

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**



**Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER TIPO B**

**DESARROLLO Y APLICACIÓN PRÁCTICA DE  
UNA PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL  
CONTROL INTEGRAL Y SEGUIMIENTO DE  
RESTAURACIONES FORESTALES**

**ALUMNO: GUILLEM SEGURA ORENGA**

**DIRECTOR: ANTONIO D. DEL CAMPO GARCÍA**

**VALENCIA, ABRIL 2011**



# ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....</b>	<b>1</b>
1.1	INTRODUCCIÓN .....	1
1.2	ANTECEDENTES.....	5
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>11</b>
3.1	INTRODUCCIÓN .....	11
3.2	EL MEDIO FÍSICO.....	11
3.2.1	<i>Localización geográfica</i> .....	12
3.2.2	<i>Edafología y Geología</i> .....	12
3.2.3	<i>Fisiografía</i> .....	13
3.2.4	<i>Red hidrográfica</i> .....	13
3.2.5	<i>Estado erosivo</i> .....	13
3.2.6	<i>Vegetación</i> .....	14
3.2.7	<i>Fauna</i> .....	15
3.2.8	<i>Climatología</i> .....	15
3.3	LOS CONTROLES DE CALIDAD .....	19
3.3.1	<i>Calidad de proyecto</i> .....	19
3.3.1.1	Evaluación de la calidad del proyecto.....	19
3.3.1.2	El proyecto de repoblación .....	21
3.3.2	<i>Evaluación de la calidad de la planta</i> .....	25
3.3.2.1	Especies y lotes empleadas en la repoblación.....	26
3.3.2.2	Trazabilidad y manejo de la planta en monte.....	27
3.3.2.3	Parcela de experimentación .....	28
3.3.3	<i>Evaluación de la ejecución de la obra</i> .....	30
3.3.3.1	Muestreo de repoblación.....	30
3.3.3.2	Evaluación de la preparación del terreno y la plantación.....	33
3.3.3.3	Evaluación del diseño de repoblación.....	36
3.3.3.4	Evaluación de los cuidados culturales .....	36
3.4	CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA. SEGUIMIENTO CLIMATOLÓGICO. ....	39
3.4.1	<i>Calidad de estación</i> .....	39
3.4.2	<i>La climatología de la campaña.</i> .....	41

3.5	SEGUIMIENTO DE LA MORTALIDAD Y CRECIMIENTO .....	44
3.5.1	<i>Mortalidad y crecimientos</i> .....	44
3.6	EL CONTROL DE CALIDAD INTEGRAL .....	46
3.7	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	50
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>51</b>
4.1	CONTROL DE LA CALIDAD DE PROYECTO.....	51
4.1.1	<i>Valoración de la división por rodales</i> .....	53
4.1.2	<i>Valoración del tubo. Efectos sobre las especies de Pinus sp.</i> .....	53
4.2	VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE LA PLANTA.....	55
4.2.1	<i>Cantidades de planta utilizada en la repoblación.</i> .....	55
4.2.2	<i>Resultados de crecimiento y supervivencia en la parcela experimental</i> ....	56
4.2.3	<i>Comparación de los lotes empleados con los estándares de calidad existentes</i> .....	58
4.3	CALIDAD DE EJECUCIÓN .....	60
4.3.1	<i>Cronograma de los trabajos de ejecución</i> .....	60
4.3.2	<i>Preparación del terreno y plantación</i> .....	61
4.3.2.1	Preparación del terreno .....	61
4.3.2.2	Calidad de la ejecución de plantación.....	63
4.3.2.3	Valoración del diseño de la plantación .....	65
4.3.2.4	Valoración de la ejecución de los cuidados culturales .....	66
4.3.3	<i>Análisis de la influencia de la ejecución en la mortalidad</i> .....	67
4.4	CARACTERIZACIÓN ECOLÓGICA. SEGUIMIENTO CLIMATOLÓGICO .....	68
4.4.1	<i>Calidad de estación</i> .....	68
4.4.2	<i>Climatología de la campaña</i> .....	69
4.4.3	<i>Análisis de la influencia de la calidad de estación en la mortalidad.</i> .....	72
4.5	CRECIMIENTO Y MORTALIDAD.....	75
4.5.1	<i>Crecimiento</i> .....	75
4.5.2	<i>Mortalidad</i> .....	77
4.5.3	<i>Resumen mortalidades. Repoblación y parcela experimental</i> .....	82
<b>5</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>85</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>93</b>
<b>7</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>95</b>
<b>1</b>	<b>ANEXO. ANÁLISIS DE SUELOS .....</b>	<b>II</b>
1.1	MUESTREO .....	II

1.2	PREPARACIÓN DE LA MUESTRA EN LABORATORIO .....	II
1.3	DETERMINACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA .....	II
1.3.1	<i>Introducción</i> .....	II
1.3.2	<i>Material y aparatos</i> .....	III
1.3.3	<i>Reactivos</i> .....	III
1.3.4	<i>Procedimiento</i> .....	IV
1.4	DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA .....	IV
1.4.1	<i>Introducción</i> .....	IV
1.4.2	<i>Oxidación de la materia orgánica por peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)</i> .....	V
1.4.3	<i>Determinación de la textura con densímetro</i> .....	V
1.4.3.1	Material y aparatos .....	V
1.4.3.2	Reactivos dispersantes .....	VI
1.4.3.3	Procedimiento .....	VI
1.4.3.4	Mediciones .....	VI
1.4.3.5	Cálculos .....	VI
1.5	DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE HUMEDAD.....	VII
1.6	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS .....	VII
<b>2</b>	<b>ANEXO MAPAS REPOBLACIÓN.....</b>	<b>IX</b>
2.1	MAPA 1. LOCALIZACIÓN DE LOS RODALES OBJETO DEL PROYECTO .....	IX
2.2	MAPA 2. PARCELAS DE MUESTREO DE PREPARACIÓN.....	X
2.3	MAPA 3. PARCELA DE MUESTREO DE PLANTACIÓN.....	XI
2.4	MAPA 4. PARCELAS DONDE SE HA REALIZADO EL SEGUIMIENTO DE LA HUMEDAD DEL SUELO (DENTRO Y FUERA DEL HOYO) A LO LARGO DEL PERIODO ABRIL-NOVIEMBRE DEL 2008.....	XII
2.5	MAPA 5. UBICACIÓN EN EL MONTE DE LOS DISTINTOS LOTES DE PLANTA UTILIZADOS.....	XIII
2.6	MAPA 6. EVOLUCIÓN DE LA PLANTACIÓN A LO LARGO DE LA CAMPAÑA 07-08 (LAS FLECHAS NEGRAS INDICAN EL SENTIDO DE LA REPOBLACIÓN).....	XIV
2.7	MAPA 7. PLANTACIÓN SEGÚN LAS DISTINTAS EMPRESAS Y CUADRILLAS DE PLANTADORES.....	XV
<b>3</b>	<b>ANEXO FICHAS DE LOS RODALES SEGUN PROYECTO .....</b>	<b>XVI</b>
3.1	RODAL I.....	XVI
3.2	RODAL IIA.....	XVII
3.3	RODAL IIB .....	XVIII
3.4	RODAL IIIA .....	XIX
3.5	RODAL IIIB.....	XX

<b>4 ANEXO FICHAS DE CALIDAD DE PLANTA .....</b>	<b>XXI</b>
<b>5 ANEXO CLIMATOLOGÍA Y CALIDAD DE ESTACIÓN.....</b>	<b>XXII</b>
5.1 DIAGRAMAS BIOCLIMÁTICOS .....	XXII
5.2 SEGUIMIENTO CLIMATOLÓGICO.....	XXV
5.3 CALIDAD DE ESTACIÓN.....	XXXII
<b>6 ANEXO TABLAS RESULTADOS MORTALIDAD .....</b>	<b>XXXIV</b>
6.1 PARCELA EXPERIMENTAL .....	XXXIV
6.2 SEGUIMIENTO MORTALIDADES Y CRECIMIENTOS.....	XXXV
<b>7 ANEXO ANÁLISIS ESTADÍSTICO. ....</b>	<b>XXXVIII</b>
7.1 ANÁLISIS EFECTO DEL TUBO: CRECIMIENTOS .....	XXXVIII
7.1.1 <i>ANOVA de un factor</i> .....	<i>XL</i>
7.1.2 <i>Exploración de los estadísticos de Levene. potencia de transformación</i> .	<i>XLV</i>
7.1.3 <i>ANOVA de un factor con las variables transformadas</i> .....	<i>LI</i>
7.2 ANÁLISIS DEL TUBO Y LA SUPERVIVENCIA .....	LIV
7.3 DIFERENCIACIÓN DE RODALES POR MORTALIDAD. ....	LVII
7.3.1 <i>ANOVA de un factor</i> .....	<i>LVII</i>
7.4 ANÁLISIS DE LA EJECUCIÓN ENTRE PARCELAS DE EJECUCIÓN. PARCELAS DE CONTRASTE Y REPOBLACIÓN .....	LXI
7.5 ANÁLISIS DE LA MORTALIDAD Y EJECUCIÓN. PARCELAS DE CONTRASTE Y REPOBLACIÓN.....	LXII
7.6 ANÁLISIS FACTORIAL DE LAS VARIABLES DE EJECUCIÓN. COMPONENTES PRINCIPALES. ....	LXII
7.7 ANÁLISIS FACTORIAL DE LAS VARIABLES ECOLÓGICAS. COMPONENTES PRINCIPALES. ....	LXVI
7.8 ANALISIS DE CORRELACIONES.....	LXXI
7.8.1 <i>Supervivencia final con variables de calidad de estación</i> .....	<i>LXXI</i>
7.8.2 <i>Mortalidades con variables de calidad de estación y especies vegetales principales</i> .....	<i>LXXIII</i>
7.8.3 <i>Mortalidad con las variables calidad ejecución</i> .....	<i>LXXIV</i>
7.8.4 <i>Crecimientos con variables de calidad de estación</i> .....	<i>LXXV</i>

## ÍNDICE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Esquematación conceptual del control de repoblaciones forestales (Fuente: DEL CAMPO et al., 2009).....	4
Figura 2. Localización de la zona de repoblación del proyecto. ....	12
Tabla 1. Datos de precipitación y temperatura medios mensuales.....	16
Figura 3. Diagrama ombrotérmico de Gaüsson. ....	17
Tabla 2. Datos cálculo diagrama bioclimático. ETP es la evapotranspiración y K es el parámetro provincial.....	18
Figura 4. Diagrama bioclimático para los datos mensuales medios.....	18
Tabla 3. Valores del diagrama bioclimático para los datos mensuales medios.....	18
Tabla 4. Resumen de los criterios de valoración de una buena actuación en la toma de decisiones de un proyecto de repoblación (modificada de SERRADA <i>et al.</i> , 2005 y DURYEY & DOUGHERTY, 1991) .....	20
Figura 5. Distribución de rodales, sectores de los rodales y parcelas de plantación de la zona de repoblación. ....	23
Tabla 5. Características generales de los rodales de repoblación.....	24
Tabla 6. Atributos de la calidad de planta (modificado de RITCHIE, 1984).....	25
Tabla 7. Especies utilizadas con indicación del código de especie. ....	26
Tabla 8. Lotes de planta estudiados en la campaña 07-08 y 08-09 especificando los que se han usado únicamente en la parcela experimental de calidad de planta. ....	26
Figura 6. Lote de pino carrasco proveniente de Madrid tras su descarga en la Hunde (izquierda). Bandejas preparadas con las proporciones de plantación para ser transportadas al monte (derecha).....	27
Figura 7. Lotes de sabina ( <i>Juniperus phoenicea</i> ) (izquierda), fresno ( <i>Fraxinus ornus</i> ) (centro) y madroño ( <i>Arbutus unedo</i> ) (derecha) procedentes del vivero de Moratalla....	28
Tabla 9. Distribución de los lotes de la parcela experimental de calidad de planta. Año 07-08.....	29
Tabla 10. Parcelas utilizadas en este estudio.....	31
Tabla 11. Intensidad de muestreo según la superficie del área a muestrear. (Fuente: MURILLO y CAMACHO, 1997) .....	31

Tabla 12. Tamaño de la parcela según la densidad de plantación. * En rodales pluriespecíficos (> 4 especies), R ≥ 18 m. (Fuente: MURILLO y CAMACHO, 1997)	32
Tabla 13. Características del muestreo en parcelas de preparación y plantación.....	33
Tabla 14. Hipótesis para la evaluación de la calidad de ejecución. ....	38
Tabla 15. Variables análisis estadístico de calidad de ejecución. ....	38
Tabla 16. Índice de BRAUN-BLANQUET (1979).....	40
Tabla 17. Gradación de la pedregosidad (Fuente: VAQUERA, 2008) .....	40
Tabla 18. Variables análisis estadístico de calidad de estación.....	41
Figura 8. Cuadro resumen situaciones de la metodología de GOMEZ y ELENA (1997). DH. Déficit hídrico de los meses con temperatura media mayor de 6 °C (meses de estudio) del año normal. Dh; Mismo déficit del año de estudio. PM; precipitación media del año normal durante los meses de estudio. p; precipitación en el año de estudio. taMi; temperaturas máximas absolutas mensuales del año de estudio. Tami; temperaturas mínimas absolutas mensuales del año de estudio.....	44
Tabla 19. Variables análisis estadístico de calidad de ejecución. ....	44
Tabla 20. Variables de seguimiento para estudio estadístico .....	46
Tabla 21. Criterios de valoración de una buena actuación en la toma de decisiones de un proyecto de repoblación. 0, ausente o mal; 1, incompleto; 2, Correcto . (*) Se hace análisis estadístico en los siguientes puntos, con el fin de justificar la valoración. ....	51
Figura 9. Representación gráfica de la supervivencia al primer año con tubo (0) y sin tubo (1). ....	53
Figura 10. Representación gráfica de la supervivencia al segundo año con tubo (0) y sin tubo (1). ....	54
Tabla 22. Valores del análisis estadístico Kruskal-Wallis para mortalidad con tubo y sin tubo .....	54
Tabla 23. Diferencias de mortalidad (%) para los dos años con tubo (1) y sin tubo (0). 54	
Tabla 24. Cantidades de planta empleadas en el primer año en la repoblación. Entre paréntesis figura el porcentaje. ....	55
Tabla 25. Cantidades de planta empleadas en la reposición de marras 08-09 del rodal IIa.....	55
Figura 11. Mortalidad en la parcela de experimentación por lotes y fechas de las mediciones.....	56
Figura 12. Altura en la parcela de experimentación por lotes y fechas de las mediciones. ....	57

Figura 13. Diámetro en la parcela de experimentación por lotes y fechas de las mediciones.....	58
Tabla 26. Cronología de los trabajos ejecutados según los rodales. ....	61
Tabla 27. Características y dimensiones medias de la preparación del terreno (entre paréntesis figura la desviación estándar).....	61
Tabla 28. Valores de las variables de calidad de plantación (entre paréntesis figura la desviación estándar). ....	63
Figura 14. Mortalidad del control 4 para la fecha de plantación.....	64
Figura 15. Mortalidad (%) del control 4 para cada plantador que participó en la plantación. ....	65
Tabla 29. Cantidades de planta empleadas en el primer año en la repoblación y cantidades previstas en proyecto según rodales. Entre paréntesis figura el porcentaje..	65
Tabla 30. Densidad plantada y parcial por especies (% sobre la total) según rodales. Las cifras entre paréntesis indican la desviación típica. Los valores son el promedio de las densidades por parcela de muestreo. ....	66
Tabla 31. Características de la ejecución en los cuidados culturales estudiados. ....	66
Tabla 32. Datos de mortalidad de los grupos de parcelas (R, repoblación, PC, parcelas de contraste) para las diferentes tomas de datos. SD, desviación estándar; N, número de parcelas.....	68
Tabla 33. Resultados del ANOVA. ....	68
Tabla 34. Resultados del inventario florístico, cobertura del terreno, orientación, profundidad del suelo, pendiente y pedregosidad en el monte de estudio. ....	69
Tabla 35. Datos del diagrama bioclimático e hipótesis correspondientes al 2008.....	70
Tabla 36. Valores para el análisis de GOMEZ y ELENA (1997).....	70
Tabla 37. Datos del diagrama bioclimático e hipótesis correspondientes al 2009.....	71
Tabla 38. Valores para el análisis de GOMEZ y ELENA (1997).....	71
Figura 16. Análisis de componentes principales. Para las variables de estación.....	73
Tabla 39. Correlaciones entre variables ecológicas y las mortalidades. ....	74
Figura 17. Correlaciones entre variables ecológicas y la mortalidad 3 y 4. ....	74
Figura 18. Mediciones en altura de los lotes en las parcelas de control integral para los dos años de seguimiento.....	76
Figura 19. Mediciones en diámetro de los lotes en las parcelas de control integral para los dos años de seguimiento.....	76

Tabla 40. Porcentaje de mortalidad por especie para los distintos controles a lo largo del establecimiento de los brinzales (a cada especie le precede el número de parcelas sobre el que están calculadas las media y la desviación típica entre paréntesis). N es el numero de parcelas. ....	77
Figura 20. Mortalidad final del segundo año (control 4) por parcela. ....	79
Figura 21. Mortalidad de <i>Pinus pinaster</i> por rodales y controles o mediciones. ....	80
Figura 22. Mortalidad de <i>Pinus halepensis</i> por rodales y controles o mediciones. Se han representado ambos lotes conjuntamente. ....	80
Figura 23. Mortalidad de <i>Quercus ilex</i> por rodales y controles o mediciones. ....	80
Figura 24. Mortalidad de <i>Quercus faginea</i> por rodales y controles o mediciones. ....	81
Figura 25. Mortalidad de <i>Arbutus unedo</i> por rodales y controles o mediciones. ....	81
Figura 26. Mortalidad de <i>Fraxinus ornus</i> en el rodal IIb por controles o mediciones. .	81
Figura 27. Mortalidad de <i>Juniperus phoenicea</i> en el rodal IIa por controles o mediciones. ....	82
Tabla 41. Mortalidad (%) por lotes, en repoblación o parcela experimental, y al primer y segundo año. ....	83
Tabla 42. Porcentajes de mortalidad para los distintos elementos del control integral durante los dos primeros años para <i>Pinus pinaster</i> . ....	91
Tabla 43. Porcentajes de mortalidad para los distintos elementos del control integral durante los dos primeros años para <i>Pinus halepensis</i> . ....	91
Tabla 44. Porcentajes de mortalidad para los distintos elementos del control integral durante los dos primeros años para <i>Quercus faginea</i> . ....	91
Tabla 45. Porcentajes de mortalidad para los distintos elementos del control integral durante los dos primeros años para <i>Quercus ilex</i> . ....	92
Tabla 46. Resultados de los análisis edafológicos. ....	VIII
Tabla 47. Datos cálculo diagrama bioclimático 2008. ....	XXV
Figura 28. Diagrama bioclimático para el año 2008. ....	XXV
Figura 29. Diagrama ombrotérmico de Gaussen para el año 2008. ....	XXVI
Tabla 48. Datos cálculo diagrama bioclimático 2009. ....	XXVI
Figura 30. Diagrama bioclimático para el año 2009. ....	XXVII
Figura 31. Diagrama ombrotérmico de Gaussen para el año 2009. ....	XXVII

Figura 32. Valores medios (número de mediciones=5) del suelo dentro y fuera del hoyo en las distintas fechas de medición. Año 2008.....	XXVIII
Figura 33. Precipitación y humedad del suelo (dentro y fuera del hoyo). Años 2008-2009 .....	XXIX
Figura 34. Temperatura máxima, mínima y medias diarias para 2008 y 2009 .....	XXX
Figura 35. Representación de déficit de presión de vapor medio diario como diferencia entre la temperatura media diario del punto de rocío y temperatura media diaria del aire para 2008. Mayor separación entre ambas series representa mayor estrés hídrico para la planta. ....	XXXI
Figura 36. Días e intensidad de rocío medida como la diferencia entre la temperatura de rocío y la temperatura del aire para los datos en que la primera es superior a la segunda, para 2008. ....	XXXI
Tabla 49. Datos por parcelas de las variables de calidad de estación. ....	XXXII
Tabla 50. Datos por parcelas de las variables de calidad de estación. Se muestran las especies principales. ....	XXXIII
Tabla 51. Resultados de supervivencia en cada control o toma de datos (expresada como proporción) .....	XXXIV
Tabla 52. Resultados de crecimiento en diámetro y altura (expresados como incremento relativo del valor pre-estival y post-estival respecto del valor inicial) hasta julio o hasta diciembre. ....	XXXIV
Tabla 53a. Datos medios de las mediciones de altura (H) y diámetro (D) para las diferentes mediciones. N: número de datos. Entre paréntesis la desviación típica. ....	XXXV
Tabla 53b. Datos medios de las mediciones de altura (H) y diámetro (D) para las diferentes mediciones. N: número de datos. Entre paréntesis la desviación típica. ....	XXXV
Tabla 54. Datos medios de crecimiento absoluto y relativo de altura (H) y diámetro (D) para las diferentes mediciones o controles. ....	XXXVI
Tabla 55. Porcentaje de mortalidad por especie para los distintos controles a lo largo del establecimiento de los brinzales (a cada especie le precede el número de parcelas sobre el que están calculadas las media y la desviación típica entre paréntesis). N es el numero de parcelas. ....	XXXVII
Tabla 56. Valores del análisis estadístico para DIÁMETRO y ALTURA. Se recogen los datos de aquellos análisis en los existía homogeneidad de la varianza y para las indicadas con * se han transformado las variables. ....	XXXVIII
Figura 37. Representación gráfica de la altura final al primer año con tubo (0) y sin tubo (1). Se representa la desviación típica. ....	XXXVIII
Figura 38. Representación gráfica del diámetro final al primer año con tubo (0) y sin tubo (1). Se representa la desviación típica. ....	XXXIX

Figura 39. Representación gráfica del diámetro final al segundo año con tubo (0) y sin tubo (1). Se representa la desviación típica. ....XXXIX

Figura 40. Representación gráfica de la altura final al segundo año con tubo (0) y sin tubo (1). Se representa la desviación típica. ....XL

# 1 INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

## 1.1 Introducción

Se define el término de **Repoblación forestal** o **Reforestación** como el conjunto de técnicas que son necesarias aplicar para crear una masa forestal, formada por especies leñosas (arbóreas y arbustivas), que sean estables con el medio, en un terreno cuya vegetación actual es ineficaz en mayor o menor grado según el uso asignado al territorio, y que adoptando las características deseadas, cumple los fines que de ella se demandan (SERRADA, 2005).

Tradicionalmente se ha diferenciado entre repoblaciones productivas, con especies de crecimiento rápido y técnicas similares a un cultivo agrícola, y las protectoras. Sin embargo, esta distinción no es nítida ya que las repoblaciones pueden presentar diversos grados dentro de los extremos productor-protector (ALLOZA, 2003).

En el Mediterráneo, la actividad repobladora arranca de muy antiguo, pero sólo a principios del siglo pasado adquiere relevancia en términos cuantitativos. En la Comunidad Valenciana, las repoblaciones forestales tienen una tradición que se remonta a más de cien años (CURRÁS, 1995).

Durante el período 1940-2008 en la Comunidad Valenciana se han repoblado más de 207.000 ha, lo cual supondría, si toda la superficie repoblada persistiese, el 57,5% de la actual superficie arbolada. En los últimos años, por una parte, la supervivencia de las mismas repoblaciones y por otra parte, los incendios, que han dado lugar a la desaparición de masas procedentes de repoblación, han hecho que toda la superficie repoblada no cumpla actualmente los objetivos propuestos inicialmente.

En cuanto a las inversiones, comentar que en el marco del Plan General de Ordenación Forestal de la Comunidad Valenciana (2002) se ha realizado un análisis de las inversiones efectuadas por la actual Consellería de Agua, Urbanismo y Vivienda. Según éste, en el período 1990-2001, el mayor porcentaje de inversiones (33%) ha recaído en la defensa del monte (mayoritariamente en la prevención de incendios forestales), seguido de la conservación de la biodiversidad (24%) y en tercer lugar las destinadas a restauración del medio (22%). En el Plan Forestal español, se realizó un análisis de las

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

inversiones realizadas en el sector forestal, con fondos cofinanciados por la Unión Europea, en el cual se ponía de manifiesto que la Comunidad Valenciana recibió en la década de los noventa, más de 84 millones de euros, lo que supone el 40% del total de las inversiones efectuadas por la Consellería en dicho período (ALLOZA, 2003).

Analizando estas cifras queda pues más que patente, que la actividad repobladora es un sector al que se destinan cuantiosos recursos económicos y que por lo tanto es necesario disponer de recursos y estudios que garanticen la eficiencia y el resultado de una repoblación. La experiencia repobladora ha facilitado el desarrollo de una amplia gama de herramientas técnicas para el diseño y planificación de las repoblaciones forestales.

La **investigación forestal**, aunque todavía con carencias, ha experimentado un incremento en el número de grupos de investigación que han abierto nuevas líneas de trabajo (calidad de planta, técnicas de plantación, etc.). Pero aún es necesario profundizar mucho más en esta línea y elaborar procedimientos prácticos de control, ya que existe todavía un porcentaje importante de mortalidad (30-35%) en las repoblaciones efectuadas en la Comunidad Valenciana (ALLOZA, 2003; DEL CAMPO *et al.*, 2005).

El proceso de repoblación forestal es bastante complejo, puesto que implica numerosos factores, cada uno de los cuales debe ser comprendido tanto de manera individual como sus relaciones con otros factores con los cuales interactúa. La respuesta de la planta, su supervivencia y crecimiento, en una estación particular o a las condiciones del medio dependerá de la capacidad de respuesta a estas, muchas veces limitantes. Estas pueden verse modificadas en mayor o menor medida gracias a las actividades culturales propias de las repoblaciones (ej. procedimiento de preparación, control de la vegetación, cuidados culturales, etc.) influyendo en la consecución de las mismas.

Para valorar el éxito de una repoblación es necesario controlar cómo se ha realizado y las variables influyentes en su consecución. Así, es preciso atender al conjunto de propiedades inherentes a la misma que permiten juzgar su valor o excelencia (SERRADA *et al.*, 2005). Las tasas de mortalidad y crecimiento relativo de las especies son los indicadores más importantes del resultado de una repoblación, es decir, la calidad de una repoblación, ya que permiten cuantificar cualitativamente y

cuantitativamente una repoblación. Siendo estas, normalmente los objetivos principales de las repoblaciones.

Los objetivos de las repoblaciones forestales se definen con las decisiones tomadas en el proyecto, se intentan alcanzar con la adecuada ejecución y se evalúan con el control de las mismas, identificándose las causas de las marras y, por tanto, posibilitando corregir los posibles defectos que condicionen el éxito final de estas.

Es frecuente que, dados los distintos elementos o eslabones que comprenden la cadena del proceso repoblador, los controles de calidad y las labores de seguimiento sean parciales en correspondencia con tales elementos. Así, es frecuente un control de calidad en la semilla en vivero, uno de calidad de planta, uno de calidad de ejecución de la obra, el seguimiento de la mortalidad y crecimiento, el seguimiento de condiciones climáticas, etc. Asumiendo que el primer objetivo a corto plazo de una repoblación forestal es conseguir un buen arraigo de los plantones transcurridos los dos primeros años críticos desde plantación, entonces es comprensible que todos los controles de calidad previos deben estar acoplados en el sentido de que unos condicionan a los otros y de ahí la necesidad de realizar un control de **calidad integral**.

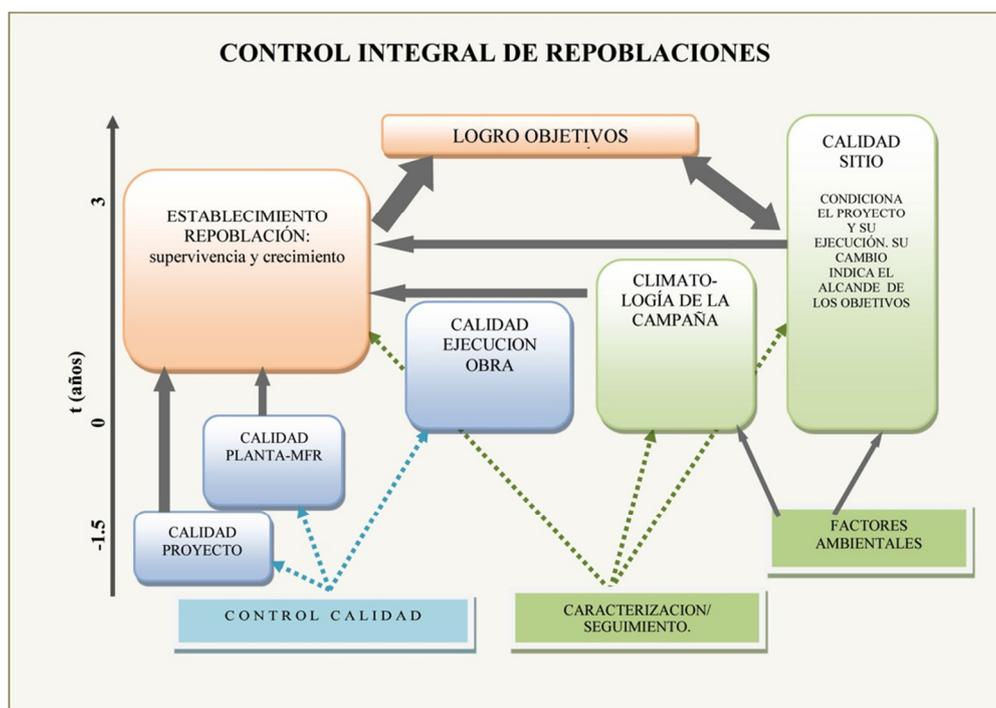
Si además, se tiene en cuenta el medio y largo plazo, entonces, más allá del arraigo de los plantones, es preciso constatar si la actuación realizada es eficaz alcanzando los objetivos para los que fue diseñada y ejecutada. Así, el control de calidad inicial debería transformarse a partir del segundo año en un monitoreo o seguimiento de la plantación, es decir, en la medición periódica de la mortalidad y del crecimiento, de modo que siga proporcionando información veraz sobre lo acertado o no de la actuación y, por ende, permita modificar o adecuar la técnica repobladora.

Por tanto, considerando la importancia de la interrelación de los factores implicados para alcanzar los objetivos de una repoblación y la valiosa información que se podría obtener para posteriores aplicaciones; ¿no se podría considerar el control de calidad integral de una repoblación como una de las técnicas a las que se hace referencia en la definición de Repoblación forestal para asegurar el éxito de una repoblación?

Considerando lo expuesto anteriormente, la figura 1 esquematiza los distintos factores que explican el establecimiento de una repoblación, primer paso para lograr los objetivos de la misma.

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Figura 1. Esquematación conceptual del control de repoblaciones forestales (Fuente: DEL CAMPO *et al.*, 2009).



De este modo, el control de calidad integral de repoblaciones se basa en un control de calidad propiamente dicho, que abarca los tres elementos (en azul) de la izquierda del organigrama: **calidad del proyecto**, **calidad del MFR** (Material Forestal de Reproducción) y **planta** y **calidad de ejecución**; y en un seguimiento o caracterización de los **factores ambientales** o abióticos (en verde), que tienen un peso importante en los resultados de **supervivencia** y crecimiento y que son los responsables de que éstos puedan variar temporal y espacialmente manteniendo fijos los primeros. Los factores abióticos más variables e importantes son las precipitaciones y la temperatura (**climatología**), pero también tienen un elevado peso el tipo y profundidad de suelo, disponibilidad de nutrientes esenciales, salinidad, pH, la fisiografía, etc. (**calidad de sitio o estación**)

En la Comunidad Valenciana se registra un amplio abanico de condiciones climáticas, caracterizadas por una irregularidad temporal y espacial de las precipitaciones. Esta irregularidad de precipitaciones junto con las temperaturas extremas, dan lugar a que el establecimiento de repoblaciones forestales sea variable entre distintos años, para unas mismas condiciones de estación (orientación, pendiente, pedregosidad, profundidad de suelo...), ejecución y calidad de planta.

El objetivo del control es por tanto ver la adecuación de las actuaciones previstas de proyecto y de la ejecución de los trabajos, así como saber la razón de las marras (si estas aparecen) y a qué causa pueden ser imputadas: circunstancias externas (principalmente clima y la estación) o derivadas de la obra y los materiales empleados.

### 1.2 Antecedentes.

En relación con **calidad del proyecto**, hay numerosas decisiones que se toman en el mismo y cuya utilidad o beneficio no está suficientemente contrastada en determinadas ocasiones. Un ejemplo de esto son los tubos protectores, cuyo uso ha experimentado un aumento considerable en los últimos años (PAUSAS *et al.*, 2003). En España, los tubos protectores empezaron a utilizarse a finales de la década de los ochenta (SIMÓN, 1990). Sin embargo, no es hasta los últimos años cuando se ha generalizado el empleo de tubos protectores, impulsándose fundamentalmente su uso por los trabajos de forestación en tierras agrícolas (NAVARRO y MARTÍNEZ, 1996). Éste se caracteriza por una temperatura y humedad relativa más altas, por la ausencia de aire en movimiento, una reducción de la intensidad de la luz y una mayor concentración de CO<sub>2</sub> (POTTER, 1991). Como consecuencia de este microclima son muchos los autores (TULEY, 1985; DIAS *et al.*, 1992; OLIET y ARTERO, 1993; MC CRERARY y TECKLIN, 1997) que afirman que los tubos producen un incremento del crecimiento en altura y de la supervivencia de las plantas, si bien en otras ocasiones su uso puede resultar contraproducente (PUÉRTOLAS *et al.*, 2010)

MURILLO y CAMACHO (1997) tratan el tema de la evaluación de la **calidad de las plantaciones** pero con un objetivo de producción. En su metodología propuesta utilizan como variables principales la calidad de los plantones y la calidad de la plantación (establecimiento de las parcelas, densidad real, etc.).

Es en el artículo de SERRADA *et al.*, (2005) sobre la Calidad de las Repoblaciones Forestales, cuando ya se habla de la importancia de conocer las relaciones entre los distintos factores que influyen en una repoblación. Se trata la importancia de la **calidad de planta**, de las actividades culturales propias de la repoblación, de una adecuada **ejecución** y de la calidad y adecuación del **proyecto** original. Todo ello con el objetivo de minimizar el porcentaje de marras e identificar la causa de éstas. A lo largo de este

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

trabajo se proponen criterios para valorar una adecuada actuación en la toma de decisiones de un proyecto.

La **calidad de planta** es uno de los factores importantes a tener en cuenta en una repoblación (DEL CAMPO, 2007b). Algunos autores (NAVARRO *et al.*, 2006) consideran que los factores ambientales y los de estación predominan sobre los factores de calidad de la planta, pero su influencia sobre la respuesta en campo está demostrada sobretodo en medios difíciles como el mediterráneo. La respuesta en plantación está afectada los factores ambientales que condicionan la elección de la calidad de la planta. Así, en condiciones desfavorables la calidad de planta juega un papel más importante que en aquellos donde son favorables (DEL CAMPO, 2007b).

La **climatología** durante el establecimiento de la repoblación, ha sido considerada desde antaño como una de las variables más influyentes en la consecución de estas. La irregularidad espacial y temporal de las precipitaciones junto a las temperaturas extremas, dan lugar a que el establecimiento de las plantaciones sea variable entre unos años y otros para unas mismas condiciones de estación, ejecución y calidad de planta. Por ello, es necesario un seguimiento de la evolución del clima durante y después de la plantación para discernir sobre su posible influencia sobre las marras. Para establecer la mayor o menor dependencia de la supervivencia respecto a la meteorología de la campaña se puede utilizar el modelo teórico de GÓMEZ y ELENA (1997) u otras aproximaciones más empíricas como las que se basan en relaciones estadísticas entre las variables climatológicas y el resultado de una muestra de repoblaciones (ALLOZA, 2003; NAVARRO *et al.*, 2006; DEL CAMPO *et al.*, 2007a).

GÓMEZ y ELENA (1997) sugieren estudiar las **causas abióticas meteorológicas** relacionadas con la pérdida de supervivencia en repoblaciones forestales según dos niveles de aproximación: causas meteorológicas directas (temperatura y precipitación) y condiciones de estación que matizan las causas meteorológicas: fisiografía y calidad del suelo (profundidad y textura del suelo, disponibilidad de nutrientes esenciales, pH...). La importancia de esta metodología es que permite dictaminar si ha habido o no influencia climática en la mortalidad.

En el Seguimiento de repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana que llevó a cabo ALLOZA *et al.*, (1999), se tuvieron en cuenta variables relacionadas con la

**climatología** de la campaña y la **calidad de sitio o estación**. El principal objetivo de este estudio era cuantificar el porcentaje de marras y la causa de éstas. En este seguimiento se presentan resultados en los que se constata la existencia de una importante variabilidad de los resultados (% de marras) en una misma actuación debido a las diferentes condiciones ambientales. También se obtuvo que un promedio de marras del 30% que constituye un umbral favorable en los ambientes mediterráneos. La litología y la profundidad de suelo útil destacaron por su repercusión en el porcentaje de marras.

En este sentido, diversos estudios han mostrado que la **disponibilidad hídrica** constituye un factor de vital importancia en el establecimiento y crecimiento de los plantones, máxime si existe una elevada irregularidad estacional (ALLOZA, 2003). El balance hídrico de una zona, está determinado por las condiciones edáficas, la fisiografía y las labores de preparación del suelo, variables que pueden mitigar la dureza climática de una región (GÓMEZ Y ELENA, 1997).

ALLOZA (2003), establece una interacción entre el suelo y la climatología. Según éste, para situaciones intermedias (60-90 días sin precipitaciones superiores a 5 mm) la litología influye significativamente en los resultados de una repoblación, debido a la distinta profundidad del suelo (inferior en calizas, mayor en margas). La manera en que el suelo influye en la disponibilidad de agua, dependiendo de la capacidad que tenga de retención de agua, siendo el funcionamiento del complejo arcillo-húmico el influyente en esta capacidad. Según BLANCO (1996), en general los suelos mediterráneos poseen un deficiente comportamiento hídrico, bien por su escasa capacidad de retención de agua o bien por su excesiva compactación que impide un drenaje correcto.

Se desprende, por tanto, la importancia de los **factores ambientales** en el éxito de la repoblación y ello lleva a la necesidad de cuantificar esta influencia cuando se plantean controles de calidad integrales. Los trabajos de GANDULLO Y SÁNCHEZ, (1994) y SÁNCHEZ *et al.*, (2007), han permitido un acercamiento importante a la autoecología de las distintas especies forestales, al cuantificar los rangos de los factores abióticos influyentes mediante un análisis individual de un buen número de ellos (altitud, pendiente, insolación, texturas del suelo, etc.).

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Así, existen numerosos estudios que tratan la relación entre la calidad de la planta y su influencia en la respuesta en una repoblación forestal. Otros que tratan sobre la influencia de los factores ambientales en la mortalidad o supervivencia de las plantas, pero escasos los estudios que integran todos los factores que determinan el establecimiento de una repoblación.

En DEL CAMPO *et al.*, (2008), presentan los primeros resultados del seguimiento de varias repoblaciones forestales. Los cuatro ejes sobre los que se basa este estudio son: la meteorología de la campaña, la calidad de estación, la calidad de planta y la ejecución de la obra. En las conclusiones se destaca la importancia de la profundidad del hoyo en los resultados de arraigo de las repoblaciones forestales en la provincia de Valencia. En cuanto al porcentaje de marras, una vez más se constata la heterogeneidad según especies y montes.

La metodología usada en este trabajo no se había contemplado en otros estudios. Se establecen criterios y metodologías para evaluar la **calidad de la planta**, la **calidad y adecuación del proyecto de repoblación**, el control de la **calidad de la ejecución**, el seguimiento de los **factores abióticos** y el de la propia repoblación, permitiendo de esta manera, conocer la causas de las marras producidas, así como el establecimiento de criterios que ayuden a optimizar próximas actuaciones.

## 2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son:

- Propuesta y ejecución práctica de una metodología de control integral de repoblaciones en la que se tengan en cuenta los diferentes elementos que se integran, durante los dos primeros años de la repoblación.
- Identificación de los factores del proyecto, de la ejecución y de la calidad de planta que hayan podido influir en la consecución de la repoblación, es decir, sobre la supervivencia, ayudando a simplificar y mejorar la metodología empleada.
- Identificar los principales factores abióticos que explican la mortalidad y su variación.
- Cuantificar la implicación de los conjuntos de variables anteriormente mencionados en la consecución a corto plazo de la repoblación de la Muela de Cortes



## **3 MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1 Introducción**

Este trabajo toma como base la implementación de una metodología de control integral de repoblaciones realizada sobre una obra real, con cierta complejidad organizativa. En la realización de la repoblación y su control de calidad integral han intervenido diferentes personas, entidades y empresas. En la redacción de proyecto y posterior ejecución han intervenido el Ministerio de Medio Ambiente, la Generalitat Valenciana y las empresas VAERSA y TRAGSA. Para la asistencia técnica se ha contratado a la empresa CYGSA.

A instancias de la Generalitat Valenciana (dirección de obra), Tragsa (ejecución) estableció un convenio con la Universidad Politécnica de Valencia (grupo de investigación REFOREST) para el asesoramiento científico y puesta en práctica del control de calidad integral de la repoblación, en colaboración con CYGSA.

El trabajo de campo se realizó durante dos años. Siguiendo con el esquema de la figura 1, el estudio de calidad del proyecto no estaba contemplado en el convenio y se ha realizado de forma explícita para el presente trabajo. El control de la calidad de planta se llevó a cabo íntegramente por la UPV. Los datos del control de la ejecución fueron recogidos por la asistencia técnica, existiendo unas parcelas de toma de datos y un diario de obra como más adelante se explican. La calidad de estación, el seguimiento de los factores climáticos y el de la evolución de la respuesta de la repoblación se realizó conjuntamente entre CYGSA y UPV.

### **3.2 El medio físico**

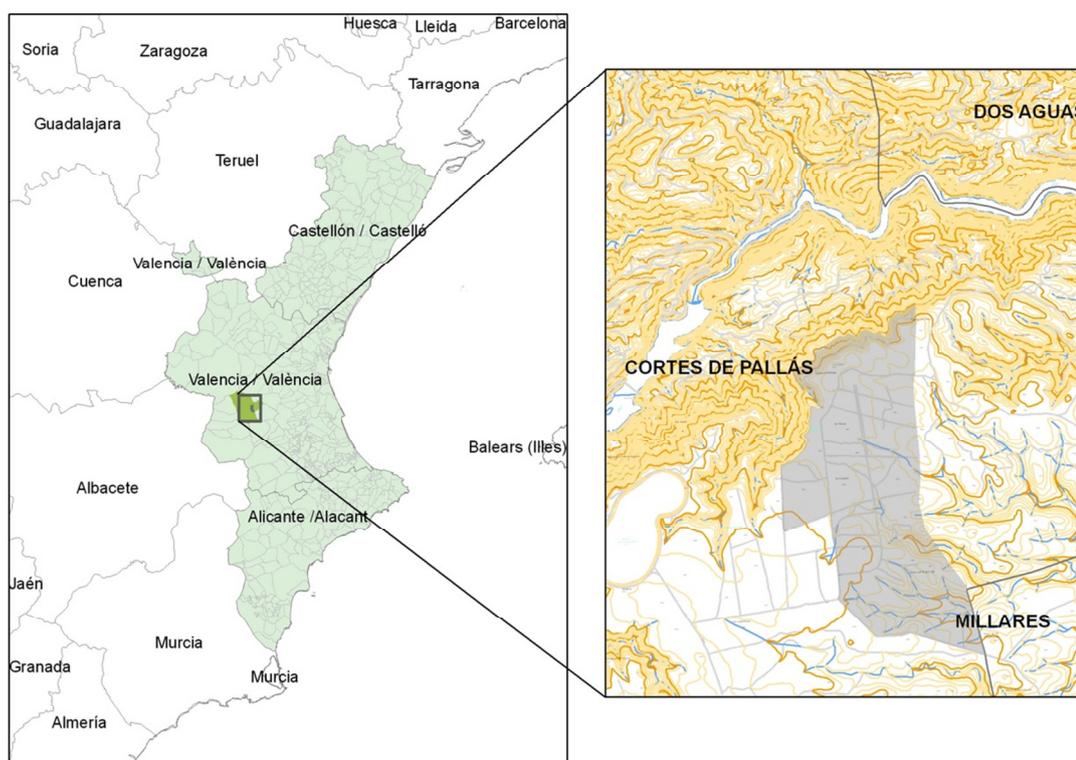
Dada la importancia de las características del medio físico en el estudio de la calidad integral de la repoblación, se ha considerado conveniente dedicarle un apartado a su descripción. Este punto es un resumen del apartado de “Estudio de la Estación” del proyecto de repoblación. Para una información más extensa de la presentada en este estudio se remite al proyecto original.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.2.1 Localización geográfica

Este proyecto se desarrolla en el monte de la Generalitat Valenciana denominado “Muela de Cortes” con ID V1001. Pertenece al distrito forestal de Requena, comarca del Valle de Cofrentes y término municipal de Cortes de Pallás. Su superficie es de 8.095,020 ha y tiene el N° 143 del Catálogo de Montes de Utilidad Pública de la Provincia de Valencia.

Figura 2. Localización de la zona de repoblación del proyecto.



### 3.2.2 Edafología y Geología

Las zonas elevadas y planas del monte se caracterizan por la predominancia de los suelos calizos y por ser suelos del tipo Calcisol háplico, el cual posee un horizonte cálcico y se desarrolla sobre materiales consolidados (calizas) del Cretácico con condiciones de semiáridez. En las zonas de menor altitud, zonas de abarrancamiento, se da un suelo de tipo Luvisol crómico, con un horizonte B árgico, de color pardo fuerte a rojo, con una estructura prismática y con ausencia de horizonte A móllico, debido a procesos de lavado.

### 3.2.3 Fisiografía

La zona de estudio se corresponde con una formación típica de macizos calcáreos, las muelas. Son montañas o formaciones montañosas con una fisiografía llana o ondulada en la parte más alta y con grandes pendientes y caídas en sus límites.

Los principales rasgos de la superficie objeto de repoblación son las siguientes:

- Altitud: la superficie objeto de estudio se sitúa en un intervalo entre los 650-900 m.
- Orientación: a grandes rasgos, aproximadamente el 10% de la superficie del proyecto está orientada hacia el norte, el resto se encuentra situada a todo viento.
- Pendiente: el 92,3% de la superficie a repoblar se sitúa por debajo del 30% de pendiente, el 4,9% está entre el 30-50% de pendiente y el 2,8% de la superficie está por encima del 50%. Estos dos últimos porcentajes se corresponden con la zona orientada al norte.

### 3.2.4 Red hidrográfica

La zona de estudio se enmarca dentro de la Cuenca Hidrográfica del Júcar. Los cauces que constituyen esta unidad tienen un régimen marcadamente mediterráneo, caracterizado con unas fuertes sequías en verano frente a inundaciones en otoño.

Además de diversas corrientes de agua no permanentes y de los pozos, en el monte objeto de estudio encontramos el embalse de la Muela. El embalse pertenece a la Red de Embalses de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

### 3.2.5 Estado erosivo

En el proyecto se ha estimado el estado erosivo empleando el modelo U.S.L.E., que calcula la pérdida de suelo por erosión hídrica en el tiempo, expresada en t·ha<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup> en función de la agresividad climática, la erosionabilidad del suelo, la topografía la cobertura vegetal. Las tasas de pérdida de suelo consideradas graves pertenecientes a la clase 4 de erosión suponen, para aquellos montes que la presentan, una importante reducción en su capacidad de uso.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las áreas de muy grave tasa de pérdida de suelo ocupan relativamente poca superficie en la actualidad. Corresponden a zonas incendiadas en grandes pendientes donde se ha alcanzado su rango máximo de erosión al haber desaparecido drásticamente su cobertura vegetal sin que en ellas se haya recuperado la misma de forma efectiva. Por otra parte, las unidades ambientales que pertenecen a la clase 5 corresponden a zonas que, sin existir una causa que acelere la erosión, poseen tan escasa cobertura en condiciones tan desfavorables del suelo, pendiente y material geológico que son proclives a la acción más intensa de procesos erosivos.

### 3.2.6 Vegetación

- Vegetación potencial

Según la serie de vegetación de RIVAS-MARTÍNEZ (1987), el monte objeto de estudio se corresponde con la serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de la encina (*Quercus rotundifolia*) *Bupleuro rigidi-Querceto rotundifoliae sigmetum*. Y siguiendo las series de regresión de CEBALLOS (1938) se encuentra incluido en la serie de regresión número diez de la encina, sobre terreno silíceo o sobre terreno calizo.

- Vegetación actual

Dentro del monte se diferencian las siguientes formaciones vegetales o unidades de vegetación más o menos homogéneas:

- U.V.1) Masa forestal de *Pinus halepensis* y *Rosmarinus officinalis*.
- U.V.2) Masa forestal con *Pinus halepensis*, *Pistacia lentiscus* y *Rosmarinus officinalis*.
- U.V.3) Matorral bajo en laderas de la muela caliza. Incendio reciente. Incluye crestones rocosos.
- U.V.4) Matorral medio de *Quercus coccifera* y *Ulex parviflorus*.
- U.V.5) Matorral con *Rosmarinus officinalis*, *Ulex parviflorus*, *Brachypodium retusum* y tomillar mixto. Inclusiones varias de *Pinus pinaster*.

- U.V.6) Matorral degradado con *Rosmarinus officinalis*, *Ulex parviflorus*, *Brachypodium retusum* y tomillar mixto.

### 3.2.7 Fauna

La Muela de Cortes es un gran altiplano envuelto por el río Júcar, que lo recorta en un profundo cañón de gran desnivel. La práctica ausencia de núcleos y aprovechamientos humanos posibilita que esta zona presente un elevado interés para la fauna. Así, abundan los mamíferos superiores de interés cinegético como la cabra montés, el muflón o el jabalí, perteneciendo este espacio a la Reserva Nacional de Caza de la Muela de Cortes (declarada por Ley 2/1973, de 17 de marzo, de creación de 13 Reservas Nacionales de Caza). Por otra parte, la presencia de cuevas favorece la existencia de una interesante comunidad de quirópteros. La zona padece una gran deforestación, con vegetación muy degradada en la que domina el matorral. Se pueden diferenciar los siguientes hábitats faunísticos:

- 1. Masa forestal de Pinar de *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster* en laderas
- 2. Matorral esclerófilo con *Rosmarinus officinalis*, *Ulex parviflorus*, *Quercus coccifera*, *Quercus ilex*, etc.
- 3. Cantiles y afloramientos rocosos calizos
- 4. Ramblas, vaguadas y cauces de agua no permanentes.

### 3.2.8 Climatología

Para los datos termométricos, el proyecto ha utilizado la estación de Enguera ‘La Matea’ (periodo 1980-1993, 13 años) de proyecto de repoblación, y dado que no existían datos pluviométricos suficientes se han tomado estos de la estación de Millares ‘Salto de Millares’ (periodo 1961-1990, 25 años) del Atlas climático de la Comunidad Valenciana (PEREZ, 1994).

Los datos termométricos han sido corregidos para calcular los datos climáticos corregidos para el monte. Para su cálculo se tiene en cuenta la diferencia de cotas entre las estaciones meteorológicas y la media de la zona a repoblar, para realizar unas ligeras

## MATERIALES Y MÉTODOS

correcciones en los valores de temperaturas (0,65 °C cada 100 m). Para los datos pluviométricos no se ha realizado ninguna corrección dada la cercanía de la estación.

Tabla 1. Datos de precipitación y temperatura medios mensuales

	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
T <sup>a</sup> (°C)	7,8	8,6	11	12,2	16,5	21,6	24,3	24,3	21,4	16,1	12	8,9
P(mm)	43,9	38,6	50,2	40,7	45,7	23,0	9,4	16,2	40,9	99,7	93,0	54,0

	Invierno	primavera	verano	otoño
P(mm)	132,7	109,4	66,5	246,7
T <sup>a</sup> (°C)	9,2	16,8	23,3	12,3

- Datos generales de temperaturas: Temperatura media anual: 15,39 °C
- Datos generales de las precipitaciones: Precipitación total anual: 555,3 mm.

