos del año | 27 | 1,00 | 108 | 58,70 | 19,81 | 0,00 | -1,38 | -0,02 | 39,74 | 9,04 | -1,72 | -0,28 |
| Deformaciones | 5 | 1,00 | 20 | 10,87 | 21,00 | 0,00 | -0,19 | -0,02 | 41,60 | 9,04 | 0,14 | -0,27 |
| Agallas | 5 | 1,00 | 20 | 10,87 | 21,00 | 0,00 | -0,19 | -0,02 | 41,60 | 9,04 | 0,14 | -0,27 |
| Muerto/moribundo | 22 | 1,00 | 88 | 47,83 | 19,55 | 0,00 | -1,64 | -0,02 | 39,32 | 9,04 | -2,14 | -0,28 |

| | N par | Extensión | N/ha | % | Defo | Deco | Dif Defo | Dif Deco | Diam | Alt | Dif Diam | Dif Alt |
|--------------------------|-----------|-------------|------------|---------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|
| Ramillos <2 cm | 40 | 1,08 | 160 | 86,96 | 21,50 | 0,00 | 0,31 | -0,02 | 41,88 | 9,36 | 0,42 | 0,04 |
| Rotura | 2 | 1,00 | 8 | 4,35 | 20,00 | 0,00 | -1,19 | -0,02 | 44,50 | 9,50 | 3,04 | 0,19 |
| Muerto/moribundo | 27 | 1,11 | 108 | 58,70 | 21,67 | 0,00 | 0,48 | -0,02 | 43,26 | 9,42 | 1,80 | 0,11 |
| Pudriciones | 11 | 1,00 | 44 | 23,91 | 21,36 | 0,00 | 0,17 | -0,02 | 38,00 | 9,16 | -3,46 | -0,15 |
| Ramas 2-10 cm | 13 | 1,08 | 52 | 28,26 | 22,31 | 0,15 | 1,12 | 0,13 | 40,77 | 9,65 | -0,69 | 0,34 |
| Signos insectos | 1 | 1,00 | 4 | 2,17 | 35,00 | 1,00 | 13,81 | 0,98 | 53,00 | 12,30 | 11,54 | 2,99 |
| Perforaciones,serrín | 1 | 1,00 | 4 | 2,17 | 35,00 | 1,00 | 13,81 | 0,98 | 53,00 | 12,30 | 11,54 | 2,99 |
| Rotura | 1 | 1,00 | 4 | 2,17 | 25,00 | 0,00 | 3,81 | -0,02 | 49,00 | 11,00 | 7,54 | 1,69 |
| Muerto/moribundo | 1 | 2,00 | 4 | 2,17 | 35,00 | 1,00 | 13,81 | 0,98 | 53,00 | 12,30 | 11,54 | 2,99 |
| Pudriciones | 10 | 1,00 | 40 | 21,74 | 19,50 | 0,00 | -1,69 | -0,02 | 37,50 | 8,99 | -3,96 | -0,32 |
| Ramas >10 cm | 3 | 1,33 | 12 | 6,52 | 33,33 | 0,00 | 12,14 | -0,02 | 44,33 | 8,67 | 2,88 | -0,65 |
| Signos insectos | 2 | 1,00 | 8 | 4,35 | 27,50 | 0,00 | 6,31 | -0,02 | 42,00 | 9,00 | 0,54 | -0,31 |
| Perforaciones,serrín | 2 | 1,00 | 8 | 4,35 | 27,50 | 0,00 | 6,31 | -0,02 | 42,00 | 9,00 | 0,54 | -0,31 |
| Muerto/moribundo | 1 | 2,00 | 4 | 2,17 | 45,00 | 0,00 | 23,81 | -0,02 | 49,00 | 8,00 | 7,54 | -1,31 |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | | | | |
| Tronco | 70 | 1,81 | 280 | 100,00 | 21,57 | 0,03 | 0,38 | 0,01 | 41,49 | 9,32 | 0,03 | 0,00 |
| Deformaciones | 36 | 2,42 | 144 | 78,26 | 21,39 | 0,03 | 0,20 | 0,01 | 42,00 | 9,39 | 0,54 | 0,08 |
| Tumores | 36 | 2,42 | 144 | 78,26 | 21,39 | 0,03 | 0,20 | 0,01 | 42,00 | 9,39 | 0,54 | 0,08 |
| Signos insectos | 3 | 2,00 | 12 | 6,52 | 21,67 | 0,00 | 0,48 | -0,02 | 46,00 | 9,40 | 4,54 | 0,09 |
| Perforaciones,serrín | 3 | 2,00 | 12 | 6,52 | 21,67 | 0,00 | 0,48 | -0,02 | 46,00 | 9,40 | 4,54 | 0,09 |
| Heridas | 22 | 1,14 | 88 | 47,83 | 21,59 | 0,05 | 0,40 | 0,03 | 40,64 | 9,25 | -0,82 | -0,06 |
| Descortezamientos | 3 | 1,33 | 12 | 6,52 | 25,00 | 0,00 | 3,81 | -0,02 | 41,33 | 8,87 | -0,12 | -0,45 |
| Grietas | 19 | 1,11 | 76 | 41,30 | 21,05 | 0,05 | -0,14 | 0,03 | 40,53 | 9,32 | -0,93 | 0,00 |
| Exudaciones | 9 | 1,00 | 36 | 19,57 | 22,22 | 0,00 | 1,03 | -0,02 | 40,00 | 9,14 | -1,46 | -0,17 |
| Cuello raíz | 5 | 2,40 | 20 | 10,87 | 20,00 | 0,00 | -1,19 | -0,02 | 37,80 | 9,50 | -3,66 | 0,19 |
| Deformaciones | 2 | 4,00 | 8 | 4,35 | 17,50 | 0,00 | -3,69 | -0,02 | 36,00 | 8,80 | -5,46 | -0,51 |
| Tumores | 2 | 4,00 | 8 | 4,35 | 17,50 | 0,00 | -3,69 | -0,02 | 36,00 | 8,80 | -5,46 | -0,51 |
| Signos insectos | 2 | 1,50 | 8 | 4,35 | 22,50 | 0,00 | 1,31 | -0,02 | 37,50 | 9,20 | -3,96 | -0,11 |
| Perforaciones,serrín | 2 | 1,50 | 8 | 4,35 | 22,50 | 0,00 | 1,31 | -0,02 | 37,50 | 9,20 | -3,96 | -0,11 |
| Heridas | 1 | 1,00 | 4 | 2,17 | 20,00 | 0,00 | -1,19 | -0,02 | 42,00 | 11,50 | 0,54 | 2,19 |
| Grietas | 1 | 1,00 | 4 | 2,17 | 20,00 | 0,00 | -1,19 | -0,02 | 42,00 | 11,50 | 0,54 | 2,19 |

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 | Defoliadores | | Perforadores | | Minadores | | Form. Agallas | |
|------------------------|-----------|--------------|---------------|--------------|---|-----------|---------------|---------------|--------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % |
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | |
| Hojas | 77 | 34 | 100,00 | | | 7 | 100,00 | 2 | 28,57 |
| Comidos/perdidos | 41 | 34 | 100,00 | | | 7 | 100,00 | | |
| Agujeros/Parc. comidas | 14 | 14 | 41,18 | | | | | | |
| Muescas | 2 | 2 | 5,88 | | | | | | |
| Esqueletizadas | 18 | 18 | 52,94 | | | | | | |
| Minadas | 7 | | | | | 7 | 100,00 | | |
| Dec. Verde-amarillo | 4 | | | | | | | | |

| | N par | Defoliadores | | Perforadores | | Minadores | | Form. Agallas | |
|--------------------------|-----------|--------------|---|--------------|--------------|-----------|---|---------------|--------------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Completa | 4 | | | | | | | | |
| Deformaciones | 32 | | | | | | | 2 | 28,57 |
| Enrolladas | 30 | | | | | | | | |
| Agallas | 2 | | | | | | | 2 | 28,57 |
| RAMAS/BROTOS | | | | | | | | | |
| Brotos del año | 27 | | | 1 | 4,76 | | | 5 | 71,43 |
| Deformaciones | 5 | | | | | | | 5 | 71,43 |
| Agallas | 5 | | | | | | | 5 | 71,43 |
| Muerto/moribundo | 22 | | | 1 | 4,76 | | | | |
| Ramillos <2 cm | 40 | | | 11 | 52,38 | | | | |
| Rotura | 2 | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 27 | | | 11 | 52,38 | | | | |
| Pudriciones | 11 | | | | | | | | |
| Ramas 2-10 cm | 13 | | | 1 | 4,76 | | | | |
| Signos insectos | 1 | | | 1 | 4,76 | | | | |
| Perforaciones, serrín | 1 | | | 1 | 4,76 | | | | |
| Rotura | 1 | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 1 | | | | | | | | |
| Pudriciones | 10 | | | | | | | | |
| Ramas >10 cm | 3 | | | 3 | 14,29 | | | | |
| Signos insectos | 2 | | | 2 | 9,52 | | | | |
| Perforaciones, serrín | 2 | | | 2 | 9,52 | | | | |
| Muerto/moribundo | 1 | | | 1 | 4,76 | | | | |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | |
| Tronco | 70 | | | 3 | 14,29 | | | | |
| Deformaciones | 36 | | | | | | | | |
| Tumores | 36 | | | | | | | | |
| Signos insectos | 3 | | | 3 | 14,29 | | | | |
| Perforaciones, serrín | 3 | | | 3 | 14,29 | | | | |
| Heridas | 22 | | | | | | | | |
| Descortezamientos | 3 | | | | | | | | |
| Grietas | 19 | | | | | | | | |
| Exudaciones | 9 | | | | | | | | |
| Cuello raíz | 5 | | | 2 | 9,52 | | | | |
| Deformaciones | 2 | | | | | | | | |
| Tumores | 2 | | | | | | | | |
| Signos insectos | 2 | | | 2 | 9,52 | | | | |
| Perforaciones, serrín | 2 | | | 2 | 9,52 | | | | |
| Heridas | 1 | | | | | | | | |
| Grietas | 1 | | | | | | | | |

| | N par | Tizón | | Calor | | Viento/ Tornado | | Otros fact. abióticos | |
|-----------------------|----------|-------|---|-------|--------|--------------------|---|--------------------------|-------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % |
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | | | |
| Hojas | 77 | | | 30 | 100,00 | | | 4 | 16,67 |

| | N par | Tizón | | Calor | | Viento/ Tornado | | Otros fact. abióticos | |
|--------------------------|-----------|-----------|--------------|-------|--------|--------------------|-------|--------------------------|-------|
| | | n | % | n | % | n | % | n | % |
| Comidos/perdidos | 41 | | | | | | | | |
| Agujeros/Parc. comidas | 14 | | | | | | | | |
| Muescas | 2 | | | | | | | | |
| Esqueletizadas | 18 | | | | | | | | |
| Minadas | 7 | | | | | | | | |
| Dec. Verde-amarillo | 4 | | | | | | | 4 | 16,67 |
| Completa | 4 | | | | | | | 4 | 16,67 |
| Deformaciones | 32 | | | 30 | 100,00 | | | | |
| Enrolladas | 30 | | | 30 | 100,00 | | | | |
| Agallas | 2 | | | | | | | | |
| RAMAS/BROTES | | | | | | | | | |
| Brotos del año | 27 | 15 | 41,67 | | | | | | |
| Deformaciones | 5 | | | | | | | | |
| Agallas | 5 | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 22 | 15 | 41,67 | | | | | | |
| Ramillos <2 cm | 40 | 11 | 30,56 | | | 2 | 66,67 | | |
| Rotura | 2 | | | | | 2 | 66,67 | | |
| Muerto/moribundo | 27 | | | | | | | | |
| Pudriciones | 11 | 11 | 30,56 | | | | | | |
| Ramas 2-10 cm | 13 | 10 | 27,78 | | | 1 | 33,33 | | |
| Signos insectos | 1 | | | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 1 | | | | | | | | |
| Rotura | 1 | | | | | 1 | 33,33 | | |
| Muerto/moribundo | 1 | | | | | | | | |
| Pudriciones | 10 | 10 | 27,78 | | | | | | |
| Ramas >10 cm | 3 | | | | | | | | |
| Signos insectos | 2 | | | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 2 | | | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 1 | | | | | | | | |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | | | |
| Tronco | 70 | | | | | | | 19 | 79,17 |
| Deformaciones | 36 | | | | | | | | |
| Tumores | 36 | | | | | | | | |
| Signos insectos | 3 | | | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 3 | | | | | | | | |
| Heridas | 22 | | | | | | | 19 | 79,17 |
| Descortezamientos | 3 | | | | | | | | |
| Grietas | 19 | | | | | | | 19 | 79,17 |
| Exudaciones | 9 | | | | | | | | |
| Cuello raíz | 5 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Deformaciones | 2 | | | | | | | | |
| Tumores | 2 | | | | | | | | |
| Signos insectos | 2 | | | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 2 | | | | | | | | |
| Heridas | 1 | | | | | | | 1 | 4,17 |
| Grietas | 1 | | | | | | | 1 | 4,17 |

| | N par | Bacterias | | Falta luz | | Ag.desconocido | |
|--------------------------|-----------|-----------|---------------|-----------|---------------|----------------|--------------|
| | | n | % | n | % | n | % |
| HOJAS/ACÍCULAS | | | | | | | |
| Hojas | 77 | | | | | | |
| Comidos/perdidos | 41 | | | | | | |
| Agujeros/Parc. comidas | 14 | | | | | | |
| Muescas | 2 | | | | | | |
| Esqueletizadas | 18 | | | | | | |
| Minadas | 7 | | | | | | |
| Dec. Verde-amarillo | 4 | | | | | | |
| Completa | 4 | | | | | | |
| Deformaciones | 32 | | | | | | |
| Enrolladas | 30 | | | | | | |
| Agallas | 2 | | | | | | |
| RAMAS/BROTES | | | | | | | |
| Brotos del año | 27 | | | | | 6 | 10,91 |
| Deformaciones | 5 | | | | | | |
| Agallas | 5 | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 22 | | | | | 6 | 10,91 |
| Ramillos <2 cm | 40 | | | 9 | 100,00 | 7 | 12,73 |
| Rotura | 2 | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 27 | | | 9 | 100,00 | 7 | 12,73 |
| Pudriciones | 11 | | | | | | |
| Ramas 2-10 cm | 13 | | | | | 1 | 1,82 |
| Signos insectos | 1 | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 1 | | | | | | |
| Rotura | 1 | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 1 | | | | | 1 | 1,82 |
| Pudriciones | 10 | | | | | | |
| Ramas >10 cm | 3 | | | | | | |
| Signos insectos | 2 | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 2 | | | | | | |
| Muerto/moribundo | 1 | | | | | | |
| TRONCO/C.RAÍZ | | | | | | | |
| Tronco | 70 | 9 | 100,00 | | | 39 | 70,91 |
| Deformaciones | 36 | | | | | 36 | 65,45 |
| Tumores | 36 | | | | | 36 | 65,45 |
| Signos insectos | 3 | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 3 | | | | | | |
| Heridas | 22 | | | | | 3 | 5,45 |
| Descortezamientos | 3 | | | | | 3 | 5,45 |
| Grietas | 19 | | | | | | |
| Exudaciones | 9 | 9 | 100,00 | | | | |
| Cuello raíz | 5 | | | | | 2 | 3,64 |
| Deformaciones | 2 | | | | | 2 | 3,64 |
| Tumores | 2 | | | | | 2 | 3,64 |
| Signos insectos | 2 | | | | | | |
| Perforaciones,serrín | 2 | | | | | | |

| | N par | Bacterias | | Falta luz | | Ag.desconocido | |
|---------|----------|-----------|---|-----------|---|----------------|---|
| | | n | % | n | % | n | % |
| Heridas | 1 | | | | | | |
| Grietas | 1 | | | | | | |

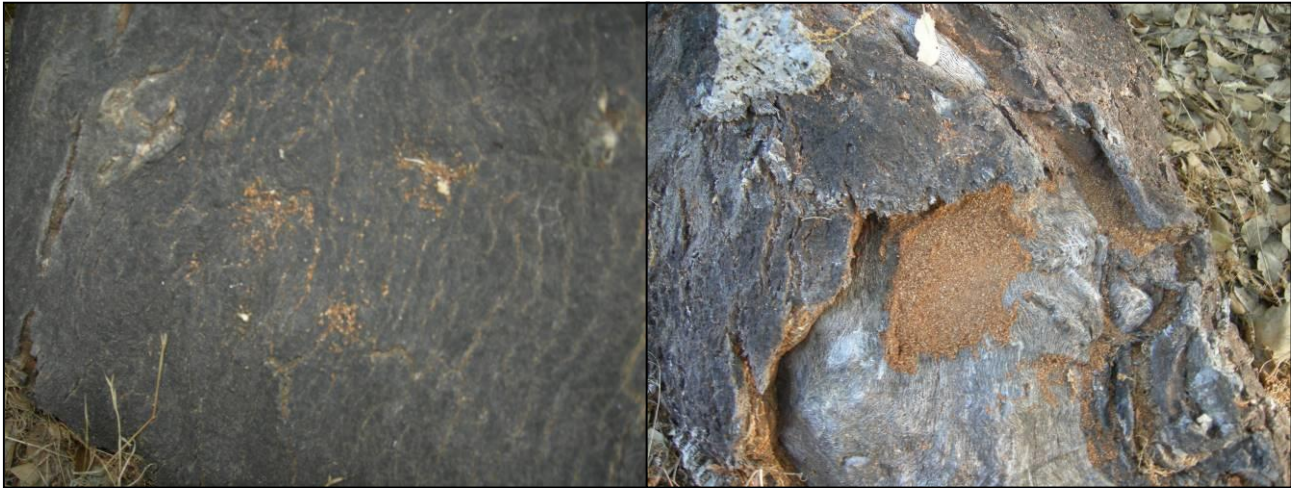
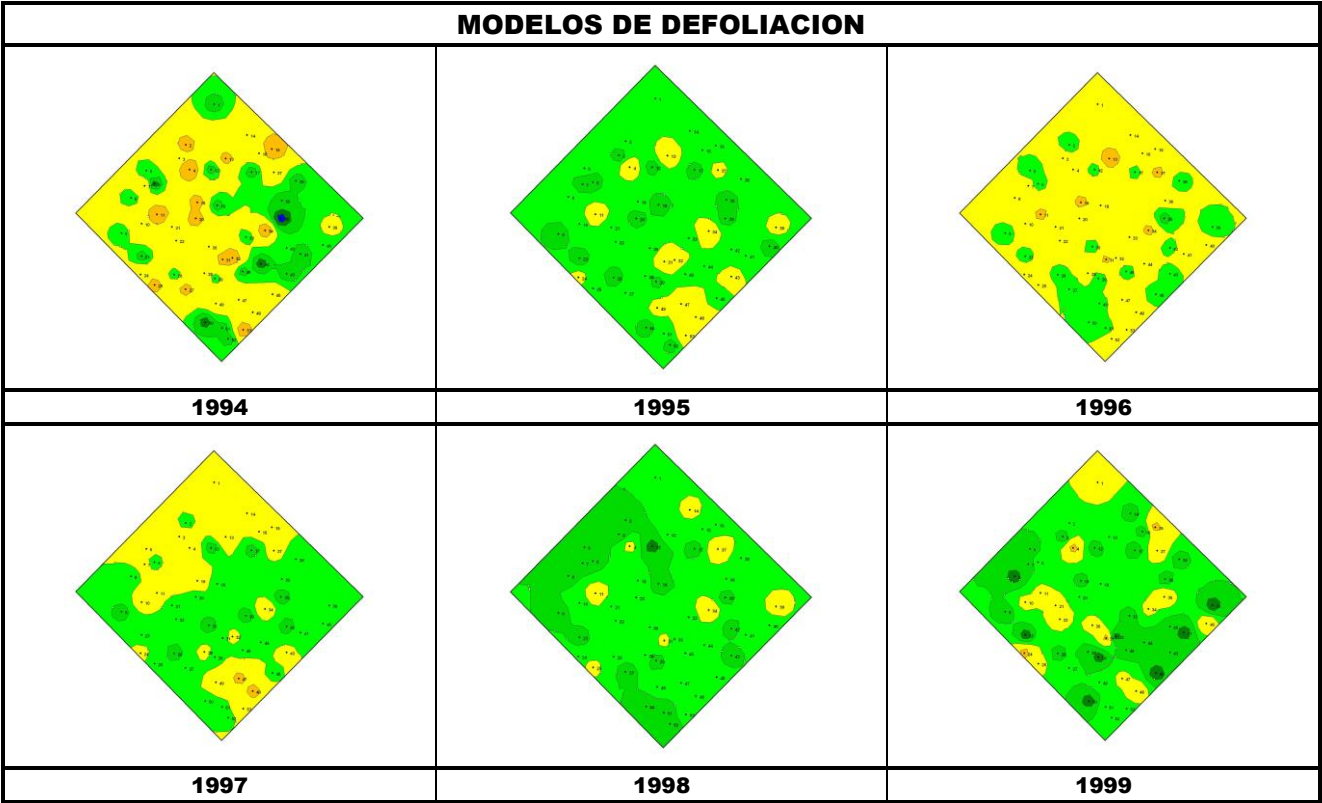
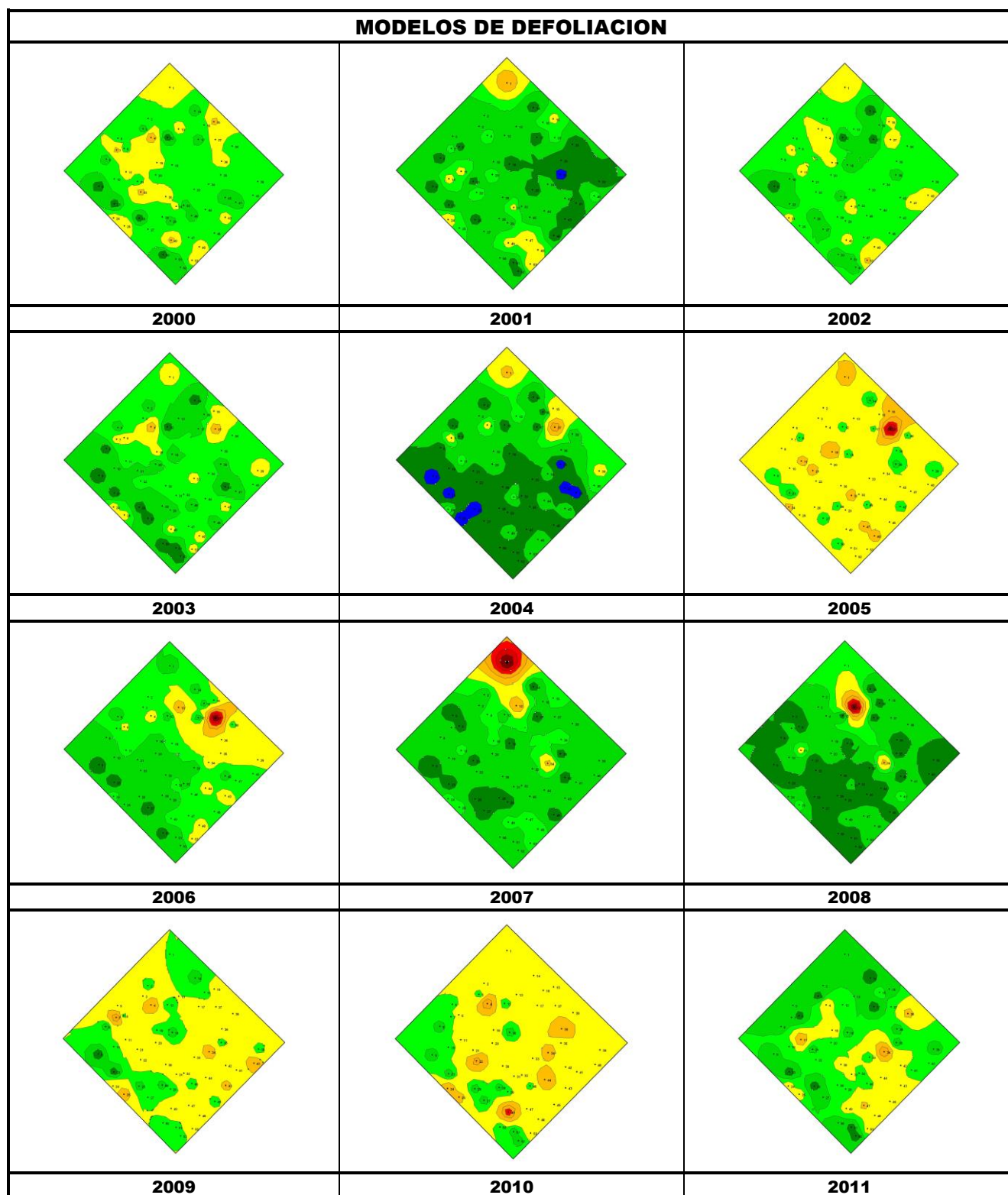
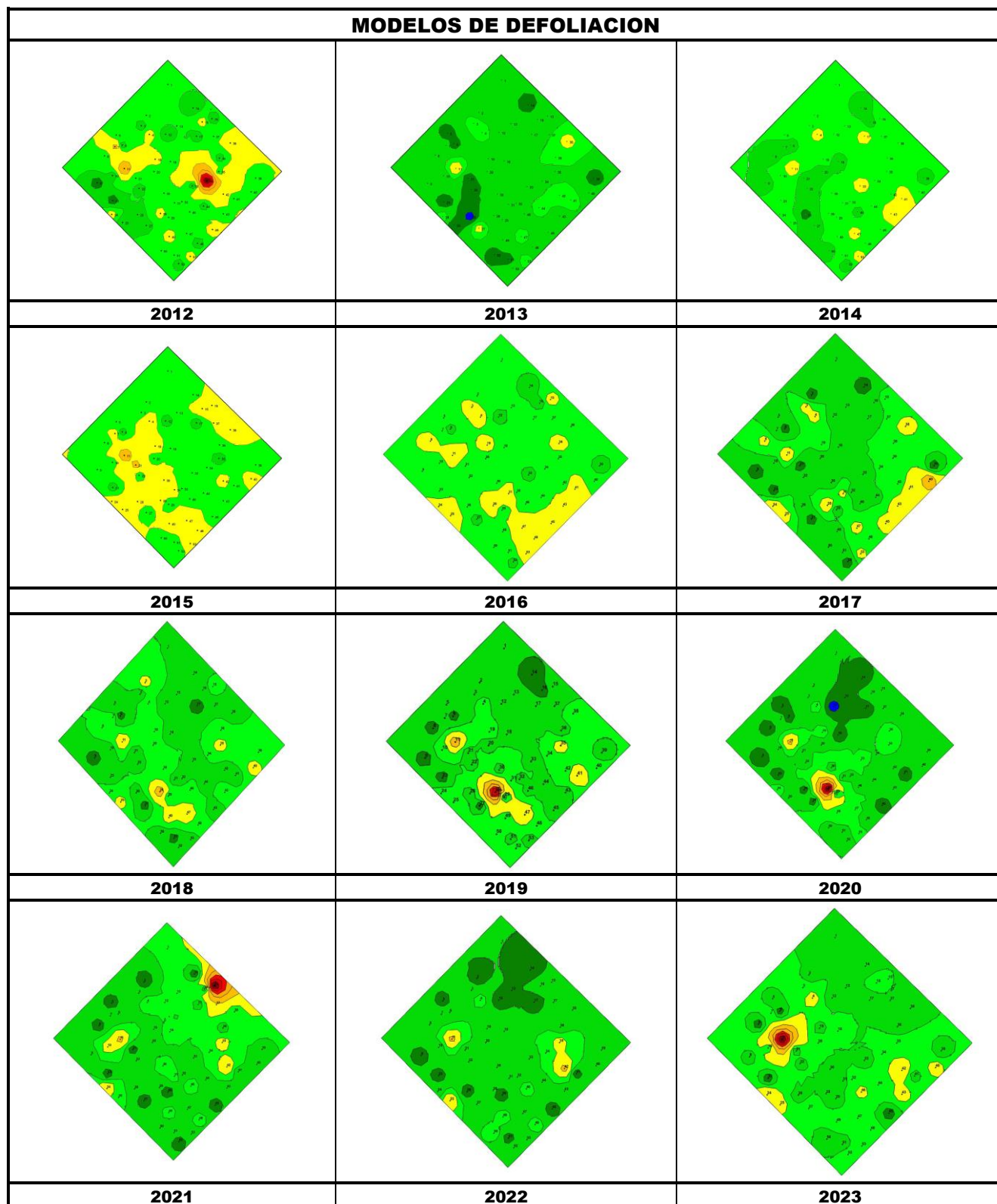
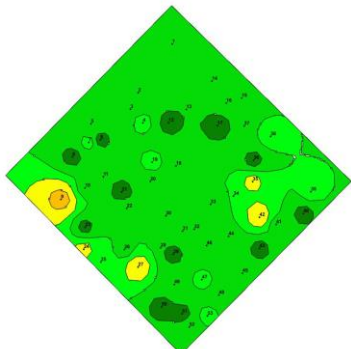


FIG 6: Serrín y perforaciones en troncos por *Cerambyx wellensii*.







| MODELOS DE DEFOLIACION | | |
|---|--|--|
|  | | |
| 2024 | | |

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

| Defoliación | |
|---|--------------|
|  | 0.00-12.50 |
|  | 12.51-17.50 |
|  | 17.51-22.50 |
|  | 22.51-27.50 |
|  | 27.51-37.50 |
|  | 37.51-50.00 |
|  | 50.01-62.50 |
|  | 62.51-75.00 |
|  | 75.01-88.10 |
|  | 88.11-99.00 |
|  | 99.10-100.00 |

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 | | - | | |
| Trascolación | Acumuladores | 6 | | 1997 | Quincenal/Mensual |
| | Pluviómetro | 1 | | | |
| | Captador nieve | - | | | |
| Desfronde | Captadores desfronde | 4 | | 1999 | Quincenal/Mensual |
| Humedad/Temp. del suelo | Sonda de humedad | 16 | | 2009-2014 | Quincenal/Mensual |
| Inmisión | Dosímetros pasivos | | 12 | 2000 | Quincenal/Mensual |
| Crecimiento | Dialdendro en continuo | 15 | | 1999 | Quincenal/Mensual |
| Fenología | Árboles de seguimiento | 20 | | 1998 | Quincenal/Mensual |



FIG 7: Parcela exterior. Torre meteorológica. Captador de desfronde y pluviómetro. Acumulador de deposición.. Sonda de humedad. Data-logger. Dosímetros pasivos

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. | $\leq 2.500 \mu\text{S}/\text{cm}$ |
| 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.

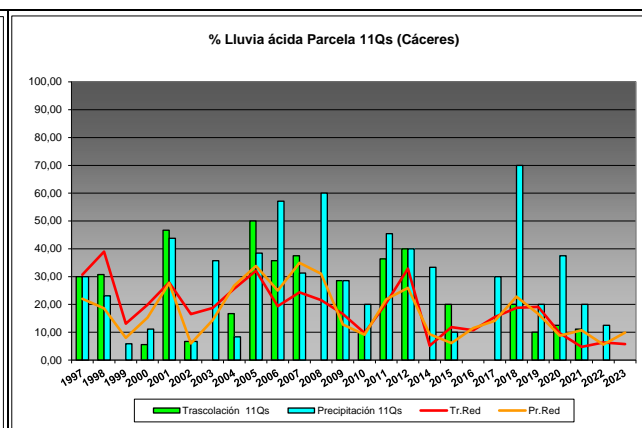
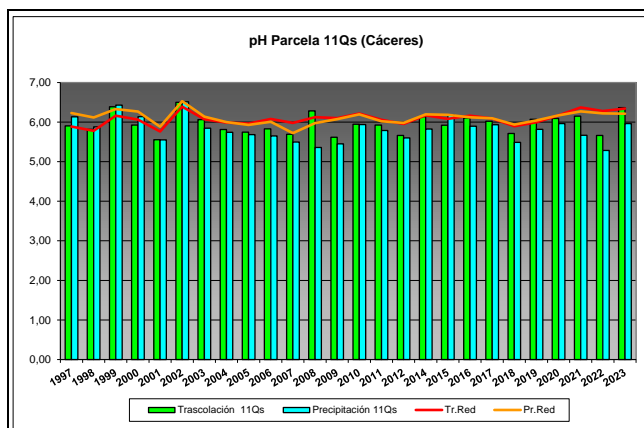
Se caracteriza a continuación la deposición atmosférica en la parcela 11Qs, pasando revista a la evolución de los distintos parámetros a lo largo de la series histórica estudiada, haciendo la salvedad de que se trata de años completos, a excepción de los años 1997 (mayo-diciembre); 2012 (enero-julio) 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 | 5,90 | 30,00 | 715 | 6,13 | 30,00 | 775 | 5,89 | 6,23 |
| 1998 | 5,82 | 30,77 | 676 | 5,88 | 23,08 | 785 | 5,78 | 6,12 |
| 1999 | 6,39 | 0,00 | 526 | 6,43 | 5,88 | 650 | 6,16 | 6,33 |
| 2000 | 5,93 | 5,56 | 820 | 6,14 | 11,11 | 972 | 6,06 | 6,27 |
| 2001 | 5,55 | 46,67 | 819 | 5,55 | 43,75 | 990 | 5,76 | 5,88 |
| 2002 | 6,50 | 6,67 | 877 | 6,51 | 6,67 | 985 | 6,39 | 6,53 |
| 2003 | 6,06 | 0,00 | 942 | 5,85 | 35,71 | 1085 | 6,07 | 6,14 |
| 2004 | 5,81 | 16,67 | 466 | 5,74 | 8,33 | 524 | 5,99 | 6,00 |
| 2005 | 5,75 | 50,00 | 351 | 5,68 | 38,46 | 396 | 5,96 | 5,93 |
| 2006 | 5,83 | 35,71 | 875 | 5,65 | 57,14 | 1006 | 6,08 | 6,01 |
| 2007 | 5,69 | 37,50 | 638 | 5,50 | 31,25 | 721 | 5,98 | 5,72 |
| 2008 | 6,28 | 0,00 | 568 | 5,36 | 60,00 | 677 | 6,12 | 5,97 |
| 2009 | 5,62 | 28,57 | 462 | 5,45 | 28,57 | 520 | 6,10 | 6,07 |
| 2010 | 5,95 | 10,00 | 1243 | 5,94 | 20,00 | 1154 | 6,22 | 6,19 |
| 2011 | 5,93 | 36,36 | 787 | 5,79 | 45,45 | 874 | 6,06 | 6,02 |
| 2012 | 5,66 | 40,00 | 124 | 5,60 | 40,00 | 155 | 5,96 | 5,98 |
| 2014 | 6,14 | 0,00 | 577 | 5,82 | 33,33 | 615 | 6,17 | 6,20 |
| 2015 | 5,92 | 20,00 | 431 | 6,18 | 10,00 | 512 | 6,08 | 6,18 |
| 2016 | 6,10 | 0,00 | 840 | 5,90 | 0,00 | 978 | 6,16 | 6,12 |
| 2017 | 6,02 | 0,00 | 364 | 5,93 | 30,00 | 459 | 6,09 | 6,10 |
| 2018 | 5,71 | 20,00 | 829 | 5,49 | 70,00 | 860 | 5,89 | 5,94 |
| 2019 | 6,07 | 10,00 | 433 | 5,82 | 20,00 | 521 | 5,99 | 6,04 |
| 2020 | 6,09 | 12,50 | 835 | 5,96 | 37,50 | 882 | 6,17 | 6,17 |
| 2021 | 6,15 | 11,11 | 443 | 5,67 | 20,00 | 545 | 6,37 | 6,27 |
| 2022 | 5,66 | 0,00 | 732 | 5,28 | 12,50 | 806 | 6,28 | 6,22 |
| 2023 | 6,37 | 0,00 | 746 | 5,96 | 0,00 | 767 | 6,34 | 6,21 |
| Media | 5,96 | 17,23 | 658 | 5,82 | 27,64 | 739 | 6,08 | 6,11 |



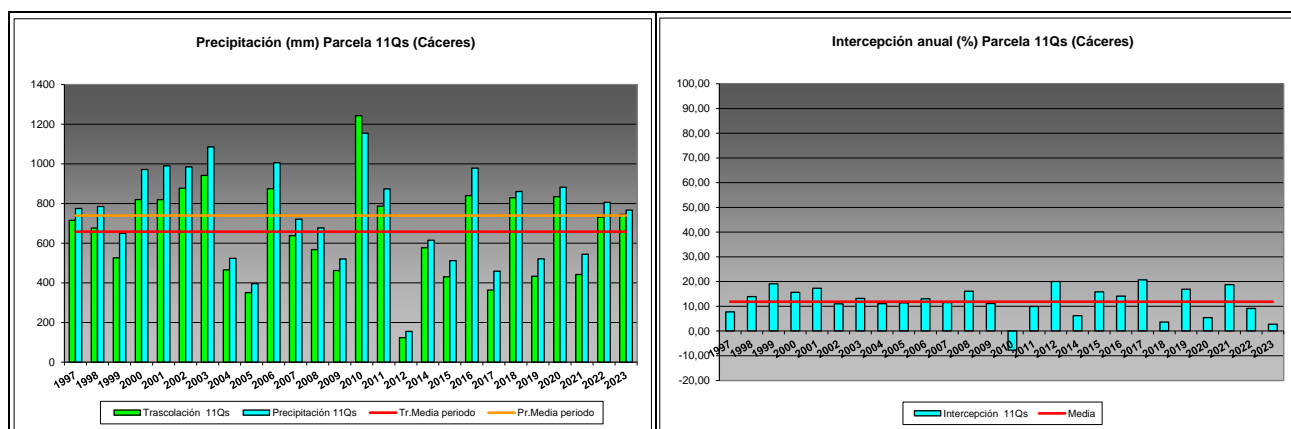


FIG 8: Variación temporal de pH, porcentaje de lluvia ácida, precipitación e intercepción (parte de precipitación retenida por follaje)

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 | 10,79 | | 715 | 9,46 | | 775 | 25,52 | 22,05 |
| 1998 | 15,86 | | 676 | 10,35 | | 785 | 29,37 | 22,53 |
| 1999 | 17,86 | | 526 | 14,75 | | 650 | 33,18 | 19,89 |
| 2000 | 19,80 | | 820 | 16,36 | | 972 | 35,34 | 22,06 |
| 2001 | 15,42 | | 819 | 12,13 | | 990 | 27,99 | 15,78 |
| 2002 | 24,98 | | 877 | 18,92 | | 985 | 48,98 | 30,11 |
| 2003 | 19,57 | | 942 | 16,40 | | 1085 | 45,96 | 25,07 |
| 2004 | 29,19 | | 466 | 35,92 | | 524 | 62,42 | 37,00 |
| 2005 | 25,44 | | 351 | 21,64 | | 396 | 65,42 | 30,19 |
| 2006 | 21,19 | | 875 | 18,90 | | 1006 | 61,52 | 28,60 |
| 2007 | 25,08 | | 638 | 22,95 | | 721 | 49,85 | 28,88 |
| 2008 | 30,36 | | 568 | 24,76 | | 677 | 46,65 | 22,88 |
| 2009 | 21,83 | | 462 | 16,02 | | 520 | 49,43 | 20,10 |
| 2010 | 14,90 | | 1243 | 11,34 | | 1154 | 44,44 | 15,09 |
| 2011 | 18,62 | | 787 | 9,14 | | 874 | 51,36 | 19,04 |
| 2012 | 19,13 | | 124 | 17,08 | | 155 | 53,38 | 20,50 |
| 2014 | 17,61 | | 577 | 9,94 | | 615 | 33,76 | 15,23 |
| 2015 | 19,39 | | 431 | 11,81 | | 512 | 45,28 | 18,25 |
| 2016 | 12,34 | | 840 | 6,18 | | 978 | 47,39 | 15,22 |
| 2017 | 23,89 | | 364 | 14,65 | | 459 | 56,13 | 18,87 |
| 2018 | 22,60 | | 829 | 10,91 | | 860 | 38,75 | 16,20 |
| 2019 | 32,73 | | 433 | 19,40 | | 521 | 74,16 | 28,49 |
| 2020 | 22,33 | | 835 | 18,36 | | 882 | 46,43 | 20,40 |
| 2021 | 19,24 | | 443 | 14,35 | | 545 | 40,51 | 22,14 |
| 2022 | 16,49 | | 732 | 11,19 | | 806 | 44,12 | 20,37 |
| 2023 | 21,46 | | 746 | 10,98 | | 767 | 45,95 | 17,21 |
| Media | 20,70 | | 658 | 15,53 | | 739 | 46,28 | 22,01 |

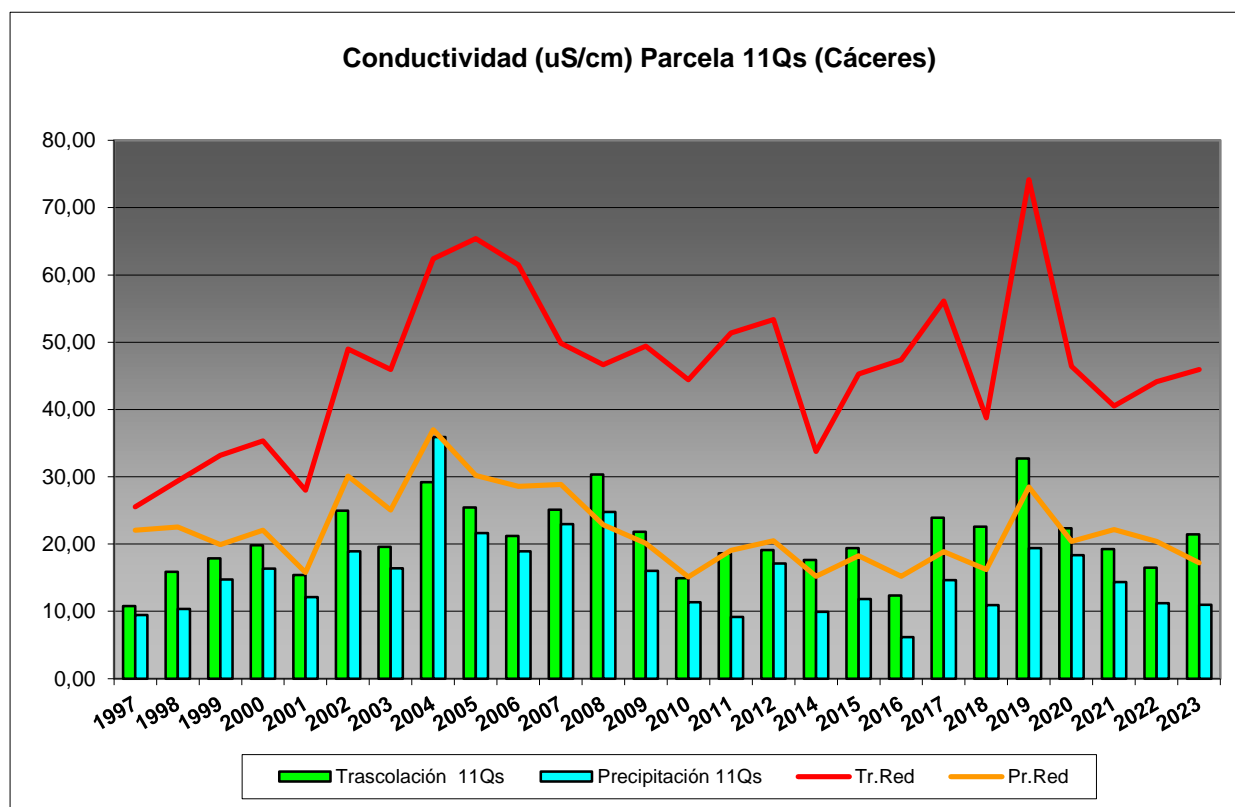


FIG 9: Variación temporal de la conductividad.

5.3. Potasio.

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

| Año | Trascolución (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 1,00 | 7,15 | 715 | 0,57 | 4,42 | 775 | 2,74 | 7,33 | 5,18 |
| 1998 | 2,94 | 19,85 | 676 | 1,31 | 10,28 | 785 | 9,57 | 19,45 | 13,28 |
| 1999 | 2,33 | 12,25 | 526 | 1,32 | 8,56 | 650 | 3,68 | 17,99 | 11,86 |
| 2000 | 2,80 | 22,99 | 820 | 1,55 | 15,04 | 972 | 7,95 | 22,33 | 15,28 |
| 2001 | 2,12 | 17,36 | 819 | 1,40 | 13,82 | 990 | 3,55 | 16,00 | 9,92 |
| 2002 | 2,08 | 18,22 | 877 | 0,77 | 7,54 | 985 | 10,68 | 19,36 | 7,73 |
| 2003 | 1,39 | 13,11 | 942 | 0,31 | 3,34 | 1085 | 9,77 | 12,93 | 3,83 |
| 2004 | 2,09 | 9,75 | 466 | 0,80 | 4,21 | 524 | 5,54 | 16,14 | 4,88 |
| 2005 | 2,34 | 8,22 | 351 | 1,05 | 4,14 | 396 | 4,08 | 12,47 | 5,15 |
| 2006 | 1,83 | 16,02 | 875 | 0,94 | 9,46 | 1006 | 6,57 | 19,14 | 9,86 |
| 2007 | 2,44 | 15,57 | 638 | 1,12 | 8,08 | 721 | 7,49 | 20,44 | 7,92 |
| 2008 | 4,74 | 26,95 | 568 | 1,17 | 7,95 | 677 | 19,00 | 22,97 | 6,57 |
| 2009 | 2,29 | 10,59 | 462 | 0,64 | 3,32 | 520 | 7,27 | 18,05 | 4,28 |
| 2010 | 1,41 | 17,49 | 1243 | 0,26 | 2,95 | 1154 | 14,54 | 21,96 | 3,59 |
| 2011 | 1,59 | 12,50 | 787 | 0,43 | 3,77 | 874 | 8,73 | 18,92 | 5,75 |
| 2012 | 0,39 | 0,48 | 124 | 0,35 | 0,54 | 155 | -0,06 | 2,99 | 0,92 |
| 2014 | 2,10 | 12,10 | 577 | 0,16 | 1,01 | 615 | 11,08 | 11,97 | 1,60 |
| 2015 | 2,85 | 12,30 | 431 | 0,38 | 1,96 | 512 | 10,34 | 18,33 | 4,20 |
| 2016 | 1,89 | 15,88 | 840 | 0,13 | 1,28 | 978 | 14,59 | 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 | 2,94 | 10,71 | 364 | 0,36 | 1,66 | 459 | 9,05 | 16,19 | 1,94 |
| 2018 | 2,85 | 23,66 | 829 | 0,22 | 1,86 | 860 | 21,79 | 17,14 | 2,96 |
| 2019 | 2,72 | 11,76 | 433 | 0,39 | 2,05 | 521 | 9,72 | 17,04 | 3,33 |
| 2020 | 3,15 | 26,27 | 835 | 0,19 | 1,67 | 882 | 24,60 | 22,26 | 2,32 |
| 2021 | 2,25 | 9,96 | 443 | 1,41 | 1,46 | 545 | 8,50 | 15,69 | 1,94 |
| 2022 | 1,82 | 13,34 | 732 | 0,06 | 0,52 | 806 | 12,82 | 18,27 | 1,30 |
| 2023 | 3,04 | 22,67 | 746 | 0,14 | 1,07 | 767 | 21,60 | 20,05 | 0,93 |
| Media | 2,28 | 14,89 | 658 | 0,67 | 4,69 | 739 | 10,20 | 17,10 | 5,33 |

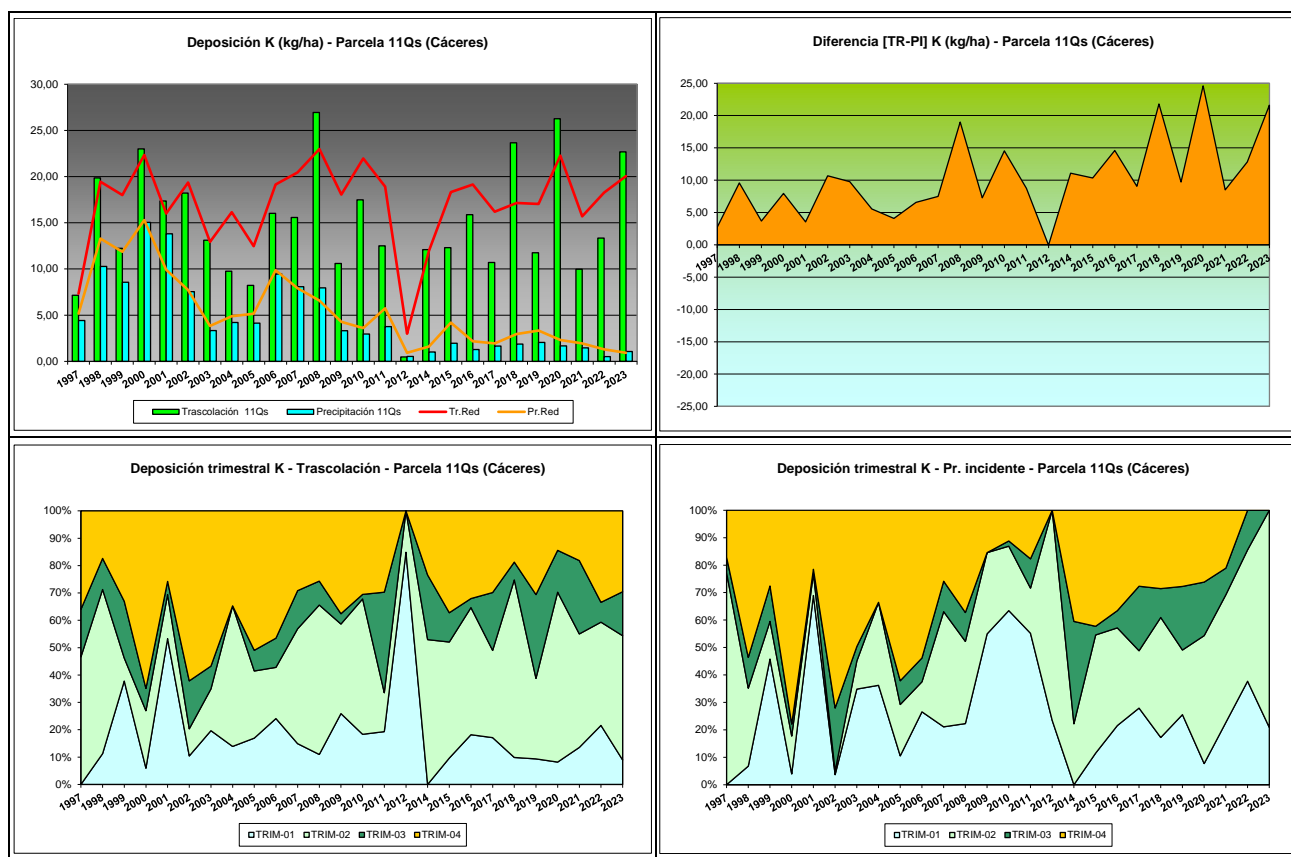


FIG 10: Variación temporal de deposición de K, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.4. Calcio.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,57 | 4,04 | 715 | 0,45 | 3,47 | 775 | 0,57 | 7,29 | 5,16 |
| 1998 | 0,50 | 3,38 | 676 | 0,22 | 1,73 | 785 | 1,66 | 6,91 | 4,05 |
| 1999 | 0,71 | 3,76 | 526 | 0,53 | 3,43 | 650 | 0,32 | 10,77 | 6,68 |
| 2000 | 0,66 | 5,37 | 820 | 0,49 | 4,77 | 972 | 0,61 | 10,94 | 7,70 |
| 2001 | 0,44 | 3,62 | 819 | 0,25 | 2,48 | 990 | 1,14 | 8,58 | 6,22 |

| 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 | 0,64 | 5,63 | 877 | 0,52 | 5,08 | 985 | 0,56 | 12,23 | 9,40 |
| 2003 | 1,18 | 11,12 | 942 | 1,44 | 15,65 | 1085 | -4,53 | 23,45 | 26,64 |
| 2004 | 1,11 | 5,19 | 466 | 3,32 | 17,42 | 524 | -12,23 | 18,95 | 20,04 |
| 2005 | 1,47 | 5,17 | 351 | 1,78 | 7,06 | 396 | -1,88 | 11,17 | 9,81 |
| 2006 | 0,99 | 8,69 | 875 | 1,12 | 11,28 | 1006 | -2,59 | 17,51 | 16,49 |
| 2007 | 1,52 | 9,68 | 638 | 1,55 | 11,20 | 721 | -1,53 | 18,16 | 14,99 |
| 2008 | 1,61 | 9,13 | 568 | 1,79 | 12,13 | 677 | -3,00 | 14,94 | 12,47 |
| 2009 | 0,82 | 3,79 | 462 | 0,79 | 4,09 | 520 | -0,30 | 10,43 | 6,81 |
| 2010 | 0,53 | 6,62 | 1243 | 0,50 | 5,78 | 1154 | 0,85 | 11,50 | 7,59 |
| 2011 | 0,76 | 6,00 | 787 | 0,54 | 4,74 | 874 | 1,26 | 11,32 | 6,29 |
| 2012 | 0,45 | 0,56 | 124 | 1,18 | 1,83 | 155 | -1,27 | 3,22 | 2,60 |
| 2014 | 1,23 | 7,07 | 577 | 0,67 | 4,11 | 615 | 2,96 | 8,57 | 5,86 |
| 2015 | 2,29 | 9,86 | 431 | 2,76 | 14,12 | 512 | -4,25 | 15,19 | 12,39 |
| 2016 | 0,58 | 4,87 | 840 | 0,41 | 4,05 | 978 | 0,82 | 14,34 | 8,83 |
| 2017 | 2,60 | 9,48 | 364 | 1,07 | 4,90 | 459 | 4,58 | 13,71 | 10,82 |
| 2018 | 1,00 | 8,26 | 829 | 0,75 | 6,43 | 860 | 1,84 | 13,15 | 9,58 |
| 2019 | 1,32 | 5,72 | 433 | 1,04 | 5,41 | 521 | 0,30 | 18,41 | 13,57 |
| 2020 | 0,97 | 8,08 | 835 | 0,83 | 7,34 | 882 | 0,75 | 21,83 | 11,67 |
| 2021 | 1,07 | 4,74 | 443 | 0,91 | 4,96 | 545 | -0,23 | 13,31 | 19,20 |
| 2022 | 1,32 | 9,64 | 732 | 1,17 | 9,40 | 806 | 0,24 | 16,71 | 13,93 |
| 2023 | 0,89 | 6,67 | 746 | 0,50 | 3,85 | 767 | 2,81 | 13,29 | 8,93 |
| Media | 1,05 | 6,39 | 658 | 1,02 | 6,80 | 739 | -0,41 | 13,30 | 10,68 |