### Piso Bioclimático

Según la clasificación de RIVAS MARTÍNEZ (1987) el monte objeto de estudio está dentro del piso Mesomediterráneo, cuyas características son las siguientes:

- T = 13-17 °C (Temperatura media anual)
- M = 9-14 °C (T<sup>a</sup> media de las máximas del mes más cálido)
- m = -1- -4 °C (T<sup>a</sup> media de las mínimas del mes más frío)
- It = 210-350 (Índice de Termicidad)

A modo de resumen podemos clasificar el monte dentro de:

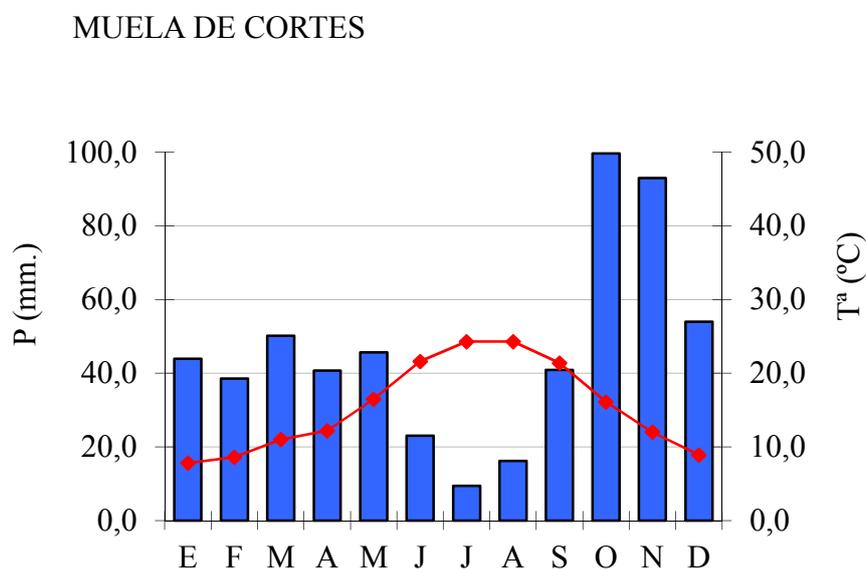
- REINO BIOGEOGRÁFICO: Holártico
- REGIÓN: Mediterránea
- PISO: Mesomediterráneo
- HORIZONTE: Inferior

### Ombroclima

Dentro de cada piso bioclimático, en función de la precipitación, se distinguen diversos tipos de vegetación, que corresponden aproximadamente con unidades ombroclimáticas. El monte objeto de estudio se halla dentro del ombroclima seco, cuya precipitación anual es de 350-600 mm.

### Diagrama ombrotérmico de Gaüsson

Figura 3. Diagrama ombrotérmico de Gaüsson.



En el Diagrama ombrotérmico de Gaüsson observamos que los meses más desfavorables para el crecimiento de la planta, por no tener disponibilidad hídrica, son los correspondientes a la época de sequía, es decir, los meses de junio, julio, agosto y parte de septiembre. Según los datos obtenidos del proyecto de repoblación el intervalo de sequía es de 3 meses.

### Diagrama bioclimático

Para el cálculo del diagrama bioclimático (figura 4) se ha utilizado las indicaciones de (MONTERO & GONZÁLEZ, 1982). En el anexo 5.1 se explican los cálculos que se realizan para la elaboración del diagrama bioclimático. Los datos que se han utilizado para realizar el gráfico se encuentran en la tabla 2.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 2. Datos cálculo diagrama bioclimático. ETP es la evapotranspiración y K es el parámetro provincial.

DATOS BÁSICOS												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>P, mm</b>	43,9	38,6	50,2	40,7	45,7	23,0	9,4	16,2	40,9	99,7	93,0	54,0
<b>T, °C</b>	7,8	8,6	11,0	12,2	16,5	21,6	24,3	24,3	21,4	16,1	12,0	8,9
<b>K</b>	1,86	2,45	4,52	5,55	6,88	8,22	8,18	7,19	4,57	3,19	1,84	1,66
<b>ETP</b>	21,75	29,55	59,47	76,06	107,81	147,97	157,34	138,30	81,85	49,41	25,05	20,25

Figura 4. Diagrama bioclimático para los datos mensuales medios.

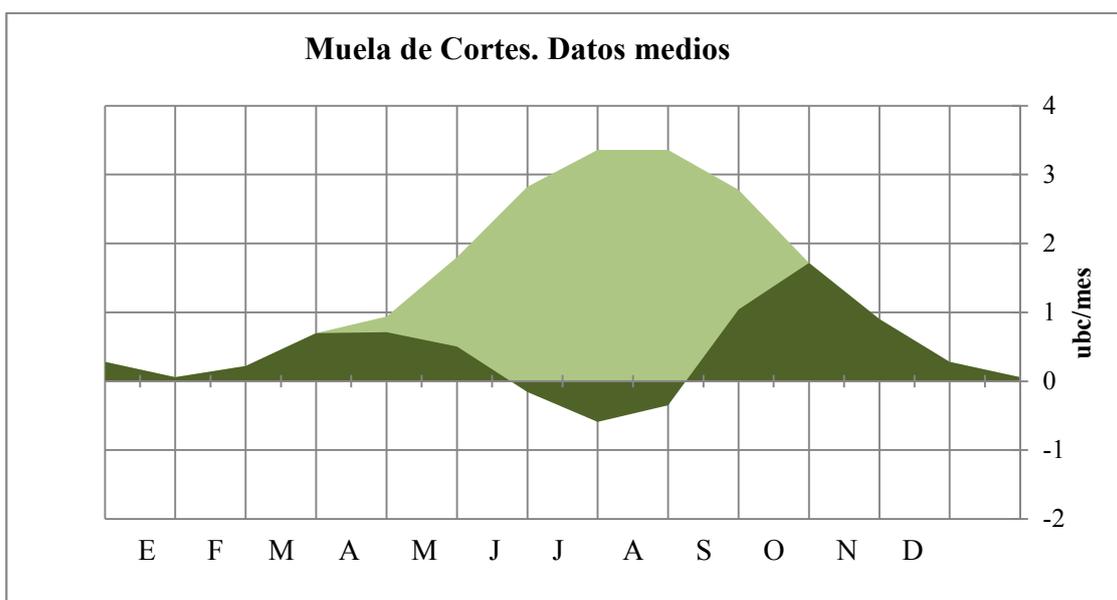


Tabla 3. Valores del diagrama bioclimático para los datos mensuales medios.

INTENSIDADES BIOCLIMÁTICAS Y PARAMETROS HIPOTESIS. IB en ubc			
<b>IBP :</b>	18,94	<b>IBR :</b>	6,14
		<b>IBL :</b>	4,8
		<b>IBS :</b>	-1,09
		<b>IBF :</b>	0
		<b>IBC :</b>	1,34
		<b>ISS :</b>	12,8
		<b>Tm libre, ° C :</b>	13,2
		<b>C.R., mm :</b>	30
		<b>Escorrentía, % :</b>	0

La intensidad bioclimática potencial (IBP) es la capacidad de producción de una estación dependiendo de la temperatura, siempre mayor de 7,5 °C. La intensidad bioclimática fría (IBF), mide el periodo en el que las plantas están en parada vegetativa por frío ( $T_m < 7,5^\circ\text{C}$ ); La intensidad bioclimática cálida (IBC), da la medida del periodo de crecimiento ( $T_m > 7,5^\circ\text{C}$ ). Ésta se divide en intensidad bioclimática libre (IBL), que mide la capacidad de producción de una estación y se corresponde con el periodo en el que las plantas crecen sin limitación de agua; intensidad bioclimática seca (IBS), mide

el estrés hídrico provocado por la sequía, es el periodo de parada vegetativa por sequía; la intensidad bioclimática condicionada (IBC) mide el requerimiento hídrico necesario para recuperarse de la sequía estival en este periodo el crecimiento está limitado, debido a la recuperación del vegetal, después de la sequía estival. La intensidad bioclimática real (IBR) es la suma de la IBC y IBL. La intensidad bioclimática subseca (ISS) es la diferencia. C.R. es la capacidad de retención de agua en el suelo en mm (se supone que la profundidad del suelo en cm equivale a mm de agua posible de acumular, véase anexo 5.3). La escorrentía se supone 0 por la escasa o incluso inexistente pendiente. La unidades:  $1 \text{ ubc} = 1 \text{ mes} \times 5 \text{ }^\circ\text{C}$

### **3.3 Los controles de calidad**

Se ha seguido el esquema general de la figura 1 para evaluar integralmente la repoblación forestal en cuestión. Se detalla a continuación la metodología seguida para caracterizar cada uno de los grupos de variables considerados.

#### **3.3.1 Calidad de proyecto**

##### *3.3.1.1 Evaluación de la calidad del proyecto*

Para evaluar la calidad del proyecto se tendrá en cuenta una serie de decisiones estratégicas tomadas en el proyecto de repoblación. La tabla 4 (modificada de SERRADA *et al.*, 2005, y DURYEY & DOUGHERTY, 1991) muestra los criterios que se han utilizado. Para ello se les darán valores 0, 1 y 2. 0, cuando la decisión de proyecto es incorrecta o está ausente; 1, cuando es incompleta; y 2, cuando es correcta o está bien realizada.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 4. Resumen de los criterios de valoración de una buena actuación en la toma de decisiones de un proyecto de repoblación (modificada de SERRADA *et al.*, 2005 y DURYEA & DOUGHERTY, 1991)

Decisiones estratégicas para el proyecto de repoblación	Criterios de valoración de la calidad
División en rodales de repoblación	Estudio fisiográfico, climático y edáfico con interpretación de sus resultados analíticos. Estudio de la vegetación actual.
Propuesta de un objetivo preferente para la repoblación forestal de un rodal	Planificación forestal del entorno. Estudios de calidad de estación y de estados erosivos. Formulación de objetivos concretos, manteniendo la idea de multifuncionalidad.
Identificación de especies, incluso ecotipos, compatibles con la estación	Estudio climático. Estudio edáfico e interpretación de resultados analíticos. Conocimiento suficiente de la autoecología de las especies forestales.
Elección de la composición específica de la repoblación	(1) Evolución de la composición, según tratamientos, hasta el turno y en etapas intermedias. Selvicultura. Definición de los porcentajes de mezcla y del modelo de distribución en masas mixtas. Diferenciación entre especies con carácter de principal o dominante y de las acompañantes o subordinadas. Definición del origen y procedencia de MFR. (2) Parcela experimental
Densidad y marco iniciales	Atender, con preferencia, a criterios selvícolas. Espesura suficiente al servicio de la diversidad genética.
Método de repoblación	Comprobar la oportunidad de ambos métodos. En caso de elegir la siembra, definir protección por la predación de la semilla.
Desbroce	Justificación de que es necesario. Definición según extensión, selectividad, modo de ejecución y forma de afectar al matorral.
Preparación del suelo	Estudio edafológico completo. Definición de objetivos para esta tarea. Definición según extensión, acción sobre el perfil, modo de ejecución y profundidad. En ambientes mediterráneos valorar el efecto hidrológico.
Elección del tipo de planta	Técnica de cultivo: raíz desnuda o envase. Calidad: genética; morfológica; fisiológica; y biológica. Definir actuaciones para el mantenimiento de la calidad en la manipulación.
Plantación	Determinar campaña acorde a las exigencias de la estación.
Instalación de protectores	Justificar en todo caso su necesidad. Elección del tipo adecuado (mallas cinegéticas, mallas de sombreado, tubos invernadero). Determinar las características del material (altura, color, sección, perforaciones, etc...). Prever la retirada en plazo adecuado.
Reposición de marras	Fijar porcentaje admisible.
Podas de guiado y resalveos	Justificar objetivos y eficacia en la morfología de las plantas.
Acotado al pastoreo	Normas e instalaciones eficaces.
Tratamientos de mejora en desarrollo	Prevención de incendios. Claras, desbroces y podas en tiempo y con modo oportunos.
Factores limitantes	Identificación de los factores limitantes de la repoblación para alcanzar los objetivos propuestos.
Costes y beneficios	Evaluación de los costes de repoblación y los beneficios en función de los objetivos alcanzados.
Control de calidad	Previsión de un control de calidad y seguimiento de la repoblación con el fin de conocer la consecución o no de los objetivos y sus causas.

Aunque los criterios enumerados ayudan a quitar subjetividad a la valoración, en algunos de aspectos de la calidad del proyecto como son la instalación de protectores o la división de rodales, se ha procedido a su valoración mediante un procedimiento más analítico, con base en análisis estadísticos.

Para el análisis de la **zonificación por rodales** se han analizado las diferencias entre ellos en cuanto a mortalidad, suponiendo que esta puede explicar diferentes condiciones de estación. Además, se han tenido en cuenta las diferencias descritas en proyecto en cuanto a variables de estación (véase anexo 3)

También se ha valorado el **empleo de tubos protectores** comparando la supervivencia en plantas con y sin tubo. Dado que el proyecto prevé la colocación de tubo protector en todas las especies, se planteó la instalación de una parcela de experimentación en el rodal IIb que, como se comenta posteriormente (punto 3.2.2), no ha utilizado el tubo en *Pinus sp.* y *Juniperus phoenicea*, especies en que existían dudas sobre la utilidad del protector. La comparación de la respuesta con tubo en la repoblación se ha hecho empleando sólo los datos de los rodales IIa y IIb por la proximidad y similitud de estos rodales a la parcela experimental y únicamente para *Pinus sp.* por no existir suficiente cantidad de datos para *Juniperus phoenicea*. En la reposición de marras (segundo año) no se utilizó el tubo en la repoblación. Únicamente se realizó reposición de marras en el rodal IIa.

### 3.3.1.2 *El proyecto de repoblación*

El proyecto de repoblación sobre el que se llevan a cabo los estudios de calidad integral se denomina “*Repoblación Forestal de Montes Propiedad de la Generalitat Valenciana en la Provincia de Valencia (T.M. Cortes de Pallás)*”, con clave 08.F36.008/2111, tiene fecha de abril de 2006 y figuran como firmantes D. Jesús Selva Serrano (Vaersa, Ingeniero de Montes) y Teresa Villarino Valdivielso (Ingeniero de Montes), como autores del proyecto y D. Rafael Currás Cayón (Consellería de Territori i Habitatge, Ingeniero de Montes) como Director Facultativo. El presupuesto de ejecución por contrata es de: 2.304.868,60 €.

Este proyecto se desarrolla en el monte de la Generalitat Valenciana denominado “Muela de Cortes” con ID V1001. Pertenece al distrito forestal de Requena, comarca del valle de Cofrentes y T.M. de Cortes de Pallás. Su superficie es de 8.095,020 ha y tiene el N° 143 del Catálogo de Montes de Utilidad Pública de la Provincia de Valencia.

Este proyecto tiene como objeto ejecutar una repoblación forestal en 709 ha del citado monte. Su objetivo principal es “*conseguir que el monte en el que se interviene disponga de una cubierta vegetal estable*”.

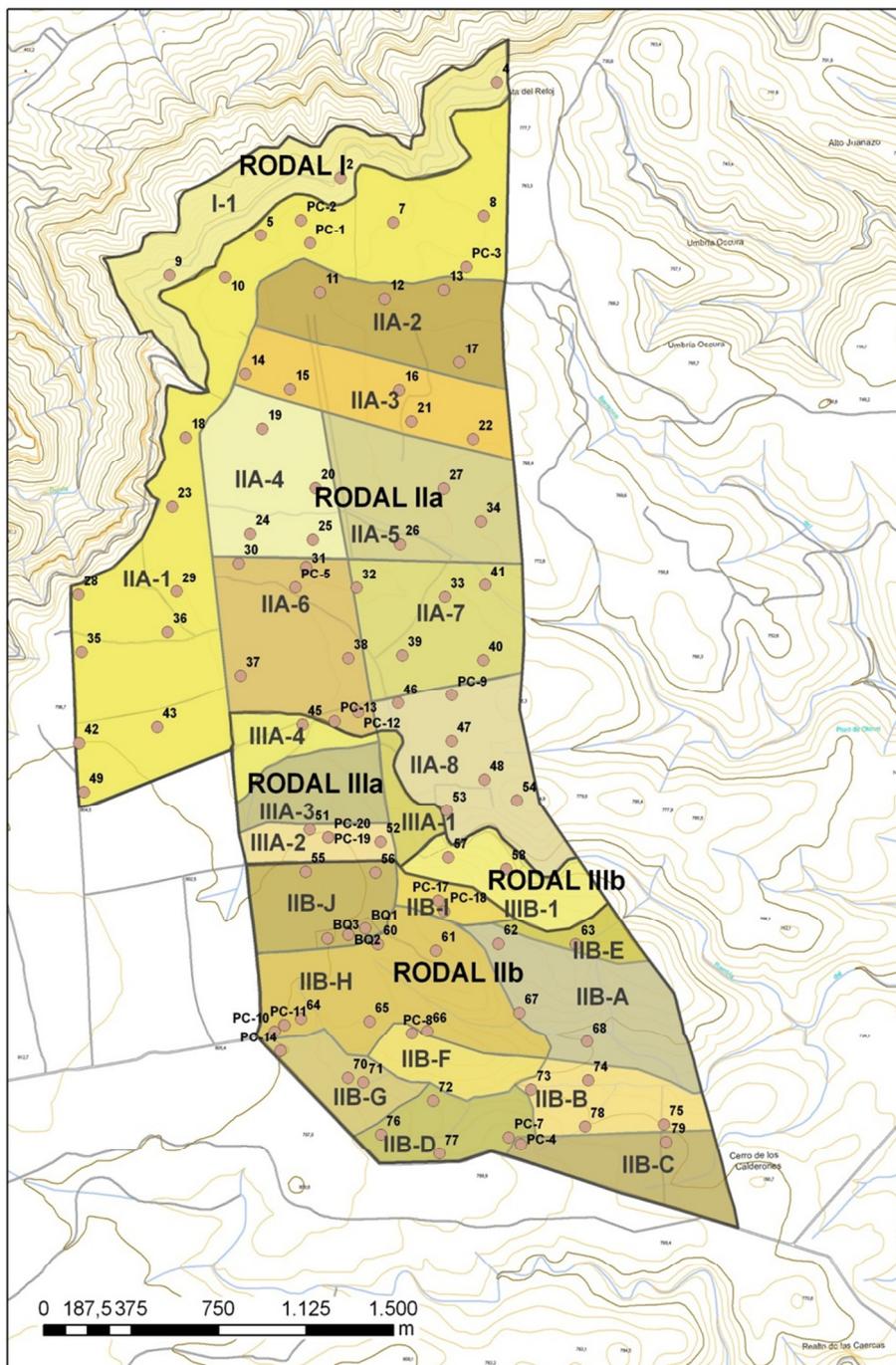
Para tal fin, el proyecto articula unas actuaciones básicas en forma de repoblación y repoblación bajo cubierta resumidas en la tabla 5 y en el mapa 1 (anexo 2). Debe aclararse que en la puesta en obra de las distintas unidades y trabajos previstos en el proyecto original ha supuesto la modificación de algunas de ellas según las condiciones

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

de cada rodal en particular. De este modo, por razones operativas se ha dividido el monte en sectores de acuerdo a la red de caminos principales, aunque se ha mantenido la división de los rodales en todos los aspectos técnicos del proyecto. La figura 5, muestra esta zonificación.

Para un mayor detalle de los distintos aspectos de la repoblación se remite al proyecto original y al anexo 3, donde figuran las fichas resumen de los distintos rodales en que se ha subdividido el monte.

Figura 5. Distribución de rodales, sectores de los rodales y parcelas de plantación de la zona de repoblación.



## MATERIALES Y MÉTODOS

AÑO	Rodales según proyecto	Tipo repoblación	Tratamiento vegetación preexistente	Preparación del terreno	Trabajos complementarios	Densidad plantación (pies/ha)	Superficie (ha)
1º AÑO	R-I	Repoblación		Ahoyado manual	Hidrogel, tubos invernaderos, alcorque, castillete	850	49
	R-IIa	Repoblación		Ahoyado con retro	Hidrogel, tubos invernaderos, alcorque, castillete	850	395
	R-IIb	Repoblación		Ahoyado con retro	Hidrogel, tubos invernaderos, alcorque, castillete, limpieza mecanizada del cortafuegos	850	202
2º AÑO	R-IIIa	Repoblación bajo cubierta	Roza selectiva y manual del matorral Poda de carrascas	Ahoyado manual	Hidrogel, tubos invernaderos, alcorque, castillete	100	44,5
	R-IIIb	Repoblación	Poda de encinas	Ahoyado manual	Hidrogel, tubos invernaderos, alcorque, castillete, limpieza mecanizada del cortafuegos	500	18,5
2º AÑO	R-IIa	Reposición de marras		Ahoyado preexistente	No se puso tubo	variable	

Tabla 5. Características generales de los rodales de repoblación.

3.3.2 Evaluación de la calidad de la planta

La valoración de la calidad de planta se ha realizado por *comparación con los valores estándares* y/o medias establecidos por la UPV para las distintas especies. Además, dado el contexto de uso del concepto de calidad de planta, se han testado los lotes empleados en una *parcela experimental* establecida al efecto como se comenta más adelante. El fin de este experimento es testar en condiciones reales de repoblación las calidades de planta existentes para una misma especie (lotes de distintos viveros), permitiendo identificar posibles respuestas anómalas en algún lote (por comparación con datos históricos) así como cuantificar las diferencias atribuibles a la calidad de planta (por comparación entre los lotes participantes).

Los valores a comparar son atributos materiales y de respuesta, tal y como propuso RITCHIE en el año 1984 (véase tabla 6). Estas determinaciones se realizaron sobre planta seleccionada al azar en el vivero y tan próxima en el tiempo a la plantación cómo fue posible.

Tabla 6. Atributos de la calidad de planta (modificado de RITCHIE, 1984)

<b>ATRIBUTOS MATERIALES</b>		<b>UNIDS.</b>	<b>ABREVIAC.</b>	<b>N</b>	<b>MATERIAL/MÉTODO</b>
<i>Atributos morfológicos</i>					
<i>Parámetros</i>	Altura	cm	H	100	Regla graduada (0,1 cm)
	Diámetro en la base del tallo	mm	D	100	Calibre digital (0,1 mm)
	Peso seco Foliar	g	PSF	25	65°C 24h + Balanza 0,01 g
	Peso seco Aéreo (foliar + tallos)	g	PSA	25	65°C 48h + Balanza 0,01 g
	Peso seco Radical	g	PSR	25	65°C 48h + Balanza 0,01 g
<i>Índices</i>	Esbeltez	cm/mm	H/D	100	
	Cociente parte aérea–parte radical	mg g <sup>-1</sup>	PA/PR	25	
	Índice calidad DICKSON	-	QID	25	Thompson (1985)
<i>Atributos fisiológicos</i>					
Estado nutritivo (hoja o parte aérea)					Determinación en Laboratorio
Concentración N		%	N	25(1)	Digestión Kjeldahl ó micro Kjeldahl
Concentración P		%	P	25(1)	Colorimetría. Método del fosfomolibdovanato (420nm)
Concentración K		%	K	25(1)	Espectroscopia de absorción atómica
Concentración Ca		%	Ca	25(1)	Espectroscopia de absorción atómica
Concentración Mg		%	Mg	25(1)	Espectroscopia de absorción atómica
Concentración Fe		%	Fe	25(1)	Espectroscopia de absorción atómica
<b>ATRIBUTOS DE RESPUESTA</b>		<b>UNIDS.</b>	<b>ABREVIAC.</b>	<b>N</b>	<b>MATERIAL/MÉTODO</b>
POTENCIAL DE CRECIMIENTO RADICAL		PCR			
Peso Seco Raíces Nuevas		g	PCR_PS	15-20	Ensayo específico (del Campo <i>et al.</i> , 2007)
Número Raíces Nuevas > 1 cm		nº	PCR_#	15-20	Ensayo específico (del Campo <i>et al.</i> , 2007)

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.3.2.1 Especies y lotes empleadas en la repoblación.

En la tabla 7 se indican las especies que han sido utilizadas en la repoblación y un código para cada una consistente en las dos primeras letras del género y las dos de la especie (generalmente las primeras), que será empleado a lo largo de todo este documento para simplificar las referencias a las especies.

Tabla 7. Especies utilizadas con indicación del código de especie.

ESPECIE	
<i>Fraxinus ornus</i> (FROR)	<i>Pinus pinaster</i> (PIPR)
<i>Juniperus phoenicea</i> (JUPH)	<i>Quercus faginea</i> (QUFA)
<i>Arbutus unedo</i> (ARUN)	<i>Quercus ilex</i> (QUIL)
<i>Pinus halepensis</i> (PIHA)	

La mayor parte de la planta empleada en la repoblación del monte V1001 proviene del vivero forestal de TRAGSA, en San Fernando de Henares (Madrid). En la repoblación también se empleó planta del vivero La Hunde (Ayora, Valencia) y del vivero forestal Alharabe (Moratalla, Murcia). También se han recurrido a otros lotes auxiliares (a fin de tener al menos dos de la misma especie) para instalar la parcela experimental de contraste de calidad de planta. La tabla 8 indica la procedencia de los distintos lotes de planta estudiados en las campañas del 07-08 y 08-09 por la UPV.

Tabla 8. Lotes de planta estudiados en la campaña 07-08 y 08-09 especificando los que se han usado únicamente en la parcela experimental de calidad de planta.

AÑO	ESPECIE	VIVERO PRODUCTOR	LOTE	REPOBLACIÓN
07-08	ARUN	MORATALLA	ARUN-PL225--AL07	SI
		LA HUNDE	ARUN-PS250-25-HU07	NO
	FROR	LA HUNDE	FROR-PS250-25-HU07	SI
		LA HUNDE	JUPH-PS250-25-HU06	NO
	JUPH	MORATALLA	JUPH-ALHARABE	SI
	PIHA	LA HUNDE	PIHA-FP200-10-HU07	SI
		TRAGSA-M	PIHA-FP300-10-TM07	SI
	PIPR	LA HUNDE	PIPR-FP250-16-HU07	SI
		TRAGSA-M	PIPR-FP300-16-TM07	SI
	QUFA	TRAGSA-M	QUFA-FP300-10-TM06	SI
FUENTEAMARGA		QUFA-FP300--FA07	NO	
QUIL	LA HUNDE	QUIL-FP300-10-HU07	NO	

		TRAGSA-M	QUIL-FP300-9-TM07	SI
08-09	PIHA	LA HUNDE	PIHA-FP200-10-HU08	REP. MARR.
	PIPR	LA HUNDE	PIPR-FP250-16-HU08	REP. MARR.

### 3.3.2.2 Trazabilidad y manejo de la planta en monte.

La información de trazabilidad y manejo de la planta en monte ha sido suministrada por CYGSA y se resume en los párrafos siguientes. Durante la campaña de plantación, la planta se ha aviverado en el vivero de La Hundede, a donde han llegado un total de 6 portes, 5 de San Fernando y uno de Moratalla. A parte de las plantas que llegaron en dichos portes también se utilizó en la repoblación planta producida en el propio vivero de La Hundede.

Figura 6. Lote de pino carrasco proveniente de Madrid tras su descarga en la Hundede (izquierda). Bandejas preparadas con las proporciones de plantación para ser transportadas al monte (derecha)



Las cerca de 13.000 plantas de pino carrasco de La Hundede fueron empleadas debido a que se observó que tenían un mayor número de raíces blancas con aspecto vigoroso, frente a la planta de TRAGSA, que apenas presentaba actividad radical alguna. No obstante, el pino carrasco de La Hundede (PIHA-FP200-10-HU07) presentaba bastantes eras con daños por las heladas de finales de noviembre de 2007 (Figura 6). Entre la planta de Moratalla, la sabina fue descartada por la poca consistencia del cepellón, que hacía muy difícil la extracción de la planta de los alvéolos, aunque se plantaron unos pocos centenares. Los lotes de madroño y fresno de flor sí presentaban una calidad exterior apropiada

## MATERIALES Y MÉTODOS

Figura 7. Lotes de sabina (*Juniperus phoenicea*) (izquierda), fresno (*Fraxinus ornus*) (centro) y madroño (*Arbutus unedo*) (derecha) procedentes del vivero de Moratalla.



Desde el vivero de La Hunde se fueron haciendo portes con una frecuencia más o menos constante hasta pie de obra durante toda la campaña de plantación. La planta recibida era descarga y aviverada en un cobertizo. De aquí se distribuía por el monte según la zona de plantación.

### 3.3.2.3 Parcela de experimentación

Dentro de la superficie de repoblación se ha diseñado una parcela de experimentación cuyo principal objetivo es realizar un contraste en campo de la respuesta al establecimiento de distintos lotes de planta (dentro de una misma especie y entre varias especies) usadas en la repoblación bajo unas condiciones controladas de ejecución y de estación, de modo que se pueda ver cómo se desarrollan las plantas en condiciones ecológicas similares, lo que dará información sobre si se ha acertado en la elección de la composición de la repoblación y también en las respuestas de las distintas calidades de planta que han sido plantadas en la repoblación.

Se trata, por tanto, de un elemento importante del control integral dado que elimina incertidumbre sobre el efecto de la calidad de planta en la repoblación. De esta forma podemos conocer qué parte de la mortalidad puede ser atribuida a los factores de calidad de planta.

El ensayo se realizó en la propia repoblación forestal, delimitando una parcela que se dividió en tres bloques o repeticiones. La preparación del terreno y densidad de ahoyado en la parcela coinciden con las correspondientes al Rodal II-b, donde se ubica. La parcela se plantó entre finales de enero y principios de febrero de 2008 por plantadores

de la propia repoblación y eliminando el efecto del plantador (un mismo lote se planta por distintos plantadores), para evitar posibles sesgos en la respuesta. Los pinos y la sabina se plantaron sin tubo protector (a diferencia de lo que se hizo en el resto de la repoblación) y el resto de especies con tubo, como en el resto de la repoblación. La ausencia de tubo en la parcela experimental permite que se pueda contrastar los resultados de esta con el resto de la repoblación y comprobar si la elección del tubo ha sido correcta o errónea.

La muestra de planta por cada lote es de unas 150 plantas, aunque en algunos lotes, como los de sabina, las existencias totales no permitieron alcanzar esta cifra. Las plantas se distribuyeron en tres bloques o repeticiones (50 plantas por bloque aproximadamente), dando lugar a un total de 150 x 13 lotes = 1950 plantas aproximadamente. Se etiquetó individualmente cada planta de modo que quedara identificada la especie, el lote, el bloque y el número de planta dentro del bloque. La siguiente tabla muestra un croquis de la distribución en campo de los bloques y lotes plantados.

Tabla 9. Distribución de los lotes de la parcela experimental de calidad de planta. Año 07-08.

<b>BLOQUE 1</b>	<b>BLOQUE 2</b>	<b>BLOQUE 3</b>
PIHA-FP300-10-TM07	QUIL-FP300-10-HU07	FROR-PS250-25-HU07
PIHA-FP200-10-HU07	QUFA-FP300--FA07	PIPR-FP300-16-TM07
PIPR-FP300-16-TM07	ARUN-PL225--AL07	PIPR-FP250-16-HU07
PIPR-FP250-16-HU07	ARUN-PS250-25-HU07	PIHA-FP300-10-TM07
QUIL-FP300-9-TM07	JUPH-ALHARABE	PIHA-FP200-10-HU07
QUIL-FP300-10-HU07	JUPH-PS250-25-HU06	QUIL-FP300-9-TM07
QUFA-FP300--FA07	FROR-PS250-25-HU07	QUIL-FP300-10-HU07
QUFA-FP300-10-TM06	PIHA-FP300-10-TM07	QUFA-FP300--FA07
ARUN-PL225--AL07	PIHA-FP200-10-HU07	QUFA-FP300-10-TM06
ARUN-PS250-25-HU07	QUFA-FP300--FA07	ARUN-PL225--AL07
JUPH-ALHARABE	QUFA-FP300-10-TM06	ARUN-PS250-25-HU07
JUPH-PS250-25-HU06	PIPR-FP300-16-TM07	JUPH-ALHARABE
FROR-PS250-25-HU07	PIPR-FP250-16-HU07	JUPH-PS250-25-HU06

Se ha realizado un seguimiento de mortalidad y crecimiento de todas las plantas paralelo al seguimiento de la repoblación (véase punto 3.5). Las mediciones se han realizado en cuatro ocasiones: tras plantación (control 1), pre-estival (de mediados de junio a primeros de julio de 2008; control 2), post-estival (a partir del 15 de octubre de

## MATERIALES Y MÉTODOS

2008; control 3) y dos años después de la plantación (a partir del 20 de octubre de 2009; control 4).

### 3.3.3 Evaluación de la ejecución de la obra

La evaluación de la ejecución se ha valorado en tres aspectos complementarios: la *adecuación al proyecto*, la *correcta ejecución* por comparación con **parcelas de contraste** (PC) y su influencia en los *resultados de la repoblación* (mortalidad).

La ejecución de la obra se ha caracterizado sobre tres grandes apartados: **Preparación del terreno y plantación, diseño de la repoblación y cuidados culturales**. Cada uno de los anteriores apartados se evaluará según los aspectos anteriores con las variables que más adelante se exponen.

La seguimiento de la ejecución de la obra se llevó a cabo durante el primer año, 07-08. Para este fin se dispone del diario de obra de CYGSA y de una red de parcelas de muestreo en la cuales se han medido diferentes variables que nos ayudan a tener un mayor conocimiento de cómo se han llevado a cabo los trabajos. Las parcelas de contraste (PC) son un grupo de parcelas que se han ejecutado correctamente con la supervisión de la dirección de obra, de esta manera se pueden comparar los datos con el resto de la repoblación.

#### 3.3.3.1 *Muestreo de repoblación*

Para su estudio se ha partido de una red de **138 parcelas de preparación** (mapa 2.2 de anexos), sobre la que se ha seleccionado una red de **89 parcelas de plantación** (mapa 2.3 de anexos). Sobre esta última muestra, se han realizado varias selecciones de parcelas para distintos propósitos o variables a determinar; así, se han tomado, **21 parcelas** en las que se han medido variables de **ejecución**, **21 parcelas de control de plantación o de contraste (PC)**, plantadas en presencia y con indicaciones de la dirección de obra, **31 parcelas de control integral** (seguimiento mortalidad y crecimientos); de esas 31 parcelas en **15** de ellas también se ha medido la **humedad** del suelo a lo largo del primer año (mapa 2.4 de anexos).

Puesto que este estudio se desarrolla en base a los resultados medidos en dichas parcelas, es importante dejar bien claro qué parcelas se han utilizado y qué se ha medido

en cada una de ellas. Con este propósito se ha elaborado un cuadro resumen de las parcelas y de sus diferentes objetivos.

Tabla 10. Parcelas utilizadas en este estudio.

Nº PARCELAS	EJECUTOR	DENOMINACIÓN	OBJETIVO
138	CYGSA	<b>Parcelas de preparación</b>	Caracterizar la preparación del terreno. Densidad de preparación, profundidad de los hoyos. Aceptación o no de los hoyos.
89	CYGSA	<b>Parcelas de plantación</b>	Caracterizar la composición específica y mortalidad de la plantación. Densidad de plantación.
21	CYGSA	<b>Parcelas de plantación</b>	Se realiza la medición de las variables de ejecución
21	CYGSA	<b>Parcelas de contraste o de control de plantación (PC)</b>	Parcelas ejecutadas correctamente. Su interés recae en la comparación de la ejecución entre estas y las anteriores y poder conocer si la ejecución en la repoblación en general se ha realizado correctamente. Caracterizar la composición específica y mortalidad de la plantación pero plantadas con presencia de dirección de obra (indicadas como PC-#).
31	UPV	<b>Parcelas de control integral</b>	Medir crecimientos, supervivencias y otras variables ecológicas (suelo, inventarios florísticos, etc.). Son las parcelas en las que se determina, además, la calidad de estación.
15	UPV	<b>Parcelas de humedad</b>	Seguimiento de la humedad del suelo.

Las consideraciones teóricas que deben aplicarse a este estudio son las siguientes:

- Para la determinación de la intensidad de muestreo o superficie a muestrear se aceptan las consideraciones de ALLOZA (2003), DEL CAMPO *et al.*, (2008) y MURILLO y CAMACHO (1997), tomando como guía la relación de la tabla 11. En condiciones muy homogéneas de estación (y de repoblación) y grandes superficies, estas intensidades se podrían bajar ligeramente.

Tabla 11. Intensidad de muestreo según la superficie del área a muestrear. (Fuente: MURILLO y CAMACHO, 1997)

Tamaño del Rodal o Plantación (ha)	Intensidad de muestreo (% del área total)
1-3	5
3,1-6	4
6,1-10	3
10,1-20	2
20,1-50	15
>51	1

- Fijada la intensidad de muestreo, es preciso determinar qué tamaño de parcela de muestreo se va a escoger y en consecuencia el número de parcelas a establecer.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En general, a menor densidad de plantación, mayor tamaño de parcelas y menor su número (Tabla 12). Además, en repoblaciones (o rodales) pluriespecíficos (> 4 especies), sólo se consideran radios a partir de 18 m.

Tabla 12. Tamaño de la parcela según la densidad de plantación. \* En rodales pluriespecíficos (> 4 especies),  $R \geq 18$  m. (Fuente: MURILLO y CAMACHO, 1997)

DENSIDADES DE PLANTACIÓN (Plantas ha <sup>-1</sup> )	SUPERFICIE PARCELA (m <sup>2</sup> )	RADIO CÁLCULO (m)
>1100	380,13	11
851-1100	530,93	13
701-850	615,75	14
551-700	804,25	16
400-550	1018*	18*
< 400	1257*	20*

Con lo anterior, el número de parcelas a establecer se obtiene de dividir la superficie de muestreo (tabla 11) entre la superficie de la parcela escogida (tabla 12) y redondeando siempre al número entero superior:

$$\text{Número\_parcelas} = \frac{\text{Superficie\_total\_a\_muestrear}}{\text{Superficie\_de\_la\_parcela\_de\_muestreo}}$$

Debido a que en el momento de plantear el diseño del muestreo ya existía una red de parcelas establecidas por CYGSA, se optó por aprovechar parte de esta red para los muestreos de las distintas variables de la repoblación. La Tabla 13 resume las características principales de la red de parcelas inicial de CYGSA (de preparación y de plantación). En cuanto a la intensidad de muestreo, se observa una tendencia inversa a la de la tabla 11 de forma que ésta disminuye al disminuir la superficie del rodal en lugar de aumentar. No obstante, es conveniente recordar la relativa homogeneidad del monte repoblado, tanto en sus características ecológicas como en la técnica aplicada, por lo que si se consideran los valores globales de la repoblación, el dimensionamiento del muestro es adecuado tanto en la red de parcelas de preparación como en la red de parcelas de plantación: intensidad en torno al 1% densidad de parcelas entre 5 y 8 ha /parcela.

Las parcelas son circulares de radio 15 m y superficie fija (TORRES Y MAGAÑA, 2001), aunque en algunos casos se han considerado radios de 20 m, (PC-1, PC-2 y PC-3), En teoría, estas parcelas van ubicadas en los vértices de una malla imaginaria de lado “L” (que se calcula como la raíz cuadrada del cociente entre el área de la plantación o rodal, en metros, y el número de parcelas), El radio de la parcela debe ser corregido con

la pendiente para que la superficie real muestreada se corresponda con la proyección ortogonal de la superficie de cálculo, luego:

$$Radio_{\text{corregido}} = Radio / \sqrt{\cos \alpha}$$

Siendo  $\alpha$  el ángulo de la pendiente (que debe medirse en el punto con un clisímetro o similar). Además este radio debe corregirse sólo en la dirección de la pendiente y no en sus secciones transversales. Este ajuste se ha realizado únicamente en las parcelas del Rodal I, donde la pendiente se incrementa; se ha tomado una pendiente del 45% (0,423 radianes) y un radio real de 14,3 m, obteniéndose superficies de parcela de 644 m<sup>2</sup>,

Tabla 13. Características del muestreo en parcelas de preparación y plantación.

RODA L	SUPERFICIE PROYECTO (m <sup>2</sup> )	PARCELAS PREPARACIÓN DEL TERRENO				PARCELAS PLANTACIÓN			
		Nº Parcelas de Preparación	Total Superficie Muestreo (m <sup>2</sup> )	ha/Parc	Intensidad muestreo (%)	Nº Parcelas de Plantación	Total Superficie Muestreo (m <sup>2</sup> )	ha/Parc	Intensidad muestreo (%)
I	490.708	5	3.216	9,8	0,7	3	1.930	16,4	0,39
II.a	3.952.642	95	68.801	4,2	1,7	50	36.992	7,9	0,94
III.a	444.157	4	2.827	11,1	0,6	4	2.827	11,1	0,64
III.b	184.337	2	1.414	9,2	0,8	2	1.414	9,2	0,77
II,b	2.022.958	32	22.619	6,3	1,1	30	21.206	6,7	1,05
<b>TOTAL</b>	<b>7.094.802</b>	<b>138</b>	<b>98.878</b>	<b>5,14</b>	<b>1,39%</b>	<b>89</b>	<b>64.369</b>	<b>7,97</b>	<b>0,91%</b>

Mediante un SIG se obtienen las coordenadas de los puntos generados, se introducen en un GPS y se crea una ruta de muestreo con todos los puntos geo-referenciados. El punto elegido como inicio de la cuadrícula, que debe ser al azar, se marca en el terreno mediante un sistema permanente que garantice su localización posterior. Una vez que la parcela de muestreo queda marcada, se inicia la medida de las variables de interés.

- Preparación del terreno y plantación: dimensiones del hoyo y profundidad; densidad de hoyos y plantación.
- Diseño de la repoblación: especies y densidades.
- Cuidados culturales: tubos, castilletes, alcorques, etc.

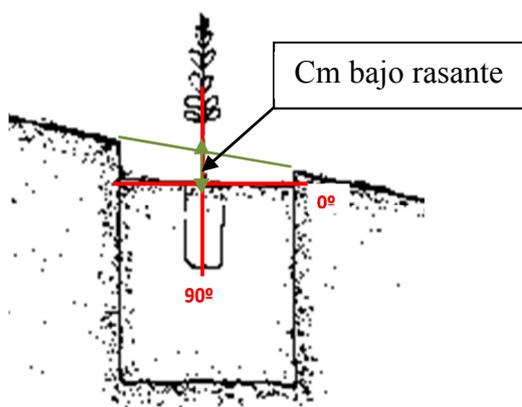
### 3.3.3.2 Evaluación de la preparación del terreno y la plantación

- **Preparación del terreno.**

## MATERIALES Y MÉTODOS

En todos los casos las preparaciones del terreno han sido puntuales y se han realizado mediante ahoyado con retroexcavadora, retroaraña y puntualmente mediante ahoyado manual. La muestra para estas variables ha sido variable, según se indica más adelante. Se han determinado de forma general los siguientes parámetros:

- **Profundidad de la preparación u hoyo (cm)** en la red de parcelas de preparación (CYGSA). En cada parcela, se mide la profundidad en cm de todos los hoyos desde la rasante del terreno hasta que la vara metálica empleada para medir toca roca coherente. No obstante, en 28 parcelas sólo se comprobó que la profundidad fuera mayor de **25 cm** como valor establecido de proyecto para aceptarlos, sin anotarse su valor.
- **Centímetros bajo rasante del terreno.** En una muestra inferior, de 30 parcelas (las parcelas de control integral) y de 5-10 hoyos por parcela, se ha medido la vertical entre la rasante del terreno y la superficie del suelo en el hoyo, para obtener, sustrayendo este valor al de profundidad del hoyo, la profundidad de suelo útil para la planta. Se usa cinta métrica y listón que se enrasa con el terreno circundante al hoyo.



- **Profundidad del suelo:** se calcula por resta de las dos anteriores con lo que tenemos el suelo útil para la planta. Se considerará también variable de calidad de estación.
- **Largo y ancho del hoyo.** En primer lugar en las parcelas de preparación del terreno se han comprobado que estas medidas están dentro de los valores aceptados por proyecto (**60x60 cm**). Posteriormente, en una muestra de 15 parcelas (20 hoyos por parcela), se han medido dos

diámetros opuestos del hoyo (según curva de nivel y máxima pendiente, en caso de ladera), usándose cinta métrica.

- **Densidad de la preparación y porcentaje de hoyos rechazados.** En la red de parcelas de preparación (138 parcelas), del muestreo de todos los hoyos de cada parcela, se obtiene la densidad de preparación y del número de hoyos que no superan las dimensiones mínimas establecidas por proyecto (**60x60x25 cm**), se obtiene el porcentaje de hoyos rechazados. Al aplicar este último valor al de densidad de la preparación se obtiene un valor más próximo al de densidad de plantación, si bien hay discrepancias que se comentarán en ese punto.
- **Calendario de ejecución** de la preparación del terreno por rodales y parcelas, Este parámetro no se obtiene del muestreo sino que se registra a partir del diario de obra de CYGSA.

### – Calidad de la plantación

En este punto se incluyen varias determinaciones que tienen que ver tanto con el proceso de plantación en sí como con el movimiento de la planta en el monte.

- **Fechas de plantación.** Esta información la proporciona el diario de obra de CYGSA.
- **Plantadores.** Esta información también es proporcionada por el diario de obra de CYGSA.
- **Calidad de la ejecución de la plantación.** Las variables relacionadas con la calidad de la plantación se han realizado sobre la muestra de 21 de las 89 de plantación y 4 hoyos por parcela en las que se determinó:
  - La **verticalidad del cepellón** en el hoyo: se cava con una azada en un lateral de la planta sin alterar su posición, hasta descubrir la posición original del cepellón. Se mide aproximando a grados (90° cepellón vertical; 0° horizontal; cuando el cepellón presenta forma de “L”, tomamos 45°). El proyecto establece **90°** como valor correcto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

- **Resistencia de la planta a la extracción.** Se determina tirando del tallo de la planta hacia arriba y clasificando de 0 a 2 esta resistencia. 0: la planta se extrae fácilmente del suelo (no ha sido compactado en absoluto); 1: se nota cierta holgura; **2: planta firmemente sujeta al suelo.**
- **Tempero del suelo** (en el hoyo de plantación). Se emplea igualmente el mismo baremo de 0 (suelo muy seco y sin tempero alguno) a **2** (suelo húmedo al tacto y con **buen tempero**). Es preciso indicar que esta variable se determina en la fecha de muestreo y no en la de plantación, que sería lo propio.

### 3.3.3.3 *Evaluación del diseño de repoblación*

Se ha realizado sobre la red de parcelas de plantación (89 parcelas). En cada una de ellas se indica la especie y su número lo que permite calcular densidades totales y parciales.

### 3.3.3.4 *Evaluación de los cuidados culturales*

#### – **Colocación de tubos protectores**

Se ha medido el porcentaje de plantas con protector ausente así como la colocación del protector, y para evaluarlo se ha utilizado el siguiente baremo; 0: protector ausente; 1: protector mal colocado y **2: protector colocado correctamente**. El muestreo de la primera variable se ha realizado sobre la totalidad de las parcelas de plantación y el de la segunda sobre la misma muestra de 21 parcelas de plantación donde se midió la calidad de la ejecución de la plantación.

Esta evaluación se ha realizado durante el primer año en las parcelas de control integral. No se ha evaluado ni en la parcela experimental ni en la reposición de marras del rodal IIa, que se realizó sin tubo.

#### – **Castilletes y alcorques**

Se controla su ejecución mediante el mismo baremo: 0 (ausente o muy deficiente); 1 (deficiente o parcial); **2 (correcto o completo)**. En el caso del castillete, también se

constata el tamaño de las piedras (0: longitud mayor < de 10 cm; 1: longitud mayor > 30 cm; 2: longitud mayor entre 10 y 30 cm) y la forma del castillete (de 0 a 2). La muestra de parcelas es igual a la anterior.

La *evaluación de la calidad de ejecución* se va a realizar en tres aspectos anteriormente comentados:

- ***La adecuación al proyecto***: se realizará un análisis comparativo de los valores obtenidos en el muestreo de la repoblación (parcelas) y los exigidos en proyecto (tabla 14). Esta primera hipótesis puede ser positiva o negativa.
- ***La correcta ejecución de la repoblación por comparación con las parcelas de contraste***: La plantación controlada bajo la dirección facultativa de las parcelas de contraste (PC), permite conocer los valores de las distintas variables de ejecución cuando la repoblación se ejecuta correctamente y con las limitaciones inherentes a la puesta en obra. Así, conocidos los datos de ejecución de las parcelas de repoblación/plantación y de las PC se procederá al análisis comparativo entre ambas para ver si la ejecución ha sido igual en ambos grupos de parcelas. Este primer análisis se realizará variable a variable (tabla 14, p.e, profundidad hoyos en ambos tipos de parcelas, verticalidad de la planta en el hoyo, etc.). Dada la mezcla íntima de estas parcelas (plantación y contraste), el resto de factores con posible influencia en la repoblación (calidad proyecto, calidad planta, calidad estación, etc.) no diferirá de forma determinante entre ellas y por tanto, diferencias en mortalidad entre ambos grupos de parcelas serían atribuibles a la ejecución. Por ello, en segundo lugar, se hace una análisis comparativo de la mortalidad entre ambos grupos. Esto permitiría salvar el posible inconveniente de que alguna otra variable de ejecución relevante, no considerada en este trabajo, hubiera condicionado la mortalidad (caso de que hubiera diferencias en la mortalidad pero no en las variables de ejecución evaluadas).
- ***Relación de la ejecución con la respuesta en mortalidad***: analizar si las variables de ejecución, consideradas individualmente, han tenido influencia en la mortalidad (tabla 14).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 14. Hipótesis para la evaluación de la calidad de ejecución.

1ª HIPÓTESIS. ADECUACIÓN AL PROYECTO (comparación con valores pliego)	2ª HIPÓTESIS. CORRECTA EJECUCIÓN DE LA REPOBLACIÓN (comparación con PC)	3ª HIPÓTESIS. RELACIÓN VARIABLES EJECUCIÓN CON LA MORTALIDAD	EVALUACIÓN EJECUCIÓN
OK	OK	SI	Existen defectos en la ejecución a nivel proyectual y no de la ejecución propiamente dicha.
		NO	La ejecución es correcta en todos sus aspectos.
	NO	SI	La ejecución presenta defectos que repercuten negativamente en la repoblación.
		NO	La ejecución no ha influido aunque se haya realizado inadecuadamente de acuerdo a las especificaciones de la dirección de obra.
NO	OK	SI	Indica que existen defectos en la ejecución respecto a lo establecido en proyecto con influencia en los resultados de la repoblación.
		NO	La ejecución realizada ha sido distinta a lo establecido en proyecto pero no ha influido en la consecución de la repoblación
	NO	SI	La ejecución presenta defectos que repercuten negativamente en la repoblación.
		NO	La ejecución no ha influido aunque se haya realizado inadecuadamente.

Las variables que se han analizado estadísticamente han sido recogidas en la tabla siguiente:

Tabla 15. Variables análisis estadístico de calidad de ejecución.

CLASIFICACIÓN	VARIABLE	UNIDAD MEDIDA O VALORES	VALORES PROYECTO	OBSERVACIONES ANALISIS
CALIDAD DE EJECUCIÓN	ALCORQUE	0, 1, 2	2	DIAGNOSTICAR LA CALIDAD DE EJECUCIÓN: RESPECTO PROYECTO, COMPARANDO CON LAS PC Y BUSCANDO RELACIONES SIGNIFICATIVAS CON LAS RESPUESTA EN MORTALIDAD.
	VERTICALIDAD CEPELLON	0°-90°	90°	
	RESITENCIA EXTRACCIÓN	0, 1, 2	2	
	TEMPERO SUELO	0, 1, 2	2	
	PROFUNDIDAD DE HOYO	cm	>25	

---

ALTURA A RASANTE	cm
------------------	----

---

PROFUNDIDAD SUELO	cm
-------------------	----

---

### 3.4 Caracterización ecológica. Seguimiento climatológico.

Se va a caracterizar la calidad de estación y se va realizar un seguimiento climatológico con el fin de conocer la influencia de la calidad de estación de las parcelas y de las variables climatológicas en las mortalidad.

#### 3.4.1 Calidad de estación

La caracterización de la calidad de estación se va realizar mediante la medición de la *orientación*, la *pendiente*, la *pedregosidad*, la *profundidad del suelo*, la *textura del suelo*, su contenido en *materia orgánica* (ver anexo 1) y la *vegetación pre-existente*, para la cual se han realizado inventarios de vegetación que han sido utilizados en este estudio, y no los inventarios realizados en el proyecto de repoblación.

El objetivo es conocer qué variables pueden explicar la distribución de la mortalidad y la existencia de valores de variables o factores que son limitantes para la consecución de la repoblación. Los análisis que se van a realizar son correlaciones entre las mismas variables y con la mortalidad.

La *profundidad del suelo* (cm), se ha obtenido de las mediciones hechas para la calidad de ejecución empleándose una barrena.

Se han realizado análisis de *materia orgánica* (%) en todas las parcelas con control integral, y en algunas de ellas también se ha llevado a cabo un análisis de la *textura* (%). Para ello se extrajeron muestras de cada parcela, de un kilo de tierra aproximadamente a una profundidad variable, ya que se recogió tierra a diferentes profundidades (0-30 cm). La ubicación dentro de la parcela para la recogida de muestras se hizo de manera aleatoria, recogéndose en cinco puntos distintos correspondientes con hoyos de plantación. Las muestras se llevaron a laboratorio para realizar los análisis pertinentes (ver anexo 1).

La *vegetación* se ha muestreado mediante el índice de Braun-Blanquet

## MATERIALES Y MÉTODOS

Tabla 16. Índice de BRAUN-BLANQUET (1979)

%	INDICE	Valor medio de %
<1	+	0,2
1-5	1	3
5-25	2	15
25-50	3	37,5
50-75	4	62,5
75-100	5	87,5

Para el estudio se han utilizado como variables: el propio índice en forma porcentual, la presencia o ausencia de la especie (1 o 0 respectivamente) y la *cobertura total* como suma de todas las abundancias porcentuales (puede darse en algunas parcelas una cobertura mayor del 100% dada la estratificación de la vegetación).