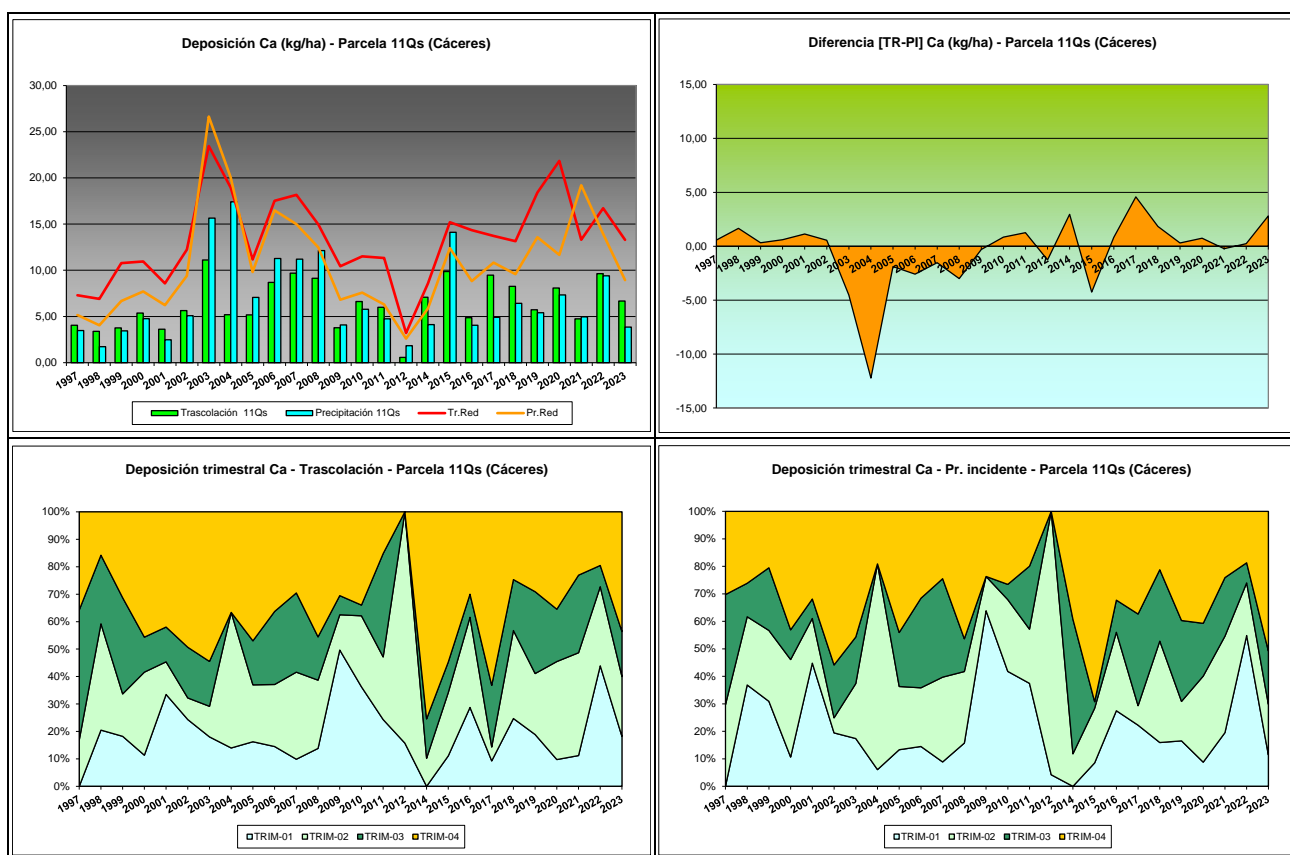
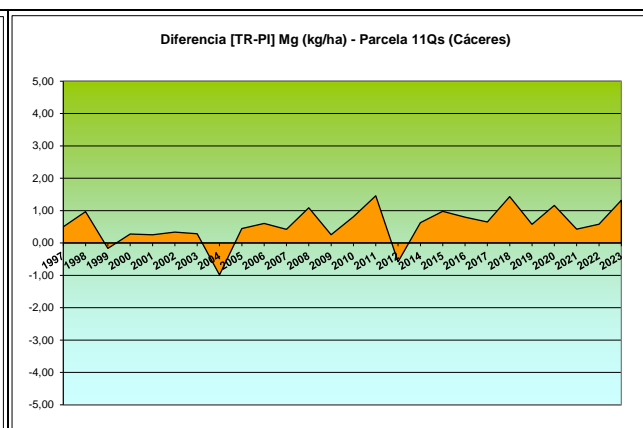
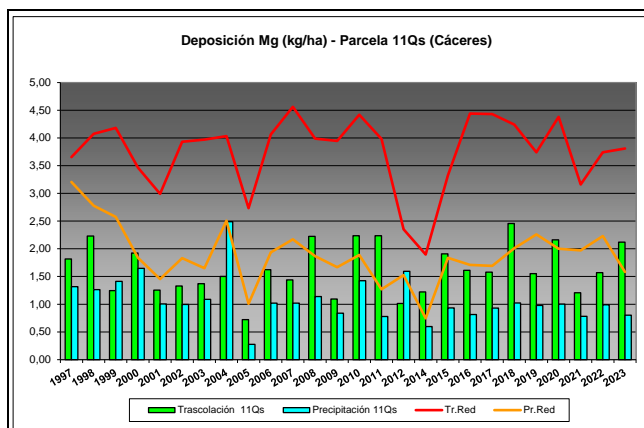


FIG 11: Variación temporal de deposición de Ca, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.5. Magnesio.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,25 | 1,82 | 715 | 0,17 | 1,32 | 775 | 0,50 | 3,66 | 3,20 |
| 1998 | 0,33 | 2,23 | 676 | 0,16 | 1,26 | 785 | 0,97 | 4,07 | 2,78 |
| 1999 | 0,24 | 1,25 | 526 | 0,22 | 1,41 | 650 | -0,17 | 4,18 | 2,58 |
| 2000 | 0,23 | 1,92 | 820 | 0,17 | 1,65 | 972 | 0,28 | 3,46 | 1,84 |
| 2001 | 0,15 | 1,26 | 819 | 0,10 | 1,00 | 990 | 0,25 | 2,99 | 1,45 |
| 2002 | 0,15 | 1,33 | 877 | 0,10 | 1,00 | 985 | 0,34 | 3,93 | 1,83 |
| 2003 | 0,15 | 1,37 | 942 | 0,10 | 1,09 | 1085 | 0,28 | 3,97 | 1,65 |
| 2004 | 0,32 | 1,50 | 466 | 0,47 | 2,49 | 524 | -0,99 | 4,03 | 2,51 |
| 2005 | 0,21 | 0,72 | 351 | 0,07 | 0,28 | 396 | 0,45 | 2,73 | 1,01 |
| 2006 | 0,19 | 1,62 | 875 | 0,10 | 1,02 | 1006 | 0,60 | 4,06 | 1,94 |
| 2007 | 0,23 | 1,44 | 638 | 0,14 | 1,02 | 721 | 0,42 | 4,56 | 2,17 |
| 2008 | 0,39 | 2,23 | 568 | 0,17 | 1,14 | 677 | 1,09 | 3,99 | 1,87 |
| 2009 | 0,24 | 1,09 | 462 | 0,16 | 0,84 | 520 | 0,25 | 3,95 | 1,67 |
| 2010 | 0,18 | 2,24 | 1243 | 0,12 | 1,43 | 1154 | 0,81 | 4,42 | 1,89 |
| 2011 | 0,28 | 2,23 | 787 | 0,09 | 0,78 | 874 | 1,46 | 3,98 | 1,27 |
| 2012 | 0,81 | 1,01 | 124 | 1,03 | 1,59 | 155 | -0,58 | 2,35 | 1,52 |
| 2014 | 0,21 | 1,22 | 577 | 0,10 | 0,60 | 615 | 0,63 | 1,90 | 0,75 |
| 2015 | 0,44 | 1,91 | 431 | 0,18 | 0,93 | 512 | 0,98 | 3,32 | 1,84 |
| 2016 | 0,19 | 1,61 | 840 | 0,08 | 0,81 | 978 | 0,80 | 4,44 | 1,71 |
| 2017 | 0,43 | 1,58 | 364 | 0,20 | 0,93 | 459 | 0,65 | 4,43 | 1,69 |
| 2018 | 0,30 | 2,45 | 829 | 0,12 | 1,02 | 860 | 1,43 | 4,24 | 2,01 |
| 2019 | 0,36 | 1,55 | 433 | 0,19 | 0,98 | 521 | 0,57 | 3,74 | 2,26 |
| 2020 | 0,26 | 2,16 | 835 | 0,11 | 1,00 | 882 | 1,16 | 4,38 | 2,00 |
| 2021 | 0,27 | 1,21 | 443 | 0,14 | 0,78 | 545 | 0,43 | 3,16 | 1,97 |
| 2022 | 0,21 | 1,57 | 732 | 0,12 | 0,99 | 806 | 0,58 | 3,74 | 2,23 |
| 2023 | 0,28 | 2,12 | 746 | 0,10 | 0,80 | 767 | 1,32 | 3,81 | 1,58 |
| Media | 0,28 | 1,64 | 658 | 0,18 | 1,08 | 739 | 0,56 | 3,75 | 1,89 |



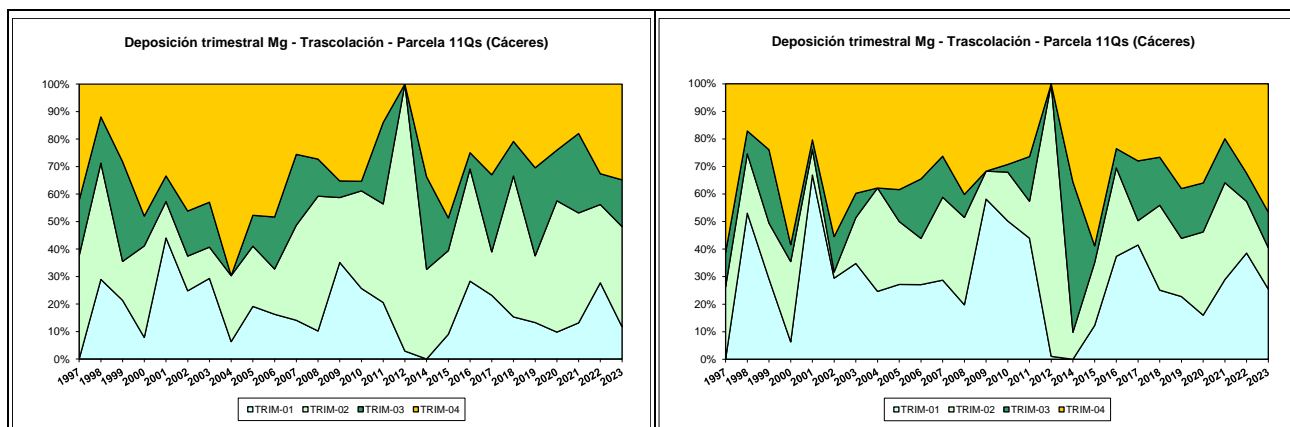


FIG 12: Variación temporal de deposición de Mg, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.6. Sodio.

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

| Año | Trascalación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,57 | 4,06 | 715 | 0,56 | 4,32 | 775 | -0,26 | 6,07 | 6,65 |
| 1998 | 0,64 | 4,35 | 676 | 0,67 | 5,25 | 785 | -0,91 | 11,74 | 10,50 |
| 1999 | 1,44 | 7,56 | 526 | 1,16 | 7,52 | 650 | 0,04 | 19,31 | 13,85 |
| 2000 | 1,34 | 10,97 | 820 | 1,13 | 10,98 | 972 | -0,01 | 18,12 | 13,02 |
| 2001 | 0,94 | 7,72 | 819 | 0,87 | 8,63 | 990 | -0,91 | 18,38 | 12,14 |
| 2002 | 1,54 | 13,52 | 877 | 1,26 | 12,44 | 985 | 1,08 | 28,50 | 18,75 |
| 2003 | 0,90 | 8,46 | 942 | 0,68 | 7,42 | 1085 | 1,04 | 22,49 | 12,86 |
| 2004 | 1,11 | 5,19 | 466 | 1,04 | 5,46 | 524 | -0,27 | 22,85 | 13,75 |
| 2005 | 0,79 | 2,77 | 351 | 0,67 | 2,64 | 396 | 0,13 | 14,42 | 7,16 |
| 2006 | 1,07 | 9,32 | 875 | 0,97 | 9,78 | 1006 | -0,46 | 24,17 | 16,07 |
| 2007 | 0,74 | 4,75 | 638 | 0,60 | 4,33 | 721 | 0,42 | 23,14 | 14,21 |
| 2008 | 0,97 | 5,54 | 568 | 0,82 | 5,56 | 677 | -0,02 | 19,63 | 11,01 |
| 2009 | 1,19 | 5,49 | 462 | 0,96 | 5,00 | 520 | 0,48 | 22,09 | 12,27 |
| 2010 | 1,01 | 12,49 | 1243 | 0,95 | 10,97 | 1154 | 1,53 | 24,37 | 13,76 |
| 2011 | 1,99 | 15,66 | 787 | 0,30 | 2,66 | 874 | 13,00 | 20,72 | 5,97 |
| 2012 | 0,52 | 0,65 | 124 | 0,61 | 0,95 | 155 | -0,30 | 4,35 | 2,86 |
| 2014 | 0,68 | 3,93 | 577 | 0,66 | 4,07 | 615 | -0,13 | 6,77 | 4,55 |
| 2015 | 1,91 | 8,23 | 431 | 0,96 | 4,90 | 512 | 3,33 | 15,27 | 11,59 |
| 2016 | 1,10 | 9,25 | 840 | 0,57 | 5,59 | 978 | 3,66 | 22,84 | 11,19 |
| 2017 | 1,49 | 5,43 | 364 | 1,15 | 5,25 | 459 | 0,18 | 19,35 | 10,47 |
| 2018 | 1,05 | 8,71 | 829 | 0,74 | 6,37 | 860 | 2,33 | 22,61 | 14,29 |
| 2019 | 1,28 | 5,56 | 433 | 1,03 | 5,36 | 521 | 0,19 | 19,32 | 13,98 |
| 2020 | 0,64 | 5,33 | 835 | 0,51 | 4,49 | 882 | 0,84 | 20,09 | 11,74 |
| 2021 | 0,64 | 2,82 | 443 | 0,82 | 4,48 | 545 | -1,66 | 12,97 | 10,32 |
| 2022 | 0,68 | 5,01 | 732 | 0,57 | 4,61 | 806 | 0,40 | 18,67 | 11,08 |
| 2023 | 0,97 | 7,21 | 746 | 0,67 | 5,14 | 767 | 2,07 | 18,93 | 11,19 |
| Media | 1,05 | 6,92 | 658 | 0,81 | 5,93 | 739 | 0,99 | 18,35 | 11,36 |

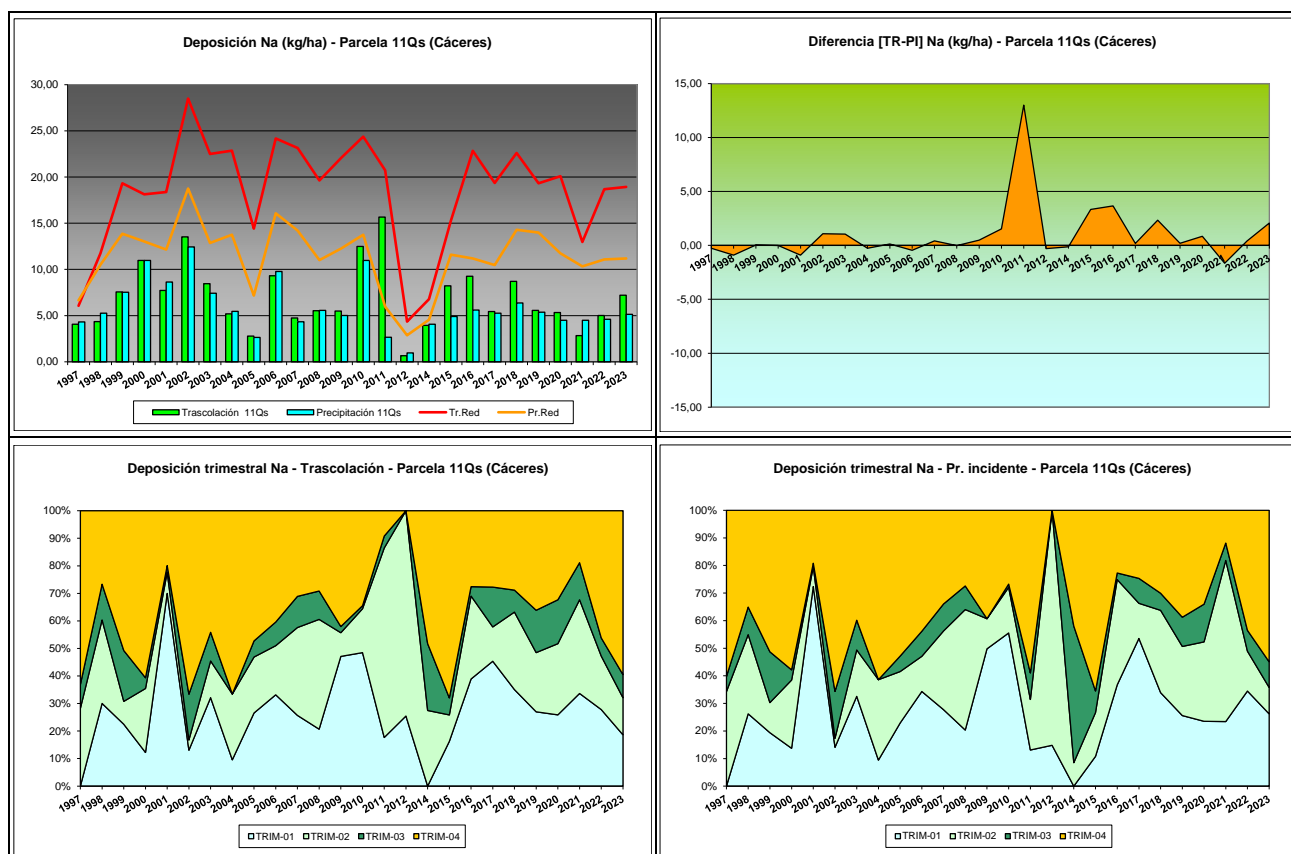


FIG 13: Variación temporal de deposición de Na, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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. $N(NH_4) \sim 0,777 NH_4$

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,27 | 1,91 | 715 | 0,34 | 2,63 | 775 | -0,72 | 1,81 | 8,19 |
| 1998 | 0,21 | 1,39 | 676 | 0,40 | 3,12 | 785 | -1,74 | 2,24 | 8,36 |
| 1999 | 0,21 | 1,12 | 526 | 0,31 | 2,01 | 650 | -0,89 | 2,71 | 3,66 |
| 2000 | 0,17 | 1,41 | 820 | 0,28 | 2,76 | 972 | -1,35 | 2,48 | 4,26 |
| 2001 | 0,15 | 1,22 | 819 | 0,16 | 1,58 | 990 | -0,36 | 1,86 | 1,82 |
| 2002 | 0,12 | 1,02 | 877 | 0,17 | 1,65 | 985 | -0,63 | 2,43 | 2,91 |
| 2003 | 0,22 | 2,07 | 942 | 0,22 | 2,43 | 1085 | -0,37 | 3,06 | 3,10 |
| 2004 | 0,95 | 4,41 | 466 | 0,28 | 1,47 | 524 | 2,93 | 4,12 | 3,23 |
| 2005 | 0,21 | 0,72 | 351 | 0,26 | 1,04 | 396 | -0,31 | 2,41 | 1,80 |
| 2006 | 0,19 | 1,68 | 875 | 0,20 | 2,02 | 1006 | -0,34 | 3,62 | 3,05 |
| 2007 | 0,24 | 1,52 | 638 | 0,32 | 2,29 | 721 | -0,77 | 3,53 | 3,58 |
| 2008 | 0,21 | 1,18 | 568 | 0,23 | 1,56 | 677 | -0,38 | 2,91 | 2,62 |
| 2009 | 0,18 | 0,83 | 462 | 0,23 | 1,19 | 520 | -0,36 | 2,73 | 1,82 |
| 2010 | 0,10 | 1,27 | 1243 | 0,12 | 1,41 | 1154 | -0,14 | 3,12 | 2,09 |
| 2011 | 0,40 | 3,13 | 787 | 0,31 | 2,69 | 874 | 0,45 | 4,36 | 3,15 |
| 2012 | 0,40 | 0,49 | 124 | 0,65 | 1,00 | 155 | -0,51 | 2,26 | 2,06 |
| 2014 | 0,37 | 2,15 | 577 | 0,33 | 2,04 | 615 | 0,10 | 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 | 0,39 | 1,67 | 431 | 0,62 | 3,16 | 512 | -1,48 | 5,30 | 6,04 |
| 2016 | 0,16 | 1,36 | 840 | 0,23 | 2,24 | 978 | -0,88 | 5,94 | 4,26 |
| 2017 | 0,34 | 1,24 | 364 | 0,12 | 0,55 | 459 | 0,69 | 2,40 | 1,52 |
| 2018 | 0,07 | 0,61 | 829 | 0,31 | 2,71 | 860 | -2,10 | 2,79 | 2,39 |
| 2019 | 0,13 | 0,56 | 433 | 0,18 | 0,94 | 521 | -0,38 | 1,60 | 1,23 |
| 2020 | 0,11 | 0,93 | 835 | 0,21 | 1,85 | 882 | -0,91 | 1,98 | 1,81 |
| 2021 | 0,20 | 0,90 | 443 | 0,22 | 1,22 | 545 | -0,32 | 2,18 | 1,71 |
| 2022 | 0,09 | 0,67 | 732 | 0,06 | 0,51 | 806 | 0,16 | 1,60 | 2,23 |
| 2023 | 0,24 | 1,79 | 746 | 0,28 | 2,16 | 767 | -0,38 | 1,96 | 1,66 |
| Media | 0,24 | 1,43 | 658 | 0,27 | 1,85 | 739 | -0,42 | 2,91 | 3,15 |

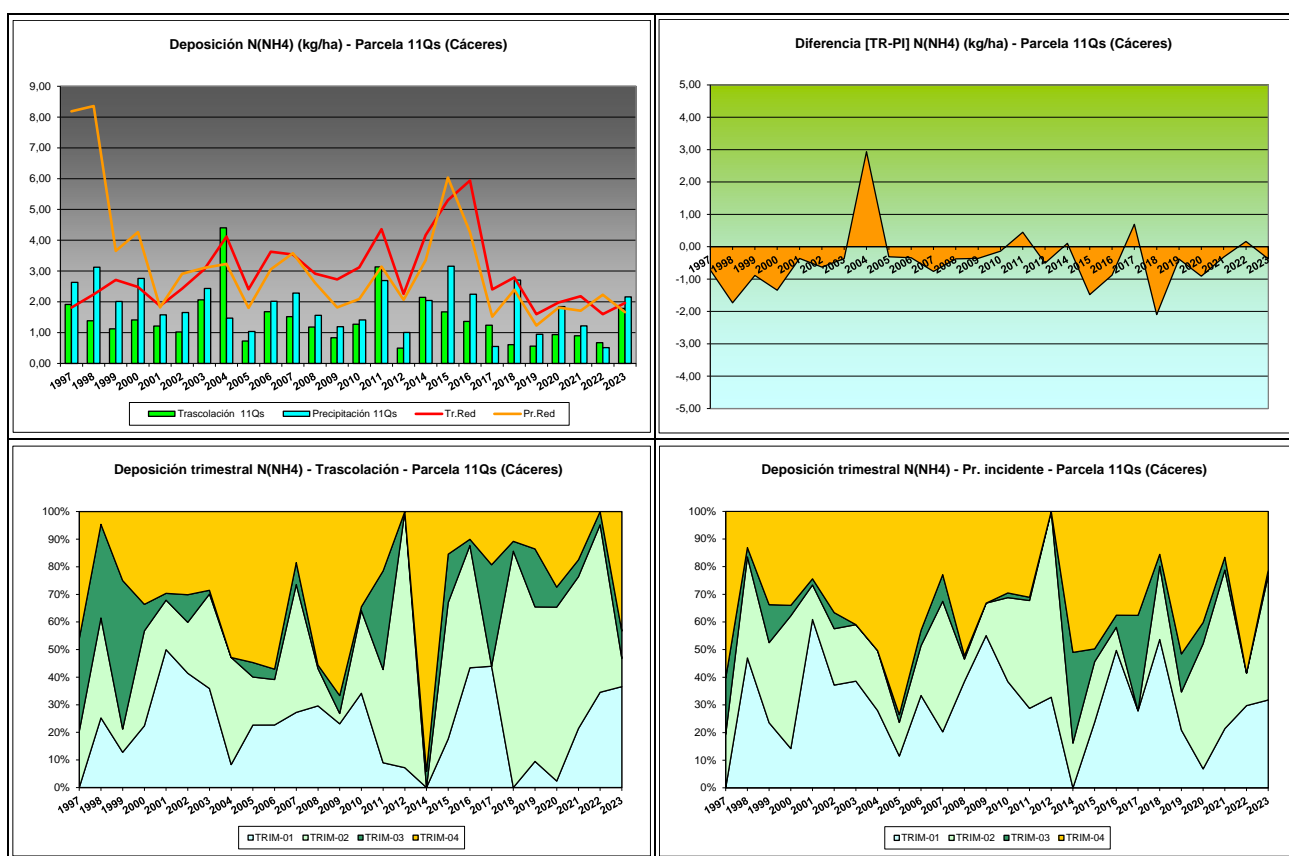


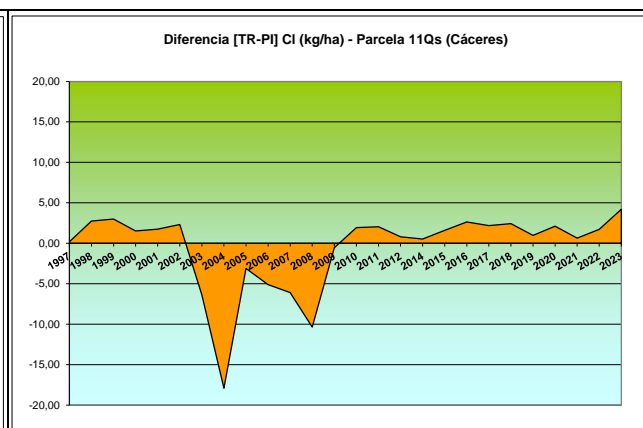
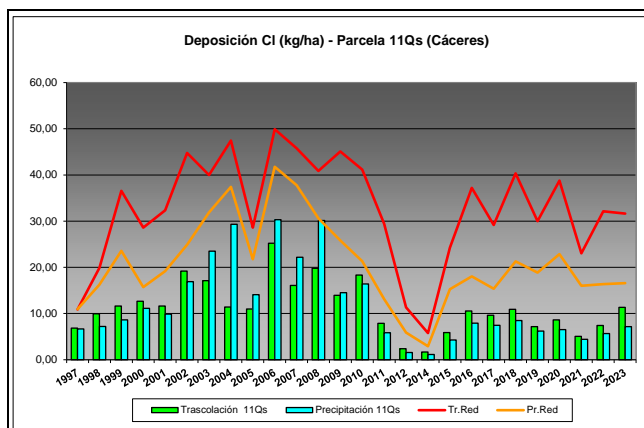
FIG 14: Variación temporal de deposición de Amonio, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.8. Cloro.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,96 | 6,83 | 715 | 0,86 | 6,65 | 775 | 0,18 | 10,88 | 10,93 |
| 1998 | 1,47 | 9,94 | 676 | 0,92 | 7,20 | 785 | 2,74 | 19,88 | 16,27 |

| 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) |
| 1999 | 2,21 | 11,63 | 526 | 1,33 | 8,64 | 650 | 2,99 | 36,56 | 23,56 |
| 2000 | 1,54 | 12,64 | 820 | 1,14 | 11,12 | 972 | 1,52 | 28,62 | 15,70 |
| 2001 | 1,42 | 11,62 | 819 | 1,00 | 9,88 | 990 | 1,74 | 32,37 | 19,20 |
| 2002 | 2,19 | 19,20 | 877 | 1,71 | 16,88 | 985 | 2,32 | 44,79 | 24,88 |
| 2003 | 1,82 | 17,12 | 942 | 2,17 | 23,49 | 1085 | -6,38 | 39,97 | 31,89 |
| 2004 | 2,45 | 11,42 | 466 | 5,60 | 29,34 | 524 | -17,92 | 47,45 | 37,43 |
| 2005 | 3,13 | 10,98 | 351 | 3,56 | 14,09 | 396 | -3,11 | 28,61 | 21,76 |
| 2006 | 2,88 | 25,21 | 875 | 3,01 | 30,32 | 1006 | -5,11 | 49,90 | 41,76 |
| 2007 | 2,52 | 16,07 | 638 | 3,07 | 22,17 | 721 | -6,10 | 45,78 | 37,79 |
| 2008 | 3,48 | 19,78 | 568 | 4,45 | 30,14 | 677 | -10,36 | 40,90 | 30,60 |
| 2009 | 3,02 | 13,95 | 462 | 2,79 | 14,51 | 520 | -0,55 | 45,08 | 25,80 |
| 2010 | 1,47 | 18,32 | 1243 | 1,42 | 16,39 | 1154 | 1,93 | 41,17 | 21,32 |
| 2011 | 1,00 | 7,86 | 787 | 0,67 | 5,82 | 874 | 2,04 | 29,44 | 13,12 |
| 2012 | 1,90 | 2,36 | 124 | 1,01 | 1,56 | 155 | 0,80 | 11,34 | 5,87 |
| 2014 | 0,29 | 1,65 | 577 | 0,18 | 1,13 | 615 | 0,52 | 5,78 | 2,90 |
| 2015 | 1,36 | 5,87 | 431 | 0,83 | 4,27 | 512 | 1,59 | 24,25 | 15,25 |
| 2016 | 1,25 | 10,53 | 840 | 0,81 | 7,90 | 978 | 2,63 | 37,19 | 18,03 |
| 2017 | 2,64 | 9,62 | 364 | 1,62 | 7,44 | 459 | 2,18 | 29,16 | 15,38 |
| 2018 | 1,32 | 10,91 | 829 | 0,99 | 8,49 | 860 | 2,42 | 40,34 | 21,30 |
| 2019 | 1,65 | 7,16 | 433 | 1,19 | 6,19 | 521 | 0,97 | 29,98 | 18,87 |
| 2020 | 1,03 | 8,61 | 835 | 0,74 | 6,50 | 882 | 2,11 | 38,79 | 22,86 |
| 2021 | 1,14 | 5,04 | 443 | 0,81 | 4,40 | 545 | 0,63 | 23,04 | 15,99 |
| 2022 | 1,01 | 7,39 | 732 | 0,70 | 5,67 | 806 | 1,72 | 32,15 | 16,37 |
| 2023 | 1,52 | 11,33 | 746 | 0,93 | 7,14 | 767 | 4,20 | 31,63 | 16,59 |
| Media | 1,79 | 11,27 | 658 | 1,67 | 11,82 | 739 | -0,55 | 32,50 | 20,82 |



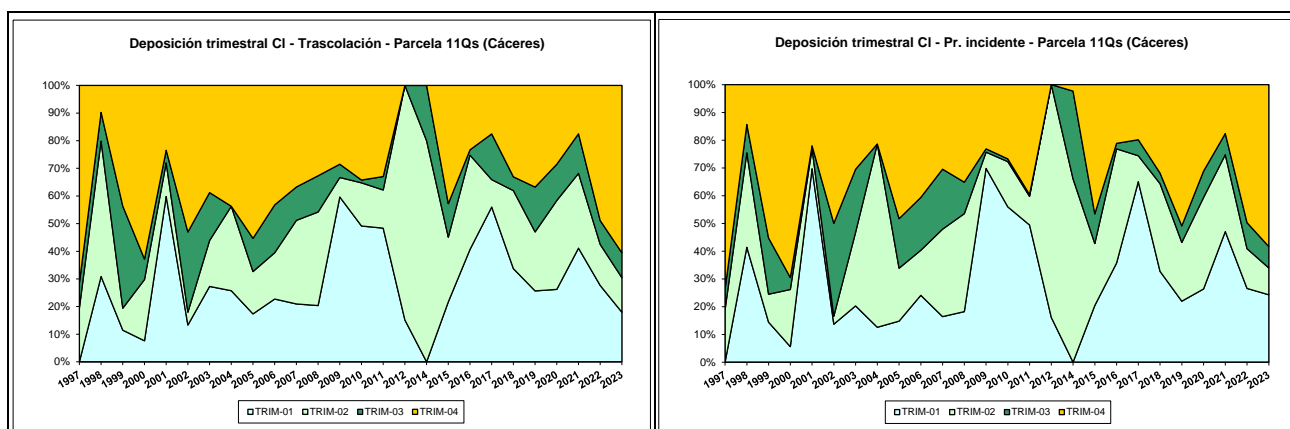


FIG 15: Variación temporal de deposición de Cl, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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 | Trascolución (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,22 | 1,60 | 715 | 0,17 | 1,32 | 775 | 0,28 | 2,24 | 2,13 |
| 1998 | 0,35 | 2,38 | 676 | 0,26 | 2,07 | 785 | 0,32 | 3,67 | 2,27 |
| 1999 | 0,37 | 1,94 | 526 | 0,41 | 2,66 | 650 | -0,71 | 4,43 | 2,94 |
| 2000 | 0,22 | 1,83 | 820 | 0,18 | 1,77 | 972 | 0,05 | 3,79 | 2,38 |
| 2001 | 0,24 | 1,98 | 819 | 0,14 | 1,41 | 990 | 0,57 | 3,51 | 2,09 |
| 2002 | 0,23 | 2,06 | 877 | 0,22 | 2,18 | 985 | -0,12 | 4,15 | 2,84 |
| 2003 | 0,26 | 2,48 | 942 | 0,20 | 2,18 | 1085 | 0,30 | 5,39 | 2,74 |
| 2004 | 0,63 | 2,96 | 466 | 0,34 | 1,80 | 524 | 1,16 | 6,93 | 3,28 |
| 2005 | 0,43 | 1,52 | 351 | 0,30 | 1,18 | 396 | 0,34 | 4,31 | 1,83 |
| 2006 | 0,28 | 2,48 | 875 | 0,20 | 2,00 | 1006 | 0,48 | 5,54 | 2,75 |
| 2007 | 0,46 | 2,94 | 638 | 0,29 | 2,07 | 721 | 0,87 | 5,06 | 2,96 |
| 2008 | 0,29 | 1,65 | 568 | 0,29 | 1,95 | 677 | -0,30 | 4,72 | 3,38 |
| 2009 | 0,35 | 1,62 | 462 | 0,24 | 1,24 | 520 | 0,38 | 3,87 | 1,87 |
| 2010 | 0,15 | 1,24 | 1243 | 0,12 | 1,38 | 1154 | -0,14 | 1,87 | 2,37 |
| 2011 | 0,52 | 4,09 | 787 | 0,52 | 4,50 | 874 | -0,41 | 7,76 | 4,61 |
| 2012 | 0,15 | 0,19 | 124 | 0,27 | 0,41 | 155 | -0,22 | 1,65 | 0,99 |
| 2014 | 0,06 | 0,36 | 577 | 0,19 | 1,17 | 615 | -0,81 | 2,54 | 1,43 |
| 2015 | 0,15 | 0,66 | 431 | 0,29 | 1,48 | 512 | -0,82 | 3,25 | 2,17 |
| 2016 | 0,05 | 0,40 | 840 | 0,12 | 1,18 | 978 | -0,79 | 3,58 | 1,83 |
| 2017 | 0,41 | 1,50 | 364 | 0,24 | 1,09 | 459 | 0,41 | 3,32 | 1,74 |
| 2018 | 0,09 | 0,72 | 829 | 0,15 | 1,29 | 860 | -0,57 | 3,41 | 2,08 |
| 2019 | 0,16 | 0,68 | 433 | 0,17 | 0,87 | 521 | -0,19 | 2,46 | 1,61 |
| 2020 | 0,10 | 0,84 | 835 | 0,14 | 1,27 | 882 | -0,44 | 2,02 | 1,64 |
| 2021 | 0,14 | 0,62 | 443 | 0,13 | 0,72 | 545 | -0,11 | 2,15 | 1,43 |
| 2022 | 0,06 | 0,45 | 732 | 0,10 | 0,82 | 806 | -0,37 | 2,09 | 1,49 |
| 2023 | 0,15 | 1,08 | 746 | 0,16 | 1,24 | 767 | -0,16 | 2,00 | 1,29 |
| Media | 0,25 | 1,55 | 658 | 0,22 | 1,59 | 739 | -0,04 | 3,68 | 2,24 |

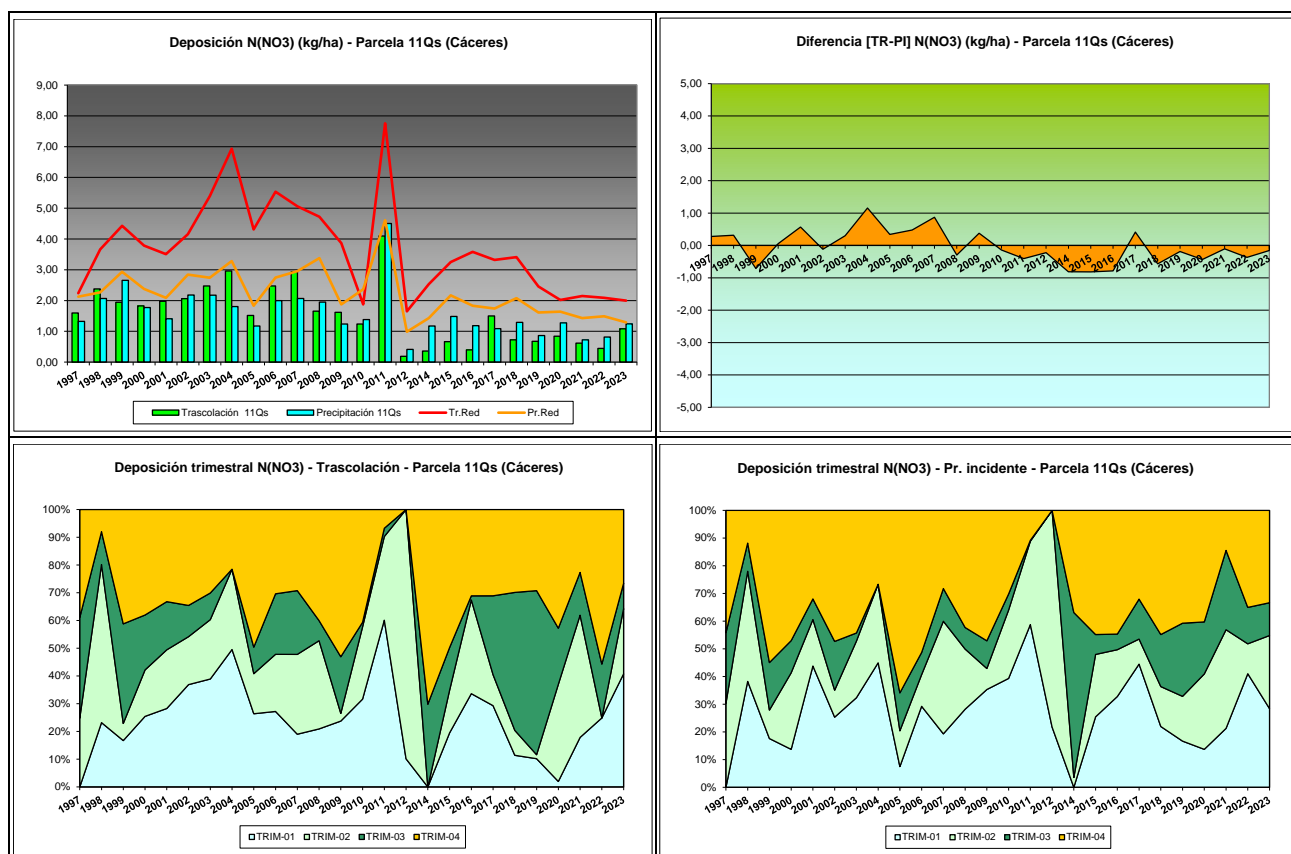


FIG 16: Variación temporal de deposición de nitratos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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 | Traslación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|------|------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 1997 | 0,34 | 2,44 | 715 | 0,31 | 2,42 | 775 | 0,02 | 3,00 | 3,70 |
| 1998 | 0,59 | 4,01 | 676 | 0,46 | 3,62 | 785 | 0,39 | 5,81 | 5,79 |
| 1999 | 0,57 | 2,97 | 526 | 0,66 | 4,31 | 650 | -1,33 | 7,17 | 6,35 |
| 2000 | 0,38 | 3,15 | 820 | 0,34 | 3,27 | 972 | -0,13 | 6,42 | 4,57 |
| 2001 | 0,38 | 3,15 | 819 | 0,34 | 3,39 | 990 | -0,25 | 5,68 | 4,11 |
| 2002 | 0,46 | 4,03 | 877 | 0,45 | 4,48 | 985 | -0,45 | 7,73 | 6,07 |
| 2003 | 0,37 | 3,47 | 942 | 0,32 | 3,47 | 1085 | 0,00 | 6,85 | 4,80 |
| 2004 | 0,60 | 2,79 | 466 | 0,54 | 2,81 | 524 | -0,01 | 8,72 | 5,84 |
| 2005 | 0,36 | 1,27 | 351 | 0,35 | 1,38 | 396 | -0,11 | 4,69 | 3,12 |
| 2006 | 0,31 | 2,68 | 875 | 0,28 | 2,86 | 1006 | -0,18 | 6,80 | 4,69 |
| 2007 | 0,43 | 2,72 | 638 | 0,41 | 2,97 | 721 | -0,25 | 7,24 | 5,12 |
| 2008 | 0,18 | 1,03 | 568 | 0,20 | 1,33 | 677 | -0,31 | 4,49 | 2,61 |
| 2009 | 0,34 | 1,59 | 462 | 0,31 | 1,61 | 520 | -0,03 | 4,67 | 3,32 |
| 2010 | 0,16 | 2,03 | 1243 | 0,18 | 2,08 | 1154 | -0,05 | 4,27 | 2,88 |
| 2011 | 0,47 | 3,72 | 787 | 0,45 | 3,91 | 874 | -0,19 | 5,93 | 4,57 |
| 2012 | 0,26 | 0,32 | 124 | 0,27 | 0,42 | 155 | -0,10 | 1,84 | 1,35 |
| 2014 | 0,21 | 1,18 | 577 | 0,35 | 2,16 | 615 | -0,98 | 2,14 | 2,00 |

| 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 | 0,31 | 1,32 | 431 | 0,34 | 1,76 | 512 | -0,44 | 3,56 | 2,95 |
| 2016 | 0,16 | 1,32 | 840 | 0,16 | 1,55 | 978 | -0,23 | 4,08 | 2,76 |
| 2017 | 0,35 | 1,28 | 364 | 0,37 | 1,68 | 459 | -0,40 | 4,28 | 2,71 |
| 2018 | 0,28 | 2,32 | 829 | 0,24 | 2,10 | 860 | 0,22 | 4,28 | 3,39 |
| 2019 | 0,24 | 1,06 | 433 | 0,27 | 1,42 | 521 | -0,36 | 3,75 | 3,13 |
| 2020 | 0,22 | 1,85 | 835 | 0,19 | 1,66 | 882 | 0,19 | 3,59 | 3,24 |
| 2021 | 0,18 | 0,81 | 443 | 0,19 | 1,03 | 545 | -0,22 | 2,60 | 2,69 |
| 2022 | 0,17 | 1,24 | 732 | 0,18 | 1,48 | 806 | -0,24 | 3,19 | 2,67 |
| 2023 | 0,19 | 1,41 | 746 | 0,19 | 1,47 | 767 | -0,06 | 3,07 | 2,32 |
| Media | 0,33 | 2,12 | 658 | 0,32 | 2,33 | 739 | -0,21 | 4,84 | 3,72 |

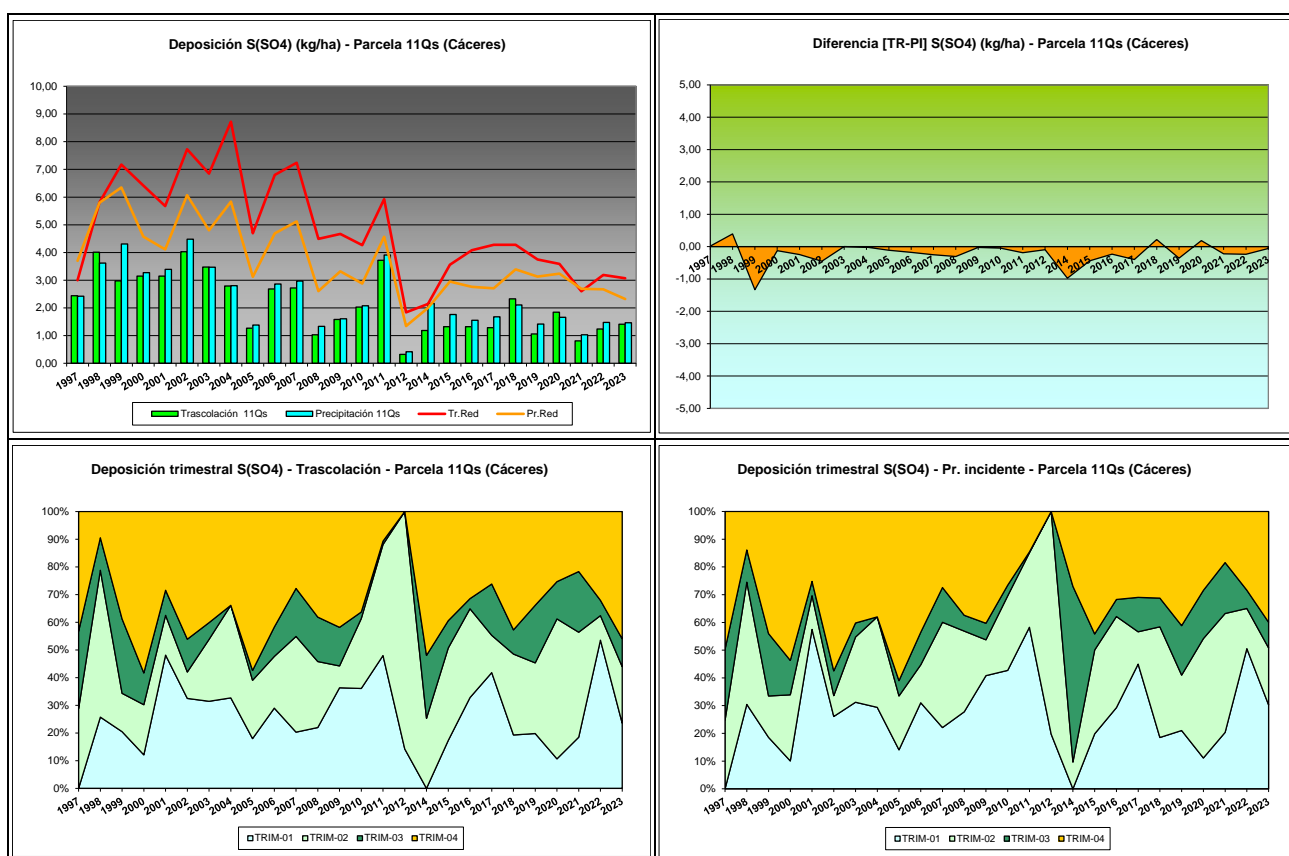


FIG 17: Variación temporal de deposición de sulfatos, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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 | | | 715 | | | 775 | | |
| 1998 | | | 676 | | | 785 | | |
| 1999 | 212,61 | | 526 | 247,64 | | 650 | 258,14 | 255,59 |

| 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 |
| 2000 | 117,52 | | 820 | 118,95 | | 972 | 157,24 | 154,47 |
| 2001 | 58,86 | | 819 | 44,38 | | 990 | 76,17 | 54,64 |
| 2002 | 114,40 | | 877 | 92,00 | | 985 | 169,83 | 139,42 |
| 2003 | 5,70 | | 942 | 3,34 | | 1085 | 21,95 | 10,18 |
| 2004 | 70,94 | | 466 | 53,25 | | 524 | 109,89 | 117,44 |
| 2005 | 34,56 | | 351 | 27,70 | | 396 | 76,86 | 45,33 |
| 2006 | 36,33 | | 875 | 24,32 | | 1006 | 105,76 | 56,48 |
| 2007 | 31,19 | | 638 | 25,51 | | 721 | 59,09 | 37,75 |
| 2008 | 64,61 | | 568 | 14,34 | | 677 | 71,35 | 40,35 |
| 2009 | 31,48 | | 462 | 11,68 | | 520 | 68,62 | 36,01 |
| 2010 | 58,71 | | 1243 | 39,20 | | 1154 | 86,39 | 49,13 |
| 2011 | 76,83 | | 787 | 45,68 | | 874 | 75,33 | 49,79 |
| 2012 | | | 124 | | | 155 | 19,53 | 10,46 |
| 2014 | 118,85 | | 577 | 68,50 | | 615 | 136,23 | 120,02 |
| 2015 | 59,76 | | 431 | 36,25 | | 512 | 114,70 | 71,81 |
| 2016 | 60,08 | | 840 | 72,57 | | 978 | 108,18 | 61,70 |
| 2017 | 62,32 | | 364 | 54,35 | | 459 | 132,93 | 56,84 |
| 2018 | 76,44 | | 829 | 21,70 | | 860 | 94,72 | 48,11 |
| 2019 | 68,64 | | 433 | 40,75 | | 521 | 101,80 | 58,32 |
| 2020 | 60,51 | | 835 | 28,77 | | 882 | 86,06 | 49,71 |
| 2021 | 59,18 | | 443 | 23,62 | | 545 | 117,39 | 82,82 |
| 2022 | 60,49 | | 732 | 30,66 | | 806 | 105,33 | 59,15 |
| 2023 | 64,31 | | 746 | 15,14 | | 767 | 90,82 | 45,63 |
| Media | 69,75 | | 658 | 49,58 | | 739 | 101,85 | 71,30 |