Para medir la *orientación* se utilizó una brújula y para la *pendiente* un clinómetro Blume-Leiss. Para evaluar la *pedregosidad* del terreno se ha utilizado la siguiente escala:

Tabla 17. Gradación de la pedregosidad (Fuente: VAQUERA, 2008)

Nivel	Descripción
1	Sin piedras
2	Piedras separadas a más de 30 m 0,01% del área
3	Separadas a 10-30 m 0,01-0,1% del área
4	Separadas a 1,5-10 m 0,1-1% del área
5	Separadas a 0,7-1,5 m 3-15% del área
6	Del 15-45% del área
7	Del 45-90% del área
8	90% del perfil con guijarros
9	Roca o rocoso

A continuación se presentan resumidas las variables de calidad de estación que se van a utilizar en el análisis:

Tabla 18. Variables análisis estadístico de calidad de estación.

CLASIFICACIÓN	VARIABLE	UNIDAD MEDIDA O VALORES	OBSERVACIONES ANALISIS
	PROFUNDIDAD DE SUELO	cm	DIFERENCIA ENTRE LA PROFUNDIDAD DE HOYO Y LA ALTURA A RASANTE.
	DENSIDAD DE PLANTACIÓN	PLANTAS/HA	SE HA CONSIDERADO TAMBIÉN COMO VARIABLE DE EJECUCIÓN.
	M.O	%	MATERIA ORGÁNICA
	ARCILLA	%	
	LIMO	%	EN TOTAL 100%
	ARENA	%	
<b>CALIDAD DE ESTACIÓN</b>	ORIENTACIÓN	SE HA RECLASIFICADO DE 0-180 RESPECTO EL NORTE (0°). -1 SIN ORIENTACIÓN NI PENDIENTE	PARA LOS VALORES -1 SE HA CONSIDERADO 90°
	PENDIENTE	%	
	PEDREGOSIDAD	0-9	
	ESPECIES VEGETALES	INDICE DE BRAUN - BLANQUET	CADA ESPECIE VEGETAL ES UNA VARIABLE
	ESPECIES VEGETALES	INDICE DE PRESENCIA O AUSENCIA (0,1)	CADA ESPECIE VEGETAL ES UNA VARIABLE
	COBERTURA	SUMA INCIDE DE BRAUN BLANQUET (%)	UN DATO POR PARCELA

### 3.4.2 La climatología de la campaña.

La climatología se va a valorar para los dos años de estudio con el seguimiento de la precipitación, temperatura y de las humedades del suelo y del aire.

Con las mediciones realizadas se evalúa, por diferentes métodos, la relación con la mortalidad. Por un lado, los datos medios mensuales de precipitación y temperatura

## MATERIALES Y MÉTODOS

permitirán obtener diagramas ombrotérmicos y diagramas bioclimáticos para los dos años de estudio, y por comparación con el año normal podemos valorar la posible influencia de estas variables en la consecución de la repoblación. Por otro lado, se empleará también otra metodología para evaluar las situaciones climatológicas anuales propuesta por GÓMEZ y ELENA (1997).

Para el seguimiento de la climatología, se ha instalado una única estación meteorológica (HOBO Micro Station. “HWS-Micro”) con sensores de **humedad del suelo**, **temperatura y humedad relativa** en las inmediaciones de la parcela 36 de plantación (01\_36\_08) y un **pluviómetro** en el perímetro de la repoblación, junto al refugio donde se aviveraba la planta.

Estos datos han permitido obtener series de temperatura y humedad relativa máxima, mínima y media diarias así como de la humedad del suelo en tres puntos distintos (dos en sendos hoyos de plantación y uno en el terreno natural no alterado). La frecuencia de toma de datos del data-logger se programó cada 30 minutos en cada una de las variables citadas. La microestación meteorológica se instaló en la primera quincena de enero del 2008 y estuvo operativa hasta diciembre del mismo año. Estas medidas permiten conocer al detalle el período crítico post-plantación, al abarcar desde aquí hasta después de las primeras lluvias significativas del otoño siguiente. Otra de las variables que da la estación es el punto de rocío.

No obstante, estos aparatos dieron problemas de funcionamiento y aparecieron lagunas de datos que fue preciso completar. Para completar las series se tomaron como base los datos de la estación de Sierra Martés, perteneciente a la red de prevención de incendios de la Conselleria. Estas estaciones toman valores de temperatura a las 9.00, a las 12.00 y a las 18.00 h, de modo, que han sido necesario desarrollar ecuaciones de regresión lineal entre los valores de temperatura de nuestra estación y las series de Sierra Martés. En concreto, se tomó la serie de las 18.00 h, tanto para las máximas como para las mínimas, pues daba los valores de  $R^2$  más altos ( $> 0.83$ ). Otras series como las de la humedad del suelo y la humedad relativa no fueron completadas. En el caso de la precipitación, los valores del pluviómetro fueron erróneos y se tomó la serie de Sierra Martés al completo.

Por otro lado, además de los valores de humedad del suelo medidos en la estación meteorológica de la parcela 36, se han realizado mediciones puntuales en otros puntos de la repoblación, midiendo con TDR (Spectrum, Filed Scout 100, varillas de 12 cm) en determinadas fechas del año. Se han tomado datos de humedad del suelo en cinco puntos aleatorios de cada parcela. Estas determinaciones se han hecho en una muestra reducida de parcelas (15), distribuidas por toda la repoblación. Estas parcelas están integradas en las 31 parcelas de control integral, más la parcela experimental (ver mapa 4 del ANEXO 1). El propósito de estas determinaciones era conocer la evolución de la humedad del suelo para aplicar eventuales riegos de apoyo que al final no se realizaron dada la pluviometría del año 2008.

Para evaluar estos datos, en primer lugar, se han calculado los **diagramas ombrotérmicos** para los dos años de estudio cuyos valores sirven posteriormente para la metodología de GÓMEZ y ELENA (1997). Por otro lado, también se han calculado los **diagramas bioclimáticos** de MONTERO & GONZÁLEZ (1982), que permiten calcular diversas intensidades bioclimáticas anuales que pueden estar relacionadas con la mortalidad de la repoblación. Estos diagramas tienen dos hipótesis relacionadas con el sitio de estudio, que anteriormente en el punto 3.2.8 se han utilizado para el cálculo del año medio. Para la hipótesis de C. R. (capacidad de retención) se ha tenido en cuenta una capacidad de 30 mm equivalentes a los 30 cm del suelo que existen (véase anexo 5.2). La otra hipótesis es la de escorrentía (%) que por ser un territorio llano se ha supuesto cero. Para más información del cálculo de los diagramas bioclimático véase anexo 5.1.

Por último, la metodología de GÓMEZ y ELENA (1997), figura 8, propone varias situaciones en base a los datos climatológicos, basándose en tres fenómenos climatológicos perjudiciales: temperaturas máximas, mínimas y precipitaciones o déficits hídricos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Figura 8. Cuadro resumen situaciones de la metodología de GOMEZ y ELENA (1997). DH. Déficit hídrico de los meses con temperatura media mayor de 6 °C (meses de estudio) del año normal. Dh; Mismo déficit del año de estudio. PM; precipitación media del año normal durante los meses de estudio. p; precipitación en el año de estudio. taMi; temperaturas máximas absolutas mensuales del año de estudio. Tami; temperaturas mínimas absolutas mensuales del año de estudio.

		Algún mes con $t_{ami} < 0^{\circ}\text{C}$	Todos los meses con $t_{ami} > 0^{\circ}\text{C}$
$dh > 1.5 \cdot DH$ o $p < 0.7 \cdot PM$ *		Situación 1A	Situación 1B
$dh < 1.5 \cdot DH$ y $p > 0.7 \cdot PM$ *	Algún i con $taM_i > 40^{\circ}\text{C}$	Situación 2A	Situación 3
	Todos los i con $taM_i < 40^{\circ}\text{C}$	Situación 2B	Situación 4
(*) Para Levante y Sureste español se utilizará $0.5 \cdot PM$ .			

A continuación se presentan resumidas las variables de seguimiento climatológico que se van a utilizar en el análisis:

Tabla 19. Variables análisis estadístico de calidad de ejecución.

CLASIFICACIÓN	VARIABLE	UNIDAD MEDIDA	OBSERVACIONES ANALISIS
SEGUIMIENTO CLIMATOLÓGIC O	Tª (°C)	TEMPERATURAS	DE LA ESTACIÓN EN LA REPOBLACIÓN
	P (mm)	PRECIPITACIONES	DE LA ESTACIÓN DE SIERRA MARTES
	H	V/V (m³/m³)	DE LA ESTACIÓN EN LA REPOBLACIÓN
	HUM D	V/V (m³/m³)	HUMEDAD MEDIDA DENTRO DEL HOYO
	HUM F	V/V (m³/m³)	HUMEDAD MEDIDA FUERA DEL HOYO

### 3.5 Seguimiento de la mortalidad y crecimiento

#### 3.5.1 Mortalidad y crecimientos

La mortalidad se ha evaluado en cuatro ocasiones: tras plantación (mortalidad 1), pre-estival (de mediados de junio a primeros de julio de 2008; mortalidad 2), post-estival (a partir del 15 de octubre de 2008; mortalidad 3) y dos años después de la plantación (a partir del 20 de octubre de 2009; mortalidad 4).

En la mortalidad 4 también se ha medido en el rodal IIa la mortalidad de la reposición de marras (un año desde plantación en este caso). Se ha contabilizado la mortalidad de la totalidad de las plantas dentro de la parcela.

En cuanto al crecimiento, sólo se han considerado las variables de diámetro y altura. El primero se midió en el tallo de la planta a una distancia de 1 cm sobre el nivel del suelo con un calibre digital MITUTOYO (0.01 mm); la altura se midió desde el nivel del suelo hasta la yema apical (o la más elevada en caso de no apreciarse hegemonía en ninguna yema) con una regla graduada aproximando a 0,5 cm. El crecimiento (altura y diámetro) nos permite conocer como está respondiendo una plantación antes de que aparezca la mortalidad y en ocasiones sustituye a la mortalidad como variable más importante de control cuando ésta es demasiado baja. La muestra de plantas sobre la que se ha medido el crecimiento ha sido inferior dada la mayor laboriosidad de esta determinación.

El crecimiento también se ha medido en cuatro ocasiones, en las mismas fechas en las que se midieron las mortalidades. La primera medición es el punto de partida y establece el tamaño inicial de la planta, la segunda se realiza al final del periodo vegetativo (primera decena de julio) y da información sobre la actividad que ha presentado la planta en la primera fase crítica del establecimiento. La tercera medición es la post-estival, que refleja el nivel de éxito de la plantación transcurrido el primer verano y tiene lugar entre el mes de octubre y el de enero. La cuarta y última medición muestra si realmente se ha conseguido un buen arraigo pasados los dos primeros años críticos tras la plantación.

El crecimiento se ha medido en una muestra de 30 parcelas de plantación llamadas parcelas de control integral. En cada parcela se han muestreado 10 plantas, procurando siempre que caigan al menos tres plantones de una misma especie. Las sucesivas medidas de crecimiento se han realizado siempre sobre el mismo individuo. No se realizó la primera medición (control 1 post-plantación) en ninguna parcela, de modo que para este control se han tomado los valores de altura y diámetro que presentaba ese lote en el control de calidad de planta. Por otro lado, tampoco se realizó crecimiento post-estival en la mitad de las parcelas, de modo que este valor aparece ausente en bastantes casos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Por tanto las variables de respuesta que se han empleado para los estudios estadísticos, teniendo mayor importancia la mortalidad, han sido:

Tabla 20. Variables de seguimiento para estudio estadístico

CLASIFICACIÓN	VARIABLE	UNIDAD MEDIDA O VALORES	OBSERVACIONES ANALISIS
	MORT (1,2,3,4)	%	ES MORTALIDAD CONJUNTA PARA TODAS LAS ESPECIES
SEGUIMIENTO	CRECIMIENTOS RELATIVOS (ALTURAS Y DIÁMETROS)	cm, mm	SE HAN CALCULADO TAMBIÉN ENTRE LAS DIFERENTES MEDICIONES, CRECIMIENTOS DEL PRIMER AÑO (1 → 3) O TOTAL PARA LOS DOS AÑOS (1 → 4)

### 3.6 El control de calidad integral

Las distintas partes anteriormente mencionadas se integran en el control integral, siendo el objetivo final el mayor conocimiento de los elementos que repercuten en una repoblación y por tanto poder influir en futuras repoblaciones en mayor o menor medida sobre aquellos elementos en los que sea factible.

Así, las diferentes partes se estudiarán en relación a la supervivencia o mortalidad para conocer su implicación en ella. El porcentaje de mortalidad ( $M$ ) será, por tanto, la suma de los porcentajes en valor absoluto atribuibles a cada uno de los elementos (ec. 1; Siendo:  $M$ , mortalidad;  $p$ , proyecto;  $a$ , planta;  $e$ , ejecución;  $c$ , climatología;  $s$ , estación;  $\varepsilon$ , errores;  $\gamma$ , interacciones)

$$ec. 1; \quad M = p + a + e + c + s + \varepsilon + \gamma$$

De la misma forma, de los objetivos del estudio también se desprende la evaluación de la metodología planteada. Para su realización se ha de evaluar la consecución del objetivo principal de esta, la obtención de información suficiente y fiable de las

relaciones existentes entre los distintos elementos y la mortalidad, como se comenta anteriormente.

Si vamos por partes, resulta interesante conocer cómo podremos evaluarlas individualmente. A su vez, existen ciertos elementos indispensables como se comenta a continuación.

En primer lugar, para la **calidad de proyecto** se analizarán aquellas decisiones que hayan podido influir en la mortalidad como se ha comentado en el apartado 3.3.1. La decisión más crítica que ha podido influir en mayor medida ha sido el **tubo protector**, por desconocerse con seguridad su posible mejora en el establecimiento de especies del género *Pinus*. Para se ha estudiado la mortalidad en dos especies en condiciones similares (parcela de experimentación y rodales IIa y IIb) con tubo y sin tubo. Además de este análisis, con los datos de la repoblación en general (todos los rodales), por comparación con los resultados de la parcela de experimentación, se obtienen otros valores indicativos del empleo del tubo.

Para la **calidad de planta**, los **análisis de atributos morfológicos y fisiológicos** son de gran importancia para conocer en un primer momento si la planta cumple unos atributos mínimos de calidad. Pero, resulta muy importante la implantación de la **parcela de experimentación** en la que se planten todos los lotes de plantación, al ser las condiciones de ejecución, de estación y climatológicas las mismas. Así, se eliminan todos los elementos del control integral excepto la calidad de planta y podemos conocer la respuesta diferencial de las diferentes especies y lotes bajo unas determinadas condiciones. Los lotes deficientes pueden ser fácilmente identificados y poder concretar qué atributos de éstos han influido en la consecución de la repoblación.

La **calidad de ejecución** es otro de los elementos en el que resulta importante poder contrastar los resultados. En primer lugar, la **adecuación al proyecto**; en segundo lugar la plantación controlada bajo la asistencia técnica en algunas parcelas, que hemos denominado **parcelas de contraste (PC)** permiten evaluar si **la ejecución en la repoblación se ha realizado correctamente**; y en tercer lugar, se podrá analizar la ejecución para ver si existe alguna **relación con la mortalidad**. Estas premisas constituyen hipótesis que se integran y determinan la influencia de la ejecución en la mortalidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La **climatología**, que se supone constante para toda la repoblación, es uno de los elementos que influye de manera decisiva en la mortalidad de la repoblación, Para poder evaluar el clima se han tenido en cuenta diferentes variables, como anteriormente se ha mencionado, para los dos años, comparándolas con los datos de un año normal, De esta forma y apoyándonos de la bibliografía se puede atribuir a la climatología parte de la mortalidad final.

Por último, la **calidad de estación** que puede parecer constante, realmente no lo es, y resulta ser muy complejo evaluarla. Para poder concretar algunos aspectos se han medido un gran número de variables que pueden estar relacionadas con la mortalidad y puedan dar indicaciones sobre la calidad de estación en estos términos. Las variables medidas pueden estar bastante relacionadas entre sí, por lo que cabría reducir su número realizando análisis de agrupación entre ellas y posteriormente analizar la mortalidad. Del análisis entre ellas, se puede dar a conocer alguna variable integradora de las otras, simplificando el estudio y análisis.

El interés de estudiar la calidad de estación, recae en que nos puede dar a conocer la **distribución de la mortalidad** en la repoblación, siempre que se mantengan las otras variables de ejecución, de planta, de proyecto y climáticas constantes. Por otra parte, dentro de este grupo de variables pueden existir algunos **factores limitantes**, difícilmente identificables a veces, pero que pueden tener gran repercusión en la mortalidad.

De esta forma, si no podemos conocer concretamente que factores son limitantes, atribuiremos a la calidad de estación en general la mortalidad residual, conocidos todos los elementos del control integral restantes (ec. 1;  $p$ , proyecto;  $a$ , planta;  $e$ , ejecución;  $c$ , climatología). Obtendremos un valor que es medio para la repoblación (ec. 2;  $S = s + \varepsilon + \gamma$ ;  $s$ , estación) y que integrará, por tratarse de un valor residual, los posibles errores de medición ( $\varepsilon$ ) y posibles interacciones no atribuibles a otros elementos ( $\gamma$ ) que no podamos conocer.

$$ec. 2 ; M = p + a + e + c + S$$

Para asumir ese valor de calidad de estación como inherente a la zona de estudio dentro de cualquier contexto de repoblación, la calidad de proyecto ( $p$ ) debe ser buena, la calidad de planta ( $a$ ) no presentar problemas, la ejecución ( $s$ ) debe haberse realizado

correctamente, es decir, que no influyan en la mortalidad de la repoblación. En cuanto a la climatología (*c*) se refiere, al existir una estrecha relación con la calidad de estación, supondremos que en un año donde la climatología sea similar al año medio, la calidad de estación también será la media inherente al territorio de estudio. Si la climatología es mejor que en un año normal, es lógico pensar que la mortalidad también sea menor y que el porcentaje atribuible a la climatología y a la calidad de estación también lo sea. En cambio en un año malo climatológicamente hablando, los porcentajes de mortalidad aumentan y la interacción es mayor dificultándose la diferenciación entre calidad de estación y climatología.

### 3.7 Análisis estadístico.

A las distintas variables medidas a lo largo del estudio se las ha tratado estadísticamente con el objetivo de estudiar el grado de relación entre ellas.

Se ha intentado explicar y por tanto relacionar las variables principales de seguimiento, la mortalidad y los crecimientos, con las variables que se han medido para los diferentes elementos del control integral.

El programa usado para los análisis ha sido el SPSS 11.0. También para el tratamiento de datos y confección de tablas se ha usado el EXCEL.

Para conocer a) la posible influencia del tubo en el crecimiento, b) la diferenciación de rodales y c) la similitud o no de la ejecución de las parcelas de contraste (PC) y las normales de repoblación o parcelas de plantación, se han realizado ANOVA's comprobando la homogeneidad de varianzas (test de Levene). En el caso en que no haya habido homogeneidad de varianzas se han transformado los datos mediante potencias. Las comparaciones múltiples se han realizado mediante el test de Tukey para comprobar que grupos son significativamente distintos. Cuando las variables no han sido paramétricas y se requiere de un análisis similar al ANOVA se ha realizado un análisis de Kruskal-Wallis. Éste se ha realizado para conocer la posible influencia de la presencia o ausencia del tubo en la mortalidad.

Por otro lado, se han realizado análisis factoriales (PCA) para ver la relación de las variables de cada uno de los elementos del control de calidad. Estos análisis se han hecho con rotación varimax extrayendo 3 factores.

Por último, también se han empleado análisis de correlaciones bivariadas (con el coeficiente de Pearson) para ver las relaciones entre las distintas variables y las variables de seguimiento, principalmente la mortalidad. Dichos análisis nos permitirán conocer qué variables tienen mayor influencia sobre la mortalidad y el crecimiento.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Control de la calidad de proyecto.

Basándonos en los criterios de valoración descritos en el apartado 3.2.1, se procede a valorar las decisiones tomadas en función del mayor o menor cumplimiento de los criterios que se proponen.

Tabla 21. Criterios de valoración de una buena actuación en la toma de decisiones de un proyecto de repoblación. 0, ausente o mal; 1, incompleto; 2, Correcto . (\*) Se hace análisis estadístico en los siguientes puntos, con el fin de justificar la valoración.

Decisiones estratégicas para el proyecto de repoblación	Valoración
División en rodales de repoblación	2*
Propuesta de un objetivo preferente para la repoblación forestal	1
Identificación de especies, incluso ecotipos, compatibles con la estación	2
Elección de la composición específica de la repoblación	2
Densidad y marco iniciales	2
Método de repoblación	2
Desbroce	2
Preparación del suelo	1
Elección del tipo de planta	2
Plantación	2
Instalación de protectores	0
Reposición de marras	1
Podas de guiado y resalveos	2
Acotado al pastoreo	1
Tratamientos de mejora en desarrollo	1
Factores limitantes	1
Costes y beneficios	1
Control de calidad	1

A continuación se explican los motivos por los que se ha dado una puntuación diferente a 2.

- Objetivo preferente de la repoblación. No se concretan objetivos importantes aunque sí que se comentan algunos.
- Preparación del suelo. A este apartado se le ha asignado una puntuación de 1 porque el proyecto disponía que la preparación del terreno de los rodales I, IIIa y IIIb se hiciese de forma manual. Teniendo en cuenta las características del terreno (alta pendiente y elevada pedregosidad) y los pocos efectos hidrológicos

## RESULTADOS

de la preparación manual, sería más adecuada una preparación de terreno mecanizada. Finalmente, en obra se hizo un ahoyado con retroaraña.

- Reposición de marras. En el proyecto sólo se hace mención a la reposición de marras debidas a fallos en la técnica de plantación, para lo cual se dice que se establecerán parcelas de contraste. Sin embargo, no hace referencia a la reposición de “marras debidas a causas meteorológicas directas ni las debidas a circunstancias biológicas, edáficas o fisiográficas que matizan las causas meteorológicas” (GÓMEZ y ROSELLÓ, 1997). Tampoco se fija un porcentaje de marras admisible. Sin embargo en la ejecución del proyecto si se calculó el porcentaje de marras y sí se llevó a cabo su reposición.
- Acotado al pastoreo. La única mención que aparece en el proyecto referente al acotado a los animales, son los tubos biodegradables que se utilizan para proteger a la planta. En principio sería una medida insuficiente teniendo en cuenta que la zona de estudio se enmarca dentro de la Reserva Nacional de Caza de la Muela de Cortes y existe caza mayor, por lo que un protector de 60 cm de altura es insuficiente.
- Tratamientos de mejora en desarrollo. No se tienen en cuenta actuaciones en cuanto a la futura evolución de la masa. La única actuación que se prevé es la limpieza del cortafuego para asegurar su correcto funcionamiento.
- Factores limitantes. Se considera un valor de 1 dado que faltan aspectos limitantes en el proyecto. Se ha tenido en cuenta la climatología como factor limitante más importante pero existen más como la profundidad de suelo, la presencia de ganado, etc.
- Costes y beneficios. Únicamente se han tenido en cuenta los costes y no los beneficios posteriores.
- Control de calidad. Se ha puntuado con 1 por la falta de previsión en el proyecto del control de calidad aunque posteriormente sí que se ha realizado.
- Tubo. A continuación, en el apartado 4.1.2 se ha hecho la valoración del efecto del tubo.

4.1.1 Valoración de la división por rodales

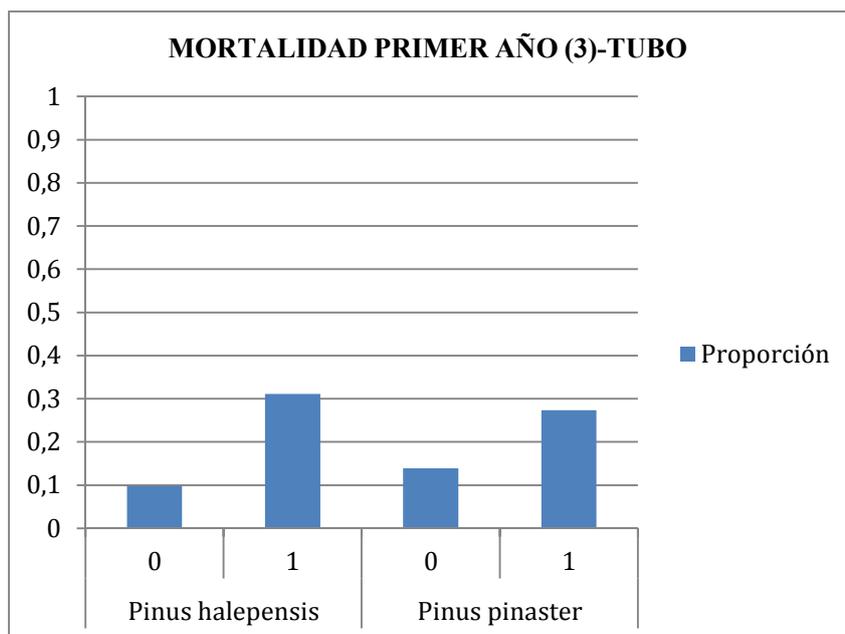
Se han realizado análisis de la varianza ANOVA con la mortalidad por rodales para ver si existen diferencias significativas. Se han agrupado los rodales IIIa Y IIIb colindantes y de extensión muy reducida, por similitud y por la necesidad de tener suficientes datos. El análisis estadístico demuestra que existen diferencias significativas en al menos algún rodal (véase ANEXO 5.3).

Esta diferencia significativa se produce entre el rodal I con IIa y el IIa con IIb. Los rodales IIIa y IIIb quedan de forma intermedia no diferenciándose significativamente de ninguno. Con estas diferencias significativas y teniendo en cuenta la diferente composición específica y características ecológicas podemos decir que la repoblación ha respondido de forma homogénea dentro de la zonificación y por tanto, ésta es adecuada.

4.1.2 Valoración del tubo. Efectos sobre las especies de *Pinus sp.*

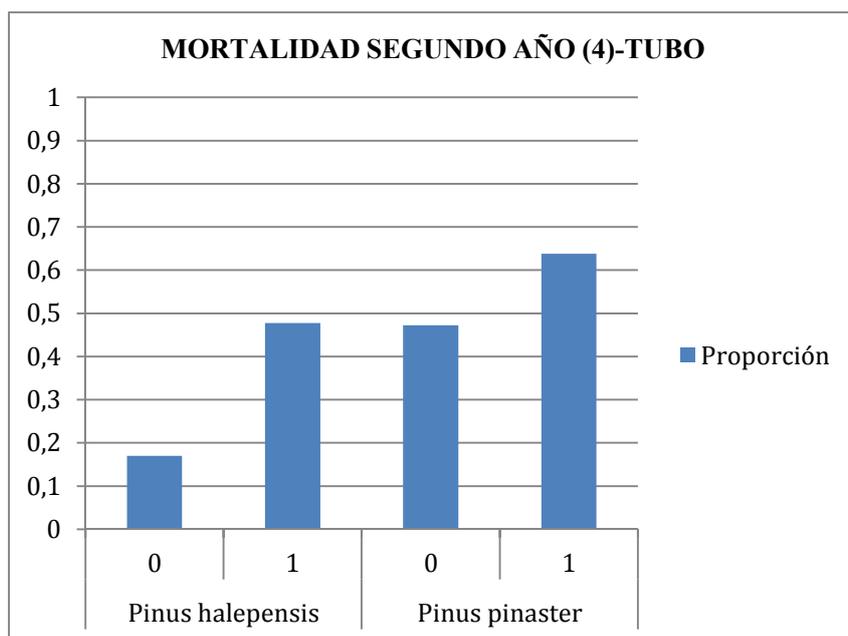
Las especies de las que se han podido recoger datos en las parcelas de control integral y comparar con la parcela experimental han sido las más usadas: *Pinus halepensis* y *Pinus pinaster* (ambas del vivero de TRAGSA). Se han obtenido los resultados para el primer año, figura 9, y para el segundo año, figura 10.

Figura 9. Representación gráfica de la supervivencia al primer año con tubo (1) y sin tubo (0).



## RESULTADOS

Figura 10. Representación gráfica de la supervivencia al segundo año con tubo (0) y sin tubo (1).



Se puede ver en las gráficas cómo el tubo (1) ha afectado tanto el primer año (medición o control 3) como en el segundo (medición o control 4). A continuación, tabla 22, se recoge un resumen del análisis estadístico del anexo 7.2.

Tabla 22. Valores del análisis estadístico Kruskal-Wallis para mortalidad con tubo y sin tubo

ESPECIE	MEDICIÓN	Chi-cuadrado	SIG (P)
PIHA	3	21,848	0,000
	4	37,731	0,000
PIPR	3	11,992	0,001
	4	14,762	0,000

De los datos anteriores se desprende que el efecto del tubo es significativo desde el primer año ( $P < 0,001$ ). Las diferencias en mortalidad por el efecto del tubo son importante y aumentan en el segundo año, tabla 23. Estos datos nos servirán para asignar porcentajes de mortalidad a la calidad de proyecto (tabla 23).

Tabla 23. Diferencias de mortalidad (%) para los dos años con tubo (1) y sin tubo (0).

	MORTALIDAD 3 (%)	MORTALIDAD 4 (%)
<b>DIFERENCIAS</b>		
Pinus halepensis	21	31
Pinus pinaster	13	16

El efecto negativo sobre la supervivencia de las especies de *Pinus sp*, especie mayoritariamente plantada en la repoblación hace valorar este punto de calidad de proyecto en 0. Los efectos sobre los crecimientos también han sido importantes siendo significativos tanto en altura como en diámetro. Para más información véase anexo 7.1.

**4.2 Valoración de la calidad de la planta.**

**4.2.1 Cantidades de planta utilizada en la repoblación.**

En la siguiente tabla se muestran las cantidades de plantas de las distintas especies empleadas en la repoblación, así como su distribución por rodales y su comparación con las cantidades previstas en el proyecto.

Tabla 24. Cantidades de planta empleadas en el primer año en la repoblación. Entre paréntesis figura el porcentaje.

<b>SP</b>	<b>TOTAL(%)</b>
<b>PIPR</b>	113.232(48,9)
<b>PIHA</b>	89.414(38,7)
<b>QUIL</b>	13.088(5,6)
<b>QUFA</b>	9.955(4,3)
<b>JUPH</b>	1.846(0,8)
<b>ARUN</b>	2.986(1,3)
<b>FROR</b>	630(0,3)
<b>TOTAL</b>	<b>231150</b>

Tabla 25. Cantidades de planta empleadas en la reposición de marras 08-09 del rodal IIa.

<b>ESPECIE</b>	<b>TOTAL (%)</b>
<b>PIPR</b>	22.154 (55)
<b>PIHA</b>	13.350 (33)
<b>QUFA</b>	1.682 (4)
<b>JUPH</b>	2.628 (6)
<b>ARUN</b>	799 (2)
<b>TOTAL</b>	<b>40613</b>

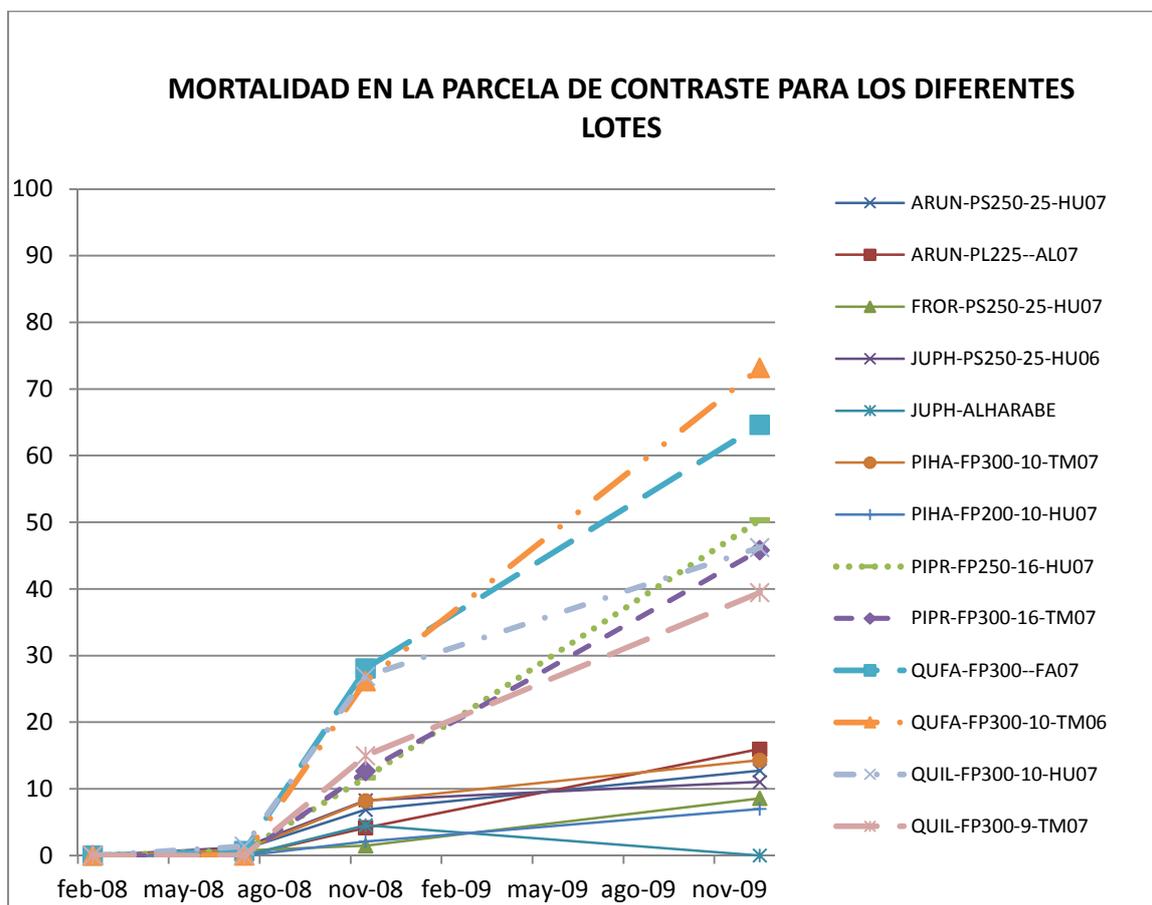
El mapa 5 del ANEXO 2, muestra la zona donde han sido destinados los distintos lotes de planta empleados en la repoblación. Para saber los lotes que se han empleado en la repoblación véase punto 3.3.2.1 de materiales y métodos.

## RESULTADOS

### 4.2.2 Resultados de crecimiento y supervivencia en la parcela experimental

A continuación se observan los resultados de mortalidad en los diferentes lotes testados en la parcela experimental. Para más información relativa a los valores vease el anexo 6.

Figura 11. Mortalidad en la parcela de experimentación por lotes y fechas de las mediciones.



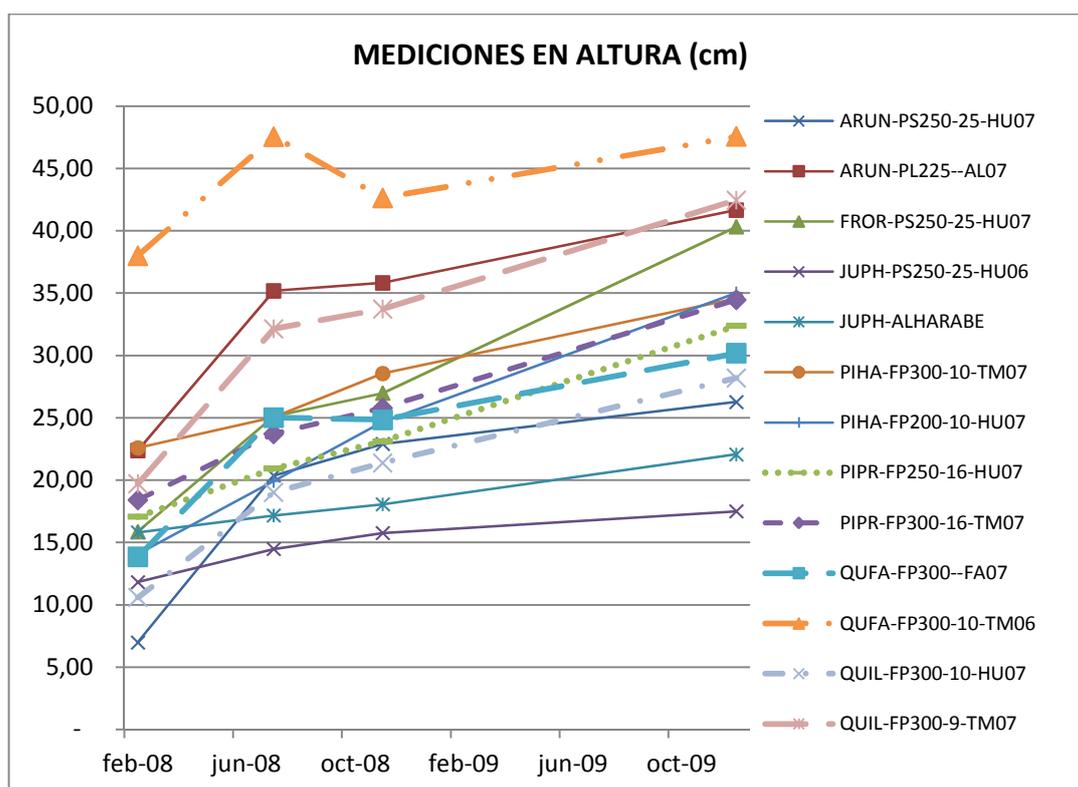
Como se puede observar la mortalidad para los distintos lotes fue baja el **primer año**, con un porcentaje menor del 30%, mientras que en el **segundo** aumentó significativamente en algunas especies, llegando a sobrepasar el 70 %. De la observación de la gráfica podemos ver como existen dos grupos de especies: *Pinus pinaster* y *Quercus sp*, con mortalidades que se encuentran entre un 40 y un 70 % y por otra parte *Pinus halepensis* y el resto de especies que no alcanzan el 30 %.

Si comparamos por mortalidad los lotes de la misma especie entre sí, vemos como el lote de *Quercus faginea* de TRAGSA de dos años, usado en la repoblación, es el que mayor mortalidad presenta sobre el otro lote, un 7% más. En *Pinus pinaster* las diferencias son mínimas teniendo mejor resultado el lote de la Hunde. En *Quercus ilex*

ocurre lo mismo pero el lote de TRAGSA ha tenido mejor respuesta (7 %). Para *Pinus halepensis* las diferencias han sido también bajas, pero la mejor respuesta (7%) de del lote de la HUNDE puede haber tenido efectos sobre el resultado de la repoblación. Así, podemos decir que el cambio de lote ha sido acertado y que los daños por heladas no afectaron al desarrollo y supervivencia. El resto de los lotes han presentado características similares entre sí, habiendo tenido una respuesta bastante buena en la parcela experimental.

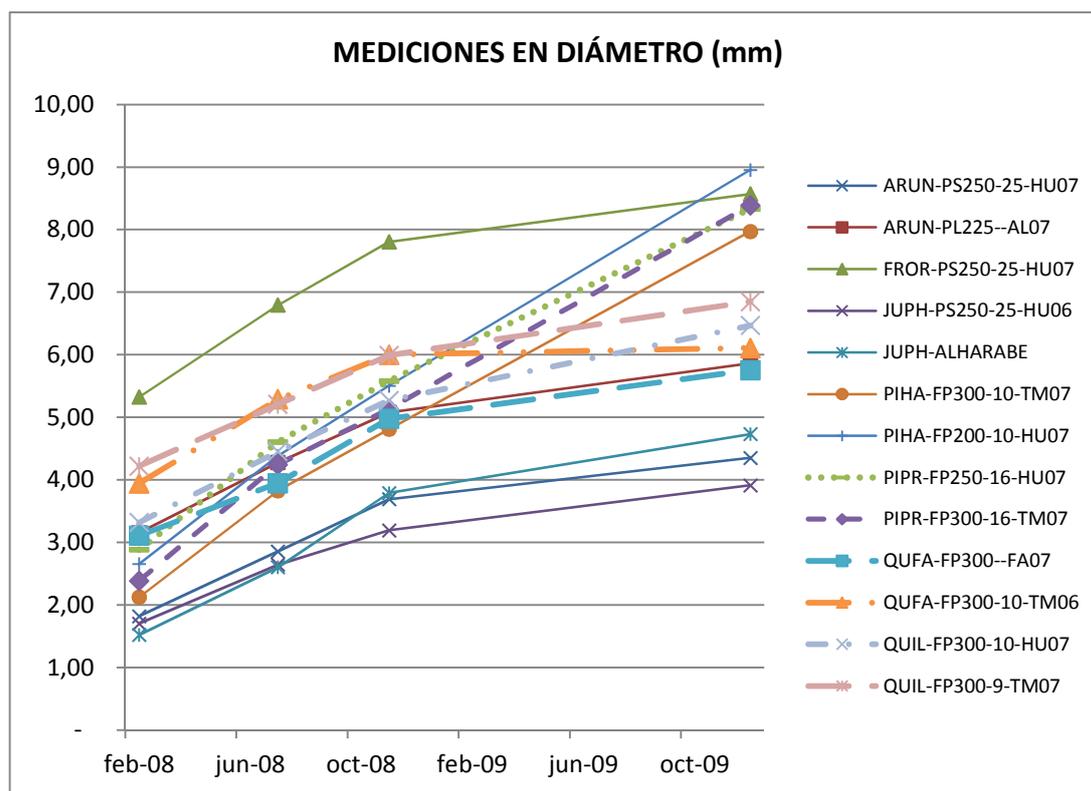
A continuación, podremos observar los crecimientos en altura y diámetro de los diferentes lotes. Para más información relativa a los valores absolutos y relativos veáse el anexo 6.

Figura 12. Altura en la parcela de experimentación por lotes y fechas de las mediciones.



## RESULTADOS

Figura 13. Diámetro en la parcela de experimentación por lotes y fechas de las mediciones.



Si observamos los crecimientos en las figuras anteriores cabe destacar varios aspectos respecto a los crecimientos en altura. Existe un patrón de crecimiento diferente en quercíneas y en las otras especies. Las quercíneas han crecido mayormente durante la primavera y posteriormente se han mantenido o incluso han decrecido (esto se debe al puntiseado de la plantas). Las otras especies han seguido creciendo durante el verano sobre todo las especies de *Pinus sp.* *Juniperus phoenicea* ha presentado crecimientos bajos, pero propios de la especie.

Por otro lado, los crecimientos en diámetro presentan también diversas respuestas diferentes según especies. Durante el primer año el crecimiento ha sido similar en la mayoría de especies mientras que en el segundo los pinos han presentado mayores crecimientos que el resto de especies. También cabe destacar que importantes crecimientos en diámetro se producen durante el verano.

### 4.2.3 Comparación de los lotes empleados con los estándares de calidad existentes

Según las fichas de calidad de planta (ver ANEXO 4) se puede afirmar que la planta no presenta problemas importantes de calidad en los casos en los que existen estándares

con los que se ha podido comparar. No obstante, pueden hacerse las siguientes indicaciones (DEL CAMPO *et al.*, 2007a y 2007b) por comparación con los estándares y medias históricas de la UPV:

- *Pinus halepensis*. La planta de TRAGSA presenta un desarrollo escaso del sistema radical, con un valor medio de peso seco radical del 50% sobre el estándar. Igualmente ha presentado una esbeltez excesiva y un diámetro bajo. Su valor de PRR (PCR) es adecuado. El *Pinus halepensis* de La Hunde presenta valores morfológicos más próximos al estándar aunque su concentración nutricional de nitrógeno es un tanto baja. Su valor de PRR es muy superior al del estándar. Comparando estos datos con los resultados de la repoblación y de la parcela experimental comprobamos que, efectivamente, el lote de la Hunde se acerca más a los valores estándares y ha funcionado mejor que el lote de TRAGSA, tanto en crecimiento como en supervivencia.
- En *Pinus pinaster* ocurre algo similar al carrasco; la morfología del lote de la Hunde está más próxima al estándar que el lote de TRAGSA, mientras que su concentración de nitrógeno queda por debajo. Los valores del PRR son similares entre sí y al estándar. El lote de TRAGSA ha obtenido una supervivencia ligeramente mayor que el lote de La Hunde en la parcela experimental pero las diferencias entre ambos lotes no son importantes.
- En *Quercus ilex*, el lote de la Hunde ha presentado un valor de PRR muy bajo, concentraciones de nitrógeno bajas y morfología también baja. Por el contrario el lote de TRAGSA, presenta valores ligeramente superiores al estándar para la mayoría de los grupos de atributos. En la parcela experimental el lote de TRAGSA ha presentado valores considerablemente más elevados que el lote de La Hunde, lo cual coincide con los datos de calidad de planta.
- En *Quercus faginea*, hay un contraste importante entre la morfología de los dos lotes debido a la diferencia de edad. El PRR ha sido similar en ambos lotes. Los datos de la parcela experimental no presentan diferencias importantes entre ambos lotes. Hay que destacar que el lote de TRAGSA de dos años debería ser de una savia, y por tanto con una mayor calidad.

## RESULTADOS

- Respecto al resto de especies existen menos datos de calidad con los que comparar, por lo que debemos guiarnos por los resultados, que en estas especies han sido adecuados.

A modo de conclusión, en primer lugar puede decirse que los lotes que presentan mayores diferencias dentro de cada especie son el pino carrasco de La Hundo y la carrasca de TRAGSA, presentando mejores resultados que sus homologos.

Estos resultados indican que los estándares, a los que estos lotes se acercan más, suponen un importante referente para la obtención de calidad de planta adecuada de forma que se asegure, dentro del contexto de la repoblación, un buen establecimiento.

En segundo lugar, para valorar la calidad de planta en terminos de mortalidad en la repoblación, debemos comparar los lotes y ver que % de mortalidad diferencia ambos lotes. De esta forma, el uso de los lotes de *Pinus halepensis* de TRAGSA ha supuesto un 7 % más de mortalidad; la elección del lote de *Pinus pinaster* ha sido correcta al igual que el lote de *Quercus ilex*: el lote de *Quercus faginea* escogido ha supuesto un 7% más de mortalidad; y para la otras especies no ha presentado problemas.

### 4.3 Calidad de ejecución

#### 4.3.1 Cronograma de los trabajos de ejecución

Los trabajos dieron comienzo en septiembre de 2007, con la preparación del terreno en el rodal II-A y finalizaron en diciembre del 2008, con la reposición de marras en el mismo rodal (tabla 26). Durante este año largo han existido dos campañas de plantación, si bien en la segunda sólo se hizo reposición de marras, al quedar terminada la repoblación durante el primer año.

El periodo de plantación ha oscilado entre noviembre de 2007 y febrero de 2008 en la primera campaña y entre noviembre y diciembre del 2008 en la campaña de reposición de marras. Durante los meses de septiembre y octubre de 2007 y la primavera de 2008 se realizaron los tratamientos silvícolas.

## RESULTADOS

Tabla 26. Cronología de los trabajos ejecutados según los rodales.

Trabajo	Rodal	2007					2008									
		Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Sep	Oct	Nov	Dic
Trt. selvíc./resalveo	R-I															
	R-IIa							X	X	X	X	X				
	R-IIb	X	X					X	X	X	X	X				
	R-IIIa		X													
	R-IIIb		X													
Preparación terreno	R-I			X												
	R-IIa	X	X													
	R-IIb				X	X										
	R-IIIa			X												
	R-IIIb			X												
Plantación	R-I				X											
	R-IIa			X	X	X										
	R-IIb				X											
	R-IIIa						X									
	R-IIIb						X									
Reposición marras	R-IIa														X	X

### 4.3.2 Preparación del terreno y plantación

#### 4.3.2.1 Preparación del terreno

La Tabla 27 muestra los datos medios obtenidos en cada uno de los rodales estudiados, así como los valores obtenidos en el conjunto de parcelas de contraste.

Tabla 27. Características y dimensiones medias de la preparación del terreno (entre paréntesis figura la desviación estándar).

RODAL DE PREPARACIÓN		Prof. hoyo (cm)	cm bajo rasante terreno	Largo hoyo (m)	Ancho hoyo (m)	Densidad Prep. (hoy/ha)	Hoyos rechazados (%)	Densidad Plantac. (plant/ha)
RETROARAÑA	I	52(1)	12,5(3,1)	0,85(0,4)	0,85(0,4)	605,8(172,7)	0(0)	782(146)
	IIIb	41(2,8)	5,6(4,9)	0,88(0,4)	0,88(0,4)	360,8(50)	0(0)	304(130)
RETROEXCAVADORA GIRATORIA CON CADENAS	IIa	35(5,2)	11(7,1)	0,7(0,4)	0,7(0,4)	446,7(161)	8,2(11,9)	434(196)
	IIb	35(4,4)	10,5(7,7)	0,78(0,4)	0,78(0,4)	399,3(96,4)	4,6(6,2)	358(110)
	IIIa		7,8(5,6)	0,47(0,3)	0,47(0,3)	384,8(220,8)	1,3(3)	382(224)
TOTAL		35(5,7)	10,5(7,1)	0,73(0,4)	0,73(0,4)	438,4(154,1)	6,8(10,5)	415(185)
Parcelas Contraste (PC)		33(3,4)	9,2(6,2)	0,50(0,36)	0,50(0,36)	456,8(149,4)	8,7(12,3)	450(160)

## RESULTADOS

En general, se aprecia que las **dimensiones de los hoyos** son relativamente constantes de unos rodales a otros, con desviaciones estándar más bien bajas. Se observa, que en el rodal IIIb y en las parcelas de contraste, el largo y ancho de los hoyos quedan por debajo de los 60 cm especificados en proyecto. Por ello, es necesario indicar que estas mediciones fueron realizadas aparte de las verificaciones de hoyos realizadas por CYGSA en las 138 parcelas de preparación, donde el 100% de los hoyos cumplía con los requisitos de 60 cm de largo y 60 cm de ancho mínimos. El simple hecho de medir en la cuenca del hoyo, dejando fuera el alcorque puede ser la razón de estas diferencias entre ambos muestreos. Por tanto, se considera como correcta la ejecución de los hoyos por su adecuación al proyecto.

La **profundidad**, sin embargo, sí ha tenido responsabilidad en el porcentaje de hoyos rechazados, pues algunos de ellos no superaban los 25 cm mínimos. Esta variable ha sido uno de los grandes limitantes técnicos a la obra y es la principal responsable de la disminución de las densidades de plantación (y de preparación) respecto a lo proyectado (véase tabla 27). En algunos casos la densidad de preparación ha sido inferior a la de plantación. Este hecho se debe a que en numerosos casos la amplitud de algunos de los hoyos preparados daba para plantar más de una planta y en otras ocasiones la propia marca que deja la pata de la maquinaria (retro-araña) era utilizada como hoyo de plantación, razón por la cual el rodal I presenta una mayor discrepancia en este sentido.

Exceptuando estas pequeñas discrepancias en este aspecto, podemos considerar que la adecuación al proyecto ha sido correcta, por existir una profundidad de hoyo, en los diferentes rodales, mayor de 25 cm. Por otro lado el análisis con respecto a las parcelas de contraste no ha resultado significativo, siendo la ejecución igual en las PC y en la repoblación. Véase anexo 7.4.

Por otra parte, de los análisis estadísticos realizados hay que comentar que las variables anteriormente mencionadas no presentan ninguna relación con la mortalidad (véase anexo 7.7.3)

4.3.2.2 *Calidad de la ejecución de plantación*

En la tabla 28 podemos ver los valores medios obtenidos en cada rodal para las variables consideradas.

Tabla 28. Valores de las variables de calidad de plantación (entre paréntesis figura la desviación estándar).

RODAL	Verticalidad Cepellón °	Resistencia Extracción (0-2)	Tempero Suelo (0-2)
<b>I</b>			
IIa	71,3(15)	1,9(0,3)	1,7(0,5)
IIb	78,8(6,1)	2(0,2)	1,8(0,4)
IIIa	72,5(15)	2(0)	1(0)
IIIb	65(17,3)	2(0)	2(0)
<b>Total</b>	<b>73,2(13,5)</b>	<b>1,9(0,3)</b>	<b>1,7(0,5)</b>
<b>Parcelas Contraste</b>	<b>80,0(0,0)</b>	<b>2,0(0,0)</b>	

En general se observa que los cepellones no están completamente verticales en la mayoría de los casos, si bien la inclinación de 70-80° está próxima a la **verticalidad**. Una causa posible es la excesiva pedregosidad presente en casi todos los rodales del monte. Igualmente, los valores de **resistencia a la extracción y tempero del suelo** pueden clasificarse como buenos.

Así la adecuación al proyecto ha sido correcta y por otro lado no han existido diferencias significativas en cuanto a las parcelas de contraste. Véase anexo 7.4.

Además, como se extrae de los análisis realizados (anexo 7.7.3), no existe ninguna correlación con la mortalidad.