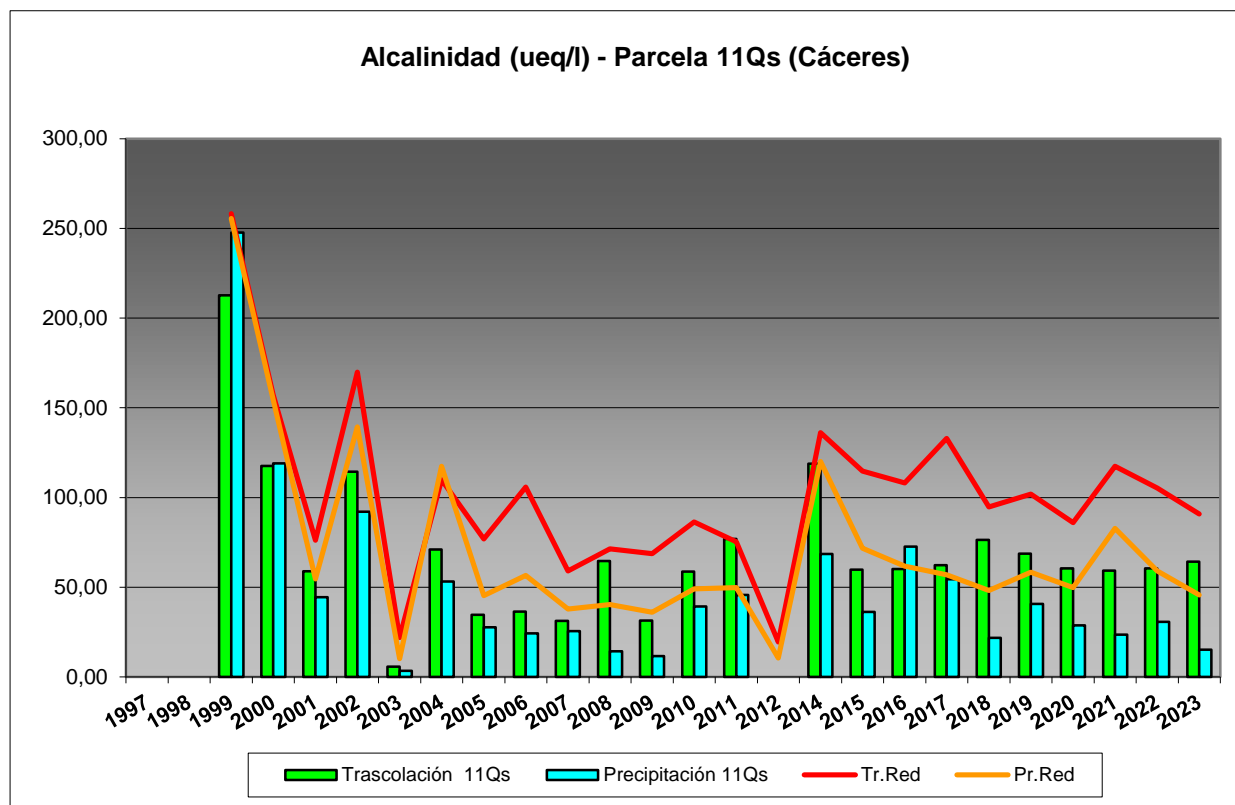
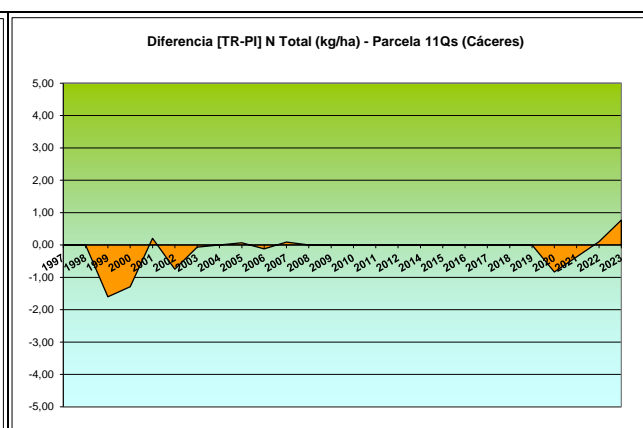
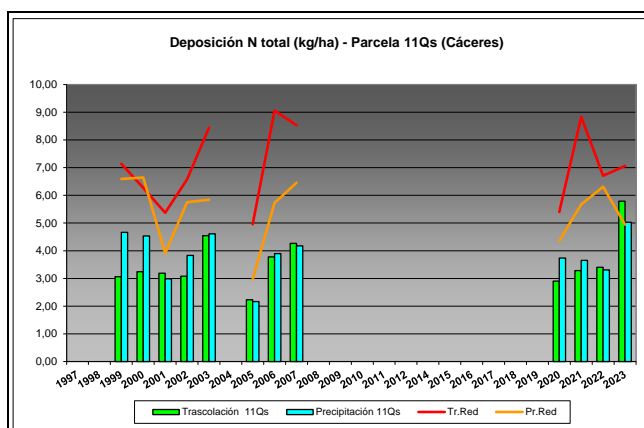


FIG 18: Variación temporal de la alcalinidad.

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 | | | 715 | | | 775 | | | |
| 1998 | | | 676 | | | 785 | | | |
| 1999 | 0,58 | 3,06 | 526 | 0,72 | 4,67 | 650 | -1,60 | 7,14 | 6,59 |
| 2000 | 0,40 | 3,24 | 820 | 0,47 | 4,53 | 972 | -1,29 | 6,27 | 6,64 |
| 2001 | 0,39 | 3,19 | 819 | 0,30 | 2,99 | 990 | 0,21 | 5,37 | 3,91 |
| 2002 | 0,35 | 3,08 | 877 | 0,39 | 3,83 | 985 | -0,75 | 6,58 | 5,75 |
| 2003 | 0,48 | 4,54 | 942 | 0,42 | 4,61 | 1085 | -0,07 | 8,44 | 5,84 |
| 2004 | | | 466 | | | 524 | | | |
| 2005 | 0,64 | 2,23 | 351 | 0,55 | 2,16 | 396 | 0,07 | 4,96 | 2,97 |
| 2006 | 0,43 | 3,78 | 875 | 0,39 | 3,90 | 1006 | -0,12 | 9,06 | 5,73 |
| 2007 | 0,67 | 4,26 | 638 | 0,58 | 4,17 | 721 | 0,09 | 8,53 | 6,45 |
| 2008 | | | 568 | | | 677 | | | |
| 2009 | | | 462 | | | 520 | | | |
| 2010 | | | 1243 | | | 1154 | | | |
| 2011 | | | 787 | | | 874 | | | |
| 2012 | | | 124 | | | 155 | | | |
| 2014 | | | 577 | | | 615 | | | |
| 2015 | | | 431 | | | 512 | | | |
| 2016 | | | 840 | | | 978 | | | |
| 2017 | | | 364 | | | 459 | | | |
| 2018 | | | 829 | | | 860 | | | |
| 2019 | | | 433 | | | 521 | | | |
| 2020 | 0,35 | 2,90 | 835 | 0,42 | 3,74 | 882 | -0,84 | 5,40 | 4,36 |
| 2021 | 0,74 | 3,28 | 443 | 0,67 | 3,65 | 545 | -0,37 | 8,83 | 5,67 |
| 2022 | 0,47 | 3,41 | 732 | 0,41 | 3,31 | 806 | 0,10 | 6,71 | 6,31 |
| 2023 | 0,78 | 5,79 | 746 | 0,66 | 5,02 | 767 | 0,77 | 7,06 | 4,94 |
| Media | 0,52 | 3,56 | 658 | 0,50 | 3,88 | 739 | -0,32 | 7,03 | 5,43 |



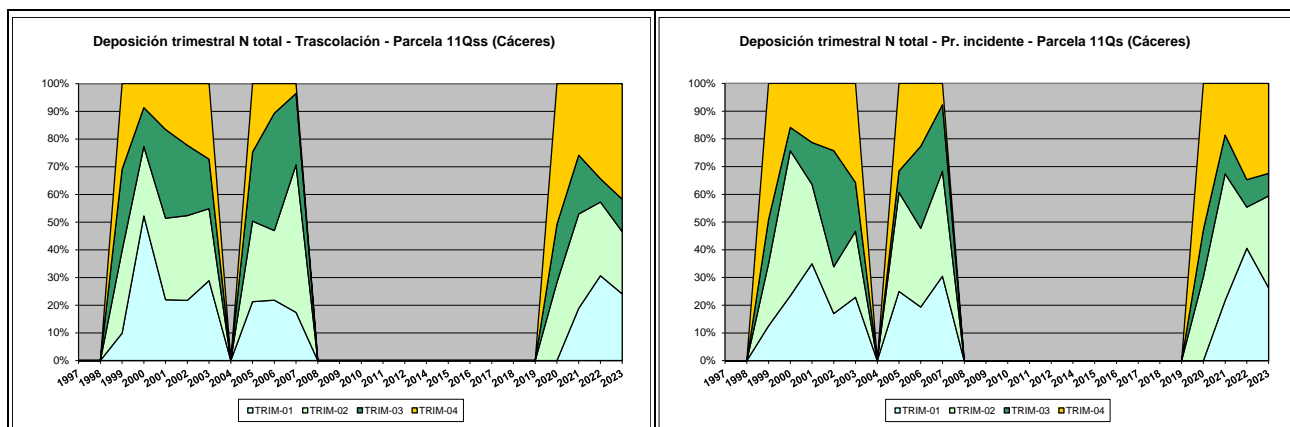


FIG 19: Variación temporal de deposición de Ntotal, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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 | 61,45 | | 835 | 56,86 | | 882 | 54,88 | 57,75 |
| 2021 | 38,08 | | 443 | 31,53 | | 545 | 48,33 | 66,04 |
| 2022 | 33,18 | | 732 | 73,21 | | 806 | 45,72 | 59,49 |
| 2023 | 40,50 | | 746 | 64,51 | | 767 | 53,85 | 59,36 |
| Media | 43,30 | | 689 | 56,53 | | 750 | 50,70 | 60,66 |

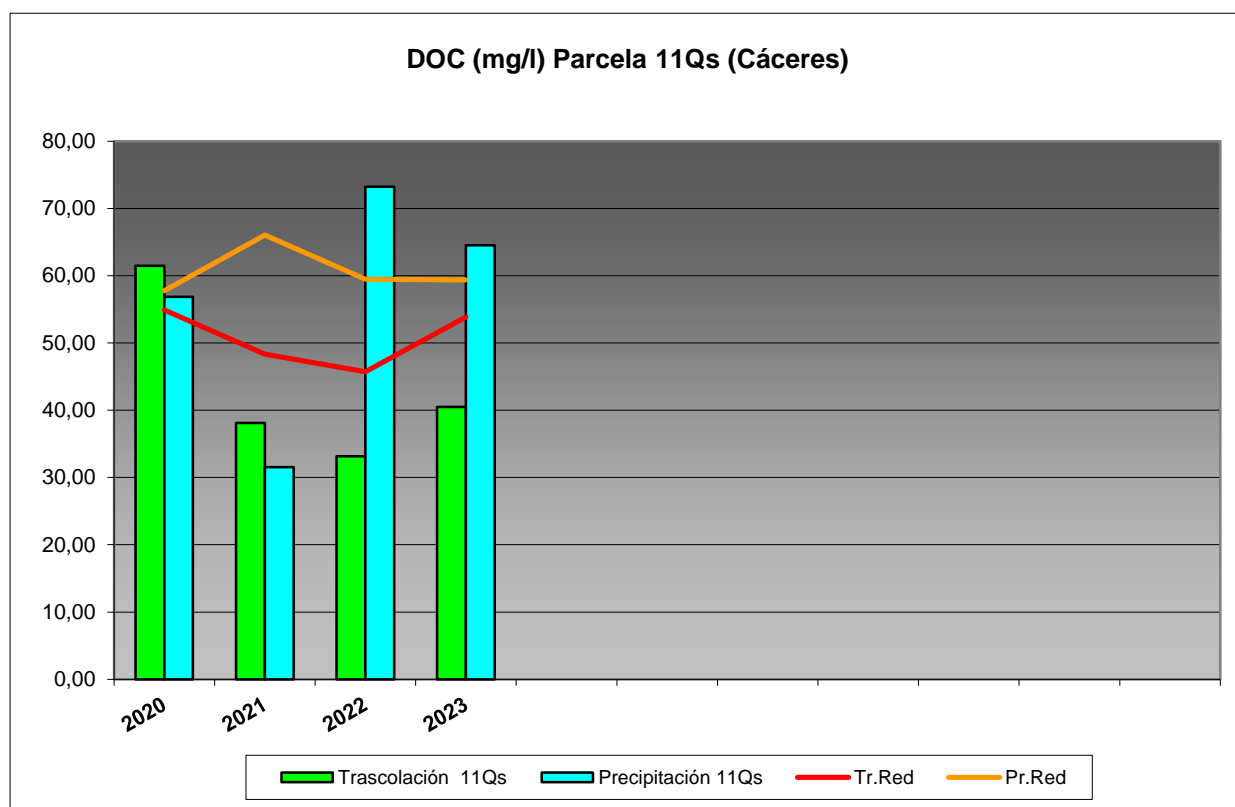


FIG 20: Variación temporal de DOC.

5.14. Aluminio.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------------|---------------|---------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2020 | 0,04 | 0,32 | 835 | 0,02 | 0,20 | 882 | 0,12 | 0,38 | 0,25 |
| 2021 | 0,04 | 0,16 | 443 | 0,02 | 0,12 | 545 | 0,03 | 0,28 | 0,19 |
| 2022 | 0,00 | 0,00 | 732 | 0,00 | 0,00 | 806 | 0,00 | 0,05 | 0,11 |
| 2023 | 0,02 | 0,18 | 746 | 0,01 | 0,05 | 767 | 0,12 | 0,25 | 0,08 |
| Media | 0,02 | 0,16 | 689 | 0,01 | 0,09 | 750 | 0,07 | 0,24 | 0,16 |

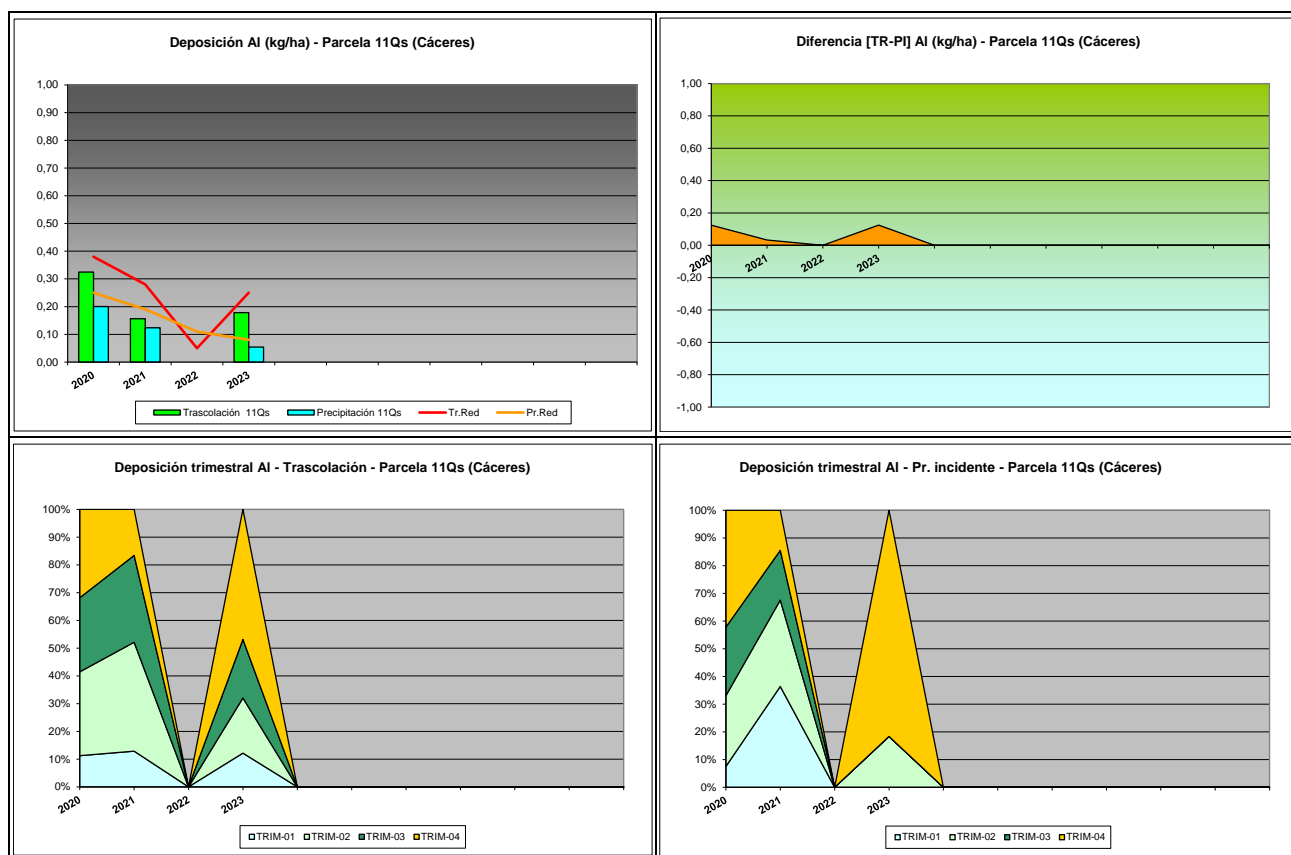


FIG 21: Variación temporal de deposición de Al, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

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 | 0,03 | 0,25 | 835 | 0,01 | 0,04 | 882 | 0,21 | 0,21 | 0,05 |
| 2021 | 0,03 | 0,14 | 443 | 0,01 | 0,05 | 545 | 0,09 | 0,17 | 0,04 |
| 2022 | 0,01 | 0,10 | 732 | 0,00 | 0,04 | 806 | 0,07 | 0,21 | 0,05 |

| 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) |
| 2023 | 0,03 | 0,19 | 746 | 0,01 | 0,05 | 767 | 0,14 | 0,26 | 0,05 |
| Media | 0,03 | 0,17 | 689 | 0,01 | 0,04 | 750 | 0,13 | 0,21 | 0,05 |

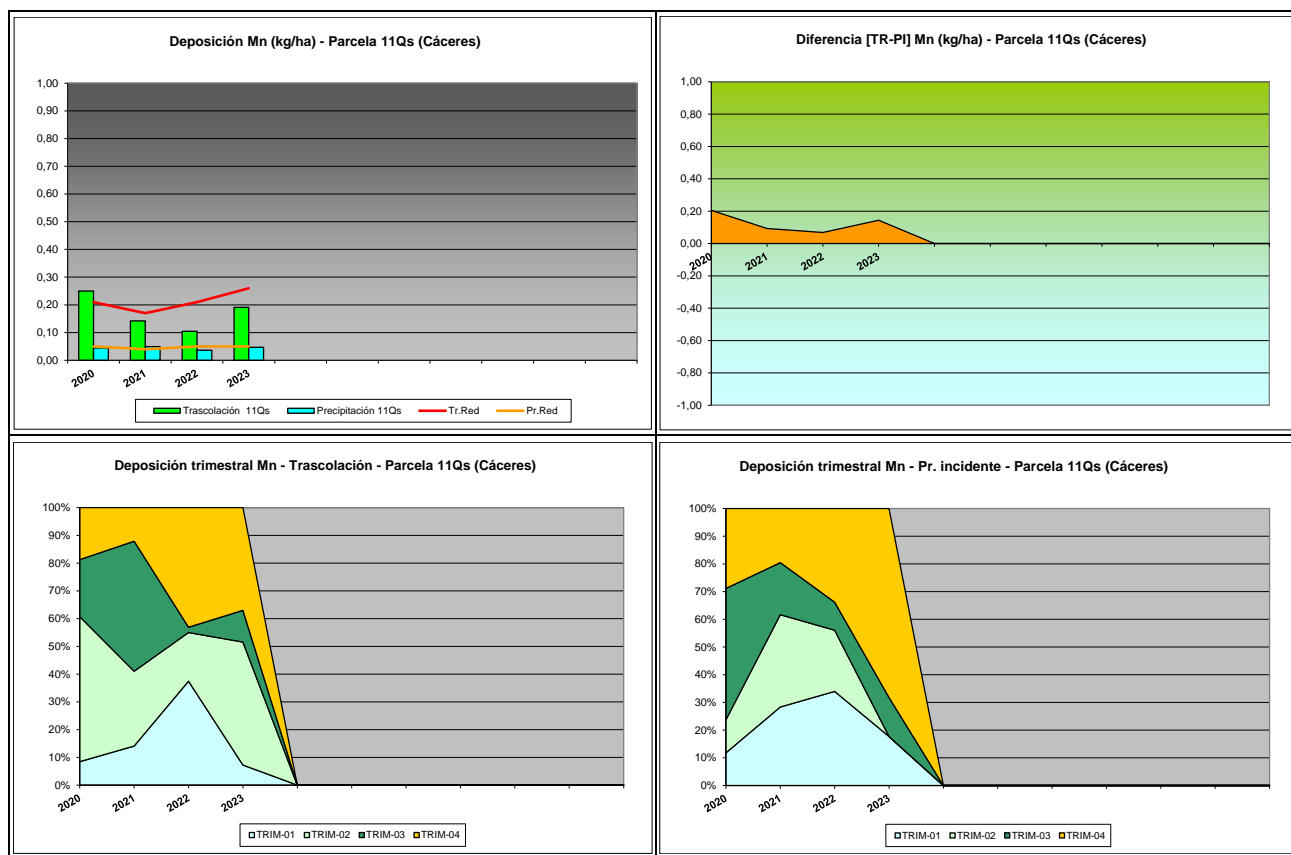


FIG 22: Variación temporal de deposición de Mn, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.16. Hierro.

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

| Año | Trascolación (Tr) | | | Precipitación incidente (Pi) | | | Difer. TR-PI (kg/ha) | Media Red | |
|-------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|------------------|------------------|
| | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | Med.pd (mg/l) | Depos. (kg/ha) | Precipit. (mm) | | Trasc (kg/ha) | P.inc (kg/ha) |
| 2020 | 0,03 | 0,23 | 835 | 0,01 | 0,06 | 882 | 0,16 | 0,15 | 0,08 |
| 2021 | 0,02 | 0,07 | 443 | 0,01 | 0,04 | 545 | 0,03 | 0,11 | 0,14 |
| 2022 | 0,01 | 0,08 | 732 | 0,01 | 0,05 | 806 | 0,04 | 0,12 | 0,06 |
| 2023 | 0,01 | 0,11 | 746 | 0,00 | 0,03 | 767 | 0,08 | 0,13 | 0,04 |
| Media | 0,02 | 0,12 | 689 | 0,01 | 0,04 | 750 | 0,08 | 0,13 | 0,08 |

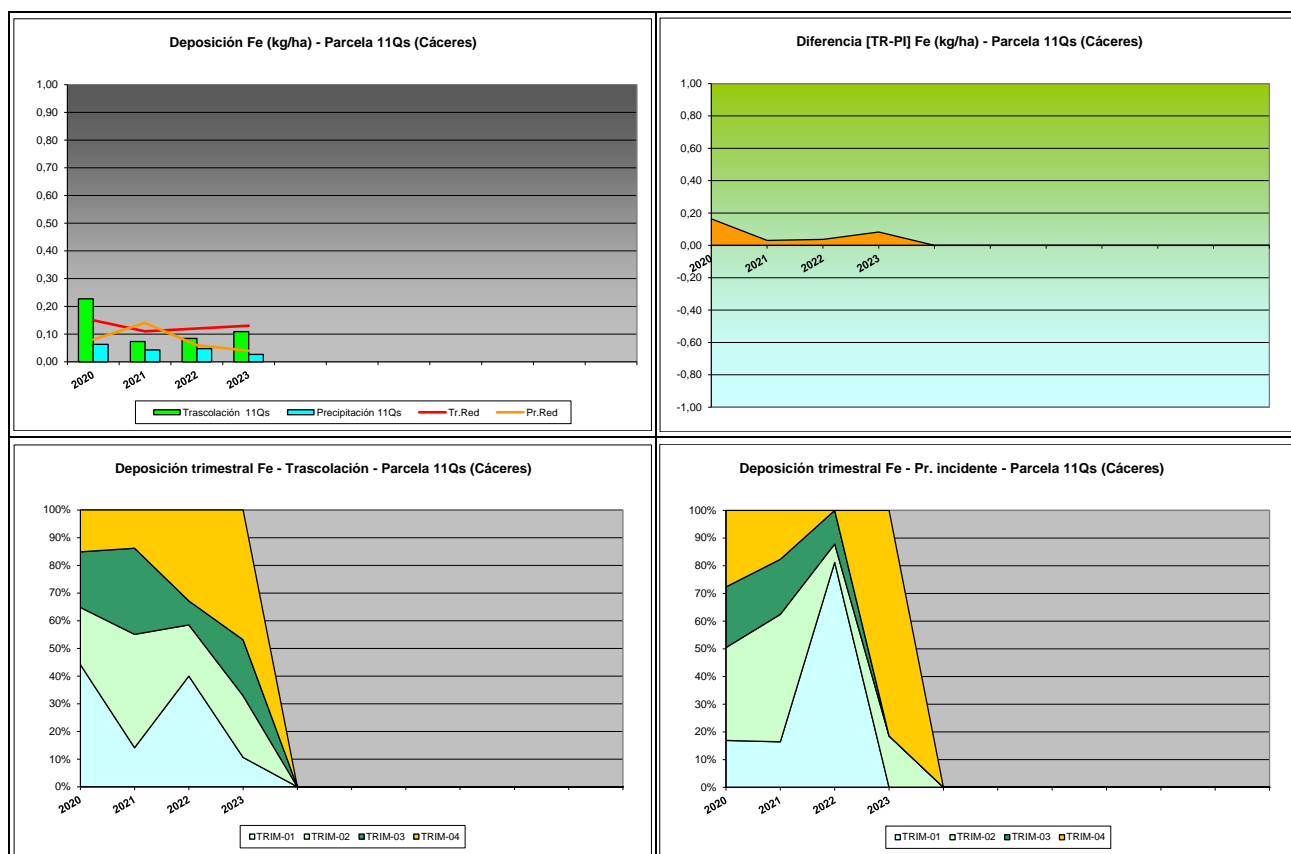


FIG 23: Variación temporal de deposición de Fe, diferencia TR-PI, distribución anual de la deposición por trimestres

5.17. Interpretación de resultados.

En cuanto a la deposición atmosférica y por lo que se refiere a la parcela 11Qs, cabe destacar:

Se observa una gran estabilidad del valor de **pH** a lo largo de los años analizados, situándose por regla general en torno a los valores de 6, generalmente un poco por debajo de los valores medios de la Red y sin que se adviertan grandes diferencias en torno a los valores bajo cubierta y a cielo abierto, en lo que supone una tendencia bastante estable a lo largo de los últimos años, con un ligero incremento durante el último año tras el mínimo local de 2022, mientras disminuyen los episodios de lo que podría considerarse “lluvia ácida”, que no se advierten a lo largo de 2023 y lejos del episodio de fuerte acidificación obtenido durante 2018.