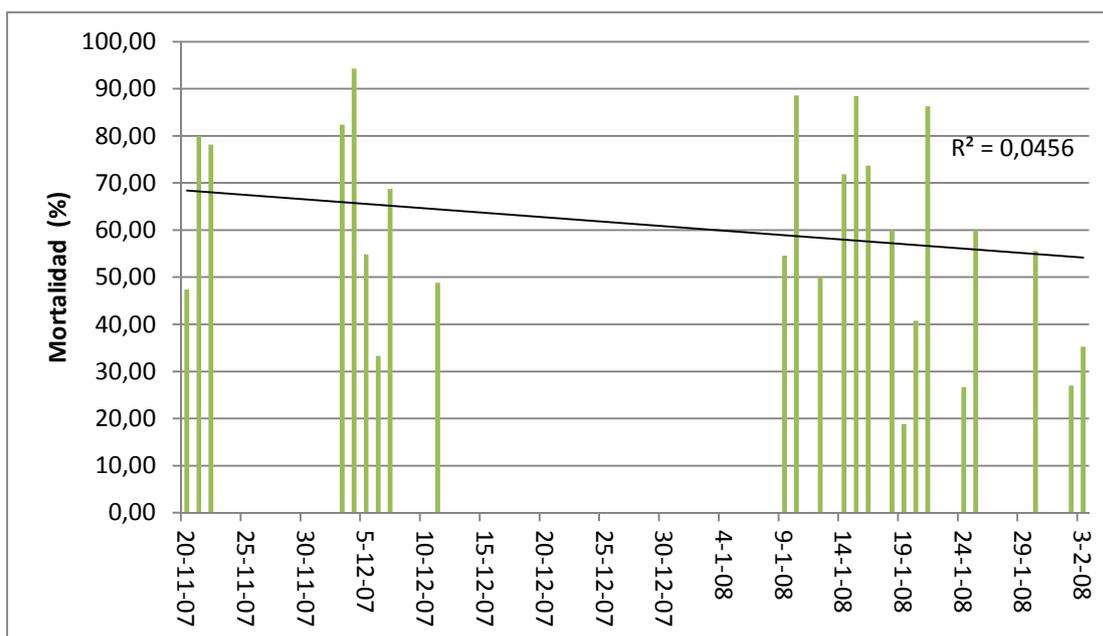
– Fecha de plantación

El comienzo de las plantaciones se produjo a mediados de noviembre y se prolongó hasta finales de febrero, fecha también adecuada para las condiciones ecológicas del monte. Sin embargo, destacan dos parones en el ritmo de plantación, entre mediados y finales de diciembre, debido a un periodo seco, y durante casi todo el mes de febrero.

En el siguiente gráfico está representada la mortalidad frente a la **fecha de plantación**.

## RESULTADOS

Figura 14. Mortalidad del control 4 para la fecha de plantación.



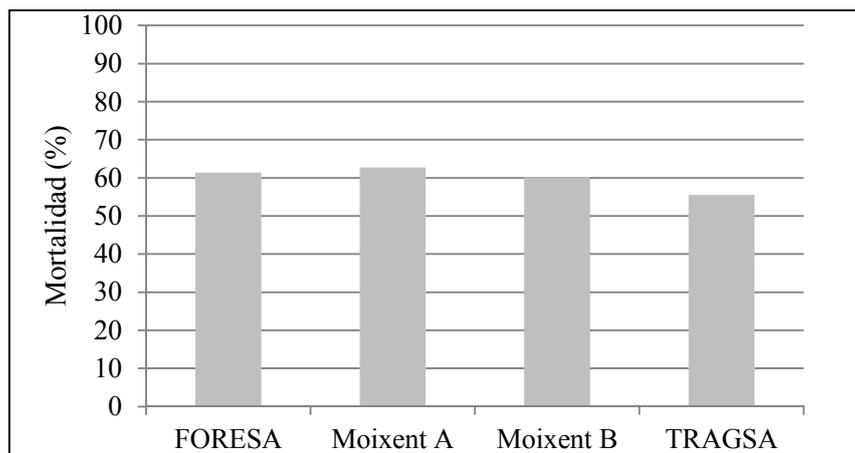
Después de analizar los datos se ha obtenido que la fecha de plantación no ha presentado ninguna correlación significativa con la mortalidad (figura 14).

### – Plantadores

La plantación ha sido realizada por distintas empresas y **cuadrillas**. La empresa Moixent Forestal ha empelado dos cuadrillas, una de plantadores búlgaros (Moixent Forestal B) y otra de senegaleses (Moixent Forestal A). Además, TRAGSA y FORESA han realizado también labores de plantación.

En los mapas 6 y 7 del ANEXO 2 vemos las zonas que han sido plantadas por las distintas cuadrillas, así como las fechas en las que fueron plantadas. Como puede observarse la mayor parte de la plantación ha sido llevada a cabo por la empresa Moixent Forestal, más concretamente, la mayor parte de la superficie fue plantada por la cuadrilla B. El siguiente gráfico representa la mortalidad para cada una de las cuadrillas. La mortalidad representada es el promedio de las parcelas que fueron plantadas por cada una de las empresas.

Figura 15. Mortalidad (%) del control 4 para cada plantador que participó en la plantación.



Como puede observarse las mortalidades para cada cuadrilla tienen valores similares (figura 15). Por tanto, podemos concluir que la influencia en la ejecución de los plantadores no ha existido.

#### 4.3.2.3 Valoración del diseño de la plantación

En la siguiente tabla se muestran las cantidades previstas en proyectos y finales en la repoblación obtenidas a partir de la información proporcionada por el diario de obra.

Tabla 29. Cantidades de planta empleadas en el primer año en la repoblación y cantidades previstas en proyecto según rodales. Entre paréntesis figura el porcentaje.

RODAL	I		IIa		IIb		IIIa		IIIb		OTRAS ZONAS	TOTAL	
	PROY	FINAL	PROY	FINAL	PROY	FINAL	PROY	FINAL	PROY	FINAL		PROY	FINAL
PIPR	20.825	7.563(50)	167.875	69.925(50)	85.850	30.650(50)	-	1.794(24)	7.863	2.520(84)	780(18)	282.412(50)	113.232(48,9)
PIHA	16.660	6.050(40)	134.300	55.940(40)	68.680	24.520(40)	-	1.794(24)	-	180(6)	930(21)	219.640(40)	89.414(38,7)
QUIL	2.082,5	756(5)	16.788	6.993(5)	8.585	3.065(5)	2.225	1.794(24)	462,5	180(6)	300(7)	30.143(5,4)	13.088(5,6)
QUFA	-	-	10.073	4.196(3)	8.585	3.065(5)	2.225	1.794(24)	-	120(4)	780(18)	20.882(3)	9.955(4,3)
JUPH	-	-	6.715	1.646(1)	-	-	-	-	-	-	200(5)	6.715(2)	1.846(0,8)
ARUN	2.082	756(5)	-	1.151(1)	-	-	-	299(4)	463	-	780(18)	2.545(0,5)	2.986(1,3)
FROR	-	-	-	-	-	-	-	-	463	-	630(14)	463(0,1)	630(0,3)
<b>TOTAL</b>	<b>41650</b>	<b>15125</b>	<b>335750</b>	<b>139850</b>	<b>171700</b>	<b>61300</b>	<b>4450</b>	<b>7475</b>	<b>9250</b>	<b>3000</b>	<b>4400</b>	<b>562800</b>	<b>231150</b>

Se puede observar cómo las cantidades han sido menores en la repoblación real, debido a la baja densidades de preparación reales. Pese a ello, los % se mantienen.

La tabla 30 muestra los resultados del conteo y densidad de especies en las distintas parcelas de muestreo agrupado por rodales. Esta tabla da idea del grado de mezcla

## RESULTADOS

existente en las distintas zonas de la repoblación. Como ya se ha comentado anteriormente, la escasa profundidad del suelo en muchas zonas a repoblar ha mermado considerablemente la densidad prevista.

Tabla 30. Densidad plantada y parcial por especies (% sobre la total) según rodales. Las cifras entre paréntesis indican la desviación típica. Los valores son el promedio de las densidades por parcela de muestreo.

Rodal	Pl/ha	PIPR %	PIHA %	QUIL %	QUFA %	ARUN%	FROR %	JUPH %
I	782,3(146,6)	35,9(1,3)	50,5(5,2)	5,4(0,9)	2,3(3,9)	5,9(6,5)		
Ila	434,2(195,6)	47,6(13,3)	43,8(12,8)	4(4,2)	2,8(3,4)	1(2,5)	0,01(0,1)	0,7(2,6)
Ilb	357,9(109,7)	48,8(11,7)	41,7(10,3)	4,2(5)	4,1(4,7)	0,5(2,5)	0,8(2,9)	
IIIa	382(223,7)	27,2(12,5)	21,5(14,8)	30,1(13,7)	18,9(12,3)	2,2(5)		
IIIb	304,2(130)	26,1(8,6)	67(9)	3,6(5,1)	3,3(4,7)			
Total	415,2(185,2)	46(13,7)	42,6(13,3)	5,6(8)	4,1(5,9)	1(2,9)	0,3(1,7)	0,4(2)

De todas formas, comparando ambas fuentes de información, las proporciones están muy próximas a las establecidas en el proyecto.

### 4.3.2.4 Valoración de la ejecución de los cuidados culturales

El protector empleado es de la casa TUBEX©, de unos 60 cm de altura, de doble pared, sin ventilación, biselado en la boca superior, de color marrón y de 5 diámetros diferentes, al venir en packs de cinco tubos. En la tabla 31 se pueden ver los valores asignados a las variables consideradas para la evaluación de los cuidados culturales.

Tabla 31. Características de la ejecución en los cuidados culturales estudiados.

RODAL	Planta sin protector (%)	Colocación protector (0-2)	Alcorque (0-2)	Presencia de castillete (0-2)	Tamaño del castillete (0-2)	Forma del castillete (0-2)
I	9,5				0,7(0,7)	0,6(0,6)
Ila	1,9	1,9(0,5)	2(0,2)	2(0)	1(0,7)	1,1(0,7)
Ilb	0,1	2(0,2)	1,8(0,4)	2(0)	1,1(0,6)	0,7(0,6)
IIIa	0	2(0)		2(0)	1,2(0,5)	0,3(0,5)
IIIb	0	2(0)	1,8(0,5)	2(0)	1(0,6)	0,4(0,5)
Total	1,4	1,9(0,4)	1,9(0,3)	2(0)	1,1(0,6)	0,8(0,7)

---

Parcelas	0	2	2,0(0,0)	2,0(0,0)	1,23(0,7)	1,17(,72)
Contraste						

---

Tanto el **porcentaje de planta sin protector**, como la **colocación** del mismo dan valores aceptables en la mayoría de los rodales. En este sentido, el proyecto no especifica un porcentaje máximo admisible, pero los bajos porcentajes existentes son admisibles.

Respecto al **alcorque**, está completo en la mayoría de los casos, si bien en preparaciones sobre ladera su valor óptimo debería ser la unidad, para permitir la entrada de flujos superficiales al hoyo. Pero como nos encontramos en una zona llana, el alcorque es adecuado conforme a las indicaciones de proyecto.

El **castillete** presenta valores más heterogéneos tanto en la forma como en la dimensión de las piedras con que se construye, pero está presente en casi todos los hoyos. El tamaño medio de las piedras empleadas está entre 10 y 20 cm de longitud máxima, siendo este, el tamaño más adecuado.

Del análisis con las parcelas de contraste se extrae que la ejecución de los cuidados culturales de la repoblación no ha presentado diferencias significativas. Los resultados del ANOVA se presentan en el anexo 7.4.

Por otra parte, estas variables como se puede ver en el anexo 7.7.3 no han presentado correlaciones con la mortalidad.

#### 4.3.3 Análisis de la influencia de la ejecución en la mortalidad.

A continuación se expone la valoración de la ejecución por comparación de los resultados de mortalidad de las parcelas de contraste y las de repoblación (tabla 32) para ver si existen diferencias significativas en la ejecución considerada como un todo. Así, este análisis permite integrar todos los elementos analizados anteriormente. Para más información véase anexo 7.5.

## RESULTADOS

Tabla 32. Datos de mortalidad de los grupos de parcelas (R, repoblación, PC, parcelas de contraste) para las diferentes tomas de datos. SD, desviación estándar; N, número de parcelas

TOMA DE DATOS	PARCELAS	MORTALIDAD % (SD)	N
1	R	0,27(1,58)	68
	PC	0	21
2	R	4,4 (4,88)	68
	PC	2,2 (2,92)	21
3	R	29 (18,8)	68
	PC	19,3 (12,53)	21
4	R	54,2(22,82)	65
	PC	49,8(18,24)	20

Los resultados del ANOVA realizado con los datos anteriores demuestran que no existen diferencias significativas entre los dos grupos (tabla 33).

Tabla 33. Resultados del ANOVA.

ANOVA	F	Sig.	GL	SME
VALORES	1,702	0,193	351	1092,862

El análisis de componentes principales realizado sobre las variables de ejecución a fin de reducir su número (véase anexo 7.6), no ha encontrado patrones de agregación que explique la variabilidad de la muestra. Así, cabe suponer que las variables de ejecución son independientes. Además, cabe recordar que no existen correlaciones dos a dos entre las variables de ejecución y la mortalidad (véase anexo 7.7.3). Con estos resultados podemos decir que la **hipótesis primera** planteada (adecuación al proyecto) es **positiva**, la **segunda** (ejecución correcta según PC) también **positiva** y la **tercera** (influencia ejecución en la mortalidad) **negativa**. Así, podemos concluir que la calidad ejecución ha sido correcta y no ha influido en los resultados de la repoblación.

### 4.4 Caracterización ecológica. Seguimiento climatológico

#### 4.4.1 Calidad de estación

La Tabla 34 indica los resultados de los **inventarios y catalogación de la vegetación** acompañante en los diversos rodales a la par que se dan otros datos accesorios como la cobertura de la vegetación, la pedregosidad del terreno y la profundidad del suelo media.

Tabla 34. Resultados del inventario florístico, cobertura del terreno, orientación, profundidad del suelo, pendiente y pedregosidad en el monte de estudio.

RODAL	I	IIA, IIB	IIIA, IIIB
SERIE	<i>Rubio longifoliae-Querceto rotundifoliae sigmetum.</i>	<i>Rubio longifoliae-Querceto rotundifoliae sigmetum.</i>	<i>Rubio longifoliae-Querceto rotundifoliae sigmetum.</i>
ORDEN, ALIANZA O ASOCIACIÓN	Orden <i>Rosmarinetalia officinalis</i>	Alianza <i>Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae</i>	Alianza <i>Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae</i>
DESCRIPCIÓN	Brezal-Romeral Mesomediterráneo	Coscojar-mesomediterráneo	Coscojar con Pino carrasco Mesomediterráneo
ESPECIES PRICIPALES	<i>Rosmarinus officinalis, Erica multiflora, Ulex parviflorus, Thymus piperella</i>	<i>Quercus coccifera, Quercus ilex, Rosmarinus officinalis, Ulex parviflorus, Thymus vulgaris</i>	<i>Quercus coccifera, Pinus hañepensis, Rosmarinus officinalis, Ulex parviflorus, Thymus vulgaris</i>
COBERTURA MEDIA (%)	90	70	90
ORIENTACIÓN (°)	300	115	20
PENDIENTE (%)	36	4	4 (IIIA), 28 (IIIB)
PEDREGOSIDAD MEDIA (1-9)	4	6	5
PROFUNDIDAD SUELO (cm)	40	25-30	25-30

En el anexo 5.2 se encuentran los datos medios por parcela referentes a este apartado. La **pedregosidad** en general es elevada y las pendientes son escasas excepto en el rodal I. Cabe comentar que la **profundidad del suelo** es menor que las profundidades de los hoyos presentadas en el apartado de preparación del terreno, habiendo pocas parcelas con profundidades mayores de 30 cm, lo que puede ser un factor limitante de (ALLOZA, 2003). Referente a la textura los resultados muestran una abundancia de los suelos de textura intermedia y arcillosa (ver ANEXO 1).

Los resultados referentes a las relaciones más importantes existentes entre estas variables y la mortalidad se encuentran en el punto 4.4.3.

#### 4.4.2 Climatología de la campaña

El seguimiento de la climatología nos ha permitido obtener datos referentes a los dos años y conocer su posible influencia en la mortalidad final, por comparación con los datos medios. Los datos correspondientes al 2008 y 2009 se exponen en el anexo 5.2. Si comparamos el año medio con el **2008**, vemos como el periodo el periodo de sequía ha estado entre los 45 y 60 días. Este menor periodo de sequía estival comparado con lo normal, aproximadamente de 2 a 3 meses, se ha dado gracias a las precipitaciones de junio. Durante el periodo junio-agosto, el más crítico, se han registrado unas

## RESULTADOS

precipitaciones de 95 mm mientras que en un año normal alcanzan 48,6 mm, mientras que las temperaturas han sido normales.

Si tenemos en cuenta los diagramas bioclimáticos, a tabla 35 resume la intensidades bioclimáticas del 2008, que, como se observa, han sido similares al año normal.

Tabla 35. Datos del diagrama bioclimático e hipótesis correspondientes al 2008.

RESULTADOS: PARAMETROS BIOCLIMATICOS 2008							
IBP :	14,07	IBR :	4,95	IBL :	3,69	IBS :	-1,15
		IBF :	-1,31	IBC :	1,26	ISS :	9,12
		Tm libre, °C :		14,8			
		C.R., mm :		30		Escorrentía, % :	0

Según la metodología de GOMEZ y ELENA (1997) el año ha tenido una situación 2 B, tabla 36. Con esta situación no es posible establecer con certeza el acontecer de déficit hídrico patente. Por otro lado, establece que en el período de estudio (temperatura media mensual  $> 6$  °C) han ocurrido temperaturas bajas ( $t_i < 0$  °C) que pueden haber comprometido la supervivencia de la repoblación efectuada. Esta probabilidad, daños causados por temperaturas bajas, es tanto mayor cuanto mayor sea el período de presencia de heladas severas (número de días con  $t_i < -5$  °C). Esto último no ha ocurrido en el periodo de estudio, así habría un baja probabilidad de que las marras aparecidas hasta el control 2 (supervivencia pre-estival) pudieran deberse a la presencia de bajas temperaturas.

Esta hipótesis de heladas en periodo vegetativo no se ha observado dado que no han existidos marras anteriormente al verano (control 2). Así podemos concluir que realmente no ha habido ni marras por causa de estrés hídrico ni de heladas.

Tabla 36. Valores para el análisis de GOMEZ y ELENA (1997)

Variables	dh	DH	p	P	tami	taMi
Valores	76	85	714	555	SI	-
Hipótesis	dh $> 1,5$ *DH; NO		p $< 0,5$ *P; NO		SI	NO

## RESULTADOS

Con esta comparación podemos confirmar que el año 2008 fue un año bueno en lo climatológico, un poco por encima de un año normal, teniendo en cuenta el corto periodo de sequía.

A diferencia de lo que ocurrió en el año 2008, en **2009** el periodo seco ha sido de 4 meses aproximadamente (anexo 5.1). Esto ha ocurrido por la falta de precipitaciones en mayo y junio que suelen ser mayores en comparación con un año normal. Durante el periodo que anteriormente hemos comparado junio-agosto, las precipitaciones han sido 31,5 mm, muy por debajo de un año normal, 31,5 mm y las temperaturas de verano unos 0,4-0,7 grados por encima. Además, el diagrama bioclimático para este año presenta una IBS de -1,47, un 35% superior al año normal.

Tabla 37. Datos del diagrama bioclimático e hipótesis correspondientes al 2009.

RESULTADOS: PARAMETROS BIOCLIMATICOS 2009							
IBP :	15,51	IBR :	5,29	IBL :	4,25	IBS :	-1,47
		IBF :	-0,98	IBC :	1,04	ISS :	10,23
				Tm libre, °C :	14,6		
				C.R., mm :	30	Escorrentía, % :	0

Tabla 38. Valores para el análisis de GOMEZ y ELENA (1997)

Variables	dh	DH	p	P	tami	taMi
Valores	130	85	516	555	SI	29/07/09; 40,9 °C
Hipótesis	dh > 1,5*DH; SI		p < 0,5*P; NO		SI	SI

Según la metodología de GOMEZ y ELENA (1997) el año ha tenido una situación 1A. Esta situación implica que la probabilidad de existencia de déficit hídrico manifiesto en el período de estudio es muy elevada, por lo que es presumible que un buen número de las marras aparecidas respondan a esta causa. A estos hechos hay que unir también la presencia de temperaturas bajas que han podido ocasionar desequilibrios metabólicos que hayan llevado directa o indirectamente (acción conjunta con el déficit hídrico) a la aparición de marras. Pero, dadas los pocos de días de heladas en febrero (mes con temp. medias mensuales > 6 °C) y con valores que no superan los -5 °C, suponemos que la afección ha sido baja.

Con estos datos podemos concluir que el año ha sido climatológicamente malo, muy por debajo de lo normal. Así, podemos atribuir un elevado porcentaje de mortalidad a estas

## RESULTADOS

causas por comparación entre los dos años. Los datos más plausibles en referencia a este hecho es la elevada mortalidad del segundo año, 2009, de la reposición de marras, un 95 %, que en comparación con el mismo lote (PIHA-HU) del año anterior y en las mismas condiciones, supuso un 5%. Es decir, un 90% de mortalidad más de un año a otro.

Por otro lado, para las plantas del 2008, el incremento importante de mortalidad en 2009 en todas las especies es atribuible a la climatología del segundo año. En el punto 4.5 se amplían los datos de mortalidades para los dos años y para toda las especies.

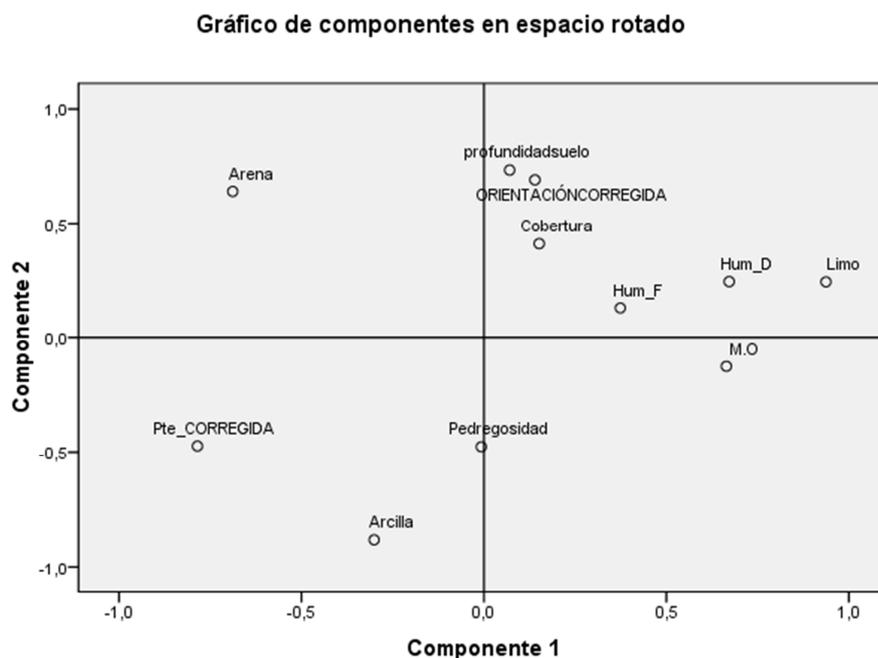
Además, para poder interpretar y afianzar estas conclusiones se tienen los datos del **seguimiento climatológico** de la estación meteorológica. En el anexo 5.2 se muestra los resultados de las mediciones puntuales de humedad del suelo, llevadas a cabo con el TDR, en diferentes puntos de la repoblación para el primer año. De la figura cabe destacar como hasta el 21 de julio existía humedad en el suelo, dándose a partir de este momento un periodo seco que se alargó hasta septiembre. También se muestran en este anexo los resultados de la estación meteorológica con sensores de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa que se instaló en las mediaciones de la parcela de plantación 36. Parte de los datos han sido extrapolados de la estación Sierra de Martes como se ha comentado anteriormente. Aquí, se observa que entre mediados de junio y mediados de septiembre las máximas superan con frecuencia los 30°C. Las mínimas no han sido especialmente bajas, por lo que no caben daños por heladas en pino carrasco, que sería la especie más sensible. En cuanto a las precipitaciones, aparecen periodos secos en plena campaña de plantación, hasta finales de diciembre, razón por la cual las plantaciones se interrumpieron y no es hasta abril del 2008 cuando las precipitaciones se pueden considerar como suficientes. A finales del periodo seco, la humedad del suelo es muy baja, sobre todo teniendo en cuenta que se trata de un suelo arcilloso, donde por debajo del 10% el agua no está disponible para la planta. Por otra parte se representa, para el año 2008, la intensidad del rocío medida como la diferencia entre este valor y el valor de la temperatura del aire. A mayor diferencia, mayor la intensidad del rocío.

### 4.4.3 Análisis de la influencia de la calidad de estación en la mortalidad.

Con los datos obtenidos se han realizado PCA y correlaciones para conocer respectivamente la relaciones entre las variables y entre éstas y la mortalidad y

crecimiento. Los análisis completos se encuentran en el anexo 7.7 y 7.8. Del análisis factorial (PCA) se ha obtenido que la distribución espacial de las variables en dos factores o componentes da un 55,5 % de varianza explicada (figura 16). Se observa como algunas de las variables se agrupan, como son la profundidad del suelo, la orientación y la cobertura. Al otro lado de estas se encuentra la pedregosidad, lógicamente. Otro grupo lo constituyen las humedades, que están relacionadas con el limo y la materia orgánica.

Figura 16. Análisis de componentes principales. Para las variables de estación.



Así, se ratifica que estas variables ecológicas se encuentran relacionadas entre sí, si bien sólo se ha explicado algo más de la mitad de la varianza total recogida. Esto nos lleva a plantear directamente correlaciones entre cada una de las variables ecológicas medidas con las variables de seguimiento (mortalidades y crecimientos). A continuación, se presentan las correlaciones de estas variables con la mortalidad (tabla 39). Las correlaciones con crecimiento no han resultado significativas, y se adjuntan en anexos 7.8.4.

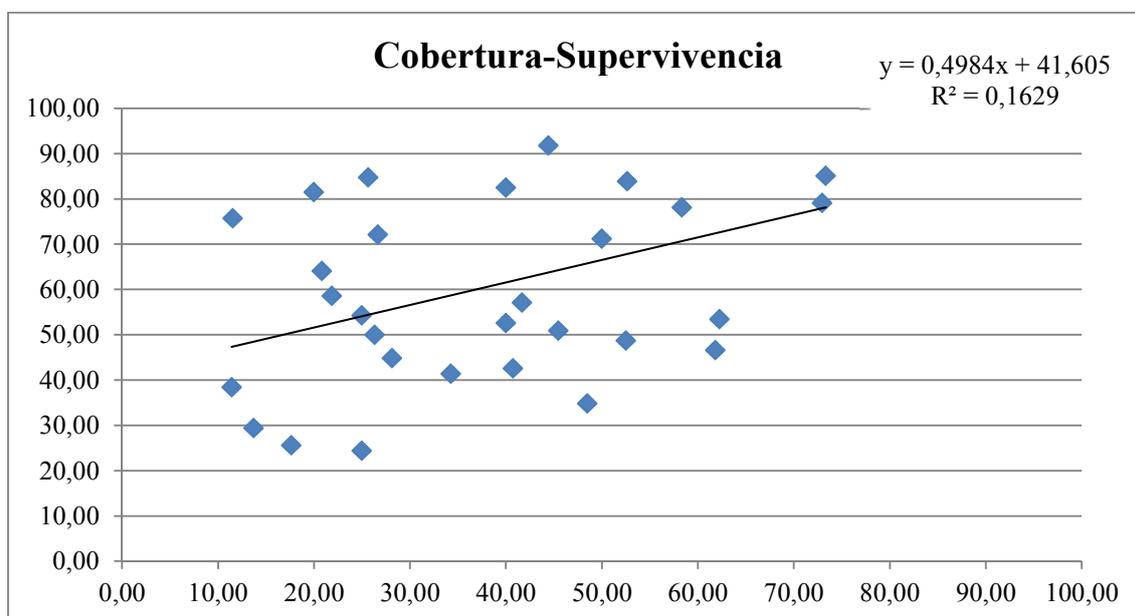
## RESULTADOS

Tabla 39. Correlaciones entre variables ecológicas y las mortalidades.

		MORT. 3	COBERTURA
MORT.4	Correlación de Pearson	,695**	-,404*
	Sig. (bilateral)	,000	,027
	N	30	30

De los resultados anteriores cabe destacar la correlación existente entre la cobertura vegetal total preexistente y la mortalidad 4. A mayor cobertura la supervivencia es mayor. En la figura siguiente se representa la relación entre la cobertura y la mortalidad

Figura 17. Correlaciones entre variables ecológicas y la mortalidad 3 y 4.



Se observa como la pendiente es positiva, la correlación es baja pero significativa y la dispersión bastante grande aunque existe la tendencia prevista.

También cabe destacar la relación entre la mortalidad del primer año y la del segundo. Esta nos indica que en las parcelas donde existía mayor mortalidad el primer año, posteriormente se incrementó. Dado que la cobertura ha sido la única variable de calidad de estación relacionada con la mortalidad, se han explorado otras posibles relaciones de la cobertura, como se intuye del PCA, con el resto de variables ecológicas a fin de establecer posibles relaciones indirectas con la mortalidad. La orientación se correlaciona con la cobertura (-0,389\*) y con la humedad fuera de los hoyos (0,459\*\*).

También se correlacionan las humedades (0,612\*\*) y la humedad fuera de los hoyos con la cobertura (0,523\*\*).

A modo de conclusión, podemos decir que existe una relación inversa entre la cobertura y la mortalidad. Pero, esto nos es útil únicamente para conocer la influencia de la calidad de estación en la distribución de la mortalidad en la repoblación.

Pero para conocer la valoración de la calidad de estación en la repoblación de forma general suponemos que existen posibles factores limitantes inherentes a esta, como se ha comentado en el punto 3.6. Para la valoración de este en el conjunto del control integral se ha considerado que los valores de mortalidad en la parcela experimental, durante el primer año, se pueden acercar a este valor. Las condiciones que nos hacen posible su consideración han sido: climatológicamente el primer año ha sido un año normal o bueno según los diferentes métodos de evaluación, en la parcela experimental no hay tubo para *Pinus sp*, (la calidad de proyecto es correcta) y la ejecución ha sido correcta. En el apartado de discusión se obtienen estos valores, punto 5.

### **4.5 Crecimiento y mortalidad.**

En este punto se exponen de forma explícita los resultados en cuanto a crecimiento y mortalidad. También se hace un resumen de los datos de mortalidad para los diferentes elementos del control integral y para los dos años de estudio.

#### **4.5.1 Crecimiento**

El crecimiento se ha medido en las 31 parcelas de control integral. En las figuras 18 y 19 se representan los datos que se presentan en las tablas 53a y 53b del anexo 6.2. También se muestran los crecimientos relativos de altura y diámetro entre el control 1 y 3 y el 1 y 4. (tabla 53)

## RESULTADOS

Figura 18. Mediciones en altura de los lotes en las parcelas de control integral para los dos años de seguimiento

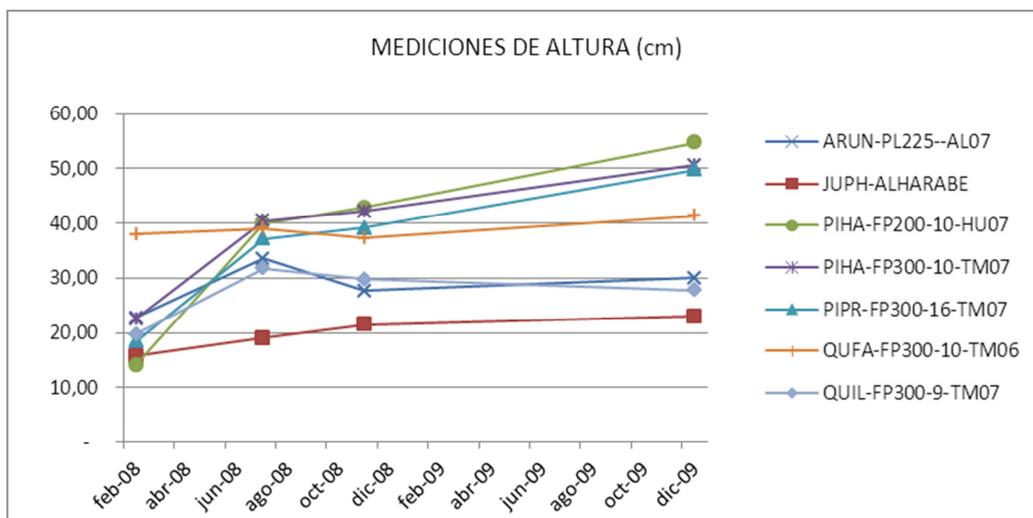
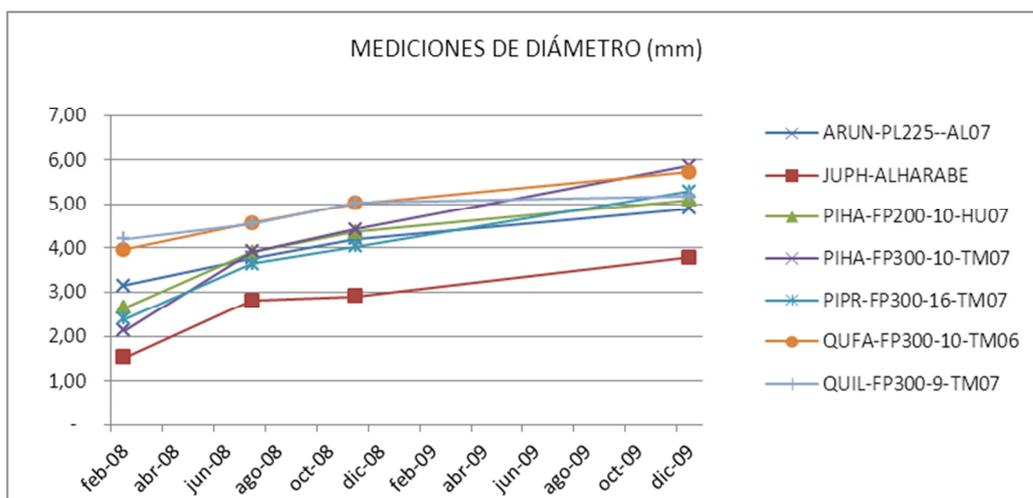


Figura 19. Mediciones en diámetro de los lotes en las parcelas de control integral para los dos años de seguimiento



De los datos anteriores comentar como los lotes de pino han sido los que más han crecido; prácticamente han duplicado su tamaño o en algunos casos triplicado. En el caso del crecimiento relativo en altura, el *Pinus halepensis* de La Hunde ha tenido un mayor desarrollo que el *Pinus halepensis* de TRAGSA. El *Pinus pinaster* también ha mostrado buenos crecimientos, superando al pino carrasco de TRAGSA en altura, en concordancia con lo observado en la parcela experimental. En cuanto al crecimiento en diámetro siguen destacando los pinos, aunque en este caso los mejores resultados son los del pino carrasco de TRAGSA pero seguidos muy de cerca por el lote de La Hunde y por el *Pinus pinaster*.

## RESULTADOS

Por otro lado *Quercus ilex* y *Quercus faginea* se han establecido bien en el rodal III, donde han tenido mayores crecimientos. Los crecimientos relativos negativos se producen por la muerte de parte de la planta y el posterior rebrote de las plantas desde el tallo o desde el cuello de la raíz, debido a las sequías. El quejigo destaca por sus bajos valores de crecimiento, sobretodo en diámetro. La carrasca también muestra poco desarrollo en altura y diámetro. El madroño y la sabina han estado poco representados, pero en cualquier caso son los que tienen valores más bajos de crecimiento. Una mejor comparativa entre el comportamiento de los distintos lotes y especies puede extraerse de los resultados de la parcela de experimentación.

En el análisis de correlaciones no ha obtenido resultados relevantes entre las distintas variables perteneciente al control integral (ejecución, calidad estación, calidad planta, etc.) y los crecimientos (ver anexo de análisis estadístico 7.7.4.).

### 4.5.2 Mortalidad

La tasa de mortalidad registrada para la planta repoblada en 07-08 en los distintos rodales, parcelas y especies aparece representada en la Tabla 40 y en las figuras 21 a 27.

La mortalidad de la reposición de las marras del rodal IIa en 08-09 fue a efectos prácticos del 90-100%, por lo que no se presentan datos al respecto.

Tabla 40. Porcentaje de mortalidad por especie para los distintos controles a lo largo del establecimiento de los brinzales (a cada especie le precede el número de parcelas sobre el que están calculadas las media y la desviación típica entre paréntesis). N es el numero de parcelas.

Rodal	Control	N	PIPR	N	PIHA TR	N	PIHA HU	N	QUIL	N	QUFA	N	ARUN	N	FROR	N	JUPH
I	4	3	14(10,3)	3	28,6(17,7)			3	11,1(19,2)	1	100(0)	2	14,3(20,2)	.	.	.	.
IIa	4	48	69,8(25,5)	49	49,9(24,7)			30	67,2(40,2)	26	59,6(46,9)	9	44,4(46,4)	.	.	5	55,0(44,7)
IIb	4	26	55,9(25,8)	16	44,5(26,4)	14	24,8 (21)	15	58,3(41,7)	14	42,9(39,1)	1	0(0)	2	58,3(11,8)	.	.
IIIa	4	5	35,1(29,8)			5	37,4(23,0)	5	37,7(29,7)	5	53,3(46,2)	1	0(0)	.	.	.	.
IIIb	4	2	50(23,6)			2	35,5(11,7)	1	100(0)	.	.	.	.	.	.	.	.
Total	1	88	0(0)	68	0,52 (3)	21	0(0)	58	0(0)	46	0(0)	12	0(0)	3	0(0)	6	0(0)
	2	88	0,4(1,5)	68	8,7(10,4)	21	7,8(9,8)	58	0(0)	51	0(0)	11	3(10,1)	2	0(0)	6	0(0)
	3	87	26,8(24,8)	68	32(22,9)	21	10,1(9)	58	32,3(37,7)	51	26,3(38,6)	13	19,2(38,4)	2	16,66(0)	5	25(43,3)
	4	84	61,0(28,2)	64	48,14(24,7)	21	28,8(20,7)	54	59,5(40,8)	46	53,5(44,5)	13	33,0(42,5)	2	58,3(11,8)	5	55,0(44,7)

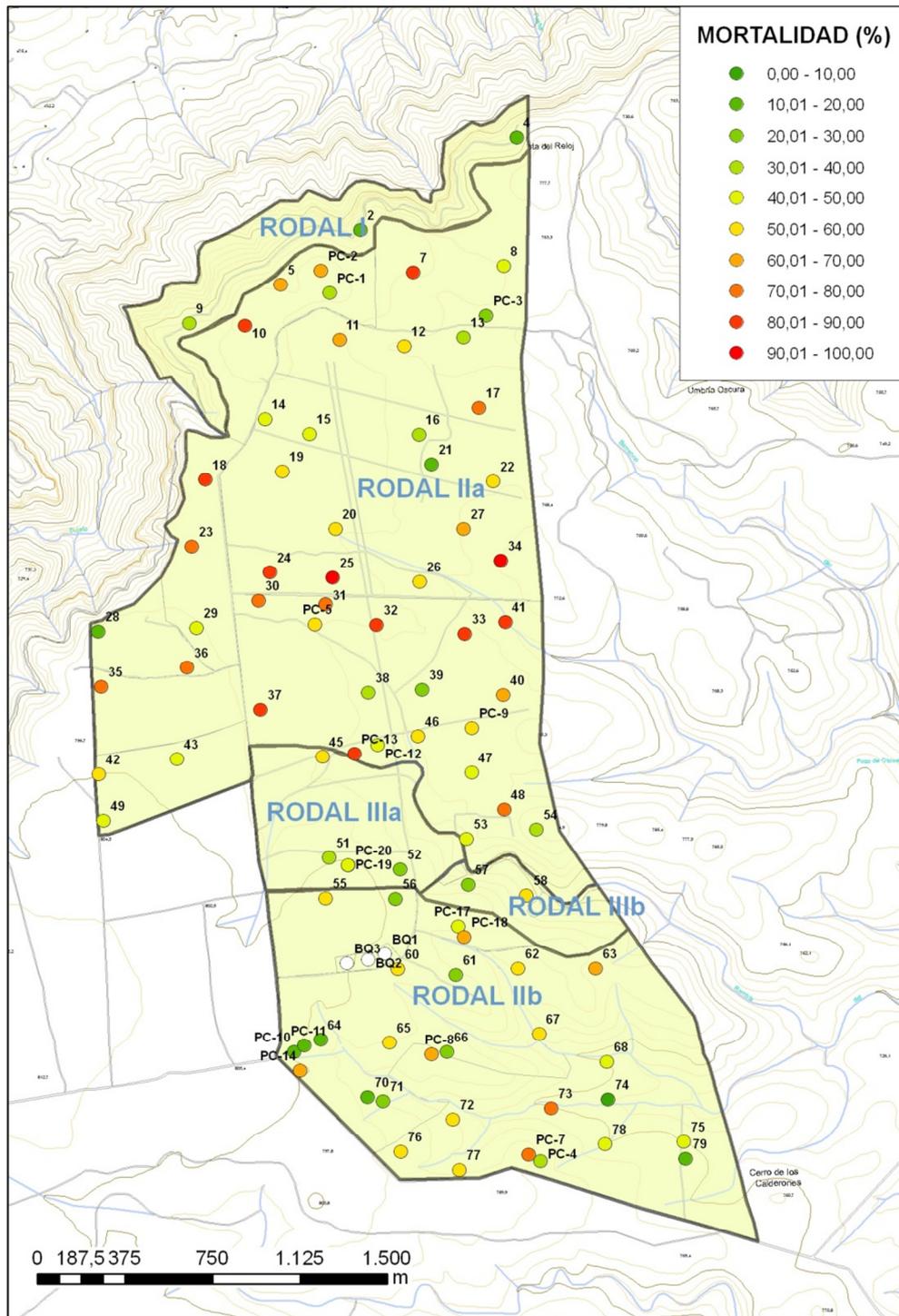
En la Figura 20, dónde aparece la mortalidad final por parcela de plantación, permite diferenciar cierto patrón espacial, mostrando una mayor tasa de mortalidad en el rodal IIa. Por el contrario el rodal I, muestra las tasas de mortalidad más bajas junto con alguna zona del rodal IIb.

## RESULTADOS

Cuando se analizan los datos por especie y fecha de medición (tabla 40), los datos de mortalidad indican que la plantación ha tenido una muy buena respuesta hasta el mes de julio del primer año, momento en el que únicamente el pino carrasco había presentado una mortalidad significativa, aunque baja (<10%). No obstante, pasado el mes de agosto la tasa de mortalidad aumenta considerablemente coincidiendo con el periodo más desfavorable, tanto en precipitaciones como en temperaturas. Únicamente el rodal IIa presenta unos valores superiores al 30% por lo que se realizó la reposición de marras.

La mortalidad dos años después de la plantación, presenta valores muy altos, resaltando el valor para pino rodeno (>60%), especie con mayor porcentaje de planta plantada. Exceptuando el pino carrasco (43,3%) y el madroño (33%), el resto de especies presentan más del 50% de mortalidad.

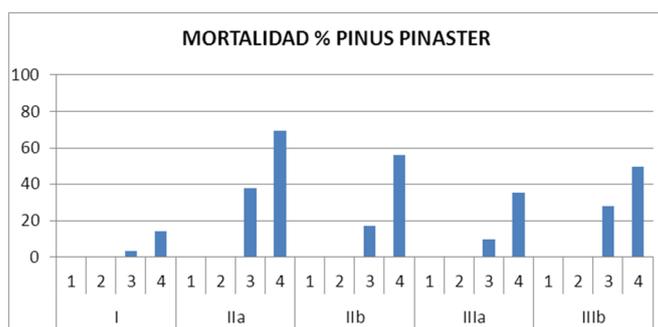
Figura 20. Mortalidad final del segundo año (control 4) por parcela.



Las figuras 21-27 grafican separadamente para cada especie los datos de mortalidad para una mejor visualización de esta variable. Aunque se repite el patrón general comentado en párrafos anteriores, también aparecen diferencias importantes según la especie.

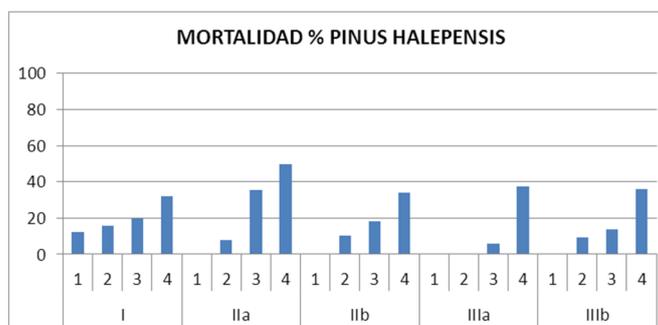
## RESULTADOS

Figura 21. Mortalidad de *Pinus pinaster* por rodales y controles o mediciones.



Como se observa en la figura anterior y en la tabla 40 la mortalidad ha pasado en toda la repoblación de un 27% a un 61% aunque su distribución por rodales ha sido irregular.

Figura 22. Mortalidad de *Pinus halepensis* por rodales y controles o mediciones. Se han representado ambos lotes conjuntamente.



Como se observa en la figura anterior y en la tabla 40 la mortalidad ha pasado en toda la repoblación de un 26% a un 43% de forma más o menos homogénea.

Figura 23. Mortalidad de *Quercus ilex* por rodales y controles o mediciones.

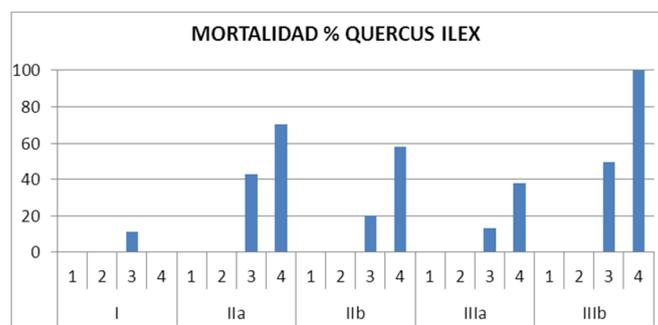
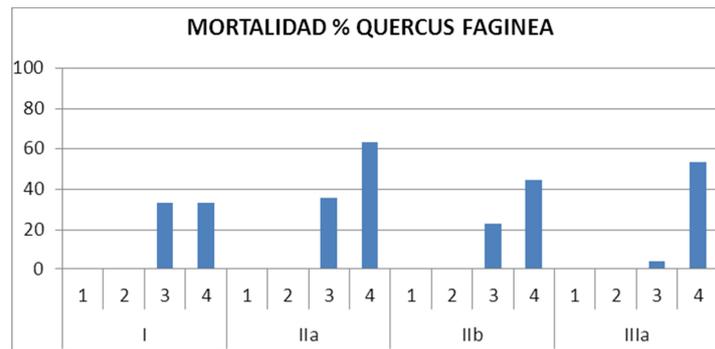


Figura 24. Mortalidad de *Quercus faginea* por rodales y controles o mediciones.



Como se observa en la figura anterior y en la tabla 40 la mortalidad para *Quercus ilex* y *Quercus faginea* se ha duplicado prácticamente de forma general. Para estas especies existen condicionantes de estación que se comentan en el punto siguiente.

Figura 25. Mortalidad de *Arbutus unedo* por rodales y controles o mediciones.

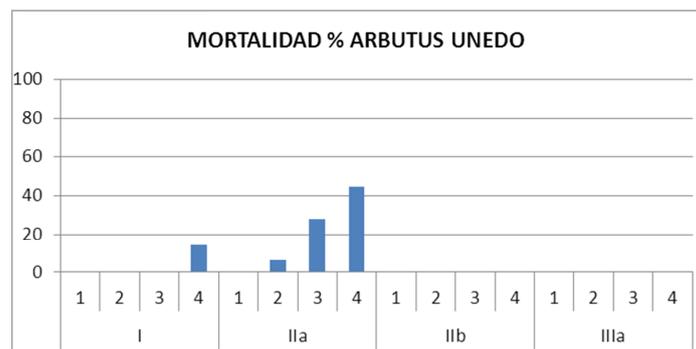
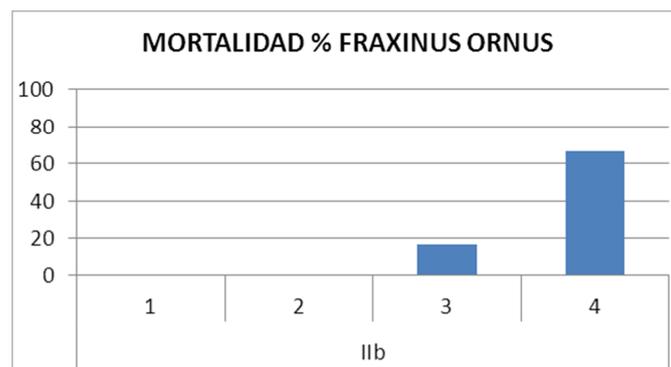
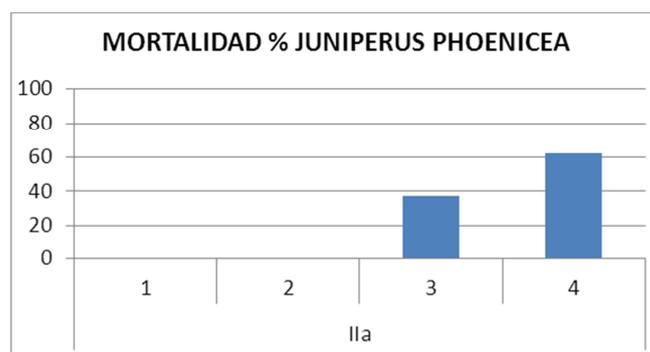


Figura 26. Mortalidad de *Fraxinus ornus* en el rodal IIb por controles o mediciones.



## RESULTADOS

Figura 27. Mortalidad de *Juniperus phoenicea* en el rodal Ila por controles o mediciones.



En las figuras 25, 26 y 27 se puede ver como el primer año fue bueno para las tres especies pero en el segundo año aumentaron las mortalidades notablemente.

Como resumen, se observa en los datos y en los gráficos que el *Pinus halepensis* ha tenido una mortalidad más baja que el *Pinus pinaster* y que las quercíneas (*Quercus sp.*). Tanto la carrasca como el quejigo presentan una mortalidad final parecida y elevada.

Si comparamos con la parcela experiemetal, comentar que se confirman los resultados de la repoblación para los pinos, en la cual se observa un mejor desempeño del pino carrasco frente al pino rodeno y particularmente del lote de La Hunde, con casi un 93% de supervivencia al cabo de dos años. Respecto al incremento de altura y diámetro se confirman los resultados que se han obtenido en la repoblación respecto al pino carrasco, en los cuales el lote de La Hunde presenta mayores crecimientos en altura que el lote de TRAGSA y un crecimiento similar en diámetro. Para las quercíneas, los resultados han sido mejor en la repoblación que en la parcela experimental, y al contrario de la parcela experimental *Quercus faginea* ha ido mejor que *Q. ilex*. Estas diferencias al cambio de estación existente entre la parcela experimental y las zonas repobladas con *Quercus sp.*, abundantes en los rodales con una supuesta mejor calidad de estación para tales especies. Las especies minoritarias han funcionado mejor en la parcela experimental que en la repoblación, siendo más fiables los datos de la primera como valoración general del comportamiento de estas especies por el mayor número de plantas.

### 4.5.3 Resumen mortalidades. Repoblación y parcela experimental

A modo de resumen (tabla 41), la supervivencia del primer año en la parcela experimental fue bastante similar con el resto de la repoblación en las especies con tubo,

## RESULTADOS

mientras que en las especies sin tubo la diferencia fue mayor. Pasado el segundo verano, la época más crítica del periodo, las diferencias se acentuaron en las especies heliófilas, (sin tubo), *Pinus sp.* y *Juniperus phoenicea*, mientras que la supervivencia de las especies de quercíneas, con tubo, en la parcela experimental fue un poco diferente a la media de la repoblación. Las quercíneas han tenido un elevado porcentaje de mortalidad, sobretodo en el segundo año, por lo que parecen ser las especies menos adecuadas para la estación de la parcela experimental. Respecto a las otras 2 especies consideramos que los resultados de la repoblación son poco concluyentes por el poco número de individuos coteados, siendo en este caso más importante tener en cuenta los resultados de la parcela experimental. Estos resultados se pueden considerar buenos y parecen ver el buen uso del tubo para esta especies.

Tabla 41. Mortalidad (%) por lotes, en repoblación o parcela experimental, y al primer (3) y segundo año (4).

LOTE	P. EXP 3 (%)	P. EXP 4 (%)	REP. 3 (%)	REP. 4 (%)
ARUN-PS250-25-HU07	7	13		
ARUN-PL225--AL07	4	16	19	33
FROR-PS250-25-HU07	1	9	16	58
JUPH-PS250-25-HU06	8	11		
JUPH-ALHARABE	5	0	25	58
PIHA-FP300-10-TM07	8	16	32	48
PIHA-FP200-10-HU07	2	7	10	29
PIPR-FP250-16-HU07	12	50		
PIPR-FP300-16-TM07	13	46	27	61
QUFA-FP300--FA07	28	65		
QUFA-FP300-10-TM06	26	73	26	53
QUIL-FP300-10-HU07	27	46		
QUIL-FP300-9-TM07	15	39	32	59
PIHA-FP200-10-HU08			95*	
PIPR-FP250-16-HU08			95*	
<b>TOTAL</b>	12	31		

\* datos de la reposición de marras (sin tubo).

De estos datos se pueden extraer los valores para cada elemento del control integral según la ecuación 2. Las condiciones que suponemos para la parcela experimental son: calidad de proyecto correcta, calidad de ejecución correcta, climatología y estación constante. Para la repoblación la calidad de proyecto (tubo) en algunas especies no ha sido adecuada, la ejecución ha sido correcta, la climatología constante y la calidad de estación más o menos constante en toda la repoblación con el fin de conocer valores medios.

## RESULTADOS

Por ejemplo, como se ha comentado en puntos anteriores, para conocer la influencia de la climatología en la mortalidad de *Pinus halepensis* durante el primer año de plantación, tenemos que comparar los datos de la parcela experimental (para evitar el efecto negativo del tubo) del control 3 y la reposición de marras del año siguiente (que tuvo lugar en el rodal IIa). Así, obtenemos que la diferencia entre ambas zonas fue de un 92 %. Con estos datos se puede concluir que la mortalidad de la reposición de marras es atribuible íntegramente a la climatología, dado que el resto de condiciones se mantienen; y a su vez también atribuible el aumento de mortalidad de la repoblación en este mismo año.

## 5 DISCUSIÓN

### De la calidad del proyecto.

La calidad de proyecto, evaluada con la metodología anteriormente mencionada, ha sido correcta en la mayoría de los aspectos. En cuanto a elección del método de preparación del terreno se contemplaba el uso de ahoyado manual, hecho que no se ha llevado a cabo siendo sustituido por ahoyado mecanizado. En este sentido diversos estudios demuestran que la preparaciones manuales disminuyen el establecimiento de los plántones y por tanto la supervivencia. (IGLESIAS y SERRADA, 2005; PALACIOS *et al.*, 2008)

Por otro lado, uno de los elementos que ha influido considerablemente en la consecución de la repoblación ha sido la elección del tubo. En este sentido el empleo del tubo en la repoblación no ha sido correcto ni para *Pinus sp.*, que ha sido la especie mayormente usada, ni para *Juniperus phoenicea*. La mortalidad se explica por la fisiología de la especie. Estas especies de *Pinus* son heliófilas por lo que el tubo actúa negativamente en la adaptación de la planta. Como consecuencia de las particulares condiciones climáticas en el interior de los tubos, las características morfológicas y fisiológicas de las plantas se ven alteradas. Mientras permanece en el tubo, la planta invierte un mayor esfuerzo en crecer en altura en detrimento del crecimiento en diámetro y radical (TULEY, 1985; POTTER, 1991; OLIET y ARTERO, 1993; NAVARRO y MARTÍNEZ, 1997). El mayor crecimiento en altura observado en *Pinus sp.* en el interior de los tubos coincide con los resultados de la mayoría de los estudios existentes sobre los tubos protectores (POTTER, 1991; OLIET *et al.*, 1993; OÑORO, 2003). Todos ellos afirman que los tubos estimulan un mayor crecimiento en altura de las plantas y coinciden en explicar ese mayor crecimiento por el microclima que generan los tubos. En lo relativo al desarrollo radical, OLIET *et al.* (2003), afirman que el peso en seco de las raíces es menor en las plantas de los tubos, lo que se traduce en unas plantas menos equilibradas. Estos mismos resultados fueron obtenidos anteriormente por DIAS *et al.* (1992). En este mismo aspecto PUERTOLAS *et al.* (2010) estudian el efecto del tubo sobre *Pinus halepensis* y *Quercus ilex*. Ratifican los resultados anteriores para *Pinus halepensis* y concluyen que este no se debe plantar sin tubo, mientras que *Quercus ilex* debe plantarse con tubo.

## DISCUSIÓN

La decisión de plantar las quercíneas con tubo ha sido estudiada en varias calidades de estación dándose siempre buenos resultados, aunque a veces dispares, tanto en estaciones atlánticas como en mediterráneas. Según algunos autores, (NAVARRO y MARTÍNEZ, 1997) en condiciones atlánticas el tubo tiene un efecto mejorador de las condiciones para la planta dándose mayores supervivencias y crecimientos. En cambio en otros estudios, cuando se comparan ciertas estaciones mediterráneas, el tubo no tiene efectos en localizaciones benignas y si que tiene en localizaciones más xéricas (NAVARRO *et al*, 2001). En comparación de regímenes de humedad xéricos y méxicos, las diferencias se han encontrado en los crecimiento en altura y diámetro de las plantas y no en las supervivencias, siendo mejor los resultados con tubo en regímenes méxicos, y similares en regímenes xéricos, recomendándose siempre tubos claros (OLIET y JACOBS, 2005). Por tanto, los resultados dependen mucho de las condiciones de estación en las que nos encontremos. En climas semiáridos, se observa que los crecimientos en altura siempre se mejoran, dado que el tubo simula, la cubierta arbórea adecuada en estas condiciones para la encina.

### **De la calidad de planta.**

El control de la calidad de planta en vivero y en laboratorio y su posterior trazabilidad han permitido la evaluación a priori de los lotes utilizados en la repoblación. Además la parcela experimental, en la que se han establecido diferentes lotes, ha permitido comparar los lotes y ver la calidad de estos. Para algunas de las especies existen estándares de calidad con las que poder comparar y conocer su calidad. En este aspecto, comentar que los lotes de *Pinus sp.* del vivero de La Hunde presentan valores más próximos al estándar, dando sensibles mejoras en los resultados en campo en cuanto a mortalidad y crecimiento. Uno de los factores que más influye en la respuesta y establecimiento de la planta es el Potencial de Crecimiento Radical (PCR o PRR) (DEL CAMPO *et al.*, 2007a) y ha sido uno de las características de respuesta de la planta que ha influido en el establecimiento de esta y por tanto en la supervivencia. El lote de *Pinus halepensis* de La Hunde ha presentado valores mayores que el de TRAGSA, transcribiéndose en campo en una mayor supervivencia tanto en la parcela experimental como en la repoblación propiamente dicha. En los lotes de *Pinus pinaster* las diferencias han sido menores, pero el lote de La Hunde al presentar valores más ajustados al estándar, ha funcionado mejor. En la parcela experimental esta diferencia ha supuesto un 7% de mortalidad.

Para *Quercus ilex* también los estudios realizados por DEL CAMPO y NAVARRO (2004) identifican que valores bajos de H/DCR y PSA/PSR y elevados de PCR dan mejores resultados en campo. En nuestro caso la encina con mejores valores ha resultado también la que ha tenido mayores supervivencias.

Para *Quercus faginea* no existen estándares definidos, pero como estudian NICOLAS *et al.* (2004) las plantas de dos savias tienen una respuesta peor que las plantas de una savia con una diferencia en supervivencia del 25%. En nuestra repoblación las diferencias han sido menores entre un 2% el primer año y un 7% el segundo.

Para las otras especies, los estándares están menos definidos y el atributo que ha influido en la respuesta ha sido igualmente el PCR o PRR. Los lotes que han funcionado mejor en la parcela experimental han sido las que presentaban mayores valores.

### **De la calidad de ejecución.**

La calidad de ejecución ha sido correcta por varios motivos. En primer lugar, la metodología utilizada nos ha permitido recoger muchas variables que pueden dar lugar a valorar si los trabajos se han realizado conforme el proyecto lo determina. Además, esta metodología permite que se recojan datos suficientes para conocer si algunos trabajos considerados como correctos puedan influir sobre la consecución de la repoblación. En este sentido, cabe valorar como correcta la ejecución dado que se ha realizado conforme al proyecto y no ha influido en la consecución de la repoblación. Por una parte, el conjunto de variables tomadas para su valoración tienen una gran homogeneidad de datos a lo largo de la repoblación. Por otra, teniendo en cuenta los resultados, no han aparecido diferencias entre las parcelas de la repoblación y las parcelas de contraste. De aquí se ratifican como positivas la primera y segunda hipótesis. La tercera hipótesis también ha resultado negativa dado que no han sido correlacionadas las variables de ejecución con las variables mortalidad y crecimiento.

Cabe comentar que existen algunas variables que si que podrían haber sido influyentes en la consecución. El tempero del suelo en el momento de plantación, la verticalidad del cepellón o la mala colocación del tubo podrían ser muy influyentes si no se hubieran realizado correctamente (GOMEZ y OCAÑA, 1997).

### **Del seguimiento climatológico.**

## **DISCUSIÓN**

La climatología de la campaña ha sido una de las variables de establecimiento a la que normalmente se le ha considerado como responsable de la mortalidad. En nuestra repoblación ha afectado principalmente en el segundo año, donde ha existido un periodo seco bastante importante. El primer año fue normal-buena climatológicamente hablando con un periodo seco menor de 60 días, con una mortalidad media de un 25% para la repoblación. El segundo año, con un periodo seco de 100-120 días la mortalidad fue aproximadamente del 50% para la repoblación, pero del 90-100% para la reposición de marras. En cambio, para la parcela de experimentación el primer año se registraron mortalidades para las especies sin tubo de un 10% y el año siguiente en condiciones similares la reposición de marras presentó un 90-100% de mortalidad. Si comparamos con ALLOZA (2003), para el primer año, con un periodo seco menor de 60 días establece un porcentaje aproximado de un 20% mientras que en los periodos secos mayores de 100 días establece porcentajes mayores del 80%.

Así, vemos como el incremento del periodo seco influye notablemente en la consecución de la repoblación, siendo en nuestro caso el segundo año un factor limitante importante para la supervivencia de los plantones que el primer año habían sobrevivido.

### **De la calidad de estación**

Este elemento de la calidad integral constituye el elemento más variable dentro de la repoblación siendo un conjunto de variables a veces difíciles de valorar y normalmente relacionadas entre sí. Está demostrado que unas determinadas condiciones de estación favorecen significativamente al establecimiento de repoblaciones forestales frente a otras. A escala regional, el clima general de la zona (piso bioclimático) tiene un peso importante en la supervivencia, tendiendo a aumentar a medida que se asciende en el piso bioclimático. Mientras que a escala local y comarcal, los dos factores fundamentales en la Comunidad Valenciana, son la naturaleza de la litología (margas, calizas, areniscas, etc.) y la profundidad útil del suelo, estando ambos a su vez frecuentemente relacionados. También la orientación, la textura (relacionada con la litología) o el pH (en zonas quemadas) han sido relacionadas con la supervivencia. (ALLOZA, 2003). Aunque conocidas, las relaciones entre estos factores y el resultado de la repoblación son difíciles de cuantificar a escala local. Se entiende pues que su

valoración debe sustentar y complementar la información obtenida en los otros factores mencionados.

Del trabajo de ALLOZA (2003) se desprende que las repoblaciones en litologías calizas pueden dar entre un 12 y un 30% más de marras que las realizadas sobre litologías de coluvios margo-calizos y que para un intervalo de profundidad de 20-40 cm la supervivencia puede ser del orden de un 14% menor que en el intervalo 40-60 cm. De esta forma, dados los bajos valores, se ha tenido en cuenta la profundidad como uno de los posibles factores limitantes. Esta variable tiene un peso importante en los resultados de arraigo de las repoblaciones forestales en la provincia de Valencia y está básicamente controlada por la presencia de la roca madre, por lo que la maquinaria apenas puede incidir sobre ella (DEL CAMPO *et al.*, 2008). En cuanto a los datos de la repoblación comentar que, exceptuando unos pocos valores prácticamente, no se superan los 30 cm de suelo útil para la planta. Además, la pedregosidad del suelo hace disminuir el suelo útil para la planta. En nuestra repoblación estos factores limitantes han sido variables tanto a nivel de parcela como a nivel de repoblación. Su influencia no la podemos conocer con exactitud por la falta de otro tipo de suelos con los que comparar por lo que asumimos un valor achacable a calidad de estación de forma general para toda la repoblación. Su influencia se ha obtenido como el valor de mortalidad existente en la parcela experimental, para el primer año, dadas la otras condiciones homogéneas y adecuadas. Valores que oscilan entre un 2% en *Pinus halepensis* a un 13-40% para *Quercus sp.* según la estación.

Por otro lado, la vegetación puede ser indicadora de la calidad de estación. Ciertas especies suelen requerir unas condiciones de suelo y orientación diferentes de otras, de la misma forma que lo hacen las especies de la repoblación. Las relaciones observadas entre la composición florística de los puntos de plantación y el estado de los brinzales, ponen de manifiesto la importancia de la cobertura del suelo y de la vegetación preexistente en la supervivencia, por lo que es preciso ahondar en estas relaciones en pro de una mejor caracterización del micrositio de plantación (DEL CAMPO *et al.*, 2008). En nuestra repoblación podemos ver como existen relaciones entre las humedades dentro y fuera del hoyo y la profundidad del suelo con la cobertura y la orientación. De esta manera, podemos ver como la cobertura total de la vegetación, en este caso el matorral, es un indicador de otras variables. Parece lógico que sea así. Además, la cobertura esta correlacionada con la mortalidad, explicando la variabilidad

## DISCUSIÓN

de la supervivencia en la repoblación. Así, la cobertura de la vegetación, en un medio donde los componentes específicos varían poco, puede considerarse un elemento que integra las condiciones de la estación y por tanto la capacidad de establecimiento de la repoblación.

### **Del control integral.**

El control de calidad separado en los 5 elementos mencionados anteriormente es una herramienta que permite hacer un seguimiento completo de la repoblación. El fin último es poder obtener los diferentes elementos de la ecuación 2.

$$ec. 2 ; M = p + a + e + c + S$$

Con ayuda de la tabla 41 se han calculado los porcentajes atribuibles a cada elemento. Los datos de calidad de proyecto (sintetizados en el efecto del tubo) se han obtenido de las diferencias entre los resultados de la parcela experimental y la repoblación. Los porcentajes de mortalidad atribuibles a calidad de planta se han obtenido de la diferencia entre los lotes de la parcela experimental cuando el lote usado en la repoblación ha sido el que mayor mortalidad ha presentado (se considera que el otro lote tiene buena calidad de planta y por tanto, es la mejor opción). La calidad de ejecución ha sido correcta. La climatología ha sido un elemento que ha afectado en el segundo año. En cuanto a la calidad de estación, se han tenido en cuenta los resultados del primer año en la parcela experimental para conocer la implicación de limitaciones de estación.

Para conocer la mortalidad final de una especie o lote hay que sumar cada porcentaje de forma horizontal, dependiendo si queremos conocer la mortalidad del primer año o del segundo. Si queremos conocer los valores para la parcela experimental no hay que sumar la calidad de proyecto.

Tabla 42. Porcentajes de mortalidad para los distintos elementos del control integral durante los dos primeros años para *Pinus pinaster*.

Plantación/año	CALIDAD PROYECTO	CALIDAD PLANTA	CALIDAD EJECUCIÓN	CALIDAD ESTACIÓN	CLIMATOLOGÍA	MORTALIDAD
REP 2008 1º año	PIPR 13 %	0%	0%	PIPR 12%	0%	PIPR 25 %
REP 2008 2º año					PIPR 35 %	PIPR 60 %
REP MARRAS 2009	0%				PINUS SP. ↑ 90 %	PINUS SP. 90 -95%

Cabe destacar los porcentajes atribuibles al tubo, 13% (calidad de proyecto), a la calidad de estación 12 % y sobretodo la climatología del segundo año que ha hecho aumentar la mortalidad un 35%.

Tabla 43. Porcentajes de mortalidad para los distintos elementos del control integral durante los dos primeros años para *Pinus halepensis*.

Plantación/año	CALIDAD PROYECTO	CALIDAD PLANTA	CALIDAD EJECUCIÓN	CALIDAD ESTACIÓN	CLIMATOLOGÍA	MORTALIDAD
REP 2008 1º año	PIHA-TRAGSA 24 % PIHA- HUNDE 8 %	PIHA-TRAGSA 7 %	0%	PIHA 2%	0%	PIHA-TRAGSA 33 % PIHA- HUNDE 10 %
REP 2008 2º año	PIHA-TRAGSA 34 % PIHA- HUNDE 21 %				PIHA 5 %	PIHA-TRAGSA 48 % PIHA- HUNDE 28%
REP MARRAS 2009	0%	0%			0%	PINUS SP. 90 %

A diferencia del *Pinus pinaster*, en *Pinus halepensis* el tubo ha tenido efectos diferenciales el primer y segundo año debido a la climatología de este último (interacciones que suman un 10 y un 13 % de mortalidad dependiendo de la calidad de planta), aumentándose la mortalidad. También la calidad de planta ha hecho que el efecto del tubo sea diferencial (interacción que suma entre un 16 y un 13% dependiendo de la climatología del año). Así se corrobora el efecto sinérgico y negativo del tubo en condiciones climatológicas desfavorables y con calidades de planta peores (7%). El mejor establecimiento de *P. halepensis* a las condiciones de estación, 2%, han hecho que la climatología del segundo año tuviese menos afección (5%), a diferencia del *P. pinaster*.

## DISCUSIÓN

Tabla 44. Porcentajes de mortalidad para los distintos elementos del control integral durante los dos primeros años para *Quercus faginea*.

Plantación/año	CALIDAD PROYECTO	CALIDAD PLANTA	CALIDAD EJECUCIÓN	CALIDAD ESTACIÓN	CLIMATOLOGÍA	MORTALIDAD
REP 2008 1º año	0%	QUFA- TRAGSA 7 %	0%	QUFA TRAGSA 20-40%	0%	QUFA-TRAGSA 27 %
REP 2008 2º año			0%		QUFA TRAGSA 27%	QUFA –TRAGSA 54-74 %

Tabla 45. Porcentajes de mortalidad para los distintos elementos del control integral durante los dos primeros años para *Quercus ilex*.

Plantación/año	CALIDAD PROYECTO	CALIDAD PLANTA	CALIDAD EJECUCIÓN	CALIDAD ESTACIÓN	CLIMATOLOGÍA	MORTALIDAD
REP 2008 1º año	0%	0%	0%	QUIL TRAGSA13- 32%	0%	QUIL-TRAGSA 15-30%
REP 2008 2º año		0%	0%		QUIL TRAGSA 27%	QUIL –TRAGSA 40-59 %

En relación a las quercíneas, cabe destacar cómo las condiciones de estación y la climatología han sido las responsables de las mortalidades, siendo muy variables los porcentajes atribuibles a las condiciones de estación. Son, por tanto, en estos términos, especies más exigentes que los pinos.

## 6 CONCLUSIONES.

La metodología aplicada para el control integral en la repoblación ha sido bien implementada en los diferentes aspectos, recogiendo suficientes datos para poder conocer las causas de la consecución de la repoblación, la supervivencia de la planta. Existen algunos instrumentos importantes para poder evaluarla como el establecimiento de una parcela experimental, que ha permitido evaluar la calidad de proyecto y la calidad de planta; el establecimiento de parcelas de contraste, que se han utilizado para la evaluación de la calidad de ejecución; y el seguimiento climatológico, que se ha realizado con la instalación de una estación meteorológica.

De la calidad de proyecto, destacar la decisión de la utilización del tubo en algunas especies. Este elemento ha hecho aumentar la mortalidad de las plantas que tienen carácter heliófilo, *Pinus sp.* y *Juniperus phoenicea*. La calidad de ejecución ha sido adecuada, y en cuanto a la calidad de planta cabe destacar los valores de PCR en algunas especies, afectando al establecimiento de estas, como ha ocurrido con los lotes de *Pinus sp.* de TRAGSA y *Quercus ilex* de La Hunde. Las otras especies han presentado calidades de planta adecuadas a los conocimientos actuales.

La climatología ha sido un elemento importante en relación con la supervivencia. El primer año fue un año normal-bueno con un periodo seco menor de 60 días influyendo escasamente en la supervivencia, mientras que en el segundo año, con un periodo seco mayor de 100 días, la mortalidad total aumentó hasta un 50%, siendo de un 25% el año anterior, achacable a otras causas.

La evaluación de la calidad de estación ha dado a conocer diversas variables que explican la distribución de la mortalidad en la repoblación. La cobertura se relaciona con la humedad del suelo, la orientación y la profundidad del suelo, y ha permitido conocer tal variabilidad al estar correlacionada positivamente con la supervivencia. Esta es, por tanto, un factor integrador de varias características ecológicas del medio. Para conocer su implicación en la mortalidad final, se ha supuesto la existencia de factores limitantes para toda la repoblación, siendo uno de ellos la litología caliza con profundidades de suelo menores de unos 30 cm. Esta profundidad es limitante pero puede permitir el establecimiento de una cobertura forestal gracias a la figuración en profundidad de la roca caliza.

## CONCLUSIONES

Los porcentajes de mortalidad de *Pinus pinaster* durante el primer año (25%) se han repartido de forma igual entre calidad de proyecto y calidad de estación. El segundo año el porcentaje se incrementó hasta el 60%, atribuyéndose la diferencia a la climatología. En cuanto a *Pinus halepensis*, los porcentajes de mortalidad durante el segundo año han oscilado, debido a la interacciones del tubo con calidades de planta peores y climatología desfavorable, entre el 7% y 48%, siendo los porcentajes atribuibles a calidad de estación y a la climatología, de un 2% y de un 5% respectivamente. En cuanto a las quercíneas la mortalidad se ha atribuido a la climatología del segundo año (27%) y a la calidad de estación, variando entre 13% y un 40%. También cabe destacar la influencia de la calidad de planta en el lote de TRAGSA de *Quercus faginea* (7%). Los porcentajes finales en quercíneas han oscilado entre un 40% y un 74%, siendo menor en *Quercus ilex* que en *Quercus faginea*.

Si tenemos en cuenta los resultados anteriores, podríamos actuar positivamente con la eliminación del tubo en las especies heliófilas, teniendo unos resultados mucho mejores, como los existentes en la parcela de experimentación. Estas especies, son las mayormente utilizadas, siendo la supervivencia sin tubo de un 90% en *P. Halepensis* y un 50% en *P. Pinaster*. Sin el tubo, tendríamos de forma general un porcentaje aproximado de supervivencia bastante aceptable del 70% al cabo de dos años, superior al 50% existente en la repoblación.

## 7 BIBLIOGRAFÍA.

ALLOZA, J.A.; FUENTES, D.; BOIX, M. 1999. Seguimiento de las repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana. Reunión de coordinación del programa I+D Forestal. Fundación CEAM, pp 55-69.

ALLOZA, J.A. 2003. Análisis de repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana. Desarrollo de criterios y procedimiento de evaluación. (Tesis doctoral) Universidad Politécnica de Valencia. 301 pp.

BLANCO ANDRAY, A. 1996. El suelo como elemento dinámico y regenerador en las masas mixtas de coníferas-frondosas. Cuadernos de la S.E.C.F. 3: 11-14.

BRAUN-BLANQUET, J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. 820 pp. Ed. Blume. Madrid.

CEBALLOS, L. 1938. Regresión y óptimo de la vegetación en los montes españoles. Significación de los pinares. Avila. 11 pp..

CURRÁS, R; 1995. Historia de las repoblaciones forestales en la Comunidad Valenciana. In: Plan de reforestación de la Comunidad Valenciana, 1994-1999. Conselleria de Medi Ambient.; pp 25-36.

DEL CAMPO, A. D. y NAVARRO, R. M. (2004). Calidad de lotes comerciales de encina (*Quercus ilex* L. subsp. *ballota* (Desf.) Samp.). Evaluación de su respuesta en campo. Cuadernos de la S.E.C.F. 17: 35-42.

DEL CAMPO, A.D.; HERMOSO, J.; CABRERA, A.M.; IBÁÑEZ, A.J.; NAVARRO, R.M. 2005. Influencia de la variación local de la estación en la restauración forestal.. Cuad. Soc. Es. Cienc. For. 20: 79-85

DEL CAMPO, A.; NAVARRO, R.; HERMOSO, J.; IBÁÑEZ, A.J. 2007a. Relationship between root growth potential and field performance in Aleppo pine. Ann. For. Sci., 64: 541-548.

## BIBLIOGRAFÍA

DEL CAMPO, A.D.; NAVARRO, R.M.; HERMOSO, J.; IBÁÑEZ, A.J. 2007b. Relationships between site and stock quality in *Pinus halepensis* Mill. reforestations on semiarid landscapes in eastern Spain. *Annals of Forest Science* 64: 719-731

DEL CAMPO, A.D.; HERMOSO, J.; ROLDÁN, M.; GARCÍA, R.; MOLINA, S.; ALBERT, J.V.; TÁRRAGA, R. 2008. Control integral de calidad de repoblaciones forestales: planteamiento y primeros resultados en la provincia de Valencia. *Soc. Esp. Cienc. For* 28: 119-124.

DEL CAMPO, A.D.; SEGURA, G.; HERMOSO, J.; ROLDÁN, M.; BUTLER, F.; CURRÁS, R.; MARZO, A.; GARCÍA, R.; NAVARRO, R. 2009. Los controles de calidad integrales en la repoblación forestal como herramienta para mejorar la técnica repobladora. Ed: Junta de Castilla y León-S.E.C.F. V Congreso Forestal Español. Tomo: 5CFE01-304-3B. Ávila.

DIAS, A.S.; TOMÉ, J.; TAVARES, P.; NUNES, J.; PEREIRA, S. 1992. The effect of individual tree shelters in growth and morphology of cork oak seedlings. *Scientia gerundensis* 18: 91-98.

DOUGHERTY P. M. y DURIEA, M. L. 1991. Regeneration: an overview of past trends and basic steps needed to ensure future success. En M. L. Duryea & P. M. Dougherty (eds), *Forest regeneration manual*, pp.3-7. Kluwer Academic Publishers. Netherlands. 433 pp.

GANDULLO, J.M. y SANCHEZ PALOMARES, O. 1994. Estaciones ecológicas de los pinares españoles. ICONA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 188 pp.

GÓMEZ, V. y ELENA ROSELLÓ, R. 1997. Investigación de las marras causadas por factores ecológicos de naturaleza meteorológica. *Cuadernos de la S.E.C.F.* N°4: 13-25.

IGLESIAS RANZ, A y SERRADA HIERRO, R. 2005. Análisis de la supervivencia en repoblaciones con *Quercus ilex* L. en la provincia de Ávila según diferentes métodos de preparación del suelo y empleo de protectores. IV Congreso Forestal Español. Tomo 4CFE05-106-T1, p 171. Zaragoza.

LLORCA LLORCA, R. 1991. Prácticas de edafología. Ed: Servicio de publicaciones de Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Química. 212 pp.

MCCREARY, DOUGLAS D. y TECKLIN, J. 1997. Effects of seedling protectors and weed control on blue oak growth and survival. Proceedings of the Symposium on Oak Woodlands: Ecology, Management and Urban Interface Issues. USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-160. 243-250.

MONTERO DE BURGOS, J.L. & GONZÁLEZ REBOLLAR, J.L. 1983. Diagramas bioclimáticos. ICONA. Madrid. 379 pp.

MURILLO, O. & CAMACHO, P. 1997. Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas. Agronomía Costarricense 21(2):189-206.

NAVARRO CERRILLO, R.M., MARTÍNEZ SUÁREZ, A., GUZMÁN, R. 1993. El uso de los tubos invernaderos en trabajos de forestación en tierras agrarias: análisis y algunos ensayos. Ed.: Consejería de Agricultura y Pesca. 50 pp.

NAVARRO CERRILLO, R.M. y MARTÍNEZ SUAREZ, A. 1996. Supervivencia y crecimiento de encina (*Quercus ilex* L.) y alcornoque (*Quercus suber* L.) utilizando seis tipos de tubos invernadero. II Congreso Forestal Español. S.E.C.F. Mesa 3: 437-442.

NAVARRO CERRILLO, R.M. y MARTINEZ A., 1997. Las marras producidas por ausencia de cuidados culturales. Cuadernos de la S.E.C.F., N°4: 43-57.

NAVARRO CERRILLO, R.M.; OLIET, J y CONTRERAS, O. 2001. El uso de tubos protectores con cuatro especies forestales en Andalucía occidental: supervivencia y crecimiento. III Congreso Forestal Español. S.E.C.F. Actas: pp 916-922

NAVARRO CERRILLO, R.M.; DEL CAMPO, A.D.; CORTINA, J. 2006. Factores que afectan al éxito de una repoblación y su relación con la calidad de planta. En: Calidad de planta forestal para la restauración en ambientes mediterráneos. Estado actual de conocimientos. Cap. 2. Organismo Autónomo de Parque Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid. ISBN 978-84-8014-670-8, pp. 31-46.

## BIBLIOGRAFÍA

OLIET, J.A. y ARTERO CABALLERO, F. 1993. Estudio del desarrollo y supervivencia en zonas áridas del repoblado protegido mediante tubos protectores. I Congreso Forestal Español. Lourizan (Pontevedra). Tomo II; pp. 415-420.

OLIET, J.A., NAVARRO CERRILLO R.M., CONTRERAS O. 2003. Evaluación de la aplicación de tubos y mejoradores en repoblaciones forestales, Manuales de restauración forestal nº 2, Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Córdoba. 234 pp.

OLIET, J.A. y JACOBS, D.F. 2005. Efecto de los tubos protectores sobre la respuesta de la encina durante el primer establecimiento bajo dos regímenes de humedad. II crecimiento y distribución de biomasa. IV Congreso Forestal Español. Zaragoza. Tomo: 4CFE05-145-T1, p. 193.

OÑORO, F. 2000. Estudio sobre el efecto de los tubos protectores y de la siembra y la plantación sobre el desarrollo de las repoblaciones de *Quercus faginea* Lamk. Escuela de Ingeniería Técnica Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. 182 pp.

PALACIOS, G, NAVARRO CERRILLO R. M. y DEL CAMPO A. D. 2008. Efecto de la calidad de planta, el procedimiento de preparación y la fecha de plantación en el crecimiento radical de *Pinus pinea* L. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. 28: 43-48.

PAUSAS, J., OUADAH, N., FERRAN, A., GIMENO, T. Y VALLEJO, V. R. 2003. Fire severity and seedling establishment in *Pinus halepensis* woodlands, eastern Iberian Peninsula. *Plant Ecology* 169: 205-213.

PEREZ CUEVA, A.J. (Coord.). 1994. Atlas climático de la Comunitat Valenciana. (1961-1990). Generalitat Valenciana, València. 205 pp.

POTTER, M. J. 1991. Treeshelters. Forestry Commission. Handbook Nº7. HMSO, London 48 pp.

PUÉRTOLAS, J; OLIET, J. A.; JACOBS D. F.; BENITO L. F. y PEÑUELAS, J. L. 2010. Is light the key factor for success of tube shelters in forest restoration plantings under Mediterranean climates?. *Forest Ecology and Management* 260 (2010): 610–617.

RITCHIE, G.A.; 1984 Assessing seedling quality. En: Duryea, ML & Landis, TD (eds). Forest nursery manual: production of bareroot seedlings. The Hague: Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk publishers, for forest research laboratory, Oregon State university, Corvallis, OR, pp:243-25

RIVAS MARTÍNEZ, S. 1987. Memoria del mapa de series de vegetación de España, 1: 400.000. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. I.C.O.N.A. Madrid. 268 pp.

SÁNCHEZ PALOMARES, O.; JOVELLAR, L.C.; SARMIENTO, L.A.; RUBIO, A. y GANDULLO, J.M.; (2007). Las estaciones ecológicas de los alcornocales españoles. Monografías INIA. Madrid. Serie Forestal, 14. 232 pp.

SERRADA, R.; NAVARRO, R.M<sup>a</sup>.; PEMÁN, J. 2005. La calidad de las repoblaciones forestales: una aproximación desde la selvicultura y la ecofisiología. Invest. Agrar: Sist Recur For, 14(3): 462-481.

DE SIMÓN NAVARRETE, E. (1990). Restauración de la vegetación en cuencas mediterráneas. Repoblaciones en zonas áridas. Ecología, Fuera de serie nº 1, ICONA. Madrid. pp. 401-428

TORRES, J.M.; MAGAÑA, O. 2001. Evaluación de plantaciones forestales. Ed. Limusa, México. 472 pp.

TULEY, G. 1985. The growth of young oak trees in shelters. Forestry 58: 181–195.

VAQUERA HERNÁNDEZ, J.M. 2008. Aplicación de los principios de uso múltiple del territorio a la recuperación de espacios degradados. (Proyecto final de carrera) Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.



# **ANEXOS**

## 1 ANEXO. ANÁLISIS DE SUELOS

### 1.1 Muestreo

Para realizar el muestreo se recogió tierra de las 31 parcelas de control integral, excepto de la parcela de contraste y una parcela que no se encontró. La localización exacta de los puntos dentro de las parcelas de muestreo se hizo de manera aleatoria.

En las muestras se incluyó suelo de una profundidad máxima de 30 cm por lo que se eludió el análisis de los diferentes horizontes de cada perfil. Las muestras se transportaron en bolsas de plástico individuales y respectivamente etiquetadas.

Contamos con un total de 29 muestras.

### 1.2 Preparación de la muestra en laboratorio

Las muestras obtenidas de campo se desecaron al aire, se pasaron por el tamiz de 2 mm de luz, rompiendo agregados de diámetro superior a los 2 mm, pero no los elementos gruesos. A la fracción que pasó a través de ese tamiz se le denominó tierra fina y es la que se sometió a los análisis de textura en el laboratorio.

El suelo fino se volvió a pasar por el tamiz de 50  $\mu\text{m}$  de luz. La fracción de tierra que pasó por el tamiz es la que se utilizó en laboratorio para realizar los cálculos del porcentaje de materia orgánica.

### 1.3 Determinación de la materia orgánica

#### 1.3.1 Introducción

El reactivo oxidante utilizado es el ión dicromato,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ , el cual en medio ácido y en caliente, oxida al C que se encuentre en su forma reducida,  $\text{C}^0$ , según la reacción



El procedimiento consiste en añadir una cantidad de dicromato que exceda a la necesaria para reaccionar con la materia orgánica. El exceso se determina por reacción con  $\text{Fe}^{2+}$ .

La característica diferencial de este método respecto de otros que utilizan esta misma reacción para determinar el contenido en C orgánico, es la de no aportar calor de una fuente externa. Sólo se utiliza el liberado por la misma reacción.

Por este procedimiento se oxida el 77% del carbono que se recuperaría por combustión, por lo que el % de C orgánico del suelo será:

$$\%C.O. = \frac{meqK_2Cr_2O_7 - meqFeSO_4}{gr. \text{ suelo seco}} \cdot 0.003 \cdot 100 \cdot 1,3$$

Mediante este método hallamos el contenido (%) en carbono orgánico del suelo. El paso de este valor a contenido de (%) de materia orgánica del suelo se realiza mediante multiplicación por un factor convencional ( $f_{mo}$ ).

$$f_{mo} = \frac{\text{Materia orgánica}}{\text{Carbono orgánico}}$$

El valor de  $f_{mo}$  no es el mismo para toda la materia orgánica, los valores pueden oscilar entre 1.8 y 2.5. Para una estimación del contenido de materia orgánica cuando no hay información exacta del factor se le asigna el valor de 2 (LLORCA, 1991).

### 1.3.2 Material y aparatos

- Matraces Erlenmeyer de 250 ml.
- Bureta.

### 1.3.3 Reactivos

- Dicromato potásico,  $K_2Cr_2O_7$ , 1N. Para su preparación se utilizó 49,09 gr. de  $K_2Cr_2O_7$  secado a 105°C, en agua y diluido hasta 1L.
- Ácido sulfúrico,  $H_2SO_4$ , concentrado.
- Complejo ferroso de ortofenantrolina, 0,025M.

## ANEXOS

- Sulfato ferroso 0,5 N. Para su preparación se utilizaron 140 gr. de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  en agua. Se añaden 15 ml. De ácido sulfúrico concentrado, se enfría y se diluye hasta 1 L.

### 1.3.4 Procedimiento

- Se pesan 0,5 gr. de muestra de suelo y se pasa a un matraz Erlenmeyer.
- Se añaden 10 ml. de dicromato potásico y se mueve el matraz vigorosamente durante 1 minuto para dispersar el suelo en la solución.
- A continuación y en una campana de humos se añaden 20 ml. de sulfúrico concentrado. Se mezclan los componentes y se deja enfriar.
- Una vez frío, se añade agua hasta alcanzar los 100 ml. y se vuelve a dejar enfriar.
- Se añaden de 10 a 11 gotas del indicador ferroso de ortofenantrolina para una detectar el punto final y valorar el exceso de dicromato con sulfato ferroso. En el punto final hay un cambio de color de azul a marrón.

Se hacen 2 repeticiones de cada muestra de suelo. En el caso de que los resultados del contenido de carbono orgánico de las dos repeticiones tuvieran un error mayor del 6% se realizará una tercera repetición.

## 1.4 **Determinación de la textura**

### 1.4.1 Introducción

Después de extraer los elementos gruesos ( $<2\text{mm}$ ) presentes en todas las muestras, se realizó la determinación de la textura para cada una de las muestras. La determinación cuantitativa de la textura se realizó con densímetro.

Esta clasificación se ha utilizado principalmente para suelos agrícolas, donde la cantidad de materia orgánica suele estar por debajo del 2%. Los suelos analizados son forestales y con un contenido de materia orgánica mayor del 2%.

Al realizar las preparaciones de las muestras para medir textura, algunas de ellas flocularon. Al realizar un segundo intento volvieron a flocular, por lo que se realizaron mediciones de la salinidad y de pH para descartar que fueran a causa de ello. Los

resultados confirmaron que, efectivamente no eran la causa de la floculación de las muestras. Eliminadas esas dos posibilidades se procedió a la eliminación de la materia orgánica de las muestras mediante el proceso de oxidación de ésta por peróxido de hidrógeno.

#### 1.4.2 Oxidación de la materia orgánica por peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

En un vaso de 1L se colocaron 30 gr de muestra de suelo, 10 ml de agua destilada y 10 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, produciéndose una efervescencia brusca como consecuencia de las rápidas reacciones de la oxidación.

Enfriada la mezcla, se puso sobre una placa y se calentó para que se realizase la oxidación en caliente sin que se produjese descomposición del H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Una vez caliente se añadieron 5 ml de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> volviéndose a producir efervescencia debido a la reacción. Este paso se repitió hasta que el calentamiento no produjo más efervescencia. Este proceso duró varios días.

Acabada la oxidación, se hirvió la muestra para eliminar el H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> que no haya reaccionado. Una vez se ha enfriado la muestra, ya está preparada para realizar el análisis de textura con densímetro.

#### 1.4.3 Determinación de la textura con densímetro

Este método se basa en la ecuación de Stokes, la cual permite expresar, cuantitativamente, la relación entre el tiempo de sedimentación y el diámetro de la partícula.

##### 1.4.3.1 *Material y aparatos*

- Densímetro ASTM nº 152 H, de la American Society Testing Material, con la escala en g/l.
- Batidora eléctrica.
- Probetas de 1L. graduadas.
- Émbolo agitador de latón

## ANEXOS

### 1.4.3.2 *Reactivos dispersantes*

- 50 gr. de calgón en agua diluido hasta 1L.

### 1.4.3.3 *Procedimiento*

Se prepara la probeta en blanco añadiendo 100 ml. de la solución de calgón a un probeta de 1L. y se agrega agua hasta enrasar a 1L. la solución se mezcla con el émbolo agitador.

Preparación de la suspensión del suelo: se pesan 30 gr. de suelo para la determinación de la textura. Se coloca la muestra en una cápsula de porcelana y se añaden 100 ml. de la solución de Calgón, dejando que empape durante al menos 10 minutos. Se transfiere la solución al vaso dispersador de la batidora. Se bate la suspensión durante 5 minutos y por último se pasa todo a la probeta de 1L, enrasando con agua hasta la señal de 1000 ml.

### 1.4.3.4 *Mediciones*

Se agita la suspensión del suelo y la muestra en blanco con el émbolo agitador. Una vez anotado el tiempo 0 no se vuelve a agitar. Se introduce en densímetro y se hacen las lecturas ( $L_i$ ) correspondientes a los tiempos  $t_i = 0,5$  min.,  $t_i = 1$  min.,  $t_i = 3$  min.,  $t_i = 30$  min.,  $t_i = 90$  min. y  $t_i > 8$ h.

### 1.4.3.5 *Cálculos*

Para cada par de valores ( $t_i$ ,  $L_i$ ) se calcula el tamaños de las partículas  $D_i$ .

$$D_i = \frac{\theta_i}{\sqrt{t_i}} (\mu\text{m})$$

Este factor se corrige a  $D'_i$  cuando la temperatura de la suspensión sea diferente de 30°C,

$$D'_i = D_i * f (\mu\text{m})$$

donde  $f$  es el factor de corrección.

La concentración de la suspensión,  $C_i$ , se halla de la siguiente manera,

$$C_i = L_i - L_1 \text{ (g/l)}$$

en esta ecuación  $L_i$  es la lectura con densímetro de la muestra y  $L_1$  es la lectura de la muestra en blanco.

Por último  $P_i$  es el porcentaje de suelo seco conteniendo partículas de tamaño inferior a  $D'_i$ ,

$$P_i = \frac{C_i}{C_0} * 100$$

donde  $C_0$  es la masa (gr.) seca al aire multiplicado por el factor de humedad (fh). En nuestro caso en particular a  $C_0$  le restamos su correspondiente porcentaje de materia orgánica, ya que ésta se había eliminado anteriormente.

### 1.5 Determinación del factor de humedad

La tierra fina contiene un pequeño porcentaje de humedad, - denominada humedad gravimétrica o humedad fuertemente retenida-, que también se debe conocer. El concepto de suelo seco se aplica a aquel que se obtiene de unas condiciones normalizadas: suelo secado a peso constante en estufa a 105°C.

De esta manera se determinó mediante método gravimétrico,- por secado de submuestras a 105°C-, un factor de corrección denominado *factor de humedad* ( $f_h$ ), que se expresa como:

$$f_h = \text{Peso suelo secado en estufa (105°C)} / \text{Peso suelo secado al aire}$$

Todas las submuestras de tierra fina se tomaron posteriormente, para la determinación en laboratorio de las distintas componentes químicas del suelo, se refirieron a su peso seco (peso secado al aire multiplicado por fh).

### 1.6 Resultados de los análisis de suelos

Los resultados obtenidos en laboratorio sobre las muestras de suelo extraídas de las parcelas son los siguientes:

**ANEXOS**

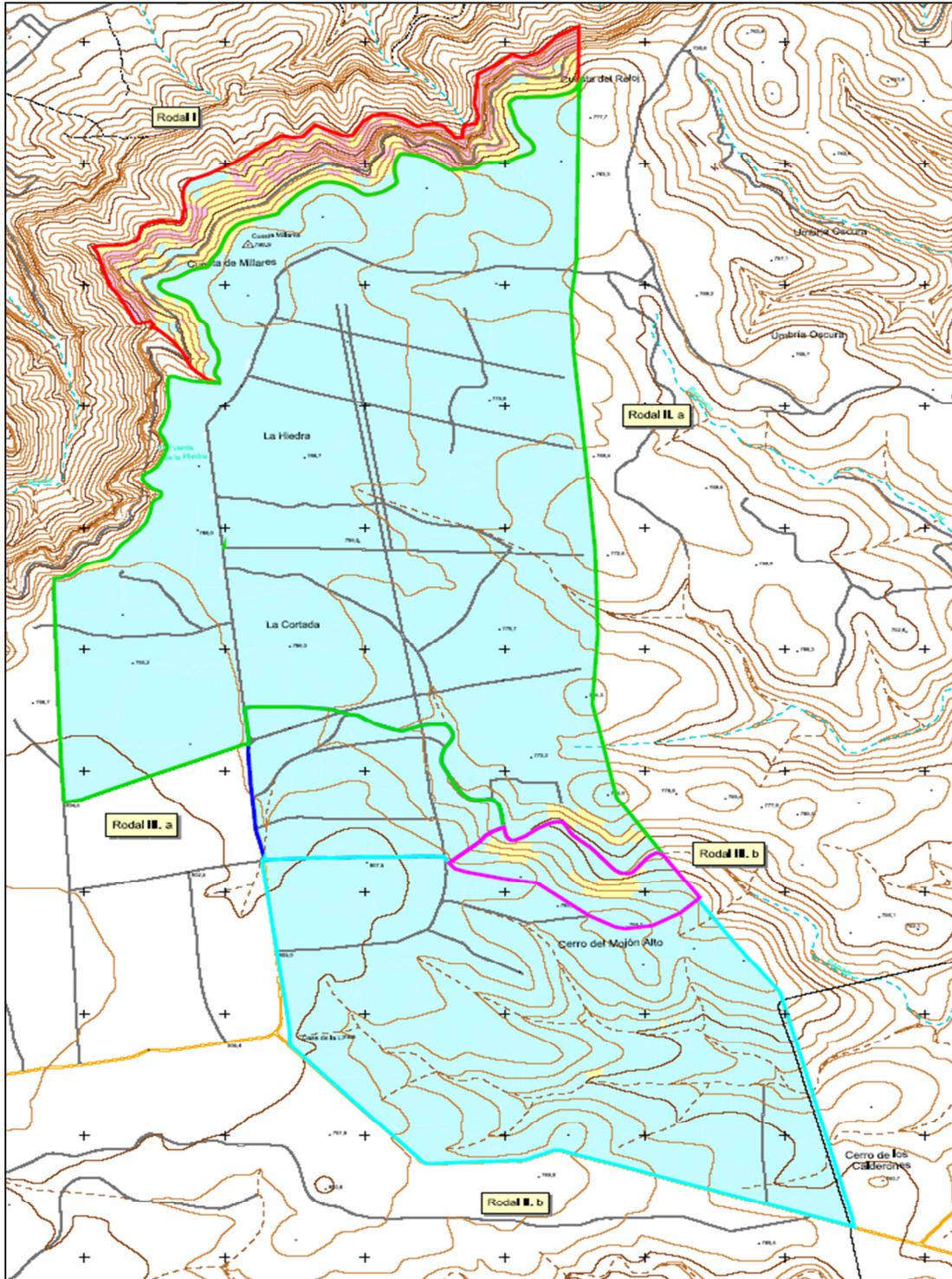
PARCELAS	27	65	12	72	75	30	33	49	73	62	PC16	46	31	58	36
<b>Clasificación textural</b>	Franco arcillosa	Franco arcillosa	Franco arcillosa	Franco arcillosa	Franco arcillo limosa										
Arcilla (%)	29	30,5	45	51,5	56,5	36	45	39	19	41	38	45	19	36	36
Limo (%)	41	44,5	37,5	9,5	24,5	25	17,5	5,62	5,83	6,64	6,66	7,38	7,41	7,41	7,41
Arena (%)	30	25	17,5	0,9405	0,9514	0,9587	0,9405	0,9587	0,9514	0,9547	0,9606	0,9724	0,9724	0,9724	0,9635
<b>Materia Orgánica (%)</b>	4,68	4,70	4,72	4,78	4,95	5,15	5,40	5,62	5,83	5,94	6,32	6,64	6,66	7,38	7,41
<b>Factor de Humedad</b>	0,9568	0,9569	0,9635	0,9661	0,9605	0,9524	0,9587	0,9405	0,9514	0,9599	0,9671	0,9547	0,9606	0,9724	0,9635

PARCELAS	51	52	32	11	PC7	15	8	35	38	9	PC13	48	67	23
<b>Clasificación textural</b>	Franco arcillosa	Franco arcillosa	Franco arcillosa	Arcillosa	Arcillosa	Arcillosa	Franco arcillosa	Franco arcillo limosa	Franco arcillosa					
Arcilla (%)	35	34,2	35	44	42,5	33,5	36	36	36	36	36	36	36	36
Limo (%)	37,5	34,8	36,5	41	36,5	45,5	47	47	30	30	30	30	30	30
Arena (%)	27,5	31	28,5	15	21	21	17	17	34	34	34	34	34	34
<b>Materia Orgánica (%)</b>	7,55	7,67	7,86	8,17	8,33	8,64	8,75	9,01	9,19	9,21	10,23	10,41	10,67	15,03
<b>Factor de Humedad</b>	0,9655	0,9593	0,9693	0,9534	0,9563	0,9556	0,9765	0,9611	0,9675	0,9465	0,9549	0,9681	0,9541	0,9461

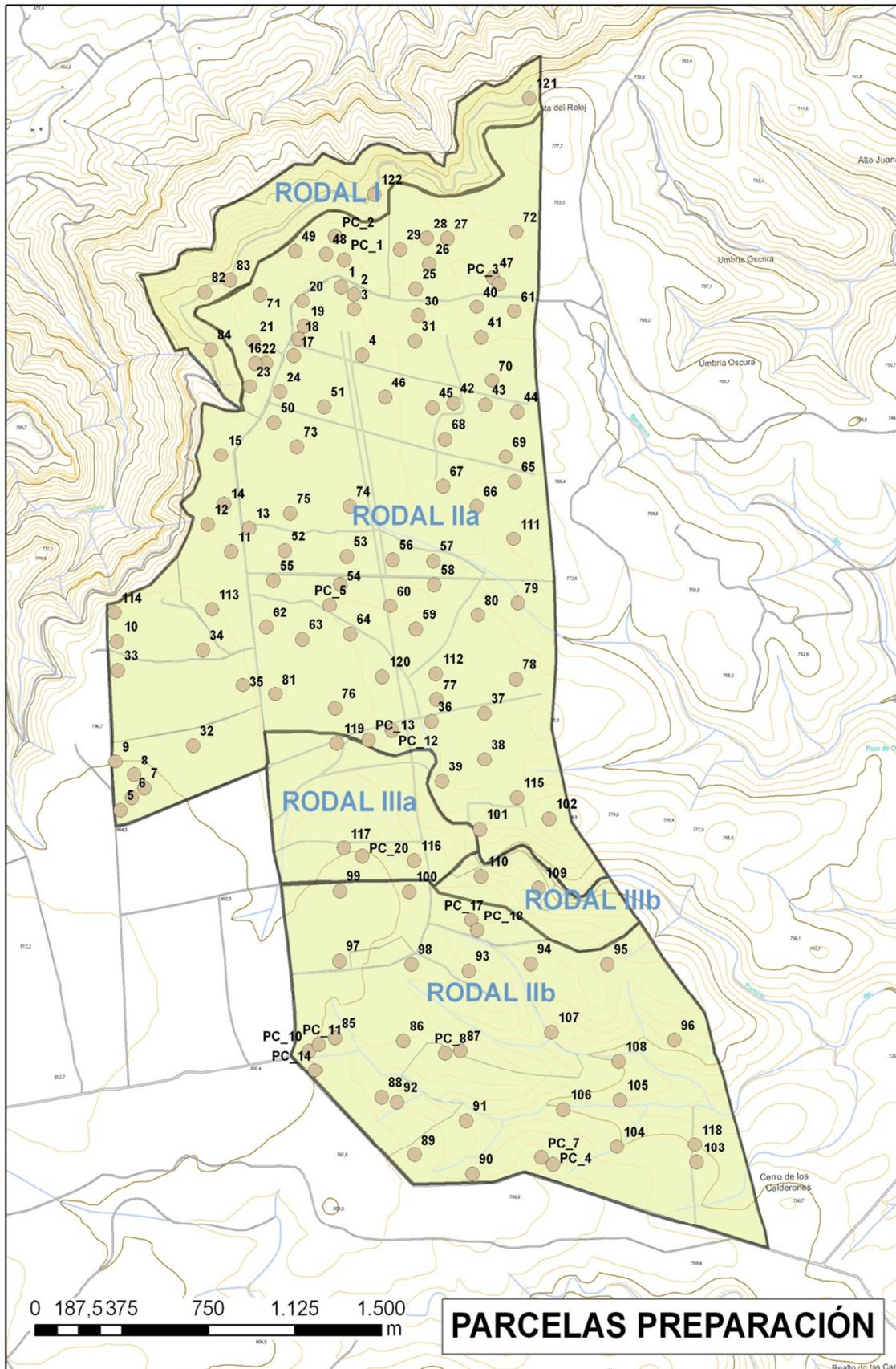
Tabla 46. Resultados de los análisis edafológicos

## 2 ANEXO MAPAS REPOBLACIÓN

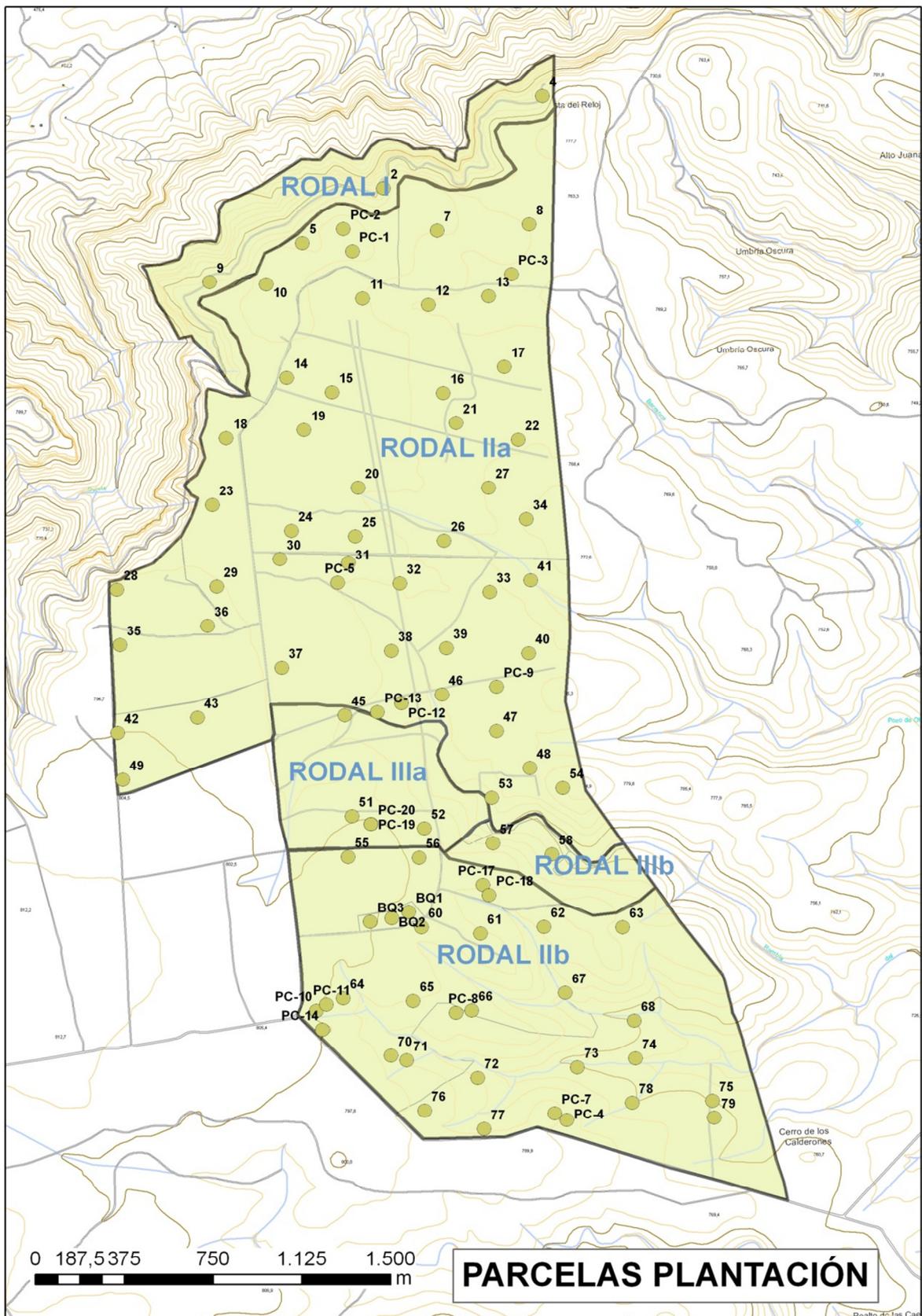
### 2.1 Mapa 1. Localización de los rodales objeto del proyecto



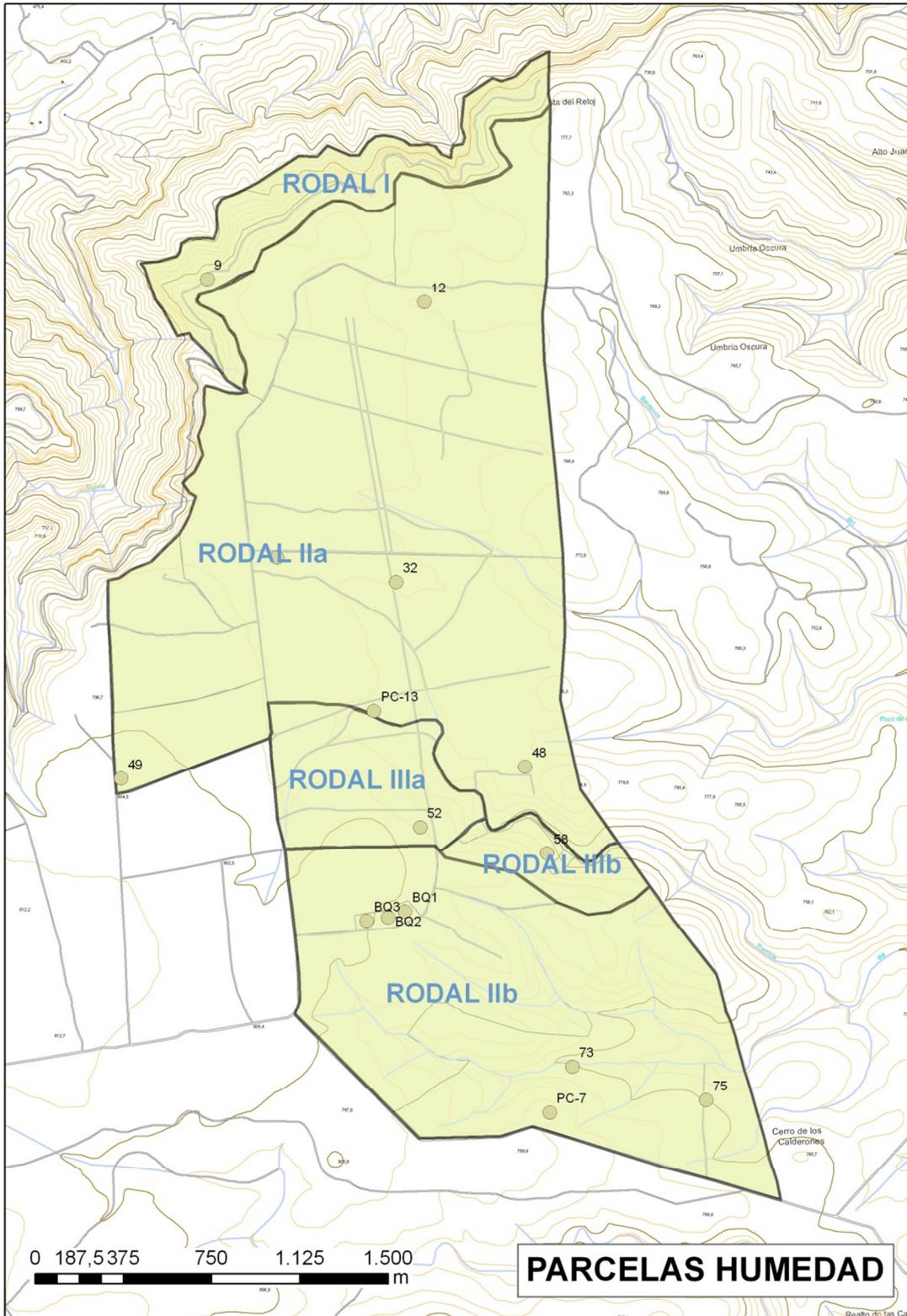
2.2 Mapa 2. Parcelas de muestreo de preparación.