Durante la revisión del año en curso se ha obtenido un valor de la precipitación total próxima a los 770 mm, próxima a los valores medios de la estación. El valor de la intercepción bajo cubierta se sitúa en el entorno del 12%.

Por lo que se refiere a la **conductividad**, se advierten valores notablemente inferiores a los medios de la Red, más elevada en la traslación, sin que por regla general se superen los 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y que tras el máximo local de 2008, tienden a situarse en valores muy estables en los últimos años en torno a 10-20 $\mu\text{S}/\text{cm}$, con un ligero incremento durante el último año y con valores generalmente superiores en traslación, seguramente debido al efecto de la fracción seca de la deposición.

En cuanto al **potasio**, se registra un acusado incremento del aporte, tras el mínimo local de 2021, superándose el umbral de 20 kg/ha bajo cubierta, con valores a campo abierto mucho menores y más estables

a lo largo del tiempo, sin que apenas se superen los 2 kg/ha durante los últimos años de forma que se alcanzan uno de los mayores valores bajo cubierta de la serie histórica analizada. Los valores de trascolación son siempre considerablemente superiores a los obtenidos a campo abierto lo que pondría de manifiesto el papel jugado por la deposición seca o depósito sobre las hojas y ramillas de los árboles. Durante el último año destaca el aporte habido durante la primavera.

El **calcio** presenta sus máximos concentrados en torno a 2003-2004, siendo más atenuada la diferencia entre las dos vías de entrada, reduciéndose apreciablemente los aportes durante el último año, sin llegar a superar los 10 kg/ha. En la mayoría de los casos, el depósito de calcio resulta ser mayor a campo abierto que bajo cubierta, tendencia que se invierte a lo largo de los últimos años.

Por lo que respecta al **magnesio**, elemento también de aporte terrígeno, se han registrado tasas en general bajas en torno a 2 kg/ha y por debajo de los valores medios de la Red, superando normalmente los valores correspondientes a la trascolación las tasas obtenidas a cielo abierto, con las solas excepciones de 2004 y 2012, advirtiéndose un incremento de la trascolación a lo largo del último año, mientras que los valores obtenidos a campo abierto permanecen más estables.

El **sodio**, elemento procedente en gran parte del aporte de sal marina, presenta en general valores muy por debajo de la media de la Red, registrándose las mayores deposiciones en 2010-2011, sin demasiadas variaciones entre trascolación y precipitación a campo abierto, excepto por lo que se refiere a los valores de 2011, lo que indicaría una escasa influencia de la deposición seca para este soluto. Durante el último año se mantienen en niveles ligeramente superiores a los del año precedente y los mayores aportes han tenido lugar durante el otoño para las dos vías de entrada al ecosistema.

El **amonio**, cuyo origen es básicamente agrícola y ganadero, no registra tampoco una gran incidencia en esta parcela sin que se suelen superar los 2 kg/ha, advirtiéndose las mayores tasas en 2004 y 2011, y que se incrementa apreciablemente durante el último año sobre todo por lo que al depósito bajo cubierta se refiere que no alcanzaba un nivel similar desde 2014, a medida que continúa la actividad ganadera en la finca, pero en niveles inferiores a los habidos durante los primeros años de evaluación en que había ganado permanentemente estabulado, mientras que en la actualidad se alternan temporadas de montanera con otras de inactividad. Como suele ser habitual en este contaminante, las tasas obtenidas a campo abierto son mayores que bajo cubierta.

Por lo que respecta al **cloro**, muy influido también por la influencia de la sal marina, se registran también las mayores tasas en torno a 2003-2008 con una reducción a partir de ese momento y con mayor incidencia en la deposición a campo abierto que bajo cubierta. Se ha advertido también un incremento sostenido de este soluto desde el mínimo de 2012-2014, incrementándose ligeramente respecto al año anterior, sin que apenas se sobrepasen los 10 kg/ha en trascolación, siempre por debajo de los valores medios de la Red y con un comportamiento creciente desde el mínimo local de 2021. Tras un primer periodo, en el que las deposiciones a campo abierto superaban a las obtenidas bajo cubierta, durante la segunda mitad de la serie este comportamiento tiende a invertirse. Durante el último año los mayores aportes se han producido a lo largo del otoño.

Las tasas de deposición de **nitratos** son en general inferiores a la media de la Red, con los mayores valores en 2011 aunque sin llegar a superar los 5 kg/ha, y un aporte en general inferior a lo largo de los últimos años, en los que se han registrado mayores niveles a campo abierto, siempre en el entorno de 1 kg/ha incrementándose ligeramente respecto al mínimo local de 2022.

Se advierte un comportamiento similar en los **sulfatos**: tasas inferiores a la media de la Red con un cierto repunte en 2011 y escasa diferencia entre las dos vías de entrada al sistema, que van decantándose hacia la precipitación incidente en los últimos años, manteniendo un comportamiento muy estable a lo largo

del último periodo de la serie, con un ligero incremento a lo largo del último año, en niveles inferiores a 1,50 kg/ha.

Por lo que respecta a la **alcalinidad**, se advierten en general valores inferiores a las medias de la Red, superiores bajo cubierta arbórea, con una tendencia progresivamente descendente desde los valores más altos habidos al comienzo de la serie histórica, por encima de 200 $\mu\text{eq/l}$ y una situación bastante estable durante los últimos años, en el entorno de los 50-75 $\mu\text{eq/l}$, con una ligera pero sostenida disminución del parámetro a lo largo del último tramo de la serie.

Desde 2020 se retoma el análisis del **nitrógeno total**, interrumpido en 2007, y que se sitúa en el entorno de los 3-4 kg/ha, con mayores tasas a campo abierto, tendencia esta que se interrumpe durante 2023 en que se registran los mayores depósitos de la serie, por encima de los 5 kg/ha en ambas vías de entrada al sistema. Se han analizado también el **carbono orgánico disuelto** que se reduce ligeramente a campo abierto mientras se incrementa bajo cubierta durante el último año; **aluminio, manganeso y hierro**, también con aportes mayores bajo arbolado y en tasas traza en todos los casos, sin superar 0,3 kg/ha, incrementándose también ligeramente respecto a la revisión anterior.

Atendiendo al reparto estacional de la deposición, los mayores aportes se producen en otoño, seguido por la primavera; en lo que posiblemente intervenga también el régimen de precipitaciones de la parcela.

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 $\mu\text{g/m}^3$) 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 $\mu\text{g/m}^3$ |
| NO ₂ | Promedio anual. Nivel crítico Mapping Manual ICP-2010 | 30 $\mu\text{g/m}^3$ |
| NH ₃ | Promedio Anual. Protección líquenes y briofitos | 1 $\mu\text{g/m}^3$ |
| | Promedio Anual. Protección plantas superiores | 2-4 $\mu\text{g/m}^3$ |

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

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

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

| Año | Parcela | | | | Media Red | | | |
|-------|---|---|---|-------------------------|---|---|---|-------------------------|
| | SO ₂ (µg/m ³) | NO ₂ (µg/m ³) | NH ₃ (µg/m ³) | O ₃ (ppb) | SO ₂ (µg/m ³) | NO ₂ (µg/m ³) | NH ₃ (µg/m ³) | O ₃ (ppb) |
| 2000 | 1,40 | 2,08 | 2,30 | 32,97 | 2,45 | 2,91 | 2,49 | 34,34 |
| 2001 | 2,14 | 1,77 | 2,54 | 36,98 | 3,01 | 2,51 | 2,13 | 38,48 |
| 2002 | 0,48 | 0,55 | 1,83 | 31,16 | 0,95 | 0,75 | 1,57 | 32,70 |
| 2003 | 0,55 | 0,62 | 2,08 | 29,80 | 1,05 | 1,07 | 2,87 | 30,03 |
| 2004 | 0,52 | 0,69 | 3,41 | 24,37 | 1,47 | 1,34 | 2,69 | 25,36 |
| 2005 | | | | | | | | |
| 2006 | 0,61 | 0,68 | 1,11 | 26,90 | 1,41 | 1,27 | 1,12 | 27,74 |
| 2007 | 0,71 | 0,91 | 1,42 | 25,64 | 1,49 | 1,45 | 1,44 | 27,36 |
| 2008 | 0,52 | 0,75 | 0,71 | 25,46 | 0,82 | 1,32 | 0,93 | 27,18 |
| 2009 | | | | | 1,06 | 2,89 | 1,30 | 36,30 |
| 2010 | 0,88 | 2,26 | 0,92 | 39,03 | 1,29 | 3,38 | 1,00 | 37,54 |
| 2011 | 0,89 | | | | 1,50 | | 0,48 | |
| 2012 | 0,61 | 1,64 | 0,70 | 33,94 | 1,60 | 3,25 | 0,85 | 38,79 |
| 2014 | 0,82 | 2,00 | 1,03 | 27,83 | 1,44 | 3,35 | 1,11 | 29,51 |
| 2015 | 0,83 | 2,38 | 1,05 | 22,14 | 1,32 | 3,73 | 1,24 | 26,27 |
| 2016 | 0,98 | 2,11 | 1,11 | 26,38 | 1,12 | 3,37 | 1,28 | 28,68 |
| 2017 | 0,69 | 1,64 | 1,32 | 29,04 | 1,00 | 3,57 | 1,47 | 30,55 |
| 2018 | 1,04 | 2,16 | 1,65 | 22,89 | 1,32 | 3,02 | 1,85 | 27,00 |
| 2019 | 0,86 | 2,11 | 1,57 | 21,34 | 1,11 | 2,98 | 1,85 | 24,94 |
| 2020 | 0,57 | 1,72 | 1,62 | 18,91 | 0,73 | 2,73 | 1,98 | 23,42 |
| 2021 | 0,65 | 1,91 | 1,67 | 21,77 | 0,76 | 2,63 | 1,47 | 25,19 |
| 2022 | 0,49 | 1,96 | 1,78 | 17,38 | 0,68 | 2,88 | 1,75 | 21,13 |
| 2023 | 0,35 | 1,97 | 2,04 | 22,39 | 0,50 | 2,58 | 2,06 | 22,45 |
| 2024 | 0,78 | 1,76 | 1,51 | 19,06 | 0,94 | 2,35 | 1,60 | 22,14 |
| Media | 0,79 | 1,60 | 1,59 | 26,45 | 1,26 | 2,52 | 1,59 | 28,99 |

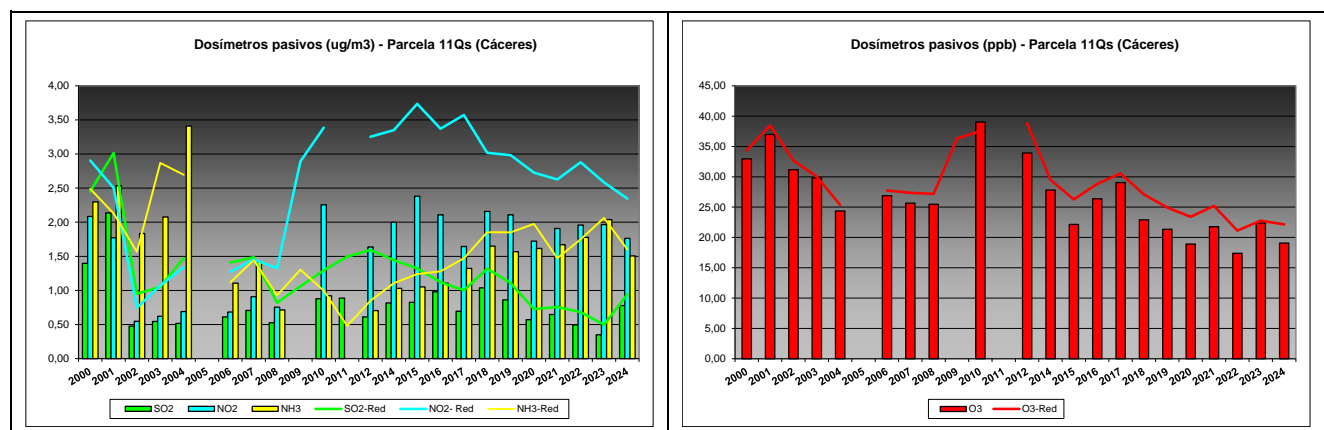


FIG 24: Variación temporal de inmisión por dosímetros

En cuanto a los registros obtenidos en los dosímetros, se advierte un patrón ya observado en otras parcelas: influencia grande de los compuestos nitrogenados, de los que destaca el amoníaco a lo largo de la primera mitad de la serie para ser sustituido por los óxidos de nitrógeno en la fase final, manteniéndose generalmente por debajo de los valores medios de la Red, y una ligera reducción de los niveles de ozono tras

el incremento observado desde 2015. Como en otras parcelas, y salvo por lo que se refiere a la protección de líquenes por amonio, no se han superado los umbrales de referencia descritos, alcanzándose esporádicamente los valores de referencia inferiores para plantas superiores. Durante la última revisión se advierte una ligera reducción en las tasas de los contaminantes nitrogenados, un marcado incremento de los óxidos de azufre y un repunte del ozono, tras el mínimo histórico de la revisión anterior.

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 | 04 Qs | Gerona | 9,00 | 23,09 | 1,61 | 1,51 | 4,80 | 1,58 | 7,13 | |
| | 11 Qs | Cáceres | 9,00 | 15,17 | 1,08 | 1,25 | 4,93 | 2,55 | 7,59 | |
| | 17 Qs | Cádiz | 8,00 | 16,87 | 1,35 | 0,74 | 6,62 | 1,74 | 8,01 | |
| | <i>Q. suber</i> | Red | 8,67 | 18,38 | 1,35 | 1,17 | 5,45 | 1,96 | 7,58 | |
| 1997-1998 | 04 Qs | Gerona | 8,00 | 13,52 | 1,09 | 1,45 | 9,54 | 1,63 | 6,05 | |
| | 11 Qs | Cáceres | | | | | | | | |
| | 17 Qs | Cádiz | 12,00 | 13,98 | 1,01 | 0,69 | 7,83 | 1,62 | 6,01 | |
| | <i>Q. suber</i> | Red | 10,00 | 13,75 | 1,05 | 1,07 | 8,68 | 1,62 | 6,03 | |
| 1999-2000 | 04 Qs | Gerona | 8,00 | 17,14 | 1,25 | 1,48 | 5,50 | 1,62 | 7,10 | |
| | 11 Qs | Cáceres | 7,00 | 12,03 | 1,07 | 1,46 | 7,09 | 2,03 | 4,44 | |
| | 17 Qs | Cádiz | 10,00 | 16,08 | 1,18 | 0,87 | 4,93 | 1,76 | 6,52 | |
| | <i>Q. suber</i> | Red | 8,33 | 15,08 | 1,17 | 1,27 | 5,84 | 1,80 | 6,02 | |
| 2001-2002 | 04 Qs | Gerona | 7,00 | 17,42 | 1,28 | 1,31 | 4,87 | 1,52 | 6,54 | |
| | 11 Qs | Cáceres | 8,00 | 12,91 | 0,99 | 1,45 | 5,28 | 2,02 | 5,13 | |
| | 17 Qs | Cádiz | 9,00 | 16,73 | 1,32 | 0,95 | 5,09 | 1,78 | 5,34 | |
| | <i>Q. suber</i> | Red | 8,00 | 15,69 | 1,20 | 1,24 | 5,08 | 1,77 | 5,67 | |
| 2003-2004 | 04 Qs | Gerona | 10,00 | 19,43 | 1,39 | 1,47 | 4,45 | 1,65 | 6,46 | |
| | 11 Qs | Cáceres | 9,00 | 13,70 | 1,07 | 1,75 | 6,07 | 2,61 | 5,18 | |
| | 17 Qs | Cádiz | 9,00 | 16,53 | 1,24 | 0,91 | 4,85 | 1,62 | 5,35 | |
| | <i>Q. suber</i> | Red | 9,33 | 16,55 | 1,23 | 1,38 | 5,12 | 1,96 | 5,66 | |
| 2005-2006 | 04 Qs | Gerona | 9,50 | 17,63 | 1,37 | 1,18 | 5,83 | 1,15 | 6,08 | |
| | 11 Qs | Cáceres | 10,00 | 12,94 | 1,33 | 1,41 | 5,71 | 2,02 | 5,12 | |
| | 17 Qs | Cádiz | 13,00 | 15,05 | 1,27 | 0,81 | 4,29 | 1,58 | 5,95 | |
| | <i>Q. suber</i> | Red | 10,40 | 15,24 | 1,33 | 1,19 | 5,47 | 1,58 | 5,67 | |
| 2007-2008 | 04 Qs | Gerona | 11,00 | 17,49 | 1,24 | 0,86 | 4,69 | 1,21 | 4,63 | |
| | 11 Qs | Cáceres | 10,00 | 12,95 | 1,18 | 1,10 | 4,37 | 1,98 | 4,40 | |
| | 17 Qs | Cádiz | 12,00 | 16,58 | 1,31 | 0,87 | 5,06 | 1,60 | 6,22 | |
| | <i>Q. suber</i> | Red | 11,00 | 15,67 | 1,24 | 0,94 | 4,71 | 1,60 | 5,08 | |
| 2009-2010 | 11 Qs | Cáceres | 10,50 | 12,48 | 1,28 | 1,50 | 6,40 | 2,06 | 4,36 | |

| Año | Parcela | Provincia | Peso seco (g) 100 hojas | MACRONUTRIENTES (mg/g MS) | | | | | | C (%) |
|-----------|----------------|-----------|-------------------------------|---------------------------|------|------|------|------|------|----------|
| | | | | N | S | P | Ca | Mg | K | |
| | <i>Q.suber</i> | Red | 10,50 | 12,48 | 1,28 | 1,50 | 6,40 | 2,06 | 4,36 | |
| 2011-2012 | 11 Qs | Cáceres | 9,50 | 12,86 | 1,19 | 1,45 | 5,86 | 2,12 | 5,00 | |
| | <i>Q.suber</i> | Red | 9,50 | 12,86 | 1,19 | 1,45 | 5,86 | 2,12 | 5,00 | |
| 2013-2014 | 11 Qs | Cáceres | 9,32 | 16,39 | 1,03 | 1,73 | 6,86 | 2,35 | 5,93 | 52,40 |
| | <i>Q.suber</i> | Red | 9,32 | 16,39 | 1,03 | 1,73 | 6,86 | 2,35 | 5,93 | 52,40 |
| 2015-2016 | 11 Qs | Cáceres | 12,10 | 17,17 | 1,11 | 1,64 | 5,96 | 2,13 | 5,37 | 50,96 |
| | <i>Q.suber</i> | Red | 12,10 | 17,17 | 1,11 | 1,64 | 5,96 | 2,13 | 5,37 | 50,96 |
| 2017-2018 | 11 Qs | Cáceres | 15,30 | 11,82 | 0,87 | 1,41 | 6,81 | 1,82 | 4,88 | 50,23 |
| | <i>Q.suber</i> | Red | 15,30 | 11,82 | 0,87 | 1,41 | 6,81 | 1,82 | 4,88 | 50,23 |
| 2019-2020 | 11 Qs | Cáceres | 10,89 | 13,00 | 0,95 | 1,44 | 6,79 | 2,29 | 5,28 | 51,99 |
| | <i>Q.suber</i> | Red | 10,89 | 13,00 | 0,95 | 1,44 | 6,79 | 2,29 | 5,28 | 51,99 |
| 2021-2022 | 11 Qs | Cáceres | 9,33 | | 0,36 | 1,02 | 5,19 | 1,82 | 6,43 | |
| | <i>Q.suber</i> | Red | 9,33 | | 0,36 | 1,02 | 5,19 | 1,82 | 6,43 | |
| 2023-2024 | 11 Qs | Cáceres | 13,43 | 13,90 | 1,09 | 1,61 | 8,83 | 2,42 | 5,68 | 49,51 |
| | <i>Q.suber</i> | Red | 13,43 | 13,90 | 1,09 | 1,61 | 8,83 | 2,42 | 5,68 | 49,51 |

En rojo, análisis de azufre que superan el valor de referencia para la especie, 0,922 mg/g, lo que indica incidencia de la contaminación atmosférica por compuestos sulfurosos. Fuente: (2001) Peña Martínez, J.M. El Estudio del Impacto de la Contaminación Atmosférica en los Bosques. Ministerio de Medio Ambiente. Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Serie técnica.

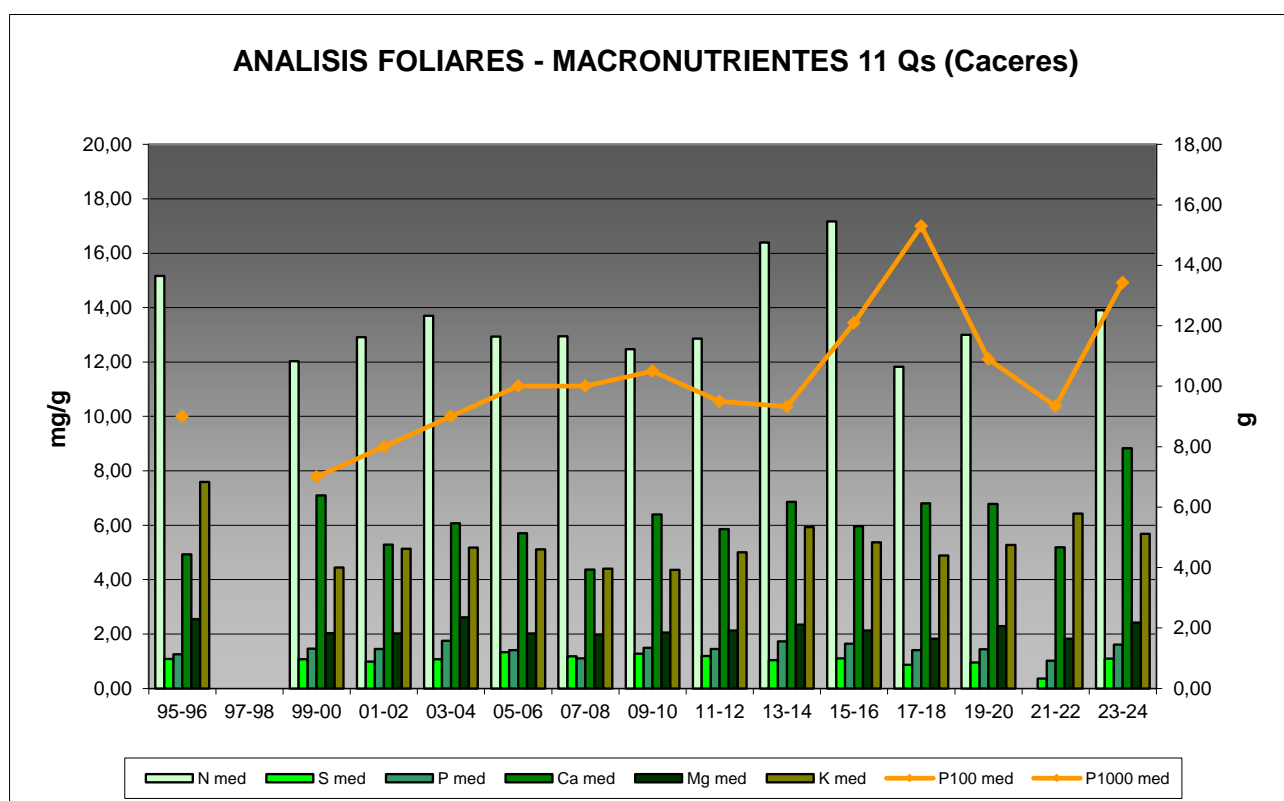


FIG 25: Evolución de macronutrientes (mg/g eje izquierdo) y peso de acículas (g eje derecho) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas.