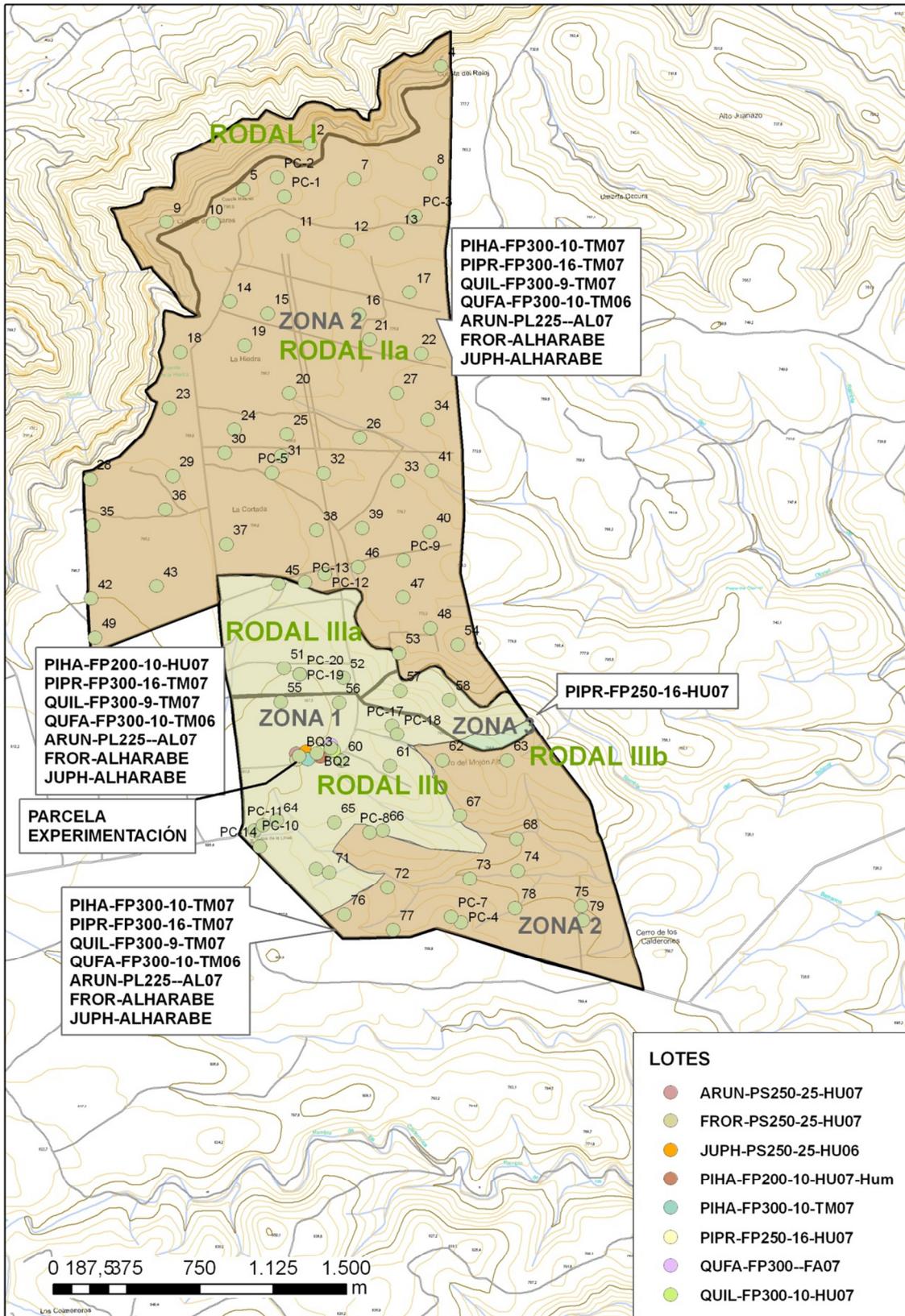
### 2.3 Mapa 3. Parcela de muestreo de plantación



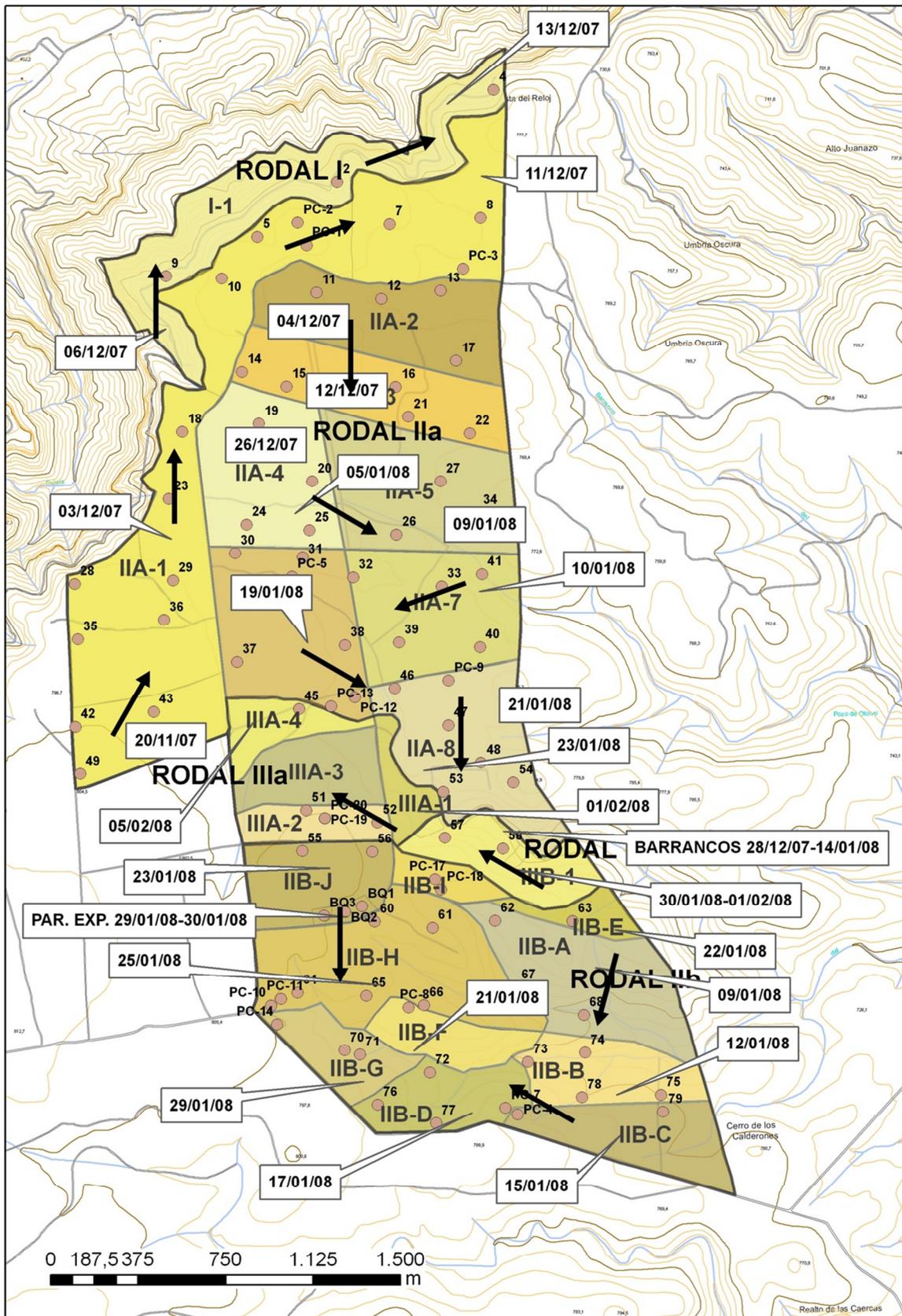
**2.4 Mapa 4. Parcelas donde se ha realizado el seguimiento de la humedad del suelo (dentro y fuera del hoyo) a lo largo del periodo Abril- Noviembre del 2008.**



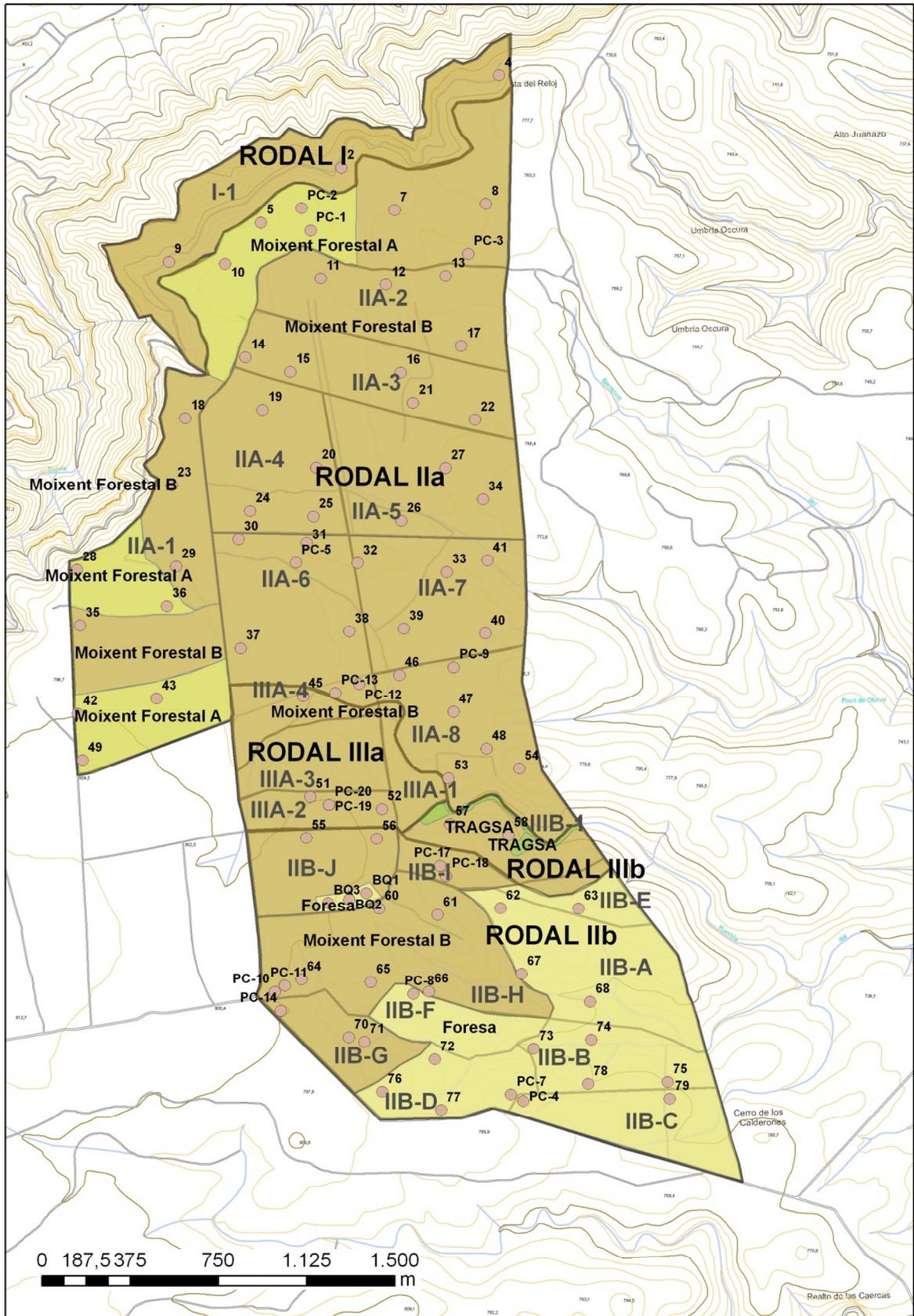
2.5 Mapa 5. Ubicación en el monte de los distintos lotes de planta utilizados.



2.6 Mapa 6. Evolución de la plantación a lo largo de la campaña 07-08 (las flechas negras indican el sentido de la repoblación).



2.7 Mapa 7. Plantación según las distintas empresas y cuadrillas de plantadores.



### 3 ANEXO FICHAS DE LOS RODALES SEGUN PROYECTO

#### 3.1 RODAL I

IDENTIFICACIÓN					
MONTE		RODAL	TÉRMINO MUNICIPAL	SUPERFICIE	EXPOSICIÓN
CODIGO	NOMBRE	CODIGO	CORTES DE PALLAS	49 ha	UMBRIA
V1001	MUELA DE CORTES	R-I			
SITUACIÓN ACTUAL					
ALTITUD		TIPO DE SUELO	PENDIENTE		
Máxima:	790	PEDREGOSO-ROCOZO	<30%	30-50 %	>50%
Mínima:	650			29 ha	20 ha
VEGETACIÓN					
Matorral de 50 cm. de altura formado principalmente por romero ( <i>Rosmarinus officinalis</i> ), aliaga ( <i>Ulex parviflorus</i> ) y jara blanca ( <i>Cistus albidus</i> ). Pies aislados de <i>Pinus pinaster</i> .					
VEGETACIÓN ARBUSTIVA					
SUPERFICIE CUBIERTA:		>50%	DIAMETRO:	< 3 cm.	
OTRAS OBSERVACIONES					
Existe caza mayor. Cabra montes y muflon.					
REPOBLACIÓN					
ESPECIES SELECCIONADAS					
Pino ródano ( <i>Pinus pinaster</i> ) (50%) -1 savia en contenedor forestal > 150cc.- Pino carrasco ( <i>Pinus halepensis</i> ) (40%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.- Encina ( <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> ) (5%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.- Madroño ( <i>Arbutus unedo</i> ) (5%) -1 savia en contenedor forestal de 200cc.-					
DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN					
850 pies/hectárea					
DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS SOBRE EL TERRENO					
La distribución de las plantas se hará de forma irregular.					
ACTUACIONES					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Preparación manual de 850 hoyos/ha de 40x40x40 en suelos pedregosos. Se localiza sobre terrenos con pendiente superior al 30%.</li> <li>2) Tapado de hoyos, introduciendo en estos la tierra previamente extraída, desechando las piedras, recogiendo además tierras de los alrededores, si fuera necesario, para lograr su completo tapado.</li> <li>3) Transporte de las plantas en camión, incluyendo la carga en viveros y la descarga a pie de obra.</li> <li>4) Reparto de las plantas dentro del tajo (según pendientes).</li> <li>5) Plantación manual de las especies seleccionadas.</li> <li>6) Aporte de 0,5 gr de hidrogel por planta.</li> <li>7) Colocación de tubo invernadero con tutor.</li> <li>8) Realización de un alcorque, alrededor de las plantas, para incrementar la recogida del agua.</li> <li>9) Colocación de castillete (3 piedras) para protección de las plantas.</li> <li>10) Colocación un cartel informativo</li> </ol>					

## 3.2 RODAL IIA

<b>IDENTIFICACIÓN</b>					
MONTE		RODAL	TÉRMINO MUNICIPAL	SUPERFICIE	EXPOSICIÓN
CODIGO	NOMBRE	CODIGO	CORTES DE PALLAS	395 ha	TODOS LOS VIENTOS
V1001	MUELA DE CORTES	R-II-a			
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>					
ALTITUD		TIPO DE SUELO	PENDIENTE		
Máxima:	800	PEDREGOSO (Baja pedregosidad)	<30%	30-50 %	>50%
Mínima:	730		395 ha		
<b>VEGETACIÓN</b>					
Matorral denso de entre 50 cm.y un metro de altura con <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Ulex parviflorus</i> y <i>Cistus albidus</i> y pies aislados de <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Juniperus</i> y <i>Quercus ilex</i> .					
<b>VEGETACIÓN ARBUSTIVA</b>					
<b>SUPERFICIE CUBIERTA:</b>		>80%	<b>DIAMETRO:</b>	< 3 cm.	
<b>VEGETACIÓN ARBÓREA ( EN CASO DE REPOBLACIÓN BAJO CUBIERTA)</b>					
<b>DENSIDAD:</b>		-	<b>DIAMETRO:</b>	-	
<b>OTRAS OBSERVACIONES</b>					
Existe caza mayor. Cabra montes y muflon.					
<b>REPOBLACIÓN</b>					
<b>ESPECIES SELECCIONADAS</b>					
<p>Pino ródano (<i>Pinus pinaster</i>) (50%) -1 savia en contenedor forestal &gt; 150cc.-</p> <p>Pino carrasco (<i>Pinus halepensis</i>) (40%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.-</p> <p>Encina (<i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i>) (5%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.-</p> <p>Quejigo (<i>Quercus faginea</i>) (3%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.-</p> <p>Sabina mora (<i>Juniperus phoenicia</i>) (2%) -1 savia en alveolo forestal de 150cc.-</p>					
<b>DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN</b>					
850 pies/hectárea					
<b>DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS SOBRE EL TERRENO</b>					
La distribución de las plantas se hará de forma irregular.					
<b>ACTUACIONES</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Apertura con retroexcavadora de 850 hoyos/ha de 60x60x60 en suelos pedregosos. Se localiza sobre terrenos con pendiente inferior al 30%.</li> <li>2) Transporte de las plantas en camión, ncluyendo la carga en viveros y la descarga a pie de obra.</li> <li>3) Reparto de las plantas dentro del tajo (según pendientes).</li> <li>4) Plantación manual de las especies seleccionadas</li> <li>5) Aporte de 0,5 gr de hidrogel por planta</li> <li>6) Colocación de tubo invernadero con tutor.</li> <li>7) Realización de un alcorque, alrededor de las plantas, para incrementar la recogida del agua.</li> <li>8) Colocación de castillete (3 piedras) para protección de las plantas.</li> <li>9) Limpieza mecanizada de cortafuegos ya construido en el límite del rodal, con matorral de altura inferior a 1 m.</li> </ol>					

## 3.3 RODAL IIB

<b>IDENTIFICACIÓN</b>					
MONTE		RODAL	TÉRMINO MUNICIPAL	SUPERFICIE	EXPOSICIÓN
CODIGO	NOMBRE	CODIGO	CORTES DE PALLAS	202 ha	TODOS LOS VIENTOS
V1001	MUELA DE CORTES	R-II-b			
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>					
ALTITUD		TIPO DE SUELO	PENDIENTE		
Máxima:	810	PEDREGOSO (Baja pedregosidad)	<30%	30-50 %	>50%
Mínima:	730		202 ha		
<b>VEGETACIÓN</b>					
Matorral denso de espinosas y labiadas con una altura comprendida entre los 50 cm. y un metro de altura, formado fundamentalmente por <i>Rosmarinus officinalis</i> , <i>Ulex parviflorus</i> y <i>Cistus albidus</i> . Pies aislados de <i>Pinus pinaster</i> , <i>Pinus halepensis</i> , <i>Juniperus</i> y <i>Quercus ilex</i> .					
<b>VEGETACIÓN ARBUSTIVA</b>					
<b>SUPERFICIE CUBIERTA:</b>		50-80%	<b>DIAMETRO:</b>	< 3 cm.	
<b>OTRAS OBSERVACIONES</b>					
Existe caza mayor. Cabra montes y muflon.					
<b>REPOBLACIÓN</b>					
<b>ESPECIES SELECCIONADAS</b>					
Pino ródano ( <i>Pinus pinaster</i> ) (50%) -1 savia en contenedor forestal > 150cc.- Pino carrasco ( <i>Pinus halepensis</i> ) (40%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.- Encina ( <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> ) (5%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.- Quejigo ( <i>Quercus faginea</i> ) (5%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.-					
<b>DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN</b>					
850 pies/hectárea					
<b>DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS SOBRE EL TERRENO</b>					
La distribución de las plantas se hará de forma irregular.					
<b>ACTUACIONES</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Apertura o remoción mecanizada de 850 hoyos/ha. de aprox. 60x60x60 cm, con retroexcavadora, en terrenos con pendiente inferior o igual al 30% y retroaraña en terrenos con pendiente superior al 30%.</li> <li>2) Transporte de las plantas en camión, ncluyendo la carga en viveros y la descarga a pie de obra.</li> <li>3) Reparto de las plantas dentro del tajo (según pendientes).</li> <li>4) Plantación manual de las especies seleccionadas.</li> <li>5) Aporte de 0,5 gr de hidrogel por planta.</li> <li>6) Colocación de tubo invernadero con tutor.</li> <li>7) Realización de un alcorque, alrededor de las plantas, para incrementar la recogida del agua.</li> <li>8) Colocación de castillete (3 piedras) para protección de las plantas.</li> <li>9) Limpieza mecanizada de cortafuegos ya construido en el límite del rodal, con matorral de altura inferior a 1 m.</li> </ol>					

## 3.4 RODAL IIIA

<b>IDENTIFICACIÓN</b>					
MONTE		RODAL	TÉRMINO MUNICIPAL	SUPERFICIE	EXPOSICIÓN
CODIGO	NOMBRE	CODIGO	CORTES DE PALLAS	44,5 ha	TODOS LOS VIENTOS
V1001	MUELA DE CORTES	R-III-a			
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>					
ALTITUD		TIPO DE SUELO	PENDIENTE		
Máxima:	805	PEDREGOSO-ROCOZO	<30%	30-50 %	>50%
Mínima:	740		44,5 ha		
<b>VEGETACIÓN</b>					
Regeneración natural. Latizal de <i>Pinus halepensis</i> . Matorral en bordes y en las zonas menos densas.					
<b>VEGETACIÓN ARBUSTIVA</b>					
SUPERFICIE CUBIERTA:		>80%	DIAMETRO:	3-6 cm.	
<b>VEGETACIÓN ARBOREA ( EN CASO DE REPOBLACIÓN BAJO CUBIERTA)</b>					
DENSIDAD:		700 pies/has	DIAMETRO:	10-20 cm	
<b>OTRAS OBSERVACIONES</b>					
Existe caza mayor. Cabra montes y muflon.					
<b>REPOBLACIÓN BAJO CUBIERTA</b>					
<b>ESPECIES SELECCIONADAS</b>					
Encina ( <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> ) (50%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.- Quejigo ( <i>Quercus faginea</i> ) (50%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.-					
<b>DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN</b>					
100 pies/hectárea					
<b>DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS SOBRE EL TERRENO</b>					
La distribución de las plantas se hará de forma irregular.					
<b>ACTUACIONES</b>					
<p>1) Roza selectiva y manual de matorral 1 m2 alrededor de cada planta, en terrenos con una pendiente inferior al 30%.</p> <p>2) Poda de ejemplares ya existentes hasta una altura máxima de 2 m. en arbolado con ramificación monopódica, con recorrido de poda superior a 1 m. y ramas con diámetro inferior o igual a 3 cm.</p> <p>3) Recogida, saca y apilado de residuos procedentes de podas, con densidad menor o igual a 8 tn/ha (estimación previa del residuo en verde), según pendientes.</p> <p>4) Astillado de residuos forestales procedentes de podas, previamente apilados o acordonados, (estimación previa del residuo en verde). La actuación se realizará a borde de camino, en terrenos de pendiente inferior al 25% o accesibles para el equipo de astillado. El diámetro máximo de los residuos a astillar será de 12 cm.</p> <p>5) Preparación manual de 100 hoyos/ha de 40x40x40 en suelos pedregosos. Se localiza sobre terrenos con pendiente inferior al 30%.</p> <p>6) Tapado de hoyos, introduciendo en estos la tierra previamente extraída, desechando las piedras, recogiendo además tierras de los alrededores, si fuera necesario, para lograr su completo tapado..</p> <p>7) Transporte de las plantas en camión, incluyendo la carga en viveros y la descarga a pie de obra.</p> <p>8) Reparto de las plantas dentro del tajo (según pendientes)</p> <p>9) Plantación manual de <i>Quercus ilex</i> y <i>Quercus faginea</i>.</p> <p>10) Aporte de 0,5 gr de hidrogel por planta</p> <p>11) Colocación de tubo invernadero con tutor.</p> <p>12) Realización de un alcorque, alrededor de las plantas, para incrementar la recogida del agua.</p> <p>13) Colocación de castillete (3 piedras) para protección de las plantas.</p>					

## ANEXOS

### 3.5 RODAL IIIB

<b>IDENTIFICACIÓN</b>					
MONTE		RODAL	TÉRMINO MUNICIPAL	SUPERFICIE	EXPOSICIÓN
CODIGO	NOMBRE	CODIGO	CORTES DE PALLAS	18,5 ha	UMBRIAS
V1001	MUELA DE CORTES	R-III-b			
<b>SITUACIÓN ACTUAL</b>					
ALTITUD		TIPO DE SUELO	PENDIENTE		
Máxima:	900	PEDREGOSO - ROCOSO	<30%	30-50 %	>50%
Mínima:	740		13 ha	5,5 ha	
<b>VEGETACIÓN</b>					
Matorral denso de una altura comprendida entre 1 y 2 metros con regeneración natural de pinar Latizal de <i>Pinus halepensis</i> .					
<b>VEGETACIÓN ARBUSTIVA</b>					
<b>SUPERFICIE CUBIERTA:</b>		50-80%	<b>DIAMETRO:</b>		< 3 cm.
<b>OTRAS OBSERVACIONES</b>					
Existe caza mayor. Cabra montes y muflon.					
<b>REPOBLACIÓN</b>					
Pino ródano ( <i>Pinus pinaster</i> ) (85%) -1 savia en contenedor forestal > 150cc.- Encina ( <i>Quercus ilex</i> subsp. <i>ballota</i> ) (5%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.- Fresno de flor ( <i>Fraxinus ornus</i> ) (5%) -1 savia en contenedor forestal de 300cc.- Madroño ( <i>Arbutus unedo</i> ) (5%) -1 savia en contenedor forestal de 200cc.-					
<b>DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN</b>					
500 pies/hectárea					
<b>DISTRIBUCIÓN DE LAS PLANTAS SOBRE EL TERRENO</b>					
La distribución de las plantas se hará de forma irregular.					
<b>ACTUACIONES</b>					
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Poda de encinas existentes en el rodal.</li> <li>2) Recogida, saca y apilado de 1 ha de residuos procedentes de podas, con densidad menor o igual a 8 tn/ha (estimación previa del residuo en verde), distancia máxima de recogida de 30 m. y pendiente del terreno inferior o igual al 30%.</li> <li>3) Eliminación de residuos mediante astillado "in situ" con incorporación de los mismos al suelo, procedentes de podas y claras o clareos, con una densidad de residuos en verde menor o igual a 8 tn/ha.</li> <li>4) Preparación manual de 500 hoyos/ha de 40x40x40 en suelos pedregosos.</li> <li>5) Transporte de las plantas en camión, incluyendo la carga en viveros y la descarga a pie de obra.</li> <li>6) Reparto de las plantas dentro del tajo (según pendientes).</li> <li>7) Plantación manual de las especies seleccionadas.</li> <li>8) Aporte de 0,5 gr de hidrogel por planta.</li> <li>9) Colocación de tubo invernadero con tutor.</li> <li>10) Realización de un alcorque, alrededor de las plantas, para incrementar la recogida del agua.</li> <li>11) Colocación de castillete (3 piedras) para protección de las plantas.</li> <li>12) Limpieza mecanizada de cortafuegos ya construido en el límite del rodal, con matorral de altura inferior a 1 m.</li> </ol>					

#### 4 ANEXO FICHAS DE CALIDAD DE PLANTA

Los datos de calidad de planta de la campaña de plantación 07-08 se han preparado en forma de ficha individual para cada lote. En cada ficha aparecen, en una primera columna, los valores medios de los diversos atributos medidos seguidos de una segunda columna con las desviaciones típicas de estos datos. Junto a estas dos columnas aparecen otras dos correspondientes a la media y desviación típica obtenida para el estándar de calidad desarrollado por la UPV para esa especie, esto es, incluyendo a la totalidad de los lotes controlados en otras campañas que han dado resultados satisfactorios en el contraste en campo (estos datos se presentan en texto de color verde). De esta forma se puede comparar los valores puntuados por un determinado lote respecto al valor del estándar.

En la parte inferior de la ficha aparece un gráfico denominado ventanas de calidad cuya función es la de representar, de manera gráfica, las principales dimensiones morfológicas del lote y compararlas con otras puntuaciones (NAVARRO y DEL CAMPO, 2006), tales como la media de la especie para la campaña, para un conjunto de registros históricos de esa misma especie, o para el estándar de calidad. Estas ventanas permiten apreciar el área que ocupan los lotes con mejor respuesta y por tanto los rangos de ese atributo que maximizan la supervivencia y desarrollo de la planta en campo; es decir, se puede observar fácilmente la tendencia que tiene la planta tipo respecto a los atributos morfológicos más significativos.

Por último comentar que además de las fichas de los datos de calidad de planta de la campaña de plantación 07-08, también se incluyen los datos de los lotes empleados en la reposición de marras durante la campaña de plantación 08-09.



LOTE **ARUN-PL225--AL07** *Arbutus unedo*  
 Madroño

Viv. cultivo **ALHARABE (MU)**

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra  Medición **20-Jan-08** Edad (sem)

Observaciones  Procedencia:

Lote semilla

% germ.

g/1000 sem.

**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	27.4	3.5	15.7	5.1
D (mm)	3.73	0.68	2.85	0.49
PS Foliar (g)	1.40	0.45	1.86	0.86
PS Aéreo (g)	2.42	0.79	2.50	1.28
PSTotal (g)	3.25	1.01	3.14	1.49
Ramas (n)				
A Fol (cm <sup>2</sup> )			71	40.0
AF Clor (%)			20	16
H/D			5.5	0.9
PA/PR	3.06	0.85	2.39	1.12
QI_Dickson			0.40	0.21

**Parte radical**

PS Raíz (g)	0.83	0.29	0.65	0.22
Long Raíces (cm)			596	409
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )			87	60
D medio raíz (cm)			0.048	0.001
Puntas raíz (n)			1570	750
L.R./P. (cm/punt)			0.44	0.00
Fibrosidad (%)			78.6	0.7
Raíces blcas (cm)			11	0
D raíces blcas (cm)			0.014	0.000
Puntas blancas (n)			62	0

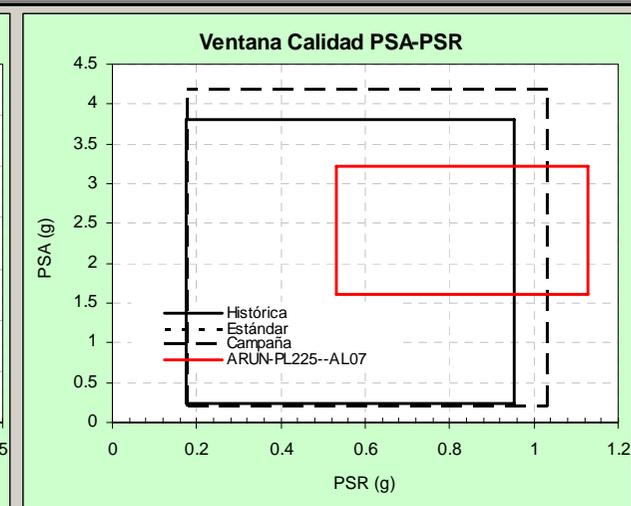
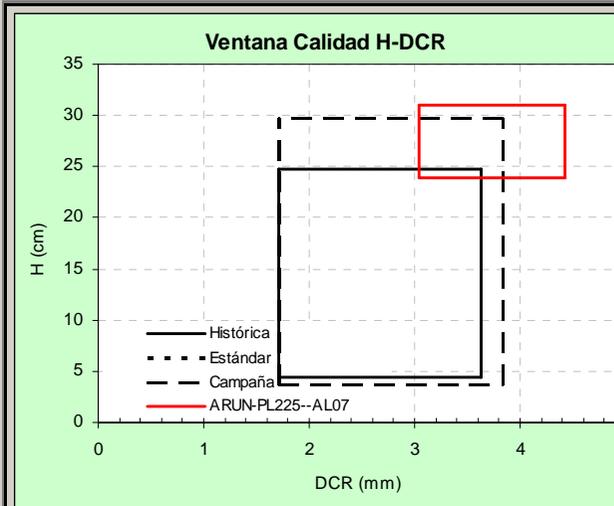
**Fisiología: Nutrición**

N (%)	0.75	1.17	0.05
P (%)	0.14	0.15	0.01
K (%)	0.90	1.02	0.04
Ca (%)	0.72	1.30	0.04
Mg (%)	0.19	0.33	0.02
Fe (ppm)		109	34
Alm (%)		9.3	0.0
Azuc (%)		11.5	0.0
Alm (%)		13.8	0.0
Azuc (%)		11.2	0.0

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)			-0.17	0.00
PRR-L>1cm (n)	14.80	14.36	14.15	13.55
PRR-PS (g)	0.009	0.014	0.018	0.015

**Ventanas de Calidad**





LOTE **ARUN-PS250-25-HU07** *Arbutus unedo*  
 Madroño

Viv. cultivo **HUNDE**

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **22-May-07** Medición **16-Oct-07** Edad (sem) **21.0**

Observaciones  Procedencia: **Sistema Ibérico Meridional**

Lote semilla **/6800305**

% germ. **72**

g/1000 sem. **2**

**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	10.3	3.9	15.7	5.0
D (mm)	2.38	0.60	2.85	0.49
PS Foliar (g)	0.89	0.47	1.86	0.86
PS Aéreo (g)	1.12	0.61	2.50	1.27
PS Total (g)	1.47	0.78	3.14	1.49
Ramas (n)				
A Fol (cm <sup>2</sup> )	31.2	14.5	71	39.8
AF Clor (%)	36	15	20	16
H/D	4.3	1.1	5.5	0.9
PA/PR	3.12	0.63	2.39	1.12
QI_Dickson	0.17	0.09	0.40	0.21

**Parte radical**

PS Raíz (g)	0.35	0.17	0.65	0.22
Long Raíces (cm)	190	77	596	406
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )	28	13	87	60
D medio raíz (cm)	0.047	0.005	0.048	0.001
Puntas raíz (n)	826	271	1570	744
L.R./P. (cm/punt)			0.44	0.00
Fibrosidad (%)	79.3	5.6	78.6	0.7
Raíces blcas (cm)			11	0
D raíces blcas (cm)			0.014	0.000
Puntas blancas (n)			62	0

**Fisiología: Nutrición**

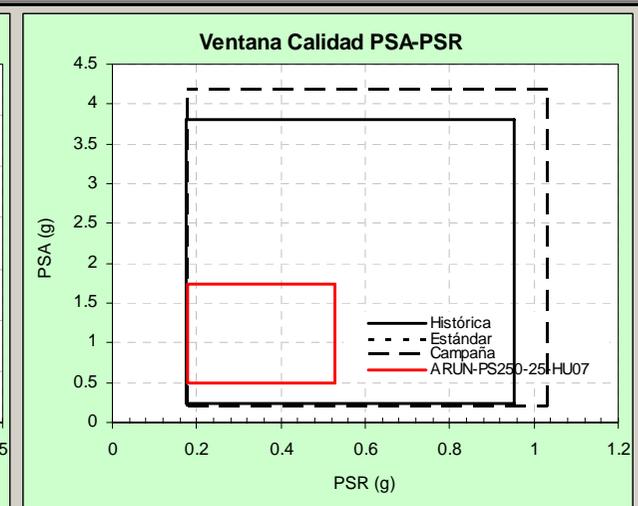
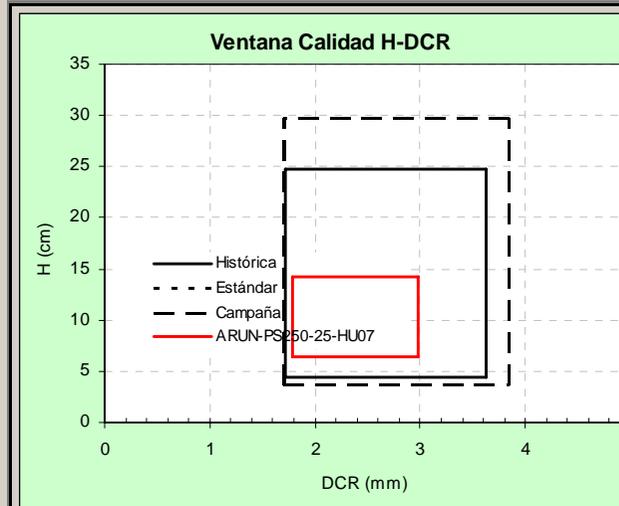
N (%)	1.22	1.17	0.05
P (%)	0.14	0.15	0.01
K (%)	1.06	1.02	0.04
Ca (%)	1.34	1.30	0.04
Mg (%)	0.35	0.33	0.02
Fe (ppm)	75	109	34
Alm (%)	9.3	9.3	0.0
Azuc (%)	11.5	11.5	0.0
Alm (%)		13.8	0.0
Azuc (%)		11.2	0.0



**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)			-0.17	0.00
PRR-L>1cm (n)	8.27	4.14	14.15	13.48
PRR-PS (g)	0.009	0.006	0.018	0.015

**Ventanas de Calidad**





LOTE **FROR-PS250-25-HU07** *Fraxinus ornus*

Viv. cultivo **HUNDE** Fresno flor

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **10-Apr-07** Medición **16-Oct-07** Edad (sem) **27.0**

Observaciones  Procedencia: **Sierras Ibéricas Valencianas**

Lote semilla **/3550201**

% germ. **97.14**

g/1000 sem. **24.6**

**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	17.2	7.0	17.1	1.9
D (mm)	5.35	1.25	5.93	0.48
PS Foliar (g)	0.80	0.45	0.80	0.00
PS Aéreo (g)	2.02	1.12	1.52	0.51
PS Total (g)	4.15	1.82	4.22	0.07
Ramas (n)				
A Fol (cm <sup>2</sup> )				
AF Clor (%)				
H/D	3.2	1.0	2.9	0.3
PA/PR	0.89	0.26	0.56	0.33
QI_Dickson	0.90	0.24	1.28	0.38

**Parte radical**

PS Raíz (g)	2.13	0.74	2.70	0.57
Long Raíces (cm)				
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )				
D medio raíz (cm)				
Puntas raíz (n)				
L.R./P. (cm/punt)				
Fibrosidad (%)				
Raíces blcas (cm)				
D raíces blcas (cm)				
Puntas blancas (n)				

**Fisiología: Nutrición**

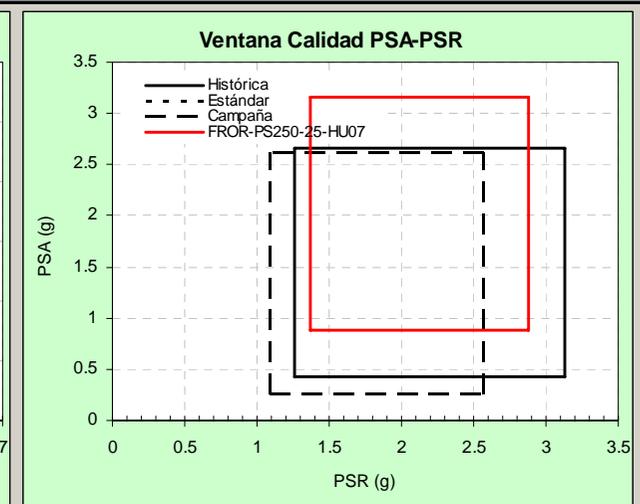
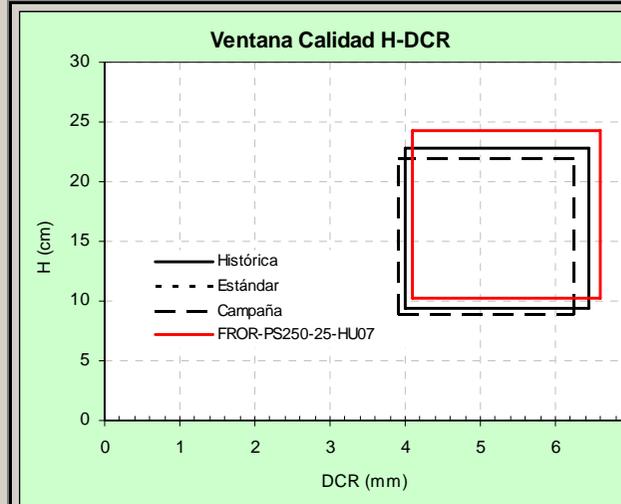
N (%)	1.21	1.38	0.17
P (%)	0.10	0.13	0.03
K (%)	1.04	0.83	0.22
Ca (%)	1.34	1.06	0.28
Mg (%)	0.20	0.20	0.00
Fe (ppm)	68	75	7
Alm (%)	30.2	30.2	0.0
Azuc (%)	19.6	19.6	0.0
Alm (%)		19.1	0.0
Azuc (%)		16.0	0.0

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)				
PRR-L>1cm (n)	0.13	0.34	0.13	0.00
PRR-PS (g)	0.006	0.001	0.005	0.000



**Ventanas de Calidad**





LOTE **JUPH-PS250-25-HU06** *Juniperus phoenicea*  
Sabina mora

Viv. cultivo **HUNDE**

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **02-May-06** Medición **16-Oct-07** Edad (sem) **76.0**

Observaciones  Procedencia: **Sistema Ibérico Meridional**

Lote semilla **/039-03-0**

% germ. **49**

g/1000 sem. **7.2**

Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)

Morfología Parte aérea

H (cm)	12.5	4.0	12.9	2.4
D (mm)	2.49	0.73	2.37	0.52
PS Foliar (g)			0.87	0.00
PS Aéreo (g)	0.97	0.52	0.83	0.30
PSTotal (g)	2.59	1.61	2.08	0.67
Ramas (n)				
A Fol (cm <sup>2</sup> )			14	0.0
AF Clor (%)			2	0
H/D	5.1	1.2	5.6	0.4
PA/PR	0.65	0.20	0.60	0.18
QI_Dickson	0.41	0.28	0.35	0.12

Parte radical

PS Raíz (g)	1.62	1.14	1.25	0.38
Long Raíces (cm)			1842	0
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )			292	0
D medio raíz (cm)			0.051	0.000
Puntas raíz (n)			2012	0
L.R./P. (cm/punt)			0.92	0.00
Fibrosidad (%)			68.3	0.0
Raíces blcas (cm)			70	0
D raíces blcas (cm)			0.038	0.000
Puntas blancas (n)			127	0

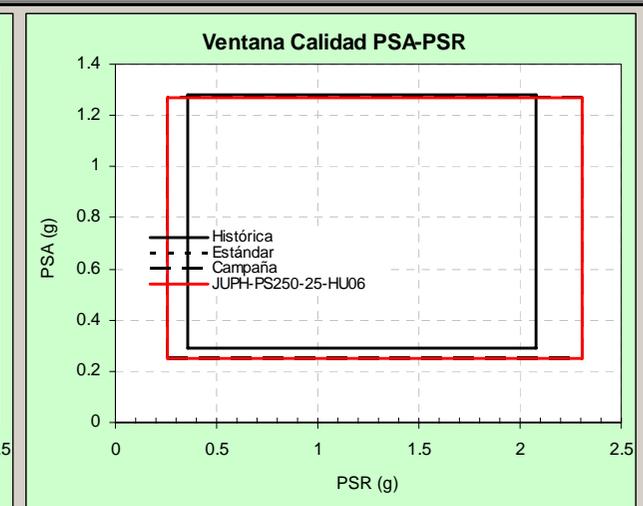
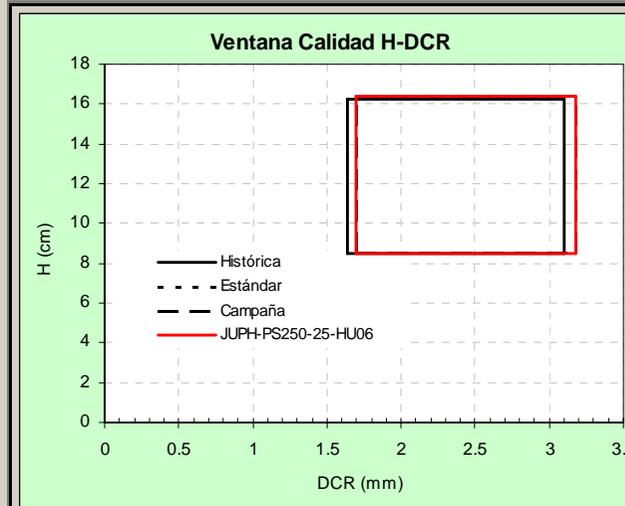
Fisiología: Nutrición

N (%)	0.81	1.11	0.30
P (%)	0.12	0.15	0.04
K (%)	0.80	0.98	0.18
Ca (%)	3.68	2.81	0.87
Mg (%)	0.22	0.24	0.02
Fe (ppm)	149	148	2
Alm (%)	12.1	12.1	0.0
Azuc (%)	5.1	5.1	0.0
Alm (%)		6.6	0.0
Azuc (%)		2.3	0.0

Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)

PH (MPa)			-0.24	0.00
PRR-L>1cm (n)	8.80	6.66	6.43	2.37
PRR-PS (g)	0.011	0.008	0.012	0.000

Ventanas de Calidad





LOTE **PIHA-FP200-10-HU07** *Pinus halepensis*

Viv. cultivo **HUNDE** Pino carrasco

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **28-Feb-07** Medición **16-Oct-07** Edad (sem) **32.9**

Observaciones  Procedencia: **Levante interior**

Lote semilla **/240201**

% germ. **90.83**

g/1000 sem. **16.1**

**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	16.0	3.3	17.1	4.0
D (mm)	2.81	0.47	3.25	0.61
PS Foliar (g)	1.03	0.38	1.44	0.44
PS Aéreo (g)	1.47	0.54	2.11	0.76
PSTotal (g)	2.47	0.91	3.34	1.01
Ramas (n)	10.7	2.6	10.7	4.0
A Fol (cm <sup>2</sup> )			100	38.7
AF Clor (%)			11	3
H/D	5.8	1.3	5.3	0.5
PA/PR	1.51	0.30	1.02	0.43
QI_Dickson	0.29	0.13	0.57	0.19

**Parte radical**

PS Raíz (g)	1.00	0.38	1.23	0.28
Long Raíces (cm)			1532	605
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )			220	61
D medio raíz (cm)			0.053	0.023
Puntas raíz (n)			4668	3532
L.R./P. (cm/punt)			0.57	0.34
Fibrosidad (%)			62.4	20.5
Raíces blcas (cm)			164	99
D raíces blcas (cm)			0.044	0.020
Puntas blancas (n)			1632	1560

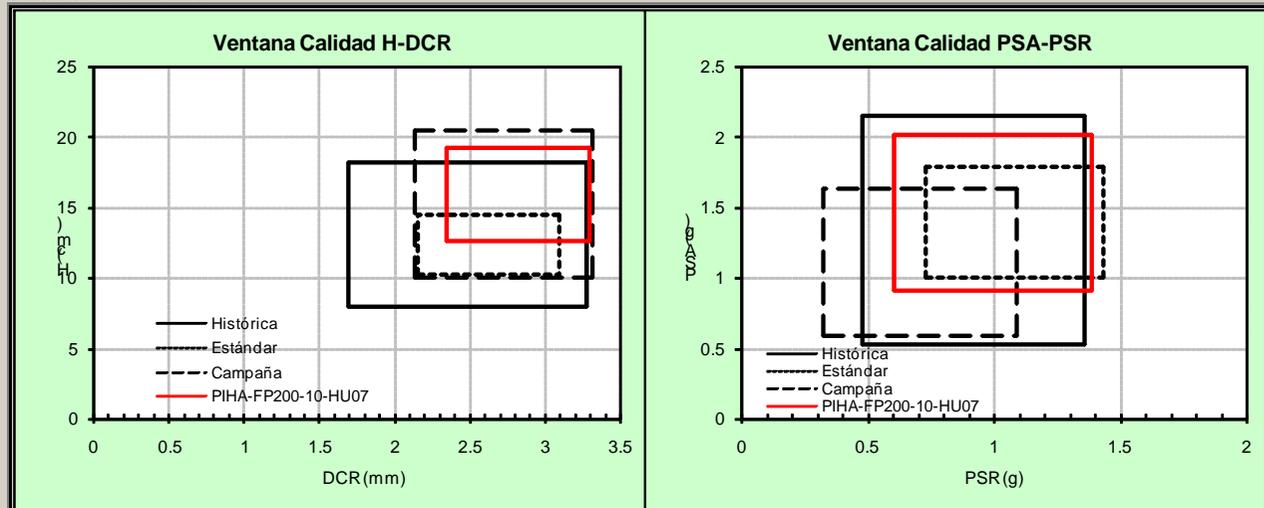
**Fisiología: Nutrición**

N (%)	1.36	1.72	0.28
P (%)	0.22	0.25	0.08
K (%)	0.96	0.80	0.16
Ca (%)	0.88	0.80	0.14
Mg (%)	0.30	0.30	0.06
Fe (ppm)	74	106	29
Alm (%)		11.7	2.2
Azuc (%)		3.3	1.6
Alm (%)		7.9	0.0
Azuc (%)		2.7	0.0

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)			-0.23	0.08
PRR-L>1cm (n)	23.07	12.78	15.14	4.80
PRR-PS (g)	0.065	0.040	0.058	0.013

**Ventanas de Calidad**





LOTE **PIHA-FP300-10-TM07** *Pinus halepensis*  
Pino carrasco

Viv. cultivo **TRAGSA-M**

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **11-Apr-07** Medición **29-Oct-07** Edad (sem) **28.7**

Observaciones  Procedencia: **Levante interior**

Lote semilla **/2164**

% germ. **85**

g/1000 sem. **18**

**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	21.4	5.5	17.1	4.0
D (mm)	2.34	0.58	3.25	0.61
PS Foliar (g)	0.70	0.28	1.44	0.44
PS Aéreo (g)	1.13	0.45	2.11	0.76
PSTotal (g)	1.77	0.71	3.34	1.01
Ramas (n)	8.8	3.4	10.7	4.0
A Fol (cm <sup>2</sup> )	26.3	15.8	100	38.7
AF Clor (%)	21	10	11	3
H/D	9.4	2.2	5.3	0.5
PA/PR	1.95	0.64	1.02	0.43
QI_Dickson	0.17	0.08	0.57	0.19

**Parte radical**

PS Raíz (g)	0.64	0.29	1.23	0.28
Long Raíces (cm)	722	334	1532	605
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )	120	60	220	62
D medio raíz (cm)	0.052	0.007	0.053	0.023
Puntas raíz (n)	1370	1292	4668	3532
L.R./P. (cm/punt)			0.57	0.34
Fibrosidad (%)	63.5	10.3	62.4	20.5
Raíces blcas (cm)			164	99
D raíces blcas (cm)			0.044	0.020
Puntas blancas (n)			1632	1560

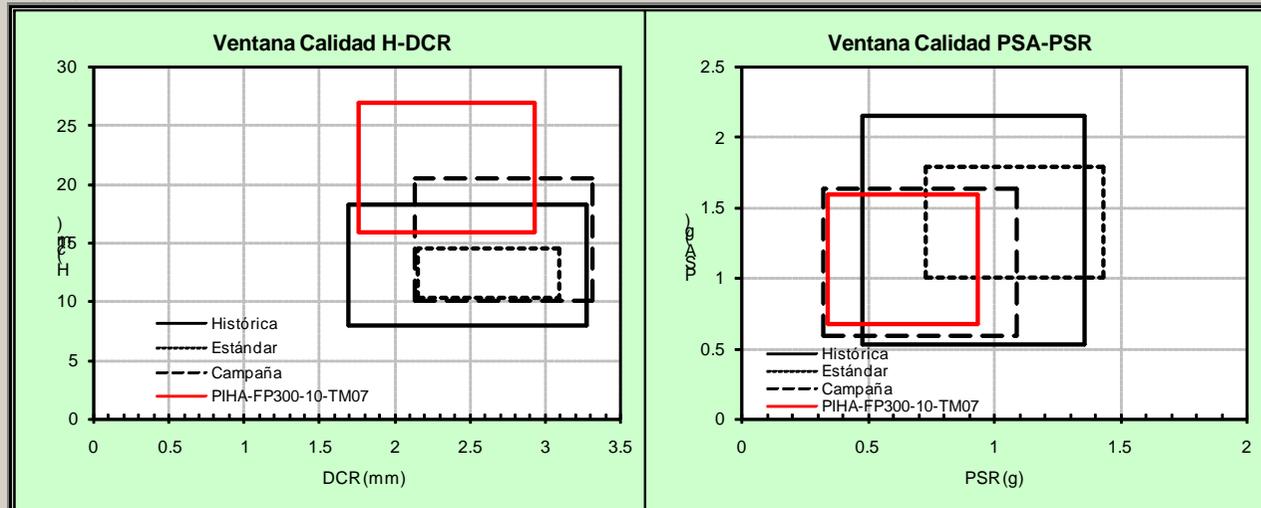
**Fisiología: Nutrición**

N (%)	1.85	1.72	0.28
P (%)	0.79	0.25	0.08
K (%)	1.56	0.80	0.16
Ca (%)	0.72	0.80	0.14
Mg (%)	0.32	0.30	0.06
Fe (ppm)	210	106	29
Alm (%)		11.7	2.2
Azuc (%)		3.3	1.6
Alm (%)		7.9	0.0
Azuc (%)		2.7	0.0

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)			-0.23	0.08
PRR-L>1cm (n)	12.20	4.64	15.14	4.80
PRR-PS (g)	0.029	0.011	0.058	0.013

**Ventanas de Calidad**





LOTE **PIPR-FP250-16-HU07** *Pinus pinaster*

Viv. cultivo **HUNDE** Pino rodeno

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **26-Mar-07** Medición **16-Oct-07** Edad (sem) **29.1**

Observaciones  Procedencia: **Levante**

Lote semilla **/260700**

% germ. **98.29**

g/1000 sem. **53.8**



**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	17.9	4.1	14.1	3.4
D (mm)	3.01	0.46	2.84	0.45
PS Foliar (g)	1.23	0.37	1.02	0.29
PS Aéreo (g)	1.67	0.52	1.33	0.40
PSTotal (g)	2.40	0.75	2.15	0.62
Ramas (n)	5.9	1.8	4.3	0.9
A Fol (cm <sup>2</sup> )			59	7.3
AF Clor (%)			17	7
H/D	6.0	1.3	5.0	0.9
PA/PR	2.34	0.44	1.71	0.33
QI_Dickson	0.28	0.09	0.37	0.13

**Parte radical**

PS Raíz (g)	0.73	0.25	0.82	0.25
Long Raíces (cm)			989	329
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )			240	61
D medio raíz (cm)			0.082	0.008
Puntas raíz (n)			1655	778
L.R./P. (cm/punt)			0.68	0.19
Fibrosidad (%)			47.0	11.1
Raíces blcas (cm)			36	25
D raíces blcas (cm)			0.068	0.012
Puntas blancas (n)			178	77

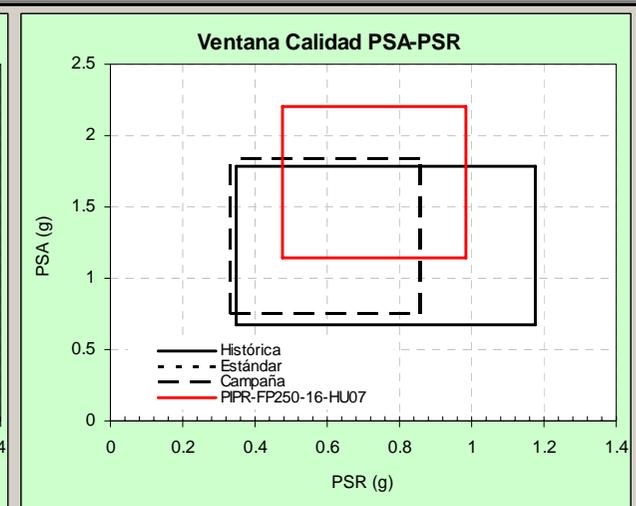
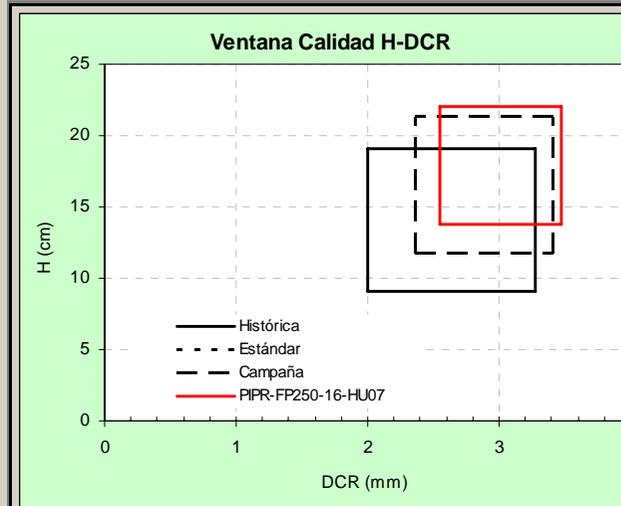
**Fisiología: Nutrición**

N (%)	1.01	1.26	0.27
P (%)	0.23	0.22	0.10
K (%)	0.82	0.66	0.12
Ca (%)	0.68	0.68	0.29
Mg (%)	0.23	0.21	0.04
Fe (ppm)	48	102	42
Alm (%)		6.3	2.4
Azuc (%)		4.0	0.8
Alm (%)		13.2	0.0
Azuc (%)		3.1	0.0

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)			-0.25	0.02
PRR-L>1cm (n)	11.60	6.66	12.83	3.85
PRR-PS (g)	0.051	0.040	0.064	0.035

**Ventanas de Calidad**





LOTE **PIPR-FP300-16-TM07** *Pinus pinaster*

Viv. cultivo **TRAGSA-M** Pino rodeno

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **07-Jun-07** Medición **29-Oct-07** Edad (sem) **20.6**

Observaciones  Procedencia: **Levante**

Lote semilla

% germ.

g/1000 sem.



**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	19.6	3.0	14.1	3.4
D (mm)	2.65	0.39	2.84	0.45
PS Foliar (g)	0.82	0.23	1.02	0.29
PS Aéreo (g)	1.25	0.31	1.33	0.40
PSTotal (g)	1.83	0.48	2.15	0.62
Ramas (n)	5.8	1.9	4.3	0.9
A Fol (cm <sup>2</sup> )			59	7.3
AF Clor (%)			17	7
H/D	7.5	1.2	5.0	0.9
PA/PR	2.22	0.43	1.71	0.33
QI_Dickson	0.18	0.05	0.37	0.13

**Parte radical**

PS Raíz (g)	0.58	0.19	0.82	0.25
Long Raíces (cm)			989	329
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )			240	61
D medio raíz (cm)			0.082	0.008
Puntas raíz (n)			1655	778
L.R./P. (cm/punt)			0.68	0.19
Fibrosidad (%)			47.0	11.1
Raíces blcas (cm)			36	25
D raíces blcas (cm)			0.068	0.012
Puntas blancas (n)			178	77

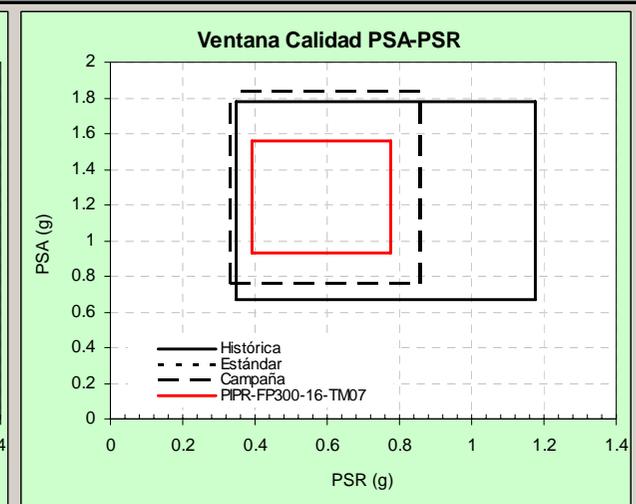
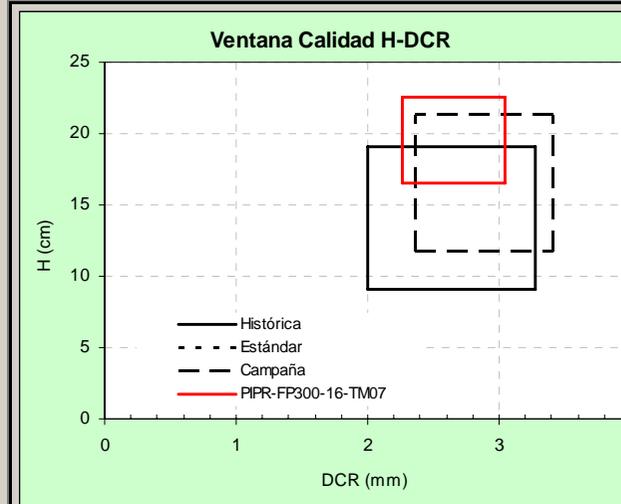
**Fisiología: Nutrición**

N (%)	1.68	1.26	0.27
P (%)	0.70	0.22	0.10
K (%)	1.40	0.66	0.12
Ca (%)	0.65	0.68	0.29
Mg (%)	0.25	0.21	0.04
Fe (ppm)	136	102	42
Alm (%)		6.3	2.4
Azuc (%)		4.0	0.8
Alm (%)		13.2	0.0
Azuc (%)		3.1	0.0

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)			-0.25	0.02
PRR-L>1cm (n)	9.53	5.24	12.83	3.85
PRR-PS (g)	0.031	0.016	0.064	0.035

**Ventanas de Calidad**





LOTE **QUFA-FP300-10-TM07** *Quercus faginea*

Viv. cultivo **TRAGSA-M** Quejigo

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **15-Jan-06** Medición **29-Oct-07** Edad (sem) **93.1**

Observaciones  Procedencia: **Alcarria, Serranía de CU**

Lote semilla **/E07/032/**

% germ.

g/1000 sem.

**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	28.1	10.6	22.6	6.9
D (mm)	4.62	0.79	4.43	0.28
PS Foliar (g)	0.73	0.29	0.57	0.16
PS Aéreo (g)	1.99	0.87	1.46	0.53
PSTotal (g)	6.14	2.17	5.07	1.07
Ramas (n)				
A Fol (cm <sup>2</sup> )			37	0.0
AF Clor (%)			5	0
H/D	6.2	2.3	5.0	1.3
PA/PR	0.62	0.70	0.43	0.19
QI_Dickson	0.99	0.48	1.17	0.18

**Parte radical**

PS Raíz (g)	4.15	1.55	3.61	0.54
Long Raíces (cm)			904	0
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )				
D medio raíz (cm)			0.102	0.000
Puntas raíz (n)			1874	0
L.R./P. (cm/punt)			0.49	0.00
Fibrosidad (%)			72.9	0.0
Raíces blcas (cm)			1	0
D raíces blcas (cm)			0.064	0.000
Puntas blancas (n)			2	0

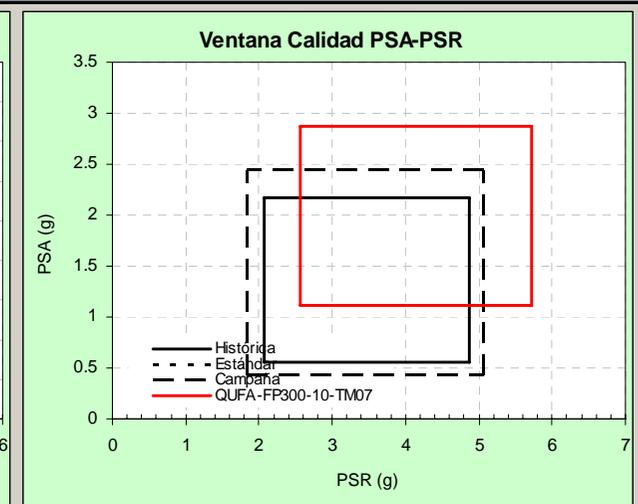
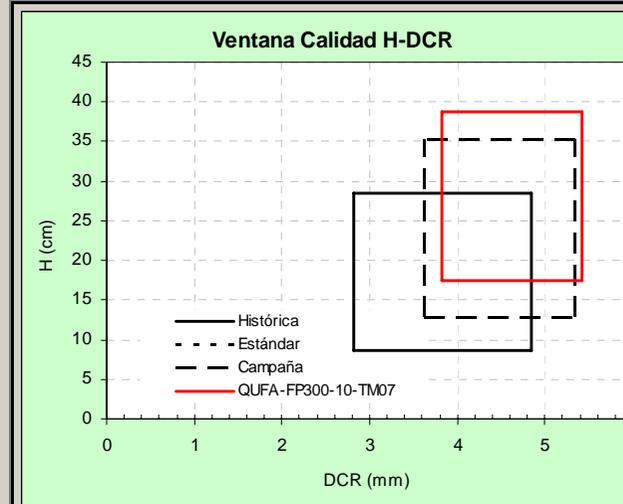
**Fisiología: Nutrición**

N (%)	1.43	1.54	0.11
P (%)	0.36	0.46	0.10
K (%)	0.57	0.53	0.04
Ca (%)	2.07	1.97	0.10
Mg (%)	0.46	0.50	0.04
Fe (ppm)	167	207	40
Alm (%)			
Azuc (%)			
Alm (%)	30.1	31.6	1.5
Azuc (%)	3.1	3.1	0.1

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)				
PRR-L>1cm (n)	2.73	2.38	3.67	0.94
PRR-PS (g)	0.011	0.012	0.012	0.002

**Ventanas de Calidad**





LOTE

Viv. cultivo

Campaña  Tratmto.

Siembra  Medición  Edad (sem)

Observaciones  Procedencia:

Lote semilla

% germ.

g/1000 sem.



**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	14.1	4.4	22.6	6.9
D (mm)	4.15	0.90	4.43	0.28
PS Foliar (g)	0.08	0.09	0.57	0.16
PS Aéreo (g)	0.51	0.17	1.46	0.53
PSTotal (g)	2.79	0.87	5.07	1.07
Ramas (n)				
A Fol (cm <sup>2</sup> )			37	0.0
AF Clor (%)			5	0
H/D			5.0	1.3
PA/PR	0.24	0.09	0.43	0.19
QI_Dickson			1.17	0.18

**Parte radical**

PS Raíz (g)	2.27	0.79	3.61	0.54
Long Raíces (cm)			904	0
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )				
D medio raíz (cm)			0.102	0.000
Puntas raíz (n)			1874	0
L.R./P. (cm/punt)			0.49	0.00
Fibrosidad (%)			72.9	0.0
Raíces blcas (cm)			1	0
D raíces blcas (cm)			0.064	0.000
Puntas blancas (n)			2	0

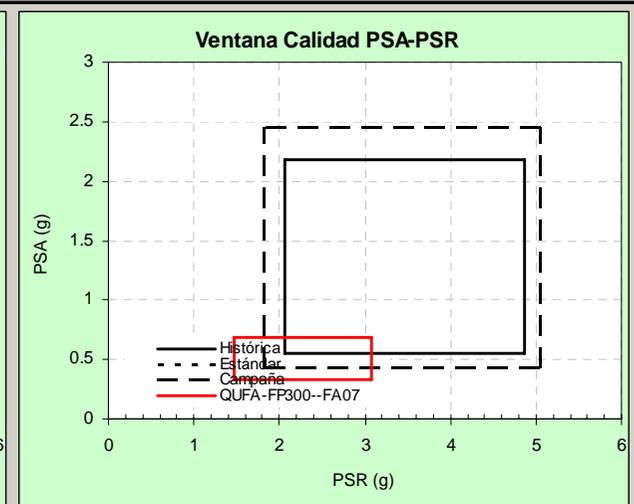
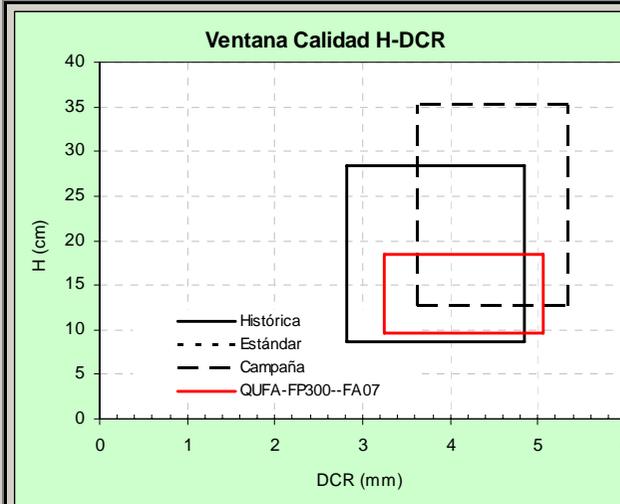
**Fisiología: Nutrición**

N (%)	1.07	1.54	0.11
P (%)	0.23	0.46	0.10
K (%)	0.66	0.54	0.04
Ca (%)	2.68	1.97	0.10
Mg (%)	0.26	0.50	0.04
Fe (ppm)		207	40
Alm (%)			
Azuc (%)			
Alm (%)	36.1	31.6	1.5
Azuc (%)	5.2	3.1	0.1

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)				
PRR-L>1cm (n)	2.13	2.15	3.67	0.94
PRR-PS (g)	0.005	0.008	0.012	0.002

**Ventanas de Calidad**





LOTE **QUIL-FP300-10-HU07** *Quercus ilex*  
 Carrasca, encina

Viv. cultivo **HUNDE**

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **20-Feb-07** Medición **16-Oct-07** Edad (sem) **34.0**

Observaciones  Procedencia: **Sistema Ibérico**

Lote semilla **/450206**

% germ. **68.73**

g/1000 sem. **3320**

**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	11.0	2.4	17.9	7.8
D (mm)	3.39	0.72	4.39	0.77
PS Foliar (g)	0.73	0.22	1.53	0.49
PS Aéreo (g)	1.09	0.30	2.34	0.78
PSTotal (g)	2.76	0.80	6.42	1.60
Ramas (n)				
A Fol (cm <sup>2</sup> )	57.2	9.8	54	23.7
AF Clor (%)	1	0	9	4
H/D	3.3	0.7	4.0	1.2
PA/PR	0.69	0.22	0.63	0.19
QI_Dickson	0.81	0.25	1.35	0.20

**Parte radical**

PS Raíz (g)	1.67	0.56	4.08	0.92
Long Raíces (cm)	417	72	946	389
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )	44	6	173	74
D medio raíz (cm)	0.060	0.006	0.062	0.005
Puntas raíz (n)	1069	262	1605	1036
L.R./P. (cm/punt)			0.80	0.19
Fibrosidad (%)	63.7	7.2	69.1	5.7
Raíces blcas (cm)			59	50
D raíces blcas (cm)			0.019	0.015
Puntas blancas (n)			322	433

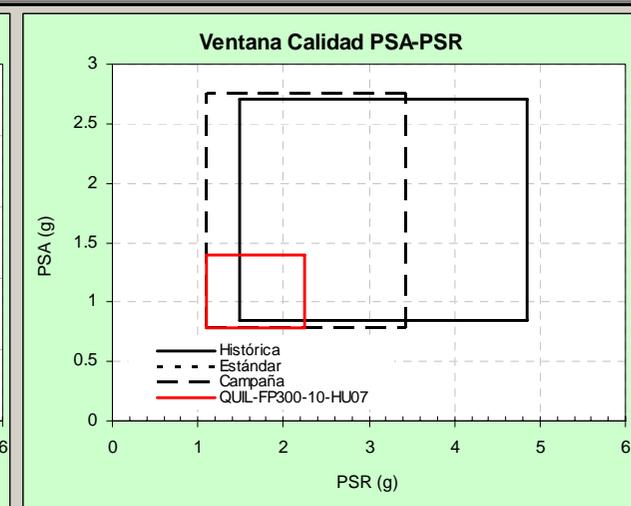
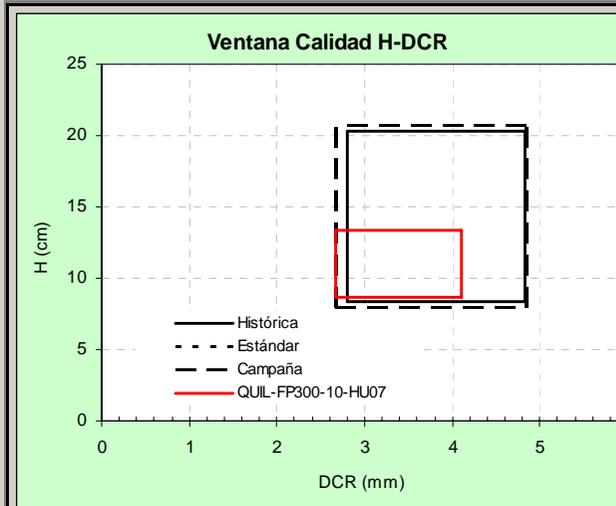
**Fisiología: Nutrición**

N (%)	1.20	1.56	0.26
P (%)	0.11	0.12	0.06
K (%)	0.52	0.39	0.12
Ca (%)	2.30	1.35	0.34
Mg (%)	0.50	0.28	0.03
Fe (ppm)	108	121	48
Alm (%)		1.7	0.0
Azuc (%)		5.1	0.7
Alm (%)	30.1	33.4	4.2
Azuc (%)	4.1	3.6	0.9

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)			0.18	1.04
PRR-L>1cm (n)	0.87	1.26	6.59	2.19
PRR-PS (g)	0.005	0.006	0.020	0.013

**Ventanas de Calidad**





LOTE **QUIL-FP300-9-TM07** *Quercus ilex*  
Carrasca, encina

Viv. cultivo **TRAGSA-M**

Campaña **06-07** Tratmto.

Siembra **16-Feb-07** Medición **29-Oct-07** Edad (sem) **36.4**

Observaciones  Procedencia: **Alcarría, Serranía de CU**

Lote semilla **/E07/010/**

% germ. **87.6**

g/1000 sem. **3700**

**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea**

H (cm)	22.1	8.1	17.9	7.8
D (mm)	5.13	0.85	4.39	0.77
PS Foliar (g)	1.66	0.66	1.53	0.49
PS Aéreo (g)	2.68	1.03	2.34	0.78
PSTotal (g)	6.19	1.68	6.42	1.60
Ramas (n)				
A Fol (cm <sup>2</sup> )	57.3	16.3	54	23.7
AF Clor (%)	6	3	9	4
H/D	4.4	1.6	4.0	1.2
PA/PR	0.77	0.26	0.63	0.19
QI_Dickson	1.25	0.30	1.35	0.20

**Parte radical**

PS Raíz (g)	3.51	0.82	4.08	0.92
Long Raíces (cm)	758	158	946	389
Supf Rad (cm <sup>2</sup> )	129	25	173	74
D medio raíz (cm)	0.054	0.003	0.062	0.005
Puntas raíz (n)	2492	362	1605	1036
L.R./P. (cm/punt)			0.80	0.19
Fibrosidad (%)	58.8	2.0	69.1	5.7
Raíces blcas (cm)			59	50
D raíces blcas (cm)			0.019	0.015
Puntas blancas (n)			322	433

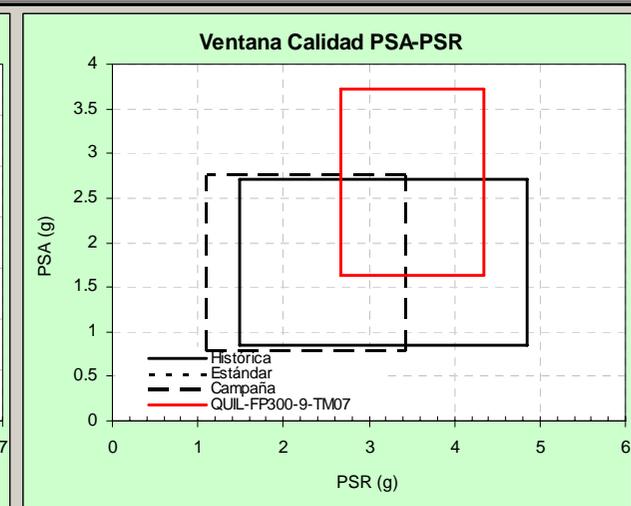
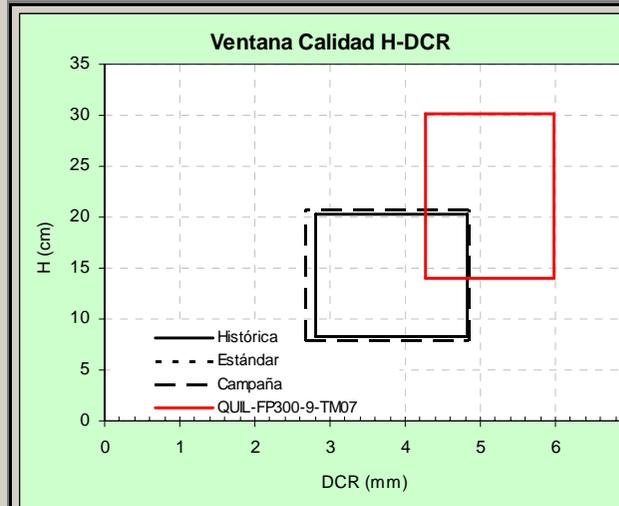
**Fisiología: Nutrición**

N (%)	1.66	1.56	0.26
P (%)	0.26	0.12	0.06
K (%)	0.64	0.39	0.12
Ca (%)	0.99	1.35	0.34
Mg (%)	0.24	0.28	0.03
Fe (ppm)	176	121	48
Alm (%)		1.7	0.0
Azuc (%)		5.1	0.7
Alm (%)	34.8	33.4	4.2
Azuc (%)	1.3	3.6	0.9

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

PH (MPa)			0.18	1.04
PRR-L>1cm (n)	8.00	5.60	6.59	2.19
PRR-PS (g)	0.028	0.021	0.020	0.013

**Ventanas de Calidad**



LOTE **PIHA-FP200-10-HU08** *Pinus halepensis*

Pino carrasco

Viv. cultivo **HUNDE**

Campaña **07-08** Tratmto.

Siembra **04-abr-08** Medición **20-dic-08** Edad (sem) **37.1**

Observaciones  Procedencia: **Levante interior**

Lote semilla **2400300 /**  
 % germ. **90.86**  
 g/1000 sem.



**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea** **Parte radical** **Fisiología: Nutrición**

H (cm)	13.2	2.2	16.0	3.9
D (mm)	2.40	0.37	3.08	0.57
PS Foliar (g)	0.79	0.26	1.32	0.43
PS Aéreo (g)	1.09	0.39	1.90	0.73
PSTotal (g)	1.80	0.54	3.03	0.96
Ramas (n)			9.6	3.8
A Fol (cm^2)			96	43.3
AF Clor (%)			11	4
H/D	5.6	0.9	5.3	0.5
PA/PR	1.62	0.64	1.13	0.43
QI_Dickson	0.25	0.09	0.50	0.15

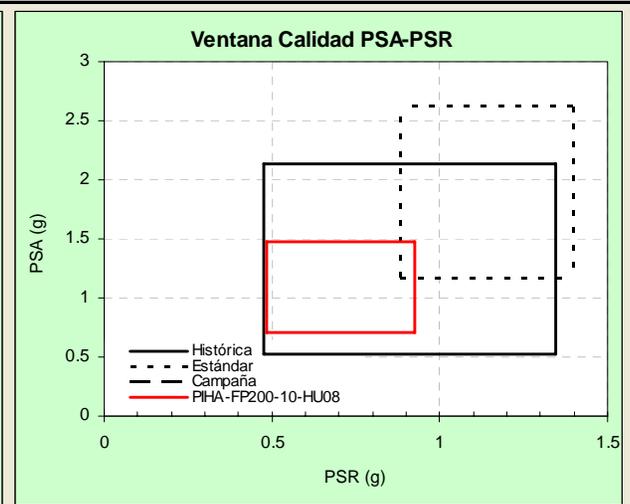
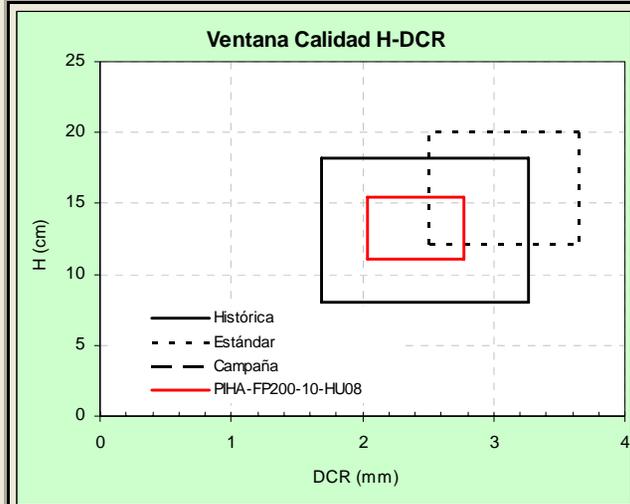
PS Raíz (g)	0.71	0.22	1.14	0.26
Long Raíces (cm)			1344	535
Supf Rad (cm^2)			220	68
D medio raíz (cm)			0.059	0.024
Puntas raíz (n)			3489	3292
L.R./P. (cm/punt)			0.67	0.34
Fibrosidad (%)			57.0	21.0
Raíces blcas (cm)			134	77
D raíces blcas (cm)			0.049	0.021
Puntas blancas (n)			1097	1279

N (%)	2.36	1.73	0.32
P (%)	0.27	0.26	0.09
K (%)	0.79	0.81	0.18
Ca (%)	0.54	0.81	0.15
Mg (%)	0.30	0.30	0.07
Fe (ppm)	89	111	31
Alm (%)		11.1	2.4
Azuc (%)		3.6	1.7
Alm (%)		7.9	0.0
Azuc (%)		2.7	0.0

PH (MPa)			-0.23	0.09
PRR-L>1cm (n)	23.20	12.12	15.64	5.40
PRR-PS (g)	0.051	0.027	0.061	0.015

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

**Ventanas de Calidad**



LOTE **PIPR-FP250-16-HU08** *Pinus pinaster*

Viv. cultivo **HUNDE** Pino rodeno

Campaña **07-08** Tratmto.

Siembra **07-mar-08** Medición **20-dic-08** Edad (sem) **41.1**

Observaciones  Procedencia: **Levante**

Lote semilla **2600106/2**

% germ. **97.03**

g/1000 sem.



**Atributos de Calidad (Media y desviación típica para lote y estándar de calidad o especie)**

**Morfología Parte aérea Parte radical Fisiología: Nutrición**

H (cm)	17.3	3.2	14.1	3.4
D (mm)	3.23	0.52	2.84	0.45
PS Foliar (g)	1.27	0.61	1.02	0.29
PS Aéreo (g)	1.76	0.80	1.33	0.40
PSTotal (g)	2.69	1.10	2.15	0.62
Ramas (n)			4.3	0.9
A Fol (cm^2)			59	7.3
AF Clor (%)			17	7
H/D	5.4	0.9	5.0	0.9
PA/PR	1.92	0.44	1.71	0.33
QI_Dickson	0.37	0.16	0.37	0.13

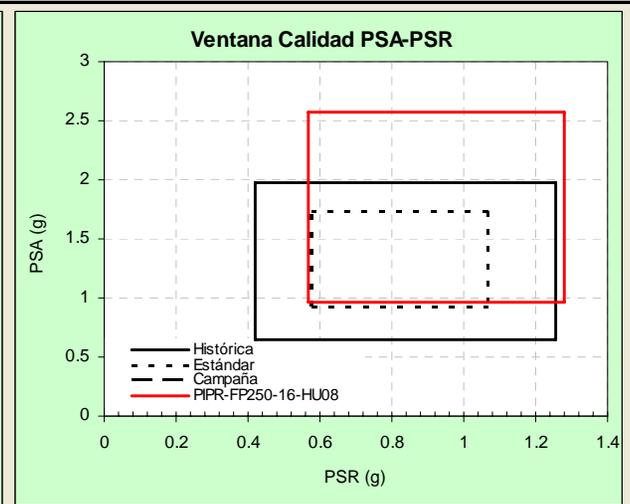
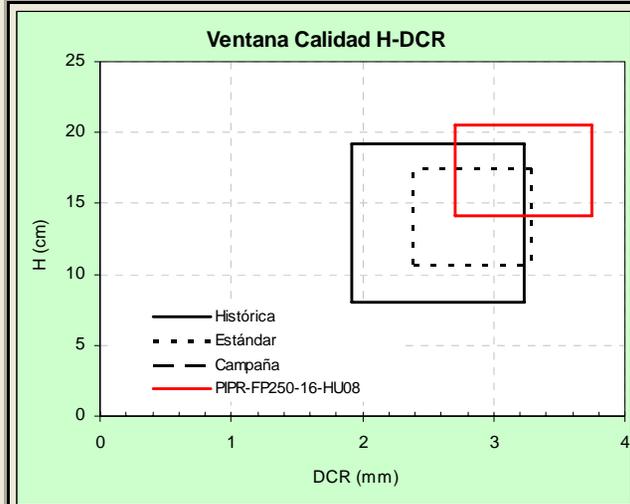
PS Raíz (g)	0.92	0.35	0.82	0.25
Long Raíces (cm)			989	330
Supf Rad (cm^2)			240	61
D medio raíz (cm)			0.082	0.008
Puntas raíz (n)			1655	780
L.R./P. (cm/punt)			0.68	0.19
Fibrosidad (%)			47.0	11.1
Raíces blcas (cm)			36	25
D raíces blcas (cm)			0.068	0.012
Puntas blancas (n)			178	78

N (%)	1.67	1.26	0.27
P (%)	0.19	0.22	0.10
K (%)	0.75	0.66	0.12
Ca (%)	0.64	0.68	0.29
Mg (%)	0.26	0.21	0.04
Fe (ppm)	98	102	42
Alm (%)		6.3	2.4
Azuc (%)		4.0	0.8
Alm (%)		13.2	0.0
Azuc (%)		3.1	0.0

PH (MPa)			-0.25	0.02
PRR-L>1cm (n)	12.40	5.52	12.83	3.86
PRR-PS (g)	0.037	0.022	0.064	0.035

**Estado hídrico y Potencial de crecimiento radical (PRR)**

**Ventanas de Calidad**



## 5 ANEXO CLIMATOLOGÍA Y CALIDAD DE ESTACIÓN

### 5.1 Diagramas bioclimáticos

#### CALCULOS DE LAS INTENSIDADES BIOCLIMATICAS:

##### 1.- LA INTENSIDAD BIOCLIMATICA POTENCIAL

##### I. B. P.:

$$I.B.P. = (T - 7,5)/5$$

$$I.B.P. CALIDA \implies I.B.P. > \acute{o} = 0$$

$$I.B.P. FRIA \implies I.B.P. < 0$$

T = TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN ° CENTIGRADOS

##### 2.- LA INTENSIDAD BIOCLIMATICA REAL I.

##### B. R.:

CONDICION NECESARIA:  $C_p > \acute{o} = 0$

$$I.B.R. = C_p . I.B.P.$$

$$\text{Si } C_p > \acute{o} = 1 \implies I.B.R. = I.B.P.$$
$$\text{Si } 1 > C_p > 0 \implies I.B.R. < I.B.P.$$

$$I.B.R. CALIDA \implies I.B.R. > \acute{o} = 0$$

$$I.B.R. FRIA \implies I.B.R. < 0$$

$C_p$  = Coeficiente de pluviosidad.  
I.B.P. = Intensidad bioclimática potencial.

##### 3.- LA INTENSIDAD BIOCLIMATICA SECA I.

##### B. S.:

CONDICION NECESARIA:  $C_p < 0$

$$I.B.S. = C_p \cdot I.B.P.$$

$$I.B.S. \text{ CALIDA} \implies I.B.S. < 0 \text{ y } I.B.P. > 0$$

$$I.B.S. \text{ FRIA} \implies I.B.S. > 0 \text{ y } I.B.P. < 0$$

#### 4.- LA INTENSIDAD BIOCLIMATICA LIBRE I.

##### B. L.:

$$\text{CONDICION NECESARIA: } C_p > \text{ ó } = 0 \quad \text{ES UNA I.B.R.}$$

$$I.B.L. = x \cdot I.B.R.$$

$$I.B.L. \text{ CALIDA} \implies I.B.L. > \text{ ó } = 0$$

$$I.B.L. \text{ FRIA} \implies I.B.L. < 0$$

x = Tanto por uno del mes libre de compensacion.

I.B.R. = Intensidad bioclimática real.

#### 5.- LA INTENSIDAD BIOCLIMATICA CONDICIONADA

##### I. B. C.:

$$\text{CONDICION NECESARIA: } C_p > \text{ ó } = 0$$

$$I.B.C. = (1 - x) \cdot I.B.R.$$

ES UNA I.B.R.

$$I.B.C. \text{ CALIDA} \implies I.B.C. > \text{ ó } = 0$$

$$I.B.C. \text{ FRIA} \implies I.B.C. < 0$$

x = Tanto por uno del mes libre de compensacion.

I.B.R. = Intensidad bioclimática real.

#### **CALCULOS DE LAS TEMPERATURAS BASICAS Tm:**

$$T_m = \text{SUMA}(T_i \cdot I B_i) / \text{SUMA } I B_i$$

T<sub>i</sub> = TEMPERATURA MEDIA MENSUAL EN ° CENTIGRADOS

## ANEXOS

IBi. = Cualquier Intensidad bioclimática.

### **CAPACIDAD DE RETENCIÓN Y VALORES TÍPICOS:**

La Capacidad de Retención Típica (C.R.T.) es la máxima capacidad de retención (C.R.) a partir de la cual, incrementándola, no se obtiene variación alguna de las intensidades bioclimáticas del diagrama:

**HIPOTESIS EMPLEADAS:  $W = 0\%$  y  $C.R. =$  ILIMITADA**

#### **Existen dos casos:**

1.- Si al aplicar esta hipótesis el Diagrama se ajusta ( $I.B.R. ANUAL < I.B.P. ANUAL$ ):

**C.R.T. = MAYOR SUPERAVIT MENSUAL HIDRICO.**

2.- Si al aplicar esta hipótesis el Diagrama no se ajusta ( $I.B.R. ANUAL = I.B.P. ANUAL$ ):

**C.R.T. =  $SUMA(E - D)$  en los meses en que  $E > D$  cuando se utiliza**

**las hipótesis  $W = 0\%$  y  $C.R. = 0$  mm.**

D = Disponibilidad hídrica.

E = Evapotranspiración potencial.

CR = Capacidad de retención de agua del suelo.

W = Perdidas de agua por escorrentía superficial en %.

## 5.2 Seguimiento climatológico

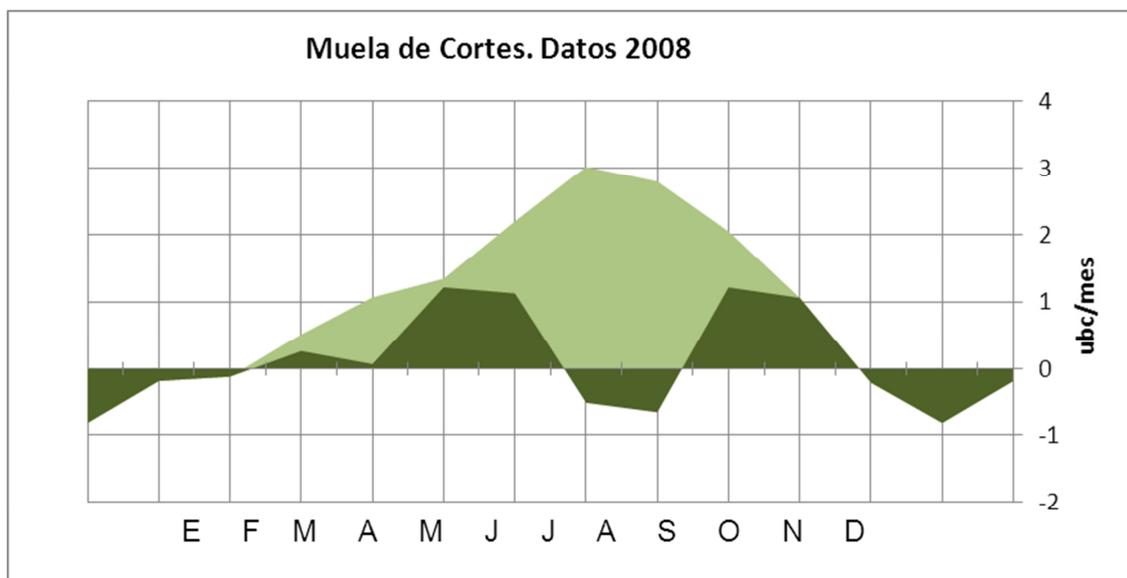
Los datos correspondientes al 2008 han sido los siguientes.

Tabla 47. Datos cálculo diagrama bioclimático 2008

DATOS BASICOS 2008												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>P , mm</b>	8,25	114,5	5	19,5	93	83	10	2	50	233,5	21	74,5
<b>T , °C</b>	6,6	6,9	10,07	12,84	14,23	18,54	22,6	21,5	17,78	12,8	6,4	3,5
<b>K</b>	1,86	2,45	4,52	5,55	6,88	8,22	8,18	7,19	4,57	3,19	1,84	1,66
<b>ETP</b>	20,72	27,65	57,55	77,68	100,66	136,46	151,04	129,11	74,29	44,59	20,39	16,14

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
P	127,7	195,5	62	329
T	7,8	15,2	20,6	7,6

Figura 28. Diagrama bioclimático para el año 2008.



ANEXOS

Figura 29. Diagrama ombrotérmico de Gausson para el año 2008.

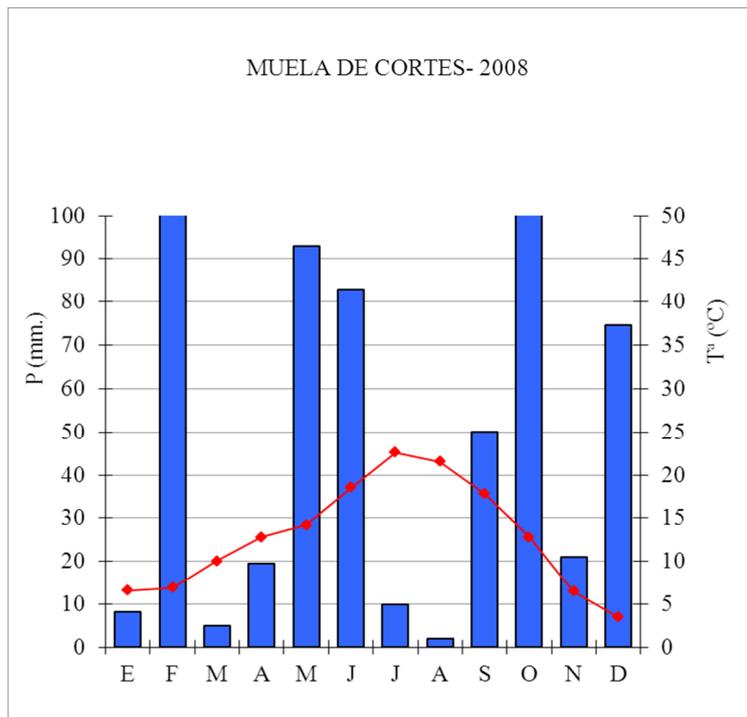


Tabla 48. Datos cálculo diagrama bioclimático 2009

DATOS BASICOS 2009												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>P , mm</b>	41	36,5	56	104	20	5	16,5	10	114,5	16	9,5	87
<b>T , °C</b>	4,619	5,483	9,836	11,04	16,073	19,72	23,224	21,889	16,22	16,75	10,33	7,466
<b>K</b>	1,86	2,45	4,52	5,55	6,88	8,22	8,18	7,19	4,57	3,19	1,84	1,66
<b>ETP</b>	19,05	26,06	57,06	73,11	106,47	140,89	153,32	130,38	71,02	50,35	23,65	19,16

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
P	133,5	129	141	112,5
T	6,6	15,6	20,4	11,5

Figura 30. Diagrama bioclimático para el año 2009.

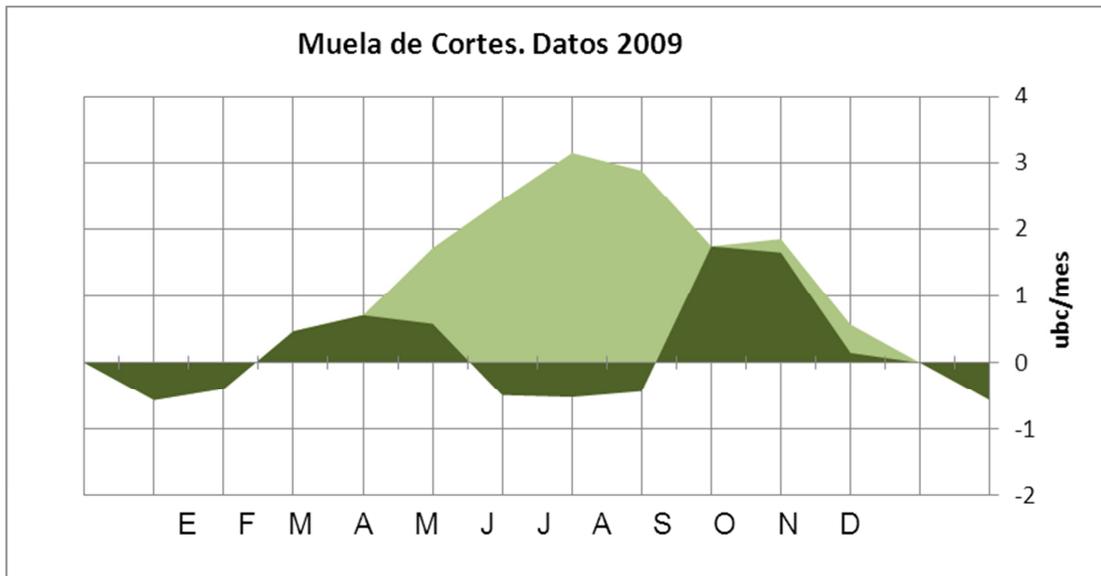
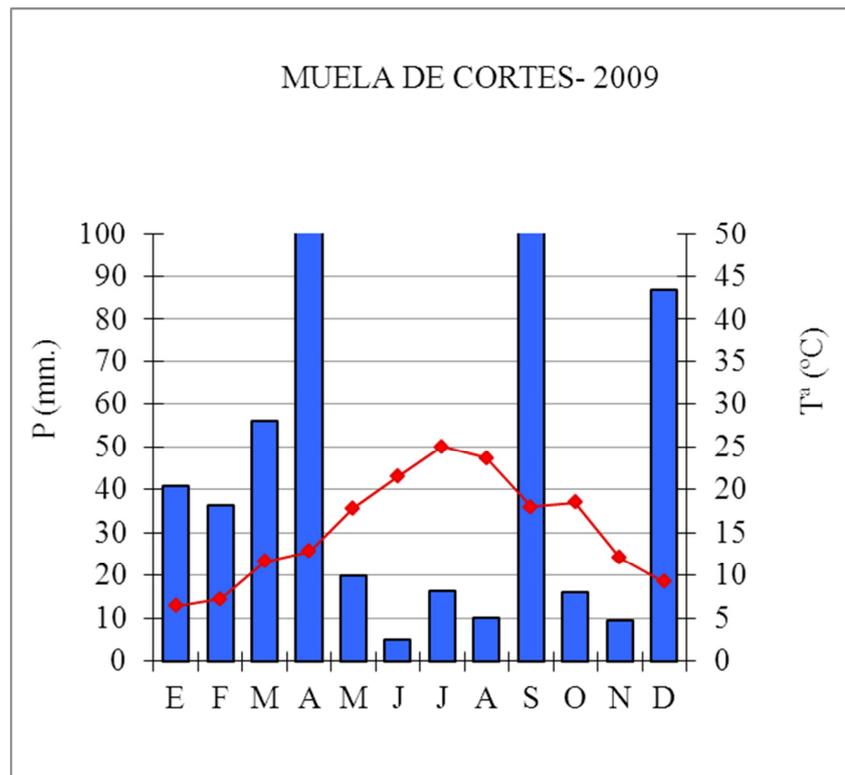
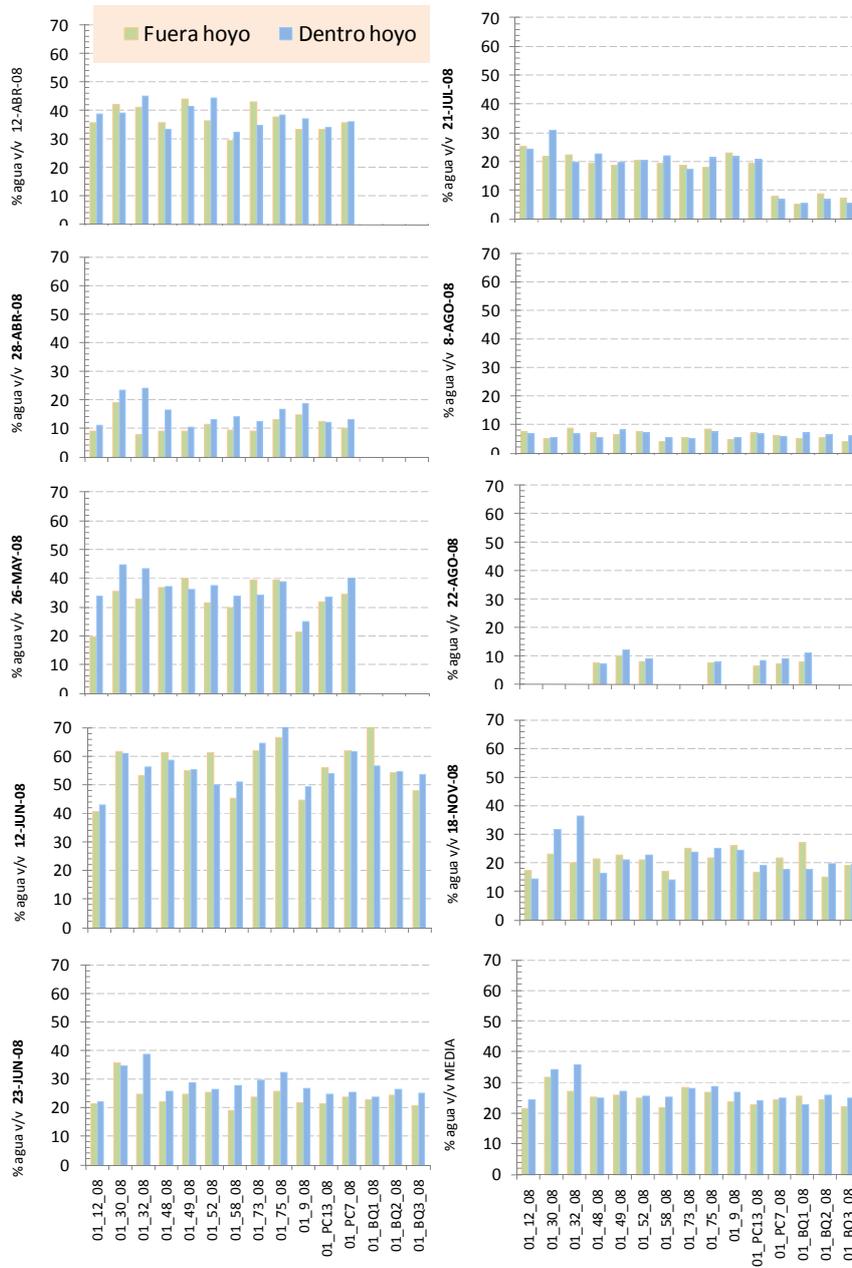


Figura 31. Diagrama ombrotérmico de Gaussen para el año 2009.