7.2. Análisis Micronutrientes.

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

| Año | Parcela | Provincia | MICRONUTRIENTES (µg/g MS) | | | | |
|-----------|-----------------|-----------|---------------------------|-------|---------|--------|------|
| | | | Na | Zn | Mn | Fe | Cu |
| 1995-1996 | 04 Qs | Gerona | | 47,00 | 2464,00 | 550,00 | |
| | 11 Qs | Cáceres | | 26,00 | 1264,00 | 318,00 | |
| | 17 Qs | Cádiz | | 25,00 | 2838,00 | 621,00 | |
| | <i>Q. suber</i> | Red | | 32,67 | 2188,67 | 496,33 | |
| 1997-1998 | 04 Qs | Gerona | 2978,00 | 26,00 | 1699,00 | 181,00 | |
| | 11 Qs | Cáceres | | | | | |
| | 17 Qs | Cádiz | 2559,50 | 19,00 | 2118,00 | 141,00 | |
| | <i>Q. suber</i> | Red | 2768,75 | 22,50 | 1908,50 | 161,00 | |
| 2013-2014 | 11 Qs | Cáceres | | 13,69 | 1069,42 | 73,25 | 3,75 |
| | <i>Q. suber</i> | Red | | 13,69 | 1069,42 | 73,25 | 3,75 |
| 2015-2016 | 11 Qs | Cáceres | | 18,92 | 765,57 | 110,50 | 5,16 |
| | <i>Q. suber</i> | Red | | 18,92 | 765,57 | 110,50 | 5,16 |
| 2017-2018 | 11 Qs | Cáceres | | 16,14 | 1099,57 | 106,49 | 3,30 |
| | <i>Q. suber</i> | Red | | 16,14 | 1099,57 | 106,49 | 3,30 |
| 2019-2020 | 11 Qs | Cáceres | | 16,07 | 1073,34 | 77,58 | 4,17 |
| | <i>Q. suber</i> | Red | | 16,07 | 1073,34 | 77,58 | 4,17 |
| 2021-2022 | 11 Qs | Cáceres | | 13,77 | 764,82 | 46,20 | 4,27 |
| | <i>Q. suber</i> | Red | | 13,77 | 764,82 | 46,20 | 4,27 |
| 2023-2024 | 11 Qs | Cáceres | | 17,92 | 1131,63 | 99,16 | 4,66 |
| | <i>Q. suber</i> | Red | | 17,92 | 1131,63 | 99,16 | 4,66 |

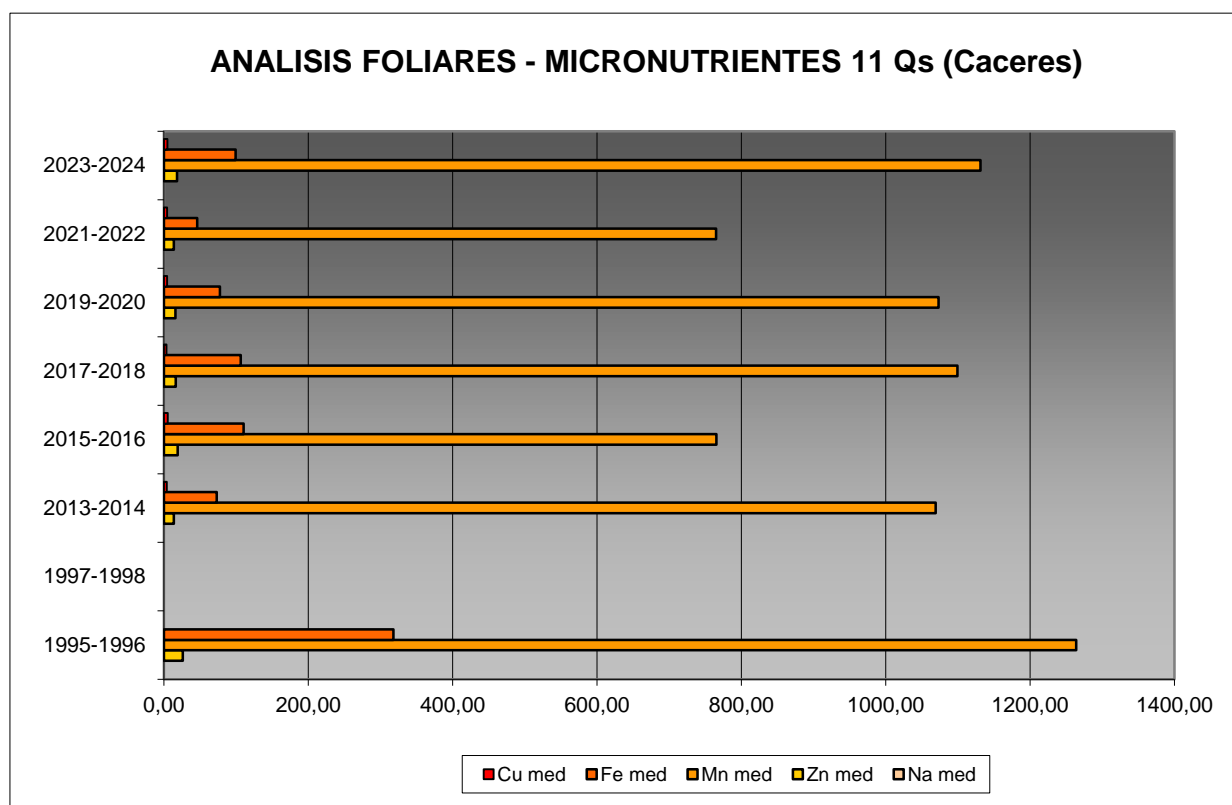


FIG 26: Evolución de micronutrientes (µg/g) en la parcela a lo largo de las sucesivas campañas

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 11Qs no se realizó el análisis foliar en 1997-1998.

A la vista de los resultados obtenidos en los análisis de la muestra foliar de la parcela 11Qs podemos hacer las siguientes observaciones tanto de la parcela tratada individualmente como respecto a la media interanual del resto de parcelas con el alcornoque como especie dominante:

El **peso** medio de la muestra analizada se incrementa hasta los 13 g/100 hojas tras el mínimo local de la campaña anterior y rompiendo la tendencia decreciente que venía observándose en los últimos años. Las fluctuaciones en el parámetro posiblemente estén relacionadas con variaciones en el nivel de las precipitaciones durante el año de toma de muestras, en los que menor aporte hídrico conllevaría un menor crecimiento de la parte foliar.

Respecto a los **macronutrientes**; se observa en general un incremento de los niveles observados en casi todos los elementos. Por lo que se refiere al **nitrógeno**, el elemento más abundante en el follaje, continúa incrementándose superando el mínimo de la serie alcanzado en 2017-2018, en torno a los valores de 13 mg/g, próximo a los valores medios de la parcela. El **fósforo**, elemento más limitante al ser el más escaso, se sitúa también en un nivel próximo a la media de la parcela tras el mínimo de la campaña anterior, siempre por debajo de 2 mg/g. El **azufre** se incrementa también respecto al mínimo del año previo superando 1 mg/g superando de nuevo el valor umbral para la especie, lo que indicaría un cierto grado de contaminación por compuestos sulfurosos. El **magnesio** y el **calcio** se incrementan también, particularmente en el caso de este último que con casi 9 mg/g alcanza el valor más alto de la serie, mientras que el **potasio** se reduce ligeramente respecto al mínimo local de la campaña previa. En cuanto al contenido de **carbono** en el follaje, medido por primera vez en 2013-2014, se reduce ligeramente este año, siempre en valores próximos al 50%.

Los **micronutrientes** se han analizado con menos regularidad y no siempre todos ellos, manteniendo un comportamiento bastante estable a lo largo de los años, sin grandes diferencias entre ellos. Durante la última campaña se observa un incremento de todos los elementos analizados, particularmente marcado en el caso del **manganeso** que alcanza uno de los mayores valores de la serie.

8. Desfronde.

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

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

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 | 2.590 | 52,71 | 6,31 | 0,82 | 1,08 | 9,14 | 1,85 | 4,21 |
| | Ramillas | 620 | 51,93 | 5,29 | 0,56 | 0,78 | 13,25 | 1,48 | 4,05 |
| | Otras | 640 | 49,63 | 16,96 | 1,27 | 1,49 | 6,04 | 1,64 | 7,34 |
| 2006 | Hojas | 2.063 | 51,19 | 6,25 | 0,71 | 0,71 | 8,26 | 1,79 | 4,19 |
| | Ramillas | 382 | 51,06 | 5,81 | 0,57 | 0,68 | 13,55 | 1,56 | 3,60 |
| | Otras | 728 | 48,77 | 16,96 | 1,35 | 1,74 | 8,82 | 2,00 | 9,51 |
| 2007 | Hojas | 2.710 | 52,67 | 6,08 | 0,87 | 1,76 | 6,69 | 3,28 | 4,00 |
| | Ramillas | 645 | 52,20 | 5,62 | 0,73 | 1,39 | 10,49 | 3,78 | 4,63 |
| | Otras | 470 | 50,27 | 16,60 | 1,28 | 3,82 | 6,15 | 3,31 | 5,12 |
| 2008 | Hojas | 2.890 | 53,04 | 5,90 | 0,86 | 0,91 | 8,03 | 1,93 | 4,24 |
| | Ramillas | 600 | 51,84 | 5,82 | 0,90 | 0,94 | 13,72 | 1,45 | 5,38 |
| | Otras | 1.000 | 49,89 | 16,96 | 1,15 | 1,20 | 7,12 | 1,63 | 5,73 |
| 2009 | Hojas | 1.690 | 52,56 | 5,71 | 1,05 | 0,98 | 8,02 | 1,90 | 5,19 |
| | Ramillas | 411 | 52,30 | 5,12 | 0,82 | 0,91 | 11,30 | 1,33 | 6,09 |
| | Otras | 627 | 50,70 | 15,09 | 1,27 | 1,30 | 12,24 | 1,40 | 5,74 |
| 2010 | Hojas | 2.420 | 53,76 | 8,09 | 0,81 | 0,70 | 6,22 | 1,55 | 3,43 |
| | Ramillas | 374 | 53,21 | 6,08 | 0,56 | 0,70 | 11,67 | 1,26 | 3,84 |
| | Otras | 590 | 50,90 | 19,01 | 1,49 | 1,39 | 6,29 | 1,86 | 10,16 |
| 2011 | Hojas | 2.228 | 52,64 | 6,49 | 0,86 | 1,69 | 5,74 | 3,41 | 3,66 |
| | Ramillas | 398 | 52,06 | 5,60 | 0,69 | 1,36 | 10,27 | 3,66 | 4,28 |
| | Otras | 588 | 50,05 | 16,97 | 1,30 | 2,48 | 6,69 | 3,07 | 6,19 |
| 2012 | Hojas | 1.706 | 52,83 | 7,23 | 0,95 | 1,14 | 6,87 | 2,34 | 3,95 |
| | Ramillas | 240 | 52,49 | 5,81 | 0,67 | 0,93 | 11,06 | 2,05 | 4,46 |
| | Otras | 467 | 50,91 | 17,38 | 1,34 | 1,68 | 9,05 | 2,11 | 8,41 |
| 2014 | Hojas | 1.746 | 51,58 | 5,60 | 0,68 | 0,91 | 9,52 | 1,88 | 3,13 |
| | Ramillas | 342 | | | | | | | |
| | Otras | 423 | | | | | | | |
| 2015 | Hojas | 3.098 | 51,02 | 8,14 | 0,65 | 1,00 | 9,92 | 1,74 | 3,90 |
| | Ramillas | 506 | | | | | | | |
| | Otras | 606 | 47,54 | 14,76 | 1,15 | 1,44 | 5,53 | 1,76 | 12,66 |
| 2016 | Hojas | 2.737 | 51,60 | 7,58 | 0,78 | 0,92 | 9,04 | 1,82 | 3,67 |
| | Ramillas | 438 | | | | | | | |
| | Otras | 1.466 | 48,79 | 13,39 | 0,88 | 0,33 | 16,92 | 1,02 | 1,18 |
| 2017 | Hojas | 2.651 | 50,57 | 5,90 | 0,49 | 1,13 | 8,58 | 1,90 | 5,08 |
| | Ramillas | 538 | | | | | | | |
| | Otras | 532 | | | | | | | |
| 2018 | Hojas | 2.349 | 50,75 | 5,24 | 0,77 | 0,92 | 9,38 | 1,95 | 3,83 |
| | Ramillas | 260 | | | | | | | |
| | Otras | 416 | | | | | | | |
| 2019 | Hojas | 2.221 | 51,32 | 4,49 | 0,74 | 0,95 | 8,27 | 1,74 | 4,08 |
| | Ramillas | 436 | | | | | | | |
| | Otras | 665 | | | | | | | |
| 2020 | Hojas | 3.313 | | | 0,63 | 0,46 | 8,54 | 1,72 | 4,37 |
| | Ramillas | 525 | | | | | | | |
| | Otras | 1.576 | | | | | | | |

| Año | Fracción | Peso (kg/ha) | C (%) | N (mg/g) | S (mg/g) | P (mg/g) | Ca (mg/g) | Mg (mg/g) | K (mg/g) |
|-------|----------|-----------------|----------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|
| 2021 | Hojas | 3.141 | | | 0,83 | 1,07 | 9,02 | 2,13 | 4,56 |
| | Ramillas | 567 | | | | | | | |
| | Otras | 1.149 | | | | | | | |
| 2022 | Hojas | 2.164 | 51,03 | 6,79 | 1,50 | 0,64 | 9,52 | 1,59 | 2,83 |
| | Ramillas | 316 | | | | | | | |
| | Otras | 724 | | | | | | | |
| 2023 | Hojas | 2.031 | 48,25 | 6,26 | -0,01 | 0,79 | 8,32 | 1,62 | 3,64 |
| | Ramillas | 570 | | | | | | | |
| | Otras | 1.425 | | | | | | | |
| Media | Hojas | 2.430 | 51,72 | 6,38 | 0,78 | 0,99 | 8,28 | 2,01 | 4,00 |
| | Ramillas | 454 | 52,13 | 5,65 | 0,69 | 0,96 | 11,91 | 2,07 | 4,54 |
| | Otras | 783 | 49,74 | 16,41 | 1,25 | 1,69 | 8,48 | 1,98 | 7,20 |

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 | 14,81 | 981,65 | 124,32 | 2,74 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2015 | Hojas | 14,16 | 1200,34 | 140,13 | 3,28 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | 27,79 | 346,04 | 319,98 | 8,79 | | | | |
| 2016 | Hojas | 10,03 | 900,92 | 151,83 | 3,44 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | 24,79 | 13,90 | 749,78 | 4,84 | | | | |
| 2017 | Hojas | 13,29 | 1004,17 | 126,64 | 2,70 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2018 | Hojas | 22,54 | 1199,58 | 143,83 | 7,24 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2019 | Hojas | 14,32 | 970,85 | 100,34 | 2,70 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2020 | Hojas | 14,22 | 957,80 | 124,63 | 3,19 | 0,58 | 0,19 | 2,51 | 20,75 |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2021 | Hojas | 14,08 | 956,93 | 153,43 | 3,61 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2022 | Hojas | 16,84 | 519,53 | 246,35 | 2,69 | | | | |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | | | | | | | | |
| 2023 | Hojas | 17,85 | 893,58 | 162,53 | 3,04 | | | | |
| | 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) |
|-------|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Media | Hojas | 15,21 | 958,53 | 147,40 | 3,46 | 0,58 | 0,19 | 2,51 | 20,75 |
| | Ramillas | | | | | | | | |
| | Otras | 26,29 | 179,97 | 534,88 | 6,82 | | | | |

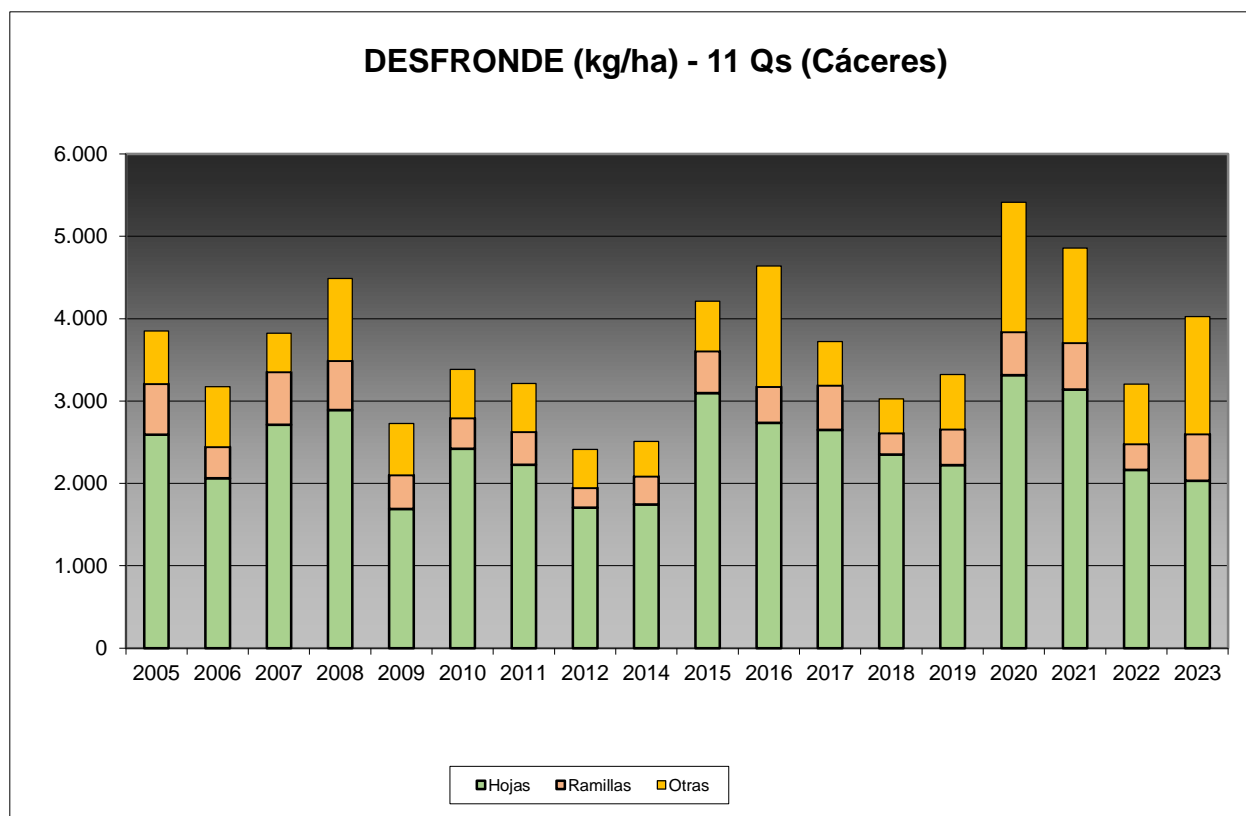


FIG 27: Fracciones de desfronde o litterfall. Serie histórica

Puede verse, con carácter general, cómo el desfronde se sitúa en torno a los 3.000-4.000 kg/ha; con un incremento durante el último año tras los bajos valores del año precedente, debido sobre todo a un incremento de la fracción leñosa, y sobre todo al aporte de flores, frutos o líquenes. La aportación de las ramillas es menor, siempre teniendo en cuenta que hace referencia a las ramillas con diámetro inferior a 2 cm reduciéndose respecto a recogidas anteriores, quizá debido a los habituales fenómenos de dieback o muerte de ramillas en montes de quercíneas mediterráneas; y que los contenidos en carbono de estos aportes superan el 50% del desfronde total, lo que puede suponer una importante contribución a la fijación de CO₂ atmosférico.

9. Fenología.

La fenología estudia la relación entre los fenómenos climáticos y las características morfológicas del desarrollo anual de los vegetales. Tras las observaciones de series anuales suficientemente representativas, puede obtenerse una valiosa información sobre la respuesta de la vegetación frente a variaciones climáticas, acrecentar el papel de las especies forestales como bioindicadoras y explicar el estado actual de la vegetación. El conocimiento de las fases fenológicas del arbolado es también una importante herramienta de gestión fitosanitaria de las masas forestales, pues el ciclo biológico y la capacidad de daño de buena parte de

las plagas forestales van ligadas al desarrollo de una determinada fase, particularmente en el caso de los insectos defoliadores. Los cambios fenológicos en la vegetación juegan además un importante papel en la modelación del paisaje.

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

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

Se presentan a continuación y para las fases mencionadas, los valores históricos obtenidos en la parcela 11Qs, 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 | 02/06/99 | 04/08/99 | 63 | 152 | 1755 | 16/06/99 | 07/07/99 | 21 | 166 | 2057 |
| 2000 | 02/05/00 | 13/06/00 | 42 | 122 | 1377 | | | | | |
| 2001 | 03/05/01 | 11/06/01 | 39 | 122 | 1341 | | | | | |
| 2002 | 29/04/02 | 10/06/02 | 42 | 118 | 1190 | | | | | |
| 2003 | 13/04/03 | 02/06/03 | 50 | 102 | 1141 | | | | | |
| 2004 | 26/04/04 | 24/06/04 | 59 | 116 | 1110 | | | | | |
| 2005 | 30/05/05 | 27/06/05 | 28 | 149 | 1815 | 09/05/05 | 30/05/05 | 21 | 128 | 1421 |
| 2006 | 01/05/06 | 15/05/06 | 14 | 120 | 1379 | 15/05/06 | 30/06/06 | 46 | 134 | 1386 |
| 2007 | 28/05/07 | 09/07/07 | 42 | 147 | 1642 | | | | | |
| 2008 | 19/05/08 | 16/07/08 | 58 | 139 | 1858 | 19/05/08 | 02/06/08 | 14 | 139 | 1858 |
| 2009 | 22/06/09 | 03/08/09 | 42 | 172 | 2494 | 19/05/09 | 08/06/09 | 20 | 138 | 1726 |
| 2010 | 10/05/10 | 24/05/10 | 14 | 129 | 1278 | 10/05/10 | 24/05/10 | 14 | 129 | 1278 |
| 2011 | 25/04/11 | 23/05/11 | 28 | 114 | 1219 | 25/04/11 | 23/05/11 | 28 | 114 | 1219 |
| 2012 | 24/04/12 | 28/05/12 | 34 | 114 | | 28/05/12 | 25/06/12 | 28 | 148 | |
| 2014 | 21/04/14 | 23/06/14 | 63 | 110 | 1127 | 21/04/14 | 26/05/14 | 35 | 110 | 1127 |
| 2015 | 25/05/15 | 22/06/15 | 28 | 144 | 1682 | 27/04/15 | 25/05/15 | 28 | 116 | 1166 |
| 2016 | 25/04/16 | 06/06/16 | 42 | 115 | 1081 | 06/06/16 | 04/07/16 | 28 | 157 | 1750 |
| 2017 | 24/04/17 | 27/06/17 | 64 | 113 | 1181 | 29/05/17 | 27/06/17 | 29 | 148 | 1799 |
| 2018 | 28/05/18 | 02/07/18 | 35 | 147 | 1527 | 28/05/18 | 31/07/18 | 64 | 147 | 1527 |
| 2019 | 03/06/19 | 01/07/19 | 28 | 153 | 1884 | 03/06/19 | 01/07/19 | 28 | 153 | 1884 |
| 2020 | 21/04/20 | 26/05/20 | 35 | 111 | 1137 | 21/04/20 | 26/05/20 | 35 | 111 | 1137 |
| 2021 | 29/04/21 | 28/06/21 | 60 | 118 | 1220 | 29/04/21 | 24/05/21 | 25 | 118 | 1220 |
| 2022 | 23/05/22 | 05/07/22 | 43 | 142 | 1655 | 23/05/22 | 05/07/22 | 43 | 142 | 1655 |
| 2023 | 29/05/23 | 26/06/23 | 28 | 148 | 1814 | 29/05/23 | 26/06/23 | 28 | 148 | 1814 |
| 2024 | 24/04/24 | 05/06/24 | 42 | 114 | 1277 | 24/04/24 | 24/06/24 | 61 | 114 | 1277 |
| Media | | | 41 | 129 | 1466 | | | 31 | 135 | 1517 |

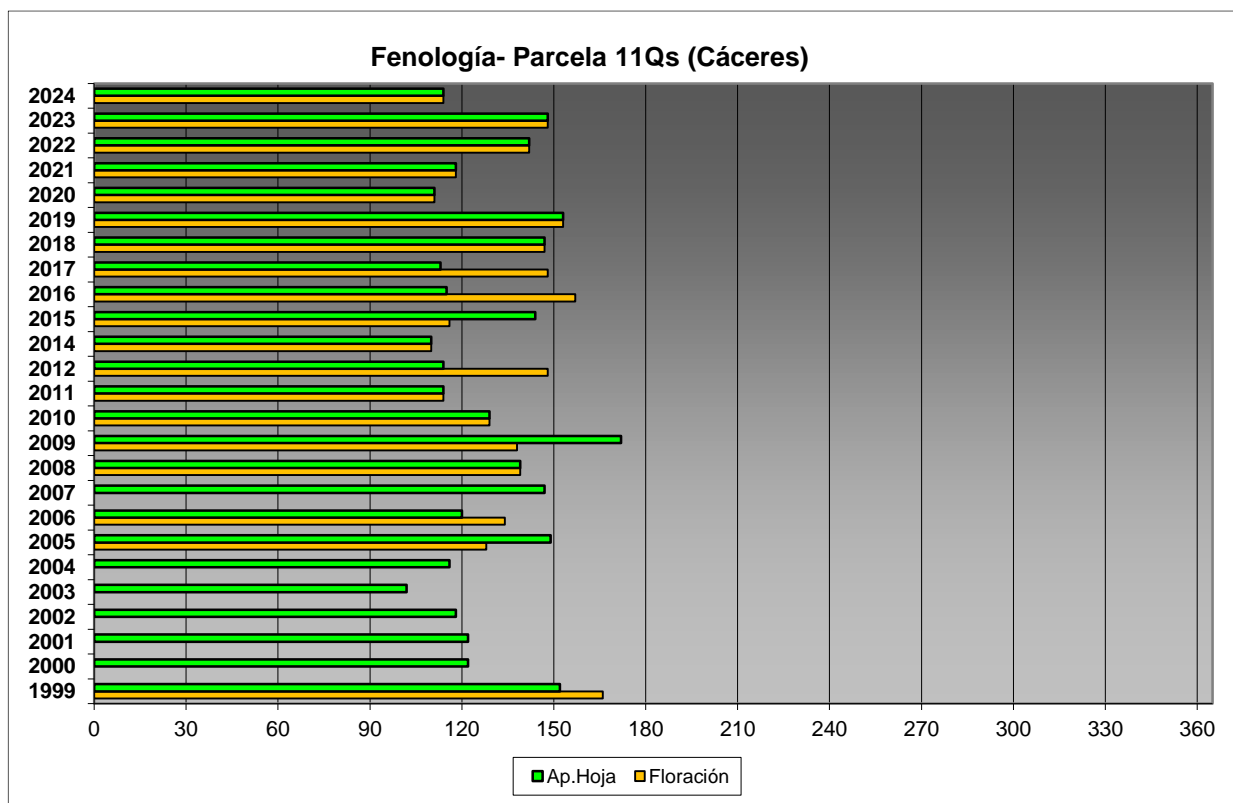


FIG 28: Fases fenológicas. Días desde 1 de enero hasta comienzo de fase

Como puede verse en los gráficos anteriores, la floración suele producirse en los meses de abril o mayo, mientras que por regla general la nueva hoja se encuentra formada en abril, comportamiento que ha vuelto a observarse durante la revisión del año en curso tras el retraso observado durante las dos campañas anteriores.



FIG. 29: Brotación. Amentos y floración.

10. Cintas diamétricas.

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

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

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

| AÑO | Crecimiento medio (cm) | Crecimiento medio (%) | Oscilación media (cm) | Oscilación media (%) |
|-------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| 1999 | 0,01 | 0,03 | 0,01 | 0,03 |
| 2000 | 0,11 | 0,34 | 0,11 | 0,34 |
| 2001 | 0,05 | 0,16 | 0,05 | 0,16 |
| 2002 | | | | |
| 2003 | | | | |
| 2004 | 0,21 | 0,52 | 0,21 | -0,15 |
| 2005 | 0,34 | 0,81 | 0,34 | 0,52 |
| 2006 | 0,65 | 1,47 | 0,65 | 1,18 |
| 2007 | 0,77 | 1,82 | 0,77 | 1,59 |
| 2008 | 0,56 | 1,28 | 0,56 | 1,27 |
| 2009 | 0,49 | 1,41 | 0,49 | 0,73 |
| 2010 | 0,19 | 0,54 | 0,19 | 0,38 |
| 2011 | 1,04 | 2,83 | 1,04 | 2,19 |
| 2012 | 0,47 | 1,25 | 0,47 | 1,13 |
| 2014 | 0,25 | 0,68 | 0,25 | 0,88 |
| 2015 | 0,15 | 0,40 | 0,15 | 0,39 |
| 2016 | 0,57 | 1,47 | 0,57 | 1,34 |
| 2017 | 0,66 | 1,80 | 0,66 | 1,02 |
| 2018 | 0,49 | 1,28 | 0,49 | 1,14 |
| 2019 | 0,41 | 1,04 | 0,41 | 0,51 |
| 2020 | 0,48 | 1,27 | 0,48 | 1,12 |
| 2021 | n.d | n.d | n.d | n.d |
| 2022 | 0,54 | 1,33 | 0,54 | 1,28 |
| 2023 | 0,95 | 2,29 | 0,95 | 2,22 |
| 2024 | 0,50 | 1,20 | 0,50 | 1,18 |
| Media | 0,45 | 1,15 | 0,45 | 0,93 |

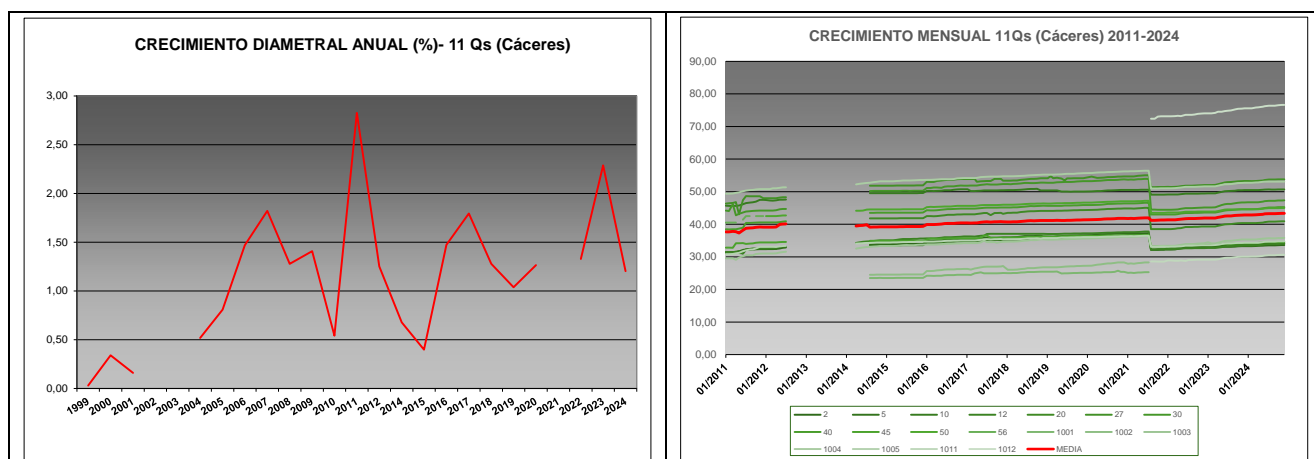


FIG 30: Crecimiento diametral anual y porcentaje sobre el inicio. Crecimientos mensuales dendrómetros y media parcela

Como puede verse en el gráfico anterior, el crecimiento diamétrico anual en la parcela considerada ha oscilado, excepción hecha del primer año de evaluación, entre el 0,16% de 2001 y el 2,83% de 2011, situándose por regla general en valores próximos al 1% anual, valor que se supera a lo largo de la última revisión. Debe hacerse constar que esta parcela se ha descorchado a lo largo del verano de 2021, debiéndose retirar los dendrómetros. Tras su reposición se retoman las mediciones que se reducen hasta el 1,20% desde el máximo local registrado en el año anterior.

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 | 775 | 9,0 | 19,3 | -1,9 | 12,8 | 5,8 | 58,1 | 80,3 | 1,2 | 19,7 |
| 1998 | 785 | 15,2 | 39,0 | -12,5 | 21,7 | 9,2 | 184,5 | 62,5 | 1,3 | 17,1 |
| 1999 | 650 | 16,5 | 40,6 | -14,1 | 23,2 | 9,7 | 203,5 | 58,1 | 1,5 | 34,3 |
| 2000 | 972 | 18,4 | 38,7 | -15,4 | 23,5 | -5,0 | 182,0 | 49,4 | 2,0 | 20,8 |
| 2001 | 990 | 14,9 | 38,0 | -19,2 | 22,0 | 6,8 | 191,9 | 56,7 | 0,7 | 19,7 |
| 2002 | 985 | 14,7 | 38,2 | -15,5 | 21,7 | 2,9 | 225,8 | 59,9 | 0,9 | 32,5 |
| 2003 | 1085 | 14,7 | 38,2 | -15,5 | 21,7 | 2,9 | 225,8 | 59,9 | 0,9 | 32,5 |
| 2004 | 524 | 15,1 | 41,0 | | 22,5 | -4,6 | | 49,3 | 1,6 | |
| 2005 | 396 | 18,4 | 41,7 | -19,0 | 24,3 | -5,5 | | 46,5 | 2,1 | 23,9 |
| 2006 | 1006 | 12,9 | 39,4 | -18,4 | 18,8 | 5,9 | 120,6 | 65,3 | 1,4 | 19,0 |
| 2007 | 721 | 15,4 | 37,7 | -4,5 | 22,2 | 9,2 | | 63,5 | 1,1 | |
| 2008 | 677 | 16,0 | 39,3 | -0,5 | 22,6 | 9,9 | 144,5 | 64,6 | 1,1 | 27,2 |
| 2009 | 520 | 18,1 | 38,4 | -5,9 | 25,1 | 11,1 | 179,1 | 55,4 | 1,4 | 20,8 |

| 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) | |
| 2010 | 1154 | 10,4 | 27,9 | -3,1 | 15,4 | 5,5 | 95,1 | 67,7 | 1,1 | 23,5 |
| 2011 | 874 | 16,9 | 41,0 | -4,0 | 23,6 | 10,2 | 137,1 | 67,2 | 3,3 | 23,9 |
| 2012 | 155 | | | | | | 124,3 | 67,7 | 1,2 | 17,8 |
| 2014 | 615 | 15,5 | 38,2 | -3,6 | 21,8 | 9,6 | 139,5 | 70,5 | 1,4 | 18,6 |
| 2015 | 512 | 16,0 | 40,2 | -5,9 | 22,7 | 9,6 | 220,9 | 77,1 | 1,4 | 18,2 |
| 2016 | 978 | 15,6 | 41,2 | -3,6 | 22,0 | 9,5 | 311,2 | 80,6 | 1,5 | 21,2 |
| 2017 | 459 | 16,6 | 41,9 | -4,9 | 23,8 | 9,8 | 141,6 | 76,0 | 1,5 | 24,2 |
| 2018 | 860 | 15,2 | 43,4 | -3,7 | 21,5 | 9,0 | 121,1 | 83,7 | 1,5 | 18,2 |
| 2019 | 521 | 16,0 | 39,1 | -3,3 | 22,7 | 9,3 | 101,9 | 83,0 | 1,1 | 40,0 |
| 2020 | 882 | 15,9 | 39,5 | -3,7 | 22,0 | 9,8 | 121,2 | 87,3 | 4,6 | 21,9 |
| 2021 | 545 | 15,9 | 41,6 | -5,5 | 22,2 | 9,5 | 133,8 | 86,2 | 4,8 | 17,2 |
| 2022 | 806 | 16,6 | 42,0 | -2,0 | 23,0 | 10,3 | 130,7 | 85,1 | 4,8 | 17,8 |
| 2023 | 767 | 16,2 | 40,7 | -3,9 | 22,7 | 9,7 | 126,5 | 85,0 | 5,0 | 28,3 |
| 2024 | 802 | 16,4 | 41,3 | -2,2 | 22,7 | 10,1 | 115,7 | 87,5 | 4,6 | 17,8 |
| Media | 741 | 15,5 | 38,8 | -8,0 | 21,9 | 6,9 | 155,7 | 69,5 | 2,0 | 22,9 |

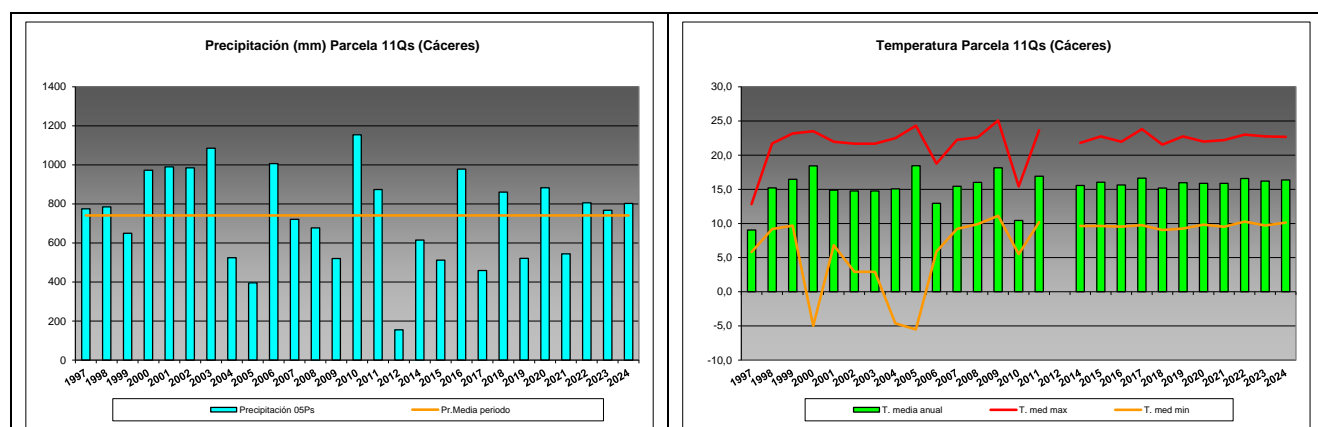


FIG 31: Principales variables meteorológicas.

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 | 73 | 0 | 86,8 | 22/12 a 27/12 | 1 | 51 | 13/05 a 02/07 |
| 2001 | 82 | 2 | 85,2 | 17/10 a 21/10 | 1 | 21 | 19/05 a 08/06 |
| 2002 | 70 | 0 | 70,2 | 14/12 a 20/12 | 0 | 81 | 05/06 a 31/08 |
| 2003 | | | | | | | |
| 2004 | 65 | 0 | 39,0 | 21/02 a 25/02 | 0 | 51 | 26/05 a 15/07 |

| Año | DT | DH | PMAX5 | | PPES | NOPREC | |
|------|------|------|-------|---------------|------|--------|---------------|
| | Días | Días | mm | Intervalo | Días | Días | Intervalo |
| 2005 | 94 | 0 | 125,0 | 27/10 a 31/10 | 0 | 38 | 20/06 a 27/07 |
| 2006 | 20 | 1 | 170,0 | 22/10 a 26/10 | 0 | | |
| 2007 | 62 | 0 | 68,0 | 08/02 a 12/02 | 3 | 33 | 20/06 a 22/07 |
| 2008 | 27 | 0 | 34,0 | 17/02 a 21/02 | 1 | 28 | 04/08 a 31/08 |
| 2009 | 96 | 0 | 112,8 | 27/12 a 31/12 | 0 | 36 | 17/06 a 22/07 |
| 2010 | | | 116,0 | 05/12 a 09/12 | 0 | 61 | 02/07 a 31/08 |
| 2011 | 102 | 0 | 101,4 | 23/10 a 27/10 | 0 | 35 | 07/06 a 11/07 |
| 2012 | | | | | | | |
| 2013 | | | | | | | |
| 2014 | 66 | 0 | 120,0 | 02/01 a 06/01 | 1 | 43 | 20/07 a 31/08 |
| 2015 | 91 | 0 | 77,0 | 31/10 a 04/11 | 0 | 76 | 16/06 a 30/08 |
| 2016 | 89 | 0 | 77,4 | 07/01 a 11/01 | 4 | 55 | 08/07 a 31/08 |
| 2017 | 110 | 0 | 70,2 | 10/02 a 14/02 | 1 | 37 | 26/07 a 31/08 |
| 2018 | 96 | 0 | 76,2 | 24/02 a 28/02 | 1 | 28 | 03/07 a 30/07 |
| 2019 | 94 | 0 | 106,2 | 18/12 a 22/12 | 0 | 26 | 11/05 a 05/06 |
| 2020 | 80 | 0 | 131,0 | 19/10 a 23/10 | 1 | 34 | 17/06 a 20/07 |
| 2021 | 78 | 0 | 139,4 | 29/10 a 02/11 | 1 | 56 | 07/07 a 31/08 |
| 2022 | 93 | 0 | 105,2 | 11/12 a 15/12 | 0 | 57 | 06/07 a 31/08 |
| 2023 | 91 | 0 | 55,6 | 29/10 a 02/11 | 0 | 66 | 27/06 a 31/08 |
| 2024 | 85 | 0 | 117,4 | 12/10 a 16/10 | 1 | 63 | 30/06 a 31/08 |

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 | 2023 | 2024 | Media |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| S-01 | 1,69 | 1,35 | 1,36 | 1,07 | 1,55 | 0,86 | 1,28 | 1,06 | 1,29 | 1,20 | 1,55 | 1,30 |
| S-02 | 1,54 | 1,12 | 1,25 | 0,89 | 0,96 | 1,07 | 1,14 | 1,10 | 1,11 | 1,63 | 1,38 | 1,20 |
| S-03 | 1,55 | 1,05 | 1,25 | 0,95 | 1,18 | 1,12 | 1,18 | 1,01 | 1,30 | 1,30 | 1,48 | 1,22 |
| S-04 | 1,55 | 0,96 | 1,25 | 0,89 | 1,10 | 0,91 | 1,16 | 1,01 | 1,13 | 1,55 | 1,38 | 1,17 |
| S-05 | 1,86 | 1,01 | 1,41 | 0,99 | 1,23 | 1,28 | 1,17 | 1,05 | 1,11 | 1,29 | 1,21 | 1,24 |
| S-06 | 1,33 | 0,93 | 1,26 | 1,15 | 1,10 | 0,75 | 1,08 | 0,91 | 1,03 | 1,10 | 1,10 | 1,07 |
| S-07 | 1,39 | 1,07 | 1,40 | 1,06 | 1,29 | 1,05 | 1,16 | 1,13 | 1,12 | 1,17 | 1,64 | 1,23 |
| S-08 | 1,55 | 1,20 | 1,45 | 1,23 | 1,44 | 1,10 | 1,28 | 1,16 | 1,22 | 1,47 | 1,62 | 1,34 |
| S-09 | 1,42 | 1,22 | 1,45 | 1,13 | 1,33 | 1,30 | 1,34 | 1,11 | 1,46 | 1,37 | 1,56 | 1,34 |

| SITIO | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | Media |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| S-10 | 1,51 | 1,12 | 1,69 | 1,08 | 1,40 | 1,15 | 1,32 | 1,14 | 1,22 | 1,23 | 1,35 | 1,29 |
| S-11 | 1,42 | 1,05 | 1,42 | 1,27 | 1,17 | 1,09 | 1,11 | 1,03 | 1,07 | 1,24 | 1,21 | 1,19 |
| S-12 | 1,64 | 1,06 | 1,56 | 1,23 | 1,41 | 1,18 | 1,20 | 1,10 | 1,17 | 1,39 | 1,56 | 1,32 |
| S-13 | 1,57 | 1,20 | 1,74 | 1,13 | 1,39 | 1,06 | 1,20 | 1,20 | 1,27 | 1,44 | 1,23 | 1,31 |
| S-14 | 1,65 | 1,08 | 1,70 | 1,17 | 1,44 | 1,13 | 1,21 | 1,20 | 1,33 | 1,21 | 1,66 | 1,34 |
| S-15 | 1,45 | 1,26 | 1,59 | 1,02 | 1,20 | 1,08 | 1,36 | 1,26 | 1,32 | 1,22 | 1,06 | 1,26 |
| S-16 | 1,23 | 1,09 | 1,26 | 0,97 | 0,91 | 0,76 | 1,09 | 1,16 | 0,95 | 1,48 | 1,14 | 1,09 |
| Media | 1,52 | 1,11 | 1,44 | 1,08 | 1,26 | 1,05 | 1,21 | 1,10 | 1,19 | 1,33 | 1,38 | 1,24 |

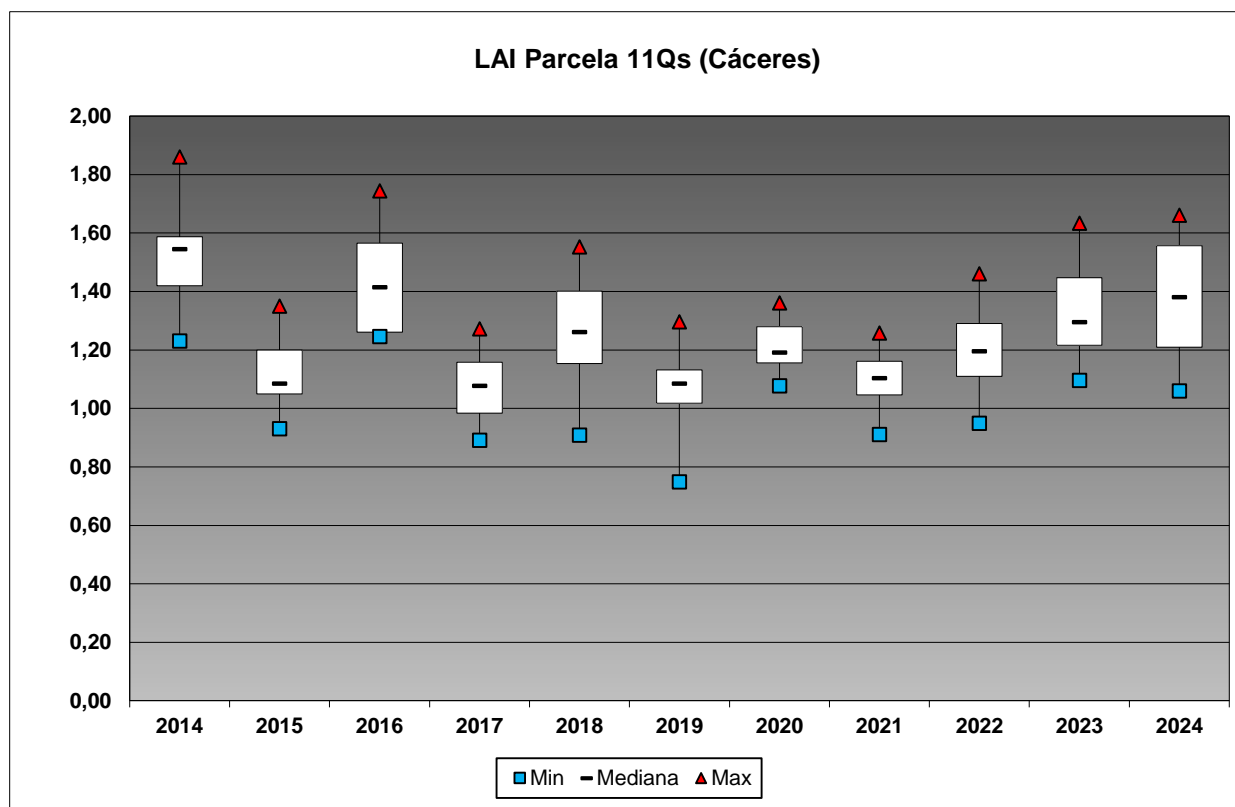


FIG 32: Diagrama de cajas LAI anual.

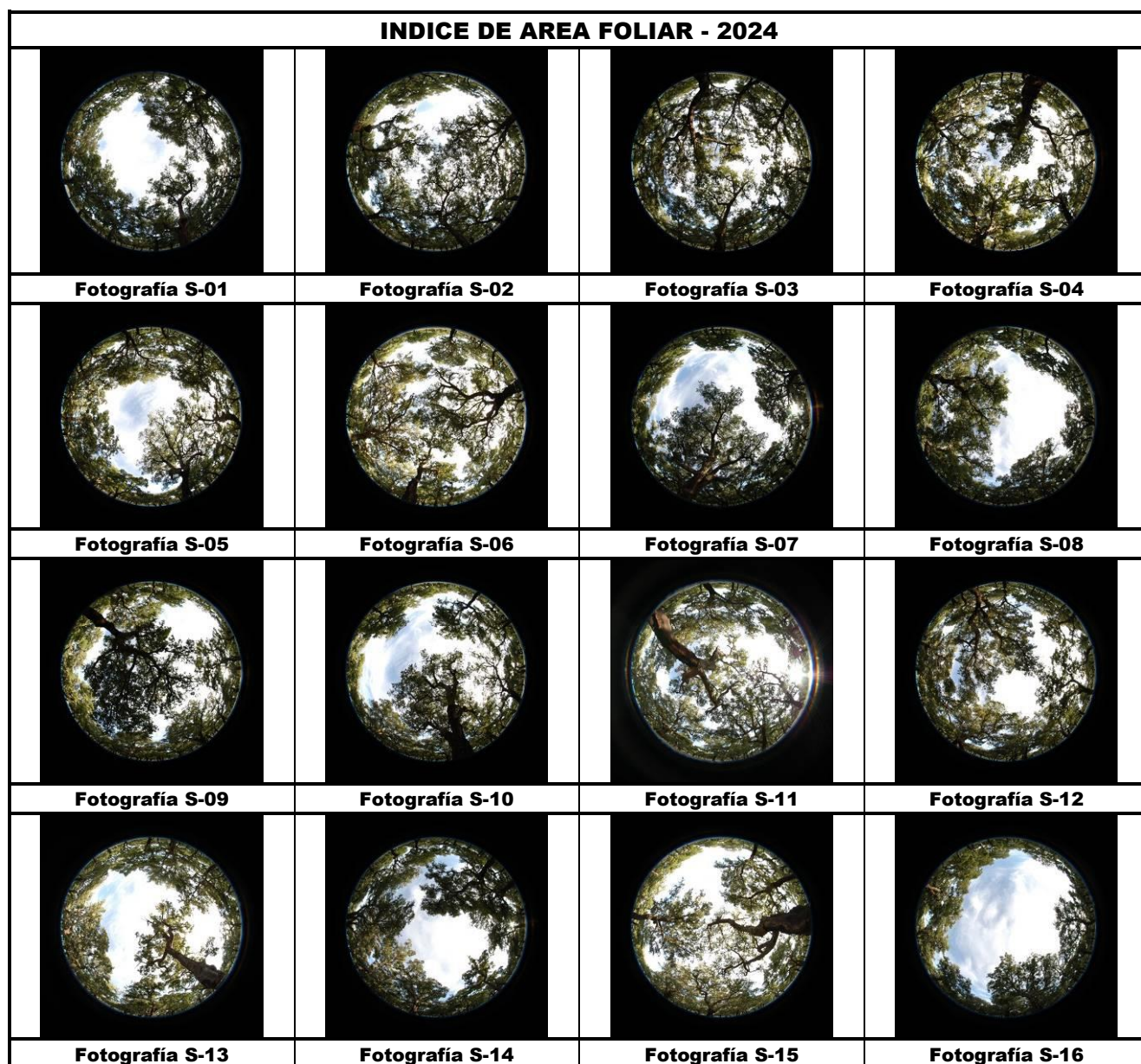


FIG 33: Fotos hemisféricas para determinación del Índice de Área Foliar.