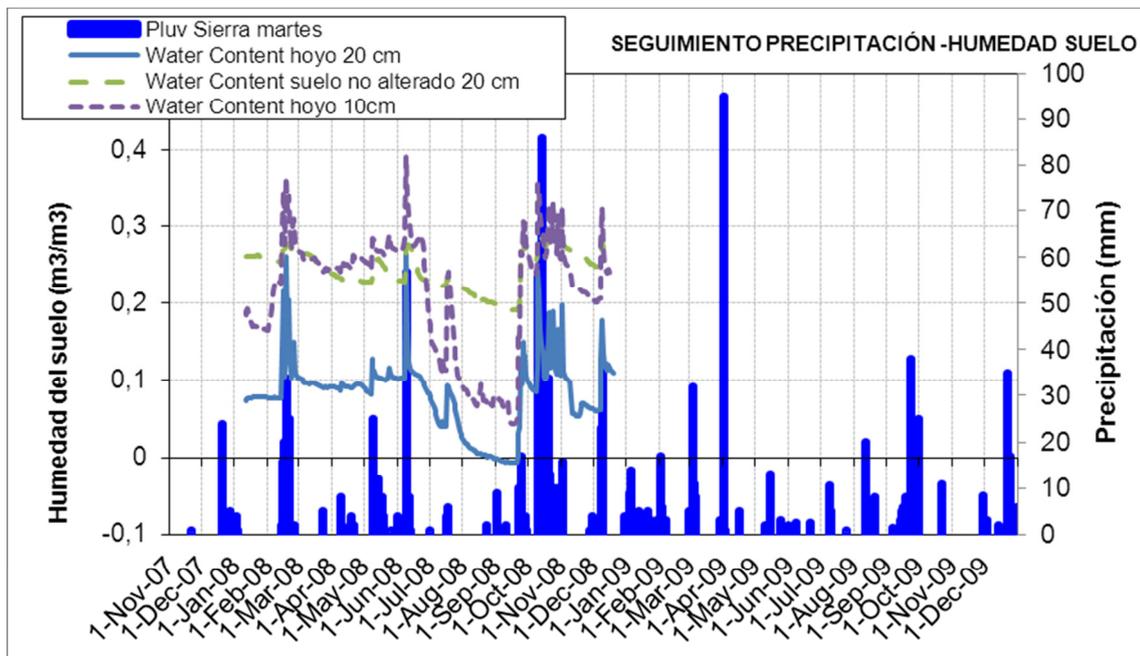
ANEXOS

Figura 32. Valores medios (número de mediciones=5) del suelo dentro y fuera del hoyo en las distintas fechas de medición. Año 2008.



A continuación se muestran los resultados de la estación meteorológica con sensores de temperatura, humedad del suelo y humedad relativa que se instaló en las mediciones de la parcela de plantación 36.

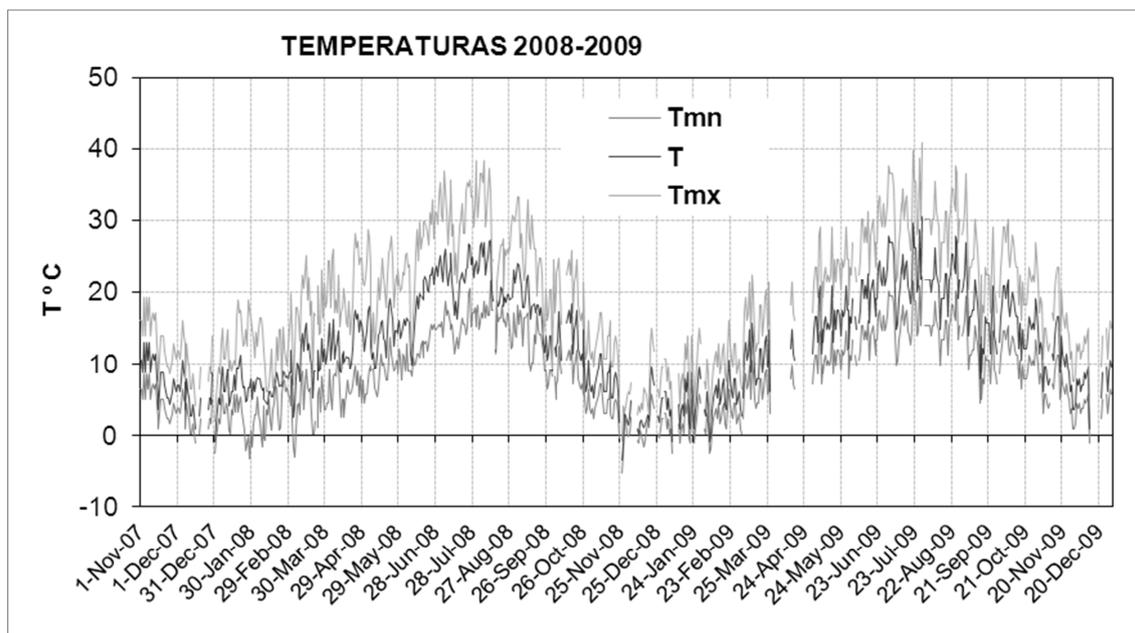
Figura 33. Precipitación y humedad del suelo (dentro y fuera del hoyo). Años 2008-2009



Se observa que entre mediados de junio y mediados de septiembre las máximas superan con frecuencia los 30°C. Las mínimas no han sido especialmente bajas, por lo que no caben daños por heladas en pino carrasco, que sería la especie más sensible. En cuanto a las precipitaciones, aparecen periodos secos en plena campaña de plantación, hasta finales de diciembre, razón por la cual las plantaciones se interrumpieron. El mes de enero ha sido muy seco. En cualquier caso, no es hasta abril del 2008 cuando las precipitaciones se pueden considerar como suficientes. Se observa alguna lluvia en julio que presenta infiltración en los hoyos. A finales de agosto y primeros de septiembre, se producen algunas lluvias que han tenido muy poca infiltración, ya que sólo se registra un pequeño repunte en la serie de humedad del suelo en los 10 cm superficiales del perfil. A finales del periodo seco, la humedad del suelo es muy baja, sobre todo teniendo en cuenta que se trata de un suelo arcilloso, donde por debajo del 10% el agua no está disponible para la planta

## ANEXOS

Figura 34. Temperatura máxima, mínima y medias diarias para 2008 y 2009



Por otra parte la Figura 35 representa, para el año 2008, la intensidad del rocío medida como la diferencia entre este valor y el valor de la temperatura del aire en el momento en que la primera es superior a la segunda, es decir, cuando se produce el rocío. A mayor diferencia, mayor la intensidad del rocío.

Del mismo modo, una temperatura de rocío muy baja es indicativa de una combinación de temperatura y humedad ambiental muy desfavorables para que se produzca condensación y por tanto es indicativo de un mayor déficit de presión de vapor para la planta (ej. mucha sequedad y calor). Así, si representamos gráficamente (Figura 24) la temperatura media diaria del punto de rocío y la temperatura media diaria del aire, se pueden observar los días o periodos que han supuesto un mayor estrés hídrico para la planta (mayor separación entre ambas series), por ejemplo por la presencia de vientos de poniente.

Figura 35. Representación de déficit de presión de vapor medio diario como diferencia entre la temperatura media diario del punto de rocío y temperatura media diaria del aire para 2008. Mayor separación entre ambas series representa mayor estrés hídrico para la planta.

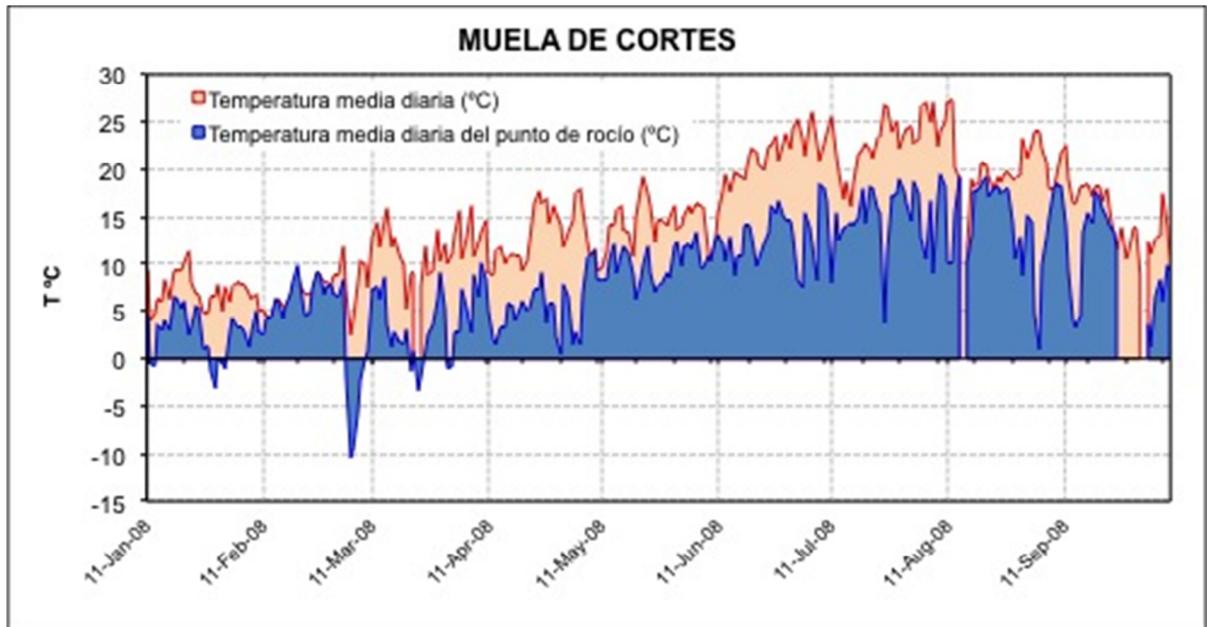
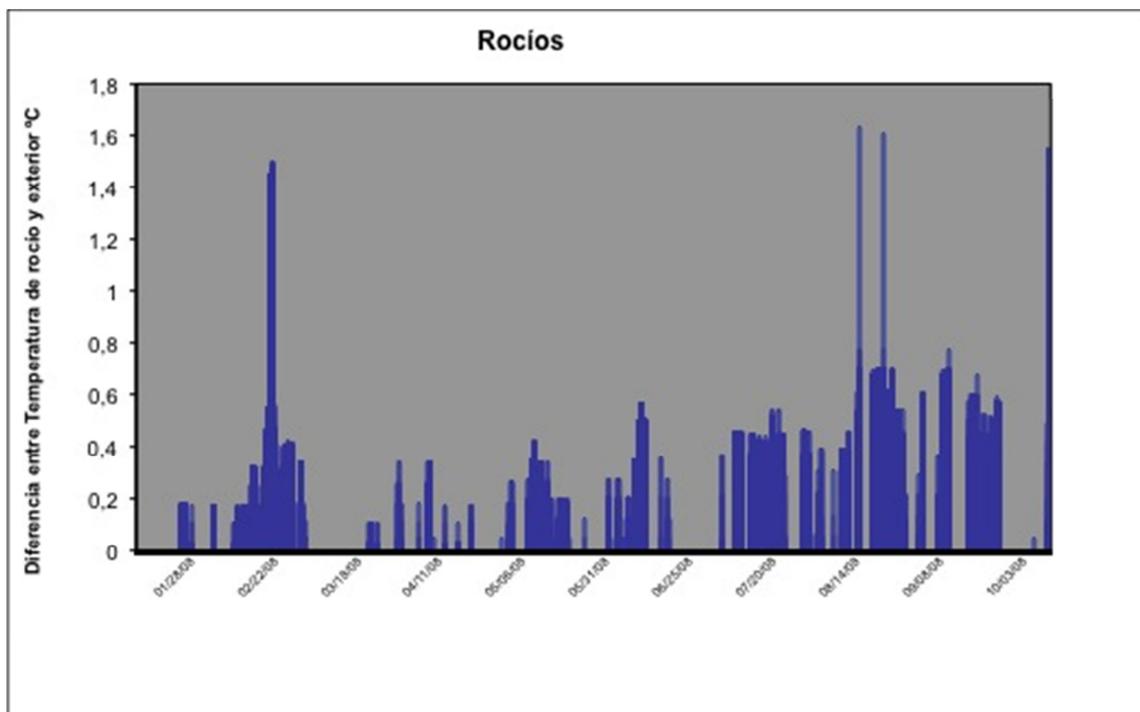


Figura 36. Días e intensidad de rocío medida como la diferencia entre la temperatura de rocío y la temperatura del aire para los datos en que la primera es superior a la segunda, para 2008.



## ANEXOS

### 5.3 Calidad de estación

Tabla 49. Datos por parcelas de las variables de calidad de estación.

PARCELA	RODAL	% M.O.	% ARCILLA	% LIMO	% ARENA	ORIENTACIÓN CORREGIDA (°)	PTE_ CORREGIDA(%)	PEDREGOSIDAD(0-9)
8,00	Ila	8,75	33,50	45,50	21,00	60,60	1,77	6,00
9,00	I	9,21				34,69	28,82	5,00
11,00	Ila	8,17	44,00	41,00	15,00	80,93	4,77	6,00
12,00	Ila	4,72				90,00	-	4,00
15,00	Ila	8,64				168,18	1,44	5,00
18,00	Ila					90,00	-	6,00
23,00	Ila					37,02	1,74	6,00
27,00	Ila	4,68	29,00	41,00	30,00	90,00	-	4,00
30,00	Ila	5,15	45,00	37,50	17,50	42,12	1,72	5,00
31,00	Ila	6,66	38,00	41,00	21,00	106,01	0,98	5,00
32,00	Ila	7,86	35,00	36,50	28,50	90,00	-	5,00
33,00	Ila	5,40				76,23	3,51	5,00
35,00	Ila	9,01	36,00	47,00	17,00	31,27	1,53	5,00
36,00	Ila	7,41	36,00	45,00	19,00	27,99	0,94	5,00
38,00	Ila	9,19	36,00	30,00	34,00	107,43	2,99	5,00
46,00	Ila	6,64				108,11	1,65	5,00
48,00	Ila	10,41				50,97	5,13	5,00
49,00	Ila	5,62	51,50	39,00	9,50	6,36	1,23	6,00
51,00	IIIa	7,55	35,00	37,50	27,50	8,30	6,60	5,00
52,00	IIIa	7,67	34,20	34,80	31,00	27,97	11,70	5,00
58,00	IIIb	7,38				68,21	17,72	5,00
62,00	I Ib	5,94				132,49	9,82	5,00
65,00	I Ib	4,70				168,00	7,18	5,00
67,00	I Ib	10,67				134,93	18,64	6,00
72,00	I Ib	4,78	36,00	25,00	39,00	48,60	7,69	6,00
73,00	I Ib	5,83	56,50	19,00	24,50	17,38	14,07	5,00
75,00	I Ib	4,95	30,50	44,50	25,00	22,50	7,65	6,00
PC13	Ila	10,23				110,59	4,97	6,00
PC16	I Ib	6,32				90,00	-	6,00
PC7	I Ib	8,33	42,50	36,50	21,00	90,00	-	7,00

Tabla 50. Datos por parcelas de las variables de calidad de estación. Se muestran las especies principales.

PARCELA	RODAL	AVR._DENS_PLAN (ud/ha)	PROFUNDIDAD SUELO (cm)	HUM_D (Valores estandarizados)	HUM_F (Valores estandarizados)	COBERTURA (%)	Rosm offi (%)	Brac retu(%)	Quer coc(%)	Ulex parv (%)	Quer ilex (%)	Cist clus (%)	Thym vulg (%)	Cist albi (%)	stip offn (%)	Pinu hale (%)
8	Ila	509,30	24,40	0,79	0,81	78,1	15	15	3	3	0	0	3	37,5	0,2	0
9	I	768,66	40,50	-0,28	-0,40	46,6	15	0	0	15	0	0	0	3	0	3
11	Ila	495,15	24,70	0,32	-0,35	41,4	15	3	3	0	0	15	3	0,2	0,2	0
12	Ila	476,29	32,00	-0,54	-0,65	34,8	15	3	0	0	0	3	0,2	0	3	3
15	Ila	580,03	26,70	-0,62	-0,72	48,7	37,5	0,2	0,2	3	0	3	3	0	0,2	0
18	Ila	240,50	41,15	-0,87	-1,17	25,6	15	3	0	0,2	0	3	3	0	0,2	0
23	Ila	282,94	21,70	-0,50	-0,91	24,4	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
27	Ila	429,13	33,11	0,40	1,00	72,1	37,5	0,2	15	0	15	3	0	0	0,2	0
30	Ila	462,14	14,00	0,70	0,65	58,6	15	15	15	3	3	0	0,2	0	0	3
31	Ila	339,53	26,65	1,81	-0,27	64,1	37,5	15	0	3	0	0,2	0,2	0	3	0
32	Ila	372,54	23,25	0,99	0,05	75,7	15	15	37,5	0,2	0	3	0	3	0,2	0,2
33	Ila	499,86	26,30	0,64	-0,31	38,4	15	0	15	0,2	0	0	0	0,2	3	0
35	Ila	207,49	23,20	0,83	0,36	81,5	62,5	3	3	3	0	3	0	3	0	0
36	Ila	509,30	27,70	0,25	1,11	54,3	37,5	3	3	3	3	0	0,2	0	0,2	0
38	Ila	778,09		0,20	0,36	53,4	15	3	15	15	0	0	0,2	0	0,2	0
46	Ila	391,40	16,65	-0,55	-0,72	42,6	15	3	0	3	0	15	3	0	0	3
48	Ila	547,02	26,80	-0,20	0,11	84,7	37,5	15	15	3	0,2	3	0	3	0,2	3
49	Ila	268,80	24,30	0,36	0,38	83,9	0	37,5	15	0	3	0	3	0	3	0
51	IIIa	226,35		0,20	1,34	121,6	37,5	37,5	15	0,2	15	0	0,2	0	0,2	15
52	IIIa	523,44		-0,01	0,15	79,1	15	37,5	3	3	3	0,2	0,2	0	0,2	15
58	IIIb	396,12	33,45	-0,39	-0,75	91,8	37,5	37,5	3	3	0	3	3	0	0,2	0
62	IIb	174,48	21,30	0,45	1,15	57,1	37,5	0,2	3	3	3	3	3	0	3	0
65	IIb	523,40	30,60	-0,79	-1,10	52,6	15	3	15	0	15	0	3	0,2	0,2	0
67	IIb	155,62	28,80	-0,89	-1,40	50,9	37,5	3	3	3	0	0,2	3	0,2	0	0
72	IIb	292,37	26,10	-0,33	-0,38	82,5	0	37,5	0	15	15	0,2	3	0	3	0
73	IIb	414,98	18,78	-0,09	0,16	44,8	15	15	3	3	0	3	3	0,2	0,2	0
75	IIb	282,94		0,36	0,35	71,2	15	15	15	0,2	15	0	0,2	3	0,2	0
PC13	Ila	726,22		-0,27	-0,33	29,4	15	0,2	0	3	0	3	3	0	3	0
PC16	IIb	433,84	22,40	0,18	-0,08	85,1	15	37,5	15	0,2	15	0	0,2	0,2	0	0
PC7	IIb	268,80		-0,18	-0,09	50	15	15	3	3	3	3	3	3	0,2	0

## 6 ANEXO TABLAS RESULTADOS MORTALIDAD

### 6.1 Parcela experimental

Tabla 51. Resultados de supervivencia en cada control o toma de datos (expresada como proporción). resultados de crecimiento en diámetro y altura (expresados como incremento relativo del valor pre-estival y post-estival respecto del valor inicial) hasta julio o hasta diciembre.

LOTE	N	SUPERVIVENCIA 1 feb-08	SUPERVIVENCIA 2 jul-08	SUPERVIVENCIA 3 nov-08	SUPERVIVENCIA 4 dic-09
ARUN-PS250-25-HU07	102	1	0,99	0,93	0,87
ARUN-PL225--AL07	144	1	1,00	0,96	0,84
FROR-PS250-25-HU07	138	1	0,99	0,99	0,91
JUPH-PS250-25-HU06	156	1	0,99	0,92	0,89
JUPH-ALHARABE	44	1	1,00	0,95	1,00
PIHA-FP300-10-TM07	112	1	0,99	0,92	0,86
PIHA-FP200-10-HU07	143	1	1,00	0,98	0,93
PIPR-FP250-16-HU07	137	1	0,99	0,88	0,50
PIPR-FP300-16-TM07	142	1	1,00	0,87	0,54
QUFA-FP300--FA07	146	1	0,99	0,72	0,35
QUFA-FP300-10-TM06	149	1	1,00	0,74	0,27
QUIL-FP300-10-HU07	145	1	0,99	0,73	0,54
QUIL-FP300-9-TM07	147	1	1,00	0,85	0,61
TOTAL	1852	1	0,99	0,88	0,69

Tabla 52. Resultados de crecimiento en diámetro y altura (expresados como incremento relativo del valor pre-estival y post-estival respecto del valor inicial) hasta julio o hasta diciembre.

LOTE	DIÁMETRO (mm) feb-08	DIÁMETRO (mm) jul-08	DIÁMETRO (mm) nov-08	DIÁMETRO (mm) dic-09	ALTURA (cm) feb-08	ALTURA (cm)jul-08	ALTURA (cm)nov-08	ALTURA (cm)dic-09
ARUN-PS250-25-HU07	1,82	2,86	3,69	4,35	6,99	20,37	22,90	26,28
ARUN-PL225--AL07	3,15	4,28	5,08	5,86	22,37	35,18	35,82	41,66
FROR-PS250-25-HU07	5,32	6,79	7,81	8,57	15,87	25,13	26,98	40,32
JUPH-PS250-25-HU06	1,70	2,65	3,19	3,91	11,83	14,48	15,76	17,49
JUPH-ALHARABE	1,52	2,60	3,79	4,73	15,81	17,17	18,06	22,07
PIHA-FP300-10-TM07	2,12	3,83	4,81	7,97	22,58	25,04	28,54	34,57
PIHA-FP200-10-HU07	2,66	4,38	5,51	8,96	14,07	19,93	24,66	35,00
PIPR-FP250-16-HU07	2,88	4,61	5,58	8,33	17,07	20,93	23,12	32,38
PIPR-FP300-16-TM07	2,39	4,24	5,13	8,39	18,41	23,71	25,78	34,47
QUFA-FP300--FA07	3,11	3,95	4,98	5,76	13,84	25,01	24,84	30,18
QUFA-FP300-10-TM06	3,94	5,29	6,00	6,11	37,99	47,55	42,63	47,56
QUIL-FP300-10-HU07	3,32	4,45	5,27	6,47	10,58	19,02	21,38	28,20
QUIL-FP300-9-TM07	4,22	5,21	5,99	6,85	19,70	32,13	33,72	42,45

## 6.2 Seguimiento mortalidades y crecimientos.

Tabla 53a. Datos medios de las mediciones de altura (H) y diámetro (D) para las diferentes mediciones.  
N: número de datos. Entre paréntesis la desviación típica.

ESPECIE	RODAL	LOTE	H1(cm)	D1(mm)	N2	H2(cm)	D2(mm)
ARUN	I	ARUN-PL225--AL07	22,73	3,15	2	33,5(2,12)	3,77(0,35)
JUPH	IIa	JUPH-ALHARABE	15,81	1,52	1	19()	2,8()
PIHA	I	PIHA-FP300-10-TM07	22,58	2,12	4	34,6(11,96)	3,93(0,65)
	IIa	PIHA-FP300-10-TM07	22,58	2,12	26	30,13(11,12)	3,19(0,55)
	IIb	PIHA-FP200-10-HU07	14,07	2,66		()	()
	IIb	PIHA-FP300-10-TM07	22,58	2,12	11	37,4(9,2)	3,9(0,49)
	IIIa	PIHA-FP300-10-HU07	22,58	2,12	2	59,5(4,9)	4,63(1,2)
PIPR	I	PIPR-FP300-16-TM07	18,41	2,39	3	27,3(5,13)	3,3(0,34)
	IIa	PIPR-FP300-16-TM07	18,41	2,39	21	38(10,1)	3,6(0,64)
	IIb	PIPR-FP300-16-TM07	18,41	2,39	16	40,1(6,7)	3,8(0,47)
	IIIa	PIPR-FP300-16-TM07	18,41	2,39	1	43,5()	3,89()
	IIIb	PIPR-FP300-16-TM07	18,41	2,39	6	36,7(5,94)	3,6(0,32)
QUFA	IIa	QUFA-FP300-10-TM06	37,97	3,96	5	32,1(10,68)	4,77(1,4)
	IIb	QUFA-FP300-10-TM06	37,97	3,96		()	()
	IIIa	QUFA-FP300-10-TM06	37,97	3,96	4	46(5,46)	4,37(0,6)
QUIL	IIa	QUIL-FP300-9-TM07	19,73	4,21	5	28,1(5,3)	4,69(1,7)
	IIb	QUIL-FP300-9-TM07	19,73	4,21	1	36()	3,93()
	IIIa	QUIL-FP300-9-TM07	19,73	4,21	3	31,3(9,3)	5,03(0,78)

Tabla 53b. Datos medios de las mediciones de altura (H) y diámetro (D) para las diferentes mediciones.  
N: número de datos. Entre paréntesis la desviación típica.

ESPECIE	RODAL	LOTE	N3	H3	D3	N4	H4	D4
ARUN	I	ARUN-PL225--AL07	2	27,75(4,5)	4,21(0,04)	1		
JUPH	IIa	JUPH-ALHARABE	1	21,5()	2,9()	1		
PIHA	I	PIHA-FP300-10-TM07	4	38,1(10)	4(0,48)	3	40,3(10,7)	5,65(1,56)
	IIa	PIHA-FP300-10-TM07	94	36,5(11,4)	3,9(0,77)	36	52,86(12,97)	4,95(1,32)
	IIb	PIHA-FP200-10-HU07	7	42,9(17,8)	4,37(1,13)	3	54,66(15,6)	5,1(1,67)
	IIb	PIHA-FP300-10-TM07	26	40,17(10,4)	4,2(0,71)	13	57,07(11,87)	5,66(1,07)
	IIIa	PIHA-FP300-10-HU07	4	53,8(11,9)	5,55(1,31)	3	52(8,89)	7,24(1,27)
PIPR	I	PIPR-FP300-16-TM07	3	28,8(8,98)	3,2(0,09)	2	30,5(17,6)	4,12(0,51)
	IIa	PIPR-FP300-16-TM07	50	36,7(8,5)	3,94(0,64)	16	47,19(10,5)	4,71(0,72)
	IIb	PIPR-FP300-16-TM07	36	38,1(9,1)	4,23(0,63)	18	49,1(14)	6,04(1,82)
	IIIa	PIPR-FP300-16-TM07	4	50(7,5)	4,7(0,26)	2	59(2,8)	6,36(1,26)
	IIIb	PIPR-FP300-16-TM07	6	42,3(1,04)	4(0,43)	3	63,33(7,8)	5,21(0,88)
QUFA	IIa	QUFA-FP300-10-TM06	8	31,2(11,01)	3,8(0,53)	1	25()	4,97()

**ANEXOS**

	I Ib	QUFA-FP300-10-TM06	4	30,3(13,3)	5,8(1,8)		()	()
	IIIa	QUFA-FP300-10-TM06	5	50,3(7,8)	5,3(0,33)	5	57,8(6,5)	6,5(1,6)
QUIL	I Ia	QUIL-FP300-9-TM07	7	26,7(13,7)	3,3(0,63)	1	26()	3,11()
	I Ib	QUIL-FP300-9-TM07	5	28,9(5,9)	5,17(1,2)	1	19()	5,35()
	IIIa	QUIL-FP300-9-TM07	7	33,7(6,9)	6,62(1,23)	6	38,5(13,7)	7,1(1,36)

Tabla 54. Datos medios de crecimiento absoluto y relativo de altura (H) y diámetro (D) para las diferentes mediciones o controles.

ESPECIE	RODAL	LOTE	CREC_H_1_3 (cm)	CREC_D_1_3 (mm)	CREC_H_1_4 (cm)	CREC_D_1_4 (mm)	CRECR_H_1_3	CRECR_D_1_3	CRECR_H_1_4	CRECR_D_1_4
ARUN	I	ARUN-PL225--AL07	5,02	1,06	26,85	1,75	0,22	0,34	0,32	0,56
JUPH	I Ia	JUPH-ALHARABE	5,69	1,38	21,48	2,27	0,36	0,91	0,46	1,49
PIHA	I	PIHA-FP300-10-TM07	15,52	1,88	38,18	3,53	0,69	0,88	0,78	1,66
	I Ia	PIHA-FP300-10-TM07	13,92	1,78	50,74	2,83	0,62	0,84	1,34	1,33
	I Ib	PIHA-FP200-10-HU07	28,83	1,71	40,59	2,44	2,05	0,65	2,88	0,92
	I Ib	PIHA-FP300-10-TM07	17,59	2,08	54,95	3,54	0,78	0,98	1,53	1,67
	IIIa	PIHA-FP300-10-TM07	31,22	3,43	49,88	5,12	1,38	1,61	1,30	2,41
PIPR	I	PIPR-FP300-16-TM07	10,39	0,81	28,11	1,73	0,56	0,34	0,66	0,73
	I Ia	PIPR-FP300-16-TM07	18,29	1,55	44,80	2,32	0,99	0,65	1,56	0,97
	I Ib	PIPR-FP300-16-TM07	19,69	1,84	46,71	3,65	1,07	0,77	1,67	1,53
	IIIa	PIPR-FP300-16-TM07	31,59	2,31	56,61	3,97	1,72	0,97	2,21	1,67
	IIIb	PIPR-FP300-16-TM07	23,89	1,61	60,94	2,82	1,30	0,68	2,44	1,18
QUFA	I Ia	QUFA-FP300-10-TM06	- 6,77	- 0,16	21,04	1,01	- 0,18	- 0,04	- 0,34	0,25
	I Ib	QUFA-FP300-10-TM06	- 7,67	1,84	- 3,96	- 3,96	- 0,20	0,46		
	IIIa	QUFA-FP300-10-TM06	12,33	1,34	53,84	2,54	0,32	0,34	0,52	0,64
QUIL	I Ia	QUIL-FP300-9-TM07	6,97	- 0,91	21,79	- 1,10	0,35	- 0,22	0,32	- 0,26
	I Ib	QUIL-FP300-9-TM07	9,17	0,96	14,79	1,14	0,46	0,23	- 0,04	0,27
	IIIa	QUIL-FP300-9-TM07	13,97	2,41	34,29	2,89	0,71	0,57	0,95	0,69

Tabla 55. Porcentaje de mortalidad por especie para los distintos controles a lo largo del establecimiento de los brinzales (a cada especie le precede el número de parcelas sobre el que están calculadas las media y la desviación típica entre paréntesis). N es el numero de parcelas.

Rodal	Control	N	PIPR	N	PIHA TR	N	PIHA HU	N	QUIL	N	QUFA	N	ARUN	N	FROR	N	JUPH
<b>I</b>	1	3	0(0)	3	12(10,6)			3	0(0)	1	0(,)	2	0(0)	.	.	.	.
	2	3	0(0)	3	15(13)			3	0(0)	1	0(,)	2	0(0)	.	.	.	.
	3	3	3,3(5,8)	3	21,8(16,9)			3	11,1(19,2)	1	33,3(,)	2	0(0)	.	.	.	.
	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>14(10,3)</b>	<b>3</b>	<b>28,6(17,7)</b>			<b>3</b>	<b>11,1(19,2)</b>	<b>1</b>	<b>100(,)</b>	<b>2</b>	<b>14,3(20,2)</b>	.	.	.	.
<b>IIa</b>	1	49	0(0)	50	0(0)			32	0(0)	24	0(0)	8	0(0)	.	.	6	0(0)
	2	49	0,6(1,8)	50	6,7(7,9)			32	0(0)	28	0(0)	7	4,8(12,6)	.	.	6	0(0)
	3	48	37,4(26)	50	35,4(24,5)			32	43,8(40,4)	28	35,7(42,7)	9	27,8(44,1)	.	.	5	25(43,3)
	<b>4</b>	<b>48</b>	<b>69,8(25,5)</b>	<b>49</b>	<b>49,9(24,7)</b>			<b>30</b>	<b>67,2(40,2)</b>	<b>26</b>	<b>59,6(46,9)</b>	<b>9</b>	<b>44,4(46,4)</b>	.	.	<b>5</b>	<b>55,0(44,7)</b>
<b>IIb</b>	1	29	0(0)	15	0(0)	14	0(0)	17	0(0)	15	0(0)	1	0(,)	2	0(0)	.	.
	2	29	0,2(1,3)	15	10(11)	14	10,4(10,4)	17	0(0)	16	0(0)	1	0(,)	2	0(0)	.	.
	3	29	14,7(15,5)	16	23,8 (16)	14	11,1 (8,7)	17	19,8(34)	16	17,9(34,7)	1	0(,)	2	16,66(0)	.	.
	<b>4</b>	<b>26</b>	<b>55,9(25,8)</b>	<b>12</b>	<b>44,5(26,4)</b>	<b>14</b>	<b>24,8 (21)</b>	<b>15</b>	<b>58,3(41,7)</b>	<b>14</b>	<b>42,9(39,1)</b>	<b>1</b>	<b>0(,)</b>	<b>2</b>	<b>58,3(11,8)</b>	.	.
<b>IIIa</b>	1	5	0(0)			5	0(0)	5	0(0)	5	0(0)	1	0(,)	.	.	.	.
	2	5	0(0)			5	0(0)	5	0(0)	5	0(0)	1	0(,)	.	.	.	.
	3	5	9,8(17,3)			5	5,9(10,9)	5	13(18,6)	5	4(8,9)	1	0(,)	.	.	.	.
	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>35,1(29,8)</b>			<b>5</b>	<b>37,4(23,0)</b>	<b>5</b>	<b>37,7(29,7)</b>	<b>5</b>	<b>53,3(46,2)</b>	<b>1</b>	<b>0(,)</b>	.	.	.	.
<b>IIIb</b>	1	2	0(0)			2	0(0)	1	0(,)	.	.	.	.	.	.	.	.
	2	2	0(0)			2	7,9(11,2)	1	0(,)	.	.	.	.	.	.	.	.
	3	2	27,8(7,9)			2	13,9(6,8)	1	50(,)	.	.	.	.	.	.	.	.
	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>50(23,6)</b>			<b>2</b>	<b>35,5(11,7)</b>	<b>1</b>	<b>100(,)</b>	.	.	.	.	.	.	.	.
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>88</b>	<b>0(0)</b>	<b>68</b>	<b>0,52 (3)</b>	<b>21</b>	<b>0(0)</b>	<b>58</b>	<b>0(0)</b>	<b>46</b>	<b>0(0)</b>	<b>12</b>	<b>0(0)</b>	<b>3</b>	<b>0(0)</b>	<b>6</b>	<b>0(0)</b>
	<b>2</b>	<b>88</b>	<b>0,4(1,5)</b>	<b>68</b>	<b>8,7(10,4)</b>	<b>21</b>	<b>7,8(9,8)</b>	<b>58</b>	<b>0(0)</b>	<b>51</b>	<b>0(0)</b>	<b>11</b>	<b>3(10,1)</b>	<b>2</b>	<b>0(0)</b>	<b>6</b>	<b>0(0)</b>
	<b>3</b>	<b>87</b>	<b>26,8(24,8)</b>	<b>68</b>	<b>32(22,9)</b>	<b>21</b>	<b>10,1(9)</b>	<b>58</b>	<b>32,3(37,7)</b>	<b>51</b>	<b>26,3(38,6)</b>	<b>13</b>	<b>19,2(38,4)</b>	<b>2</b>	<b>16,66(0)</b>	<b>5</b>	<b>25(43,3)</b>
	<b>4</b>	<b>84</b>	<b>61,0(28,2)</b>	<b>64</b>	<b>48,14(24,7)</b>	<b>21</b>	<b>28,8(20,7)</b>	<b>54</b>	<b>59,5(40,8)</b>	<b>47</b>	<b>53,5(44,5)</b>	<b>13</b>	<b>33,0(42,5)</b>	<b>2</b>	<b>58,3(11,8)</b>	<b>5</b>	<b>55,0(44,7)</b>

## 7 ANEXO ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

### 7.1 Análisis efecto del tubo: crecimientos

Tabla 56. Valores del análisis estadístico para DIÁMETRO y ALTURA. Se recogen los datos de aquellos análisis en los existía homogeneidad de la varianza y para las indicadas con \* se han transformado las variables.

ESPECIE	MEDICIÓN	VARIABLE	F	SIG (P)	GL	SME	LEVENE	SIG H
PIHA	3	DIAMETRO	37,297	,000**	175	,718	1,149	,285
		ALTURA*					5,892	,016
	4	DIAMETRO*	65,055	,000**	115	,128	1,433	,234
		ALTURA*	94,613	,000**	143	,000	,172	,679
PIPR	3	DIAMETRO	65,709	,000**	181	,652	2,515	,115
		ALTURA*					6,934	,009
	4	DIAMETRO*	96,274	,000**	143	,101	1,777	,185
		ALTURA*	30,948	,000**	115	,000	,543	,463

Figura 37. Representación gráfica de la altura final al primer año con tubo (0) y sin tubo (1). Se representa la desviación típica.

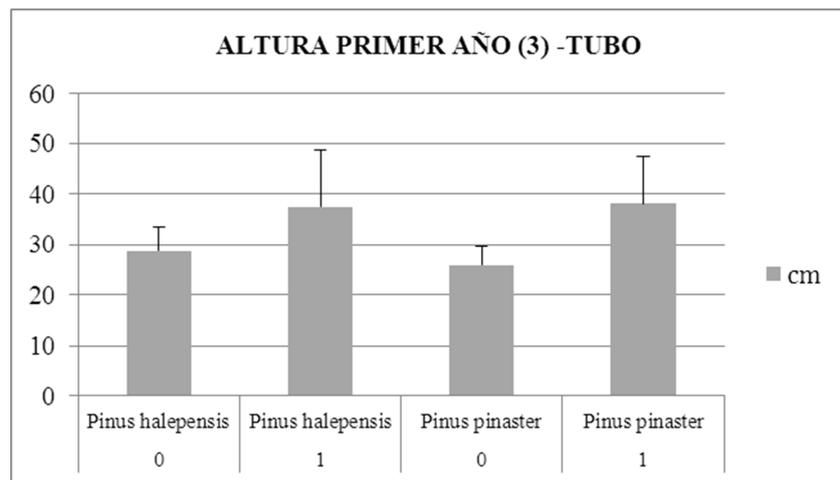


Figura 38. Representación gráfica del diámetro final al primer año con tubo (0) y sin tubo (1). Se representa la desviación típica.

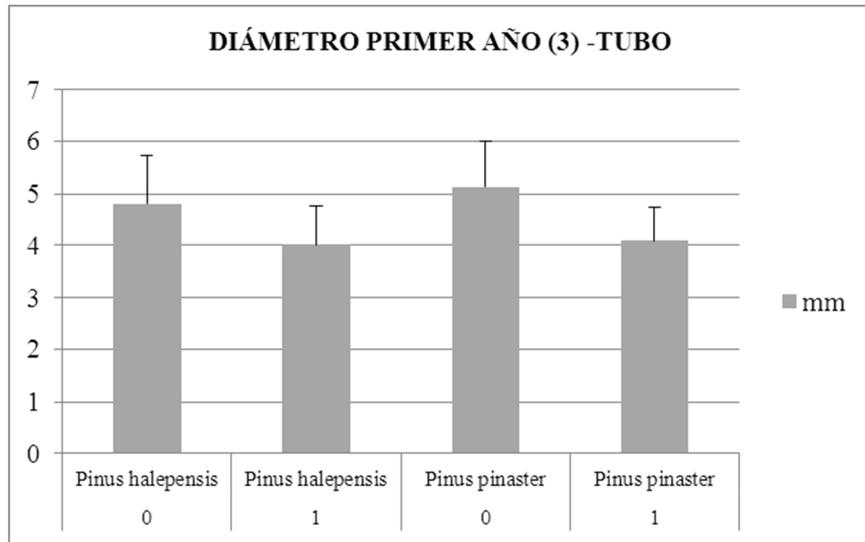
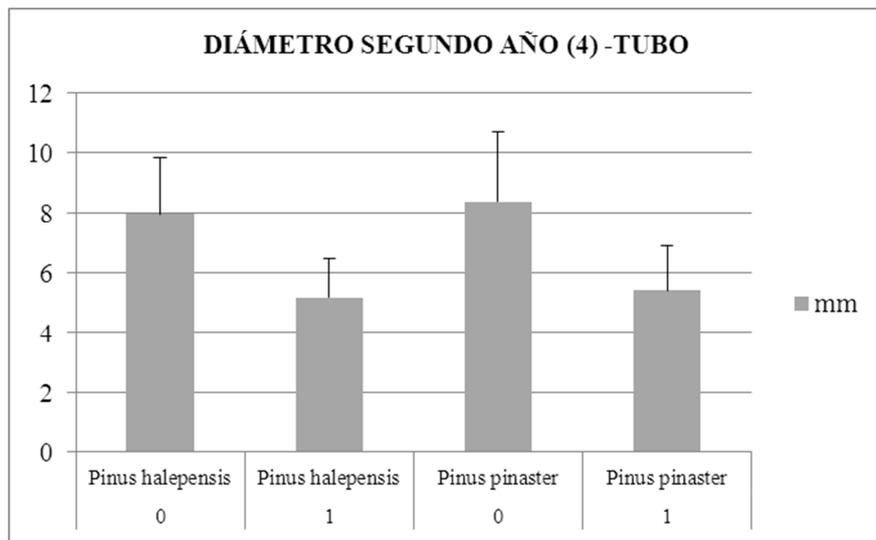
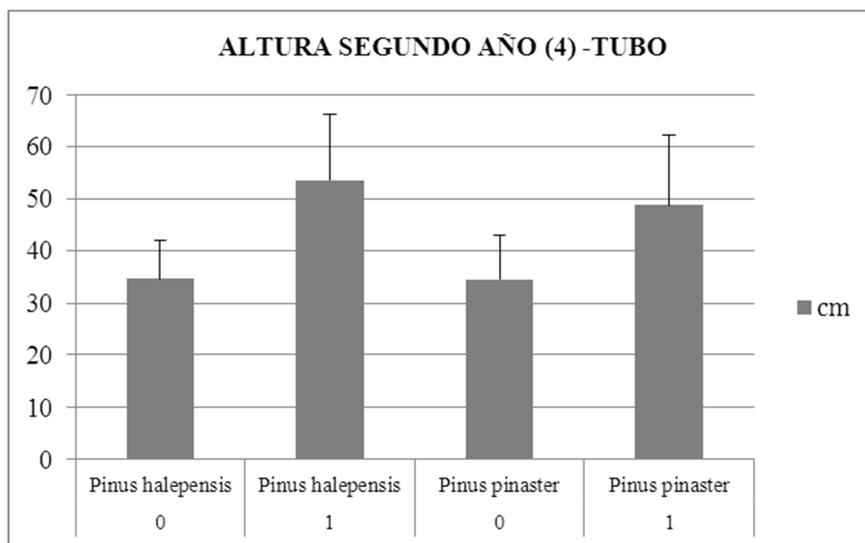


Figura 39. Representación gráfica del diámetro final al segundo año con tubo (0) y sin tubo (1). Se representa la desviación típica.



## ANEXOS

Figura 40. Representación gráfica de la altura final al segundo año con tubo (0) y sin tubo (1). Se representa la desviación típica.



### 7.1.1 ANOVA de un factor

**ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 3**

Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	1,091	1	147	,298
ALTURA	54,862	1	146	,000

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 3

ANOVA<sup>a</sup>

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DIAMETRO	Inter-grupos	3,164	1	3,164	2,619	,108
	Intra-grupos	177,594	147	1,208		
	Total	180,758	148			
ALTURA	Inter-grupos	4517,504	1	4517,504	125,755	,000
	Intra-grupos	5244,750	146	35,923		
	Total	9762,254	147			

**ANOVA<sup>a</sup>**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DIAMETRO	Inter-grupos	3,164	1	3,164	2,619	,108
	Intra-grupos	177,594	147	1,208		
	Total	180,758	148			
ALTURA	Inter-grupos	4517,504	1	4517,504	125,755	,000
	Intra-grupos	5244,750	146	35,923		

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 3

**ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 4**

**Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	,406	1	137	,525
ALTURA	1,289	1	137	,258

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 4

**ANOVA<sup>a</sup>**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DIAMETRO	Inter-grupos	44,440	1	44,440	10,741	,001
	Intra-grupos	566,851	137	4,138		
	Total	611,291	138			
ALTURA	Inter-grupos	1929,616	1	1929,616	25,094	,000
	Intra-grupos	10534,833	137	76,897		
	Total	12464,450	138			

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 4

**ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3**

**ANEXOS**

**Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	1,149	1	174	,285
ALTURA	50,448	1	174	,000

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

**ANOVA<sup>a</sup>**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DIAMETRO	Inter-grupos	26,772	1	26,772	37,297	,000
	Intra-grupos	124,899	174	,718		
	Total	151,671	175			
ALTURA	Inter-grupos	3410,799	1	3410,799	51,202	,000
	Intra-grupos	11590,836	174	66,614		
	Total	15001,635	175			

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

**ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4**

**Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>**

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	8,064	1	142	,005
ALTURA	27,690	1	142	,000

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

**ANOVA<sup>a</sup>**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DIAMETRO	Inter-grupos	255,217	1	255,217	89,028	,000
	Intra-grupos	407,070	142	2,867		

	Total	662,287	143			
ALTURA	Inter-grupos	11839,825	1	11839,825	127,518	,000
	Intra-grupos	13184,502	142	92,849		
	Total	25024,326	143			

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

### ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

#### Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	2,515	1	180	,115
ALTURA	46,169	1	180	,000

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

#### ANOVA<sup>a</sup>

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DIAMETRO	Inter-grupos	42,862	1	42,862	65,709	,000
	Intra-grupos	117,415	180	,652		
	Total	160,277	181			
ALTURA	Inter-grupos	5990,674	1	5990,674	162,182	,000
	Intra-grupos	6648,849	180	36,938		
	Total	12639,523	181			

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

### ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

#### Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>

## ANEXOS

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	4,615	1	114	,034
ALTURA	14,292	1	114	,000

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

### ANOVA<sup>a</sup>

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DIAMETRO	Inter-grupos	232,325	1	232,325	55,152	,000
	Intra-grupos	480,222	114	4,212		
	Total	712,547	115			
ALTURA	Inter-grupos	5383,732	1	5383,732	50,056	,000
	Intra-grupos	12261,068	114	107,553		
	Total	17644,800	115			

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

7.1.2 Exploración de los estadísticos de Levene. potencia de transformaciónESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 3

TUBO

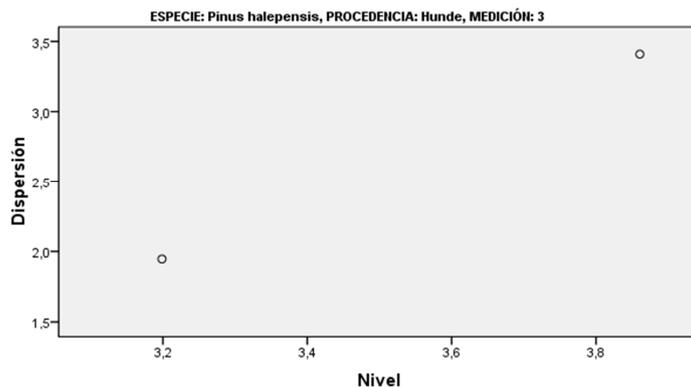
Prueba de homogeneidad de la varianza<sup>a</sup>

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	Basándose en la media	1,066	1	146	,303
	Basándose en la mediana.	,797	1	146	,373
	Basándose en la mediana y con gl corregido	,797	1	145,955	,373
	Basándose en la media recortada	1,075	1	146	,302
ALTURA	Basándose en la media	54,862	1	146	,000
	Basándose en la mediana.	53,911	1	146	,000
	Basándose en la mediana y con gl corregido	53,911	1	66,758	,000
	Basándose en la media recortada	54,528	1	146	,000

a. ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 3

ALTURA

Gráfico de dispersión por nivel de ALTURA por TUBO



\* Gráfico de LN de dispersión por LN de nivel

Inclinación = 2,211 Potencia para transformación = -1,211

## ANEXOS

ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

### TUBO

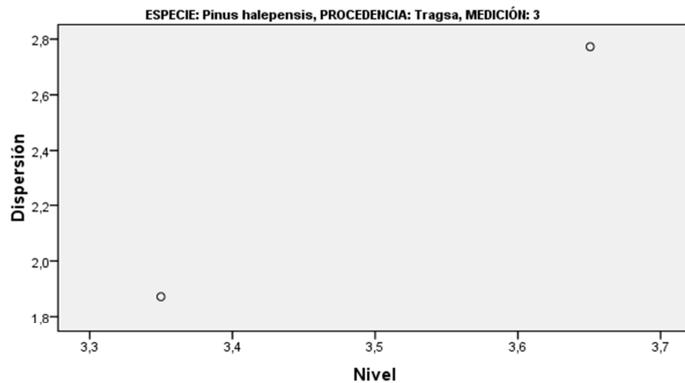
Prueba de homogeneidad de la varianza<sup>a</sup>

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	Basándose en la media	1,149	1	174	,285
	Basándose en la mediana.	1,168	1	174	,281
	Basándose en la mediana y con gl corregido	1,168	1	156,186	,282
	Basándose en la media recortada	1,153	1	174	,284
ALTURA	Basándose en la media	50,448	1	174	,000
	Basándose en la mediana.	48,016	1	174	,000
	Basándose en la mediana y con gl corregido	48,016	1	119,828	,000
	Basándose en la media recortada	50,548	1	174	,000

a. ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

### ALTURA

Gráfico de dispersión por nivel de ALTURA por TUBO



\* Gráfico de LN de dispersión por LN de nivel  
Inclinación = 2,995 Potencia para transformación = -1,995

ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

TUBO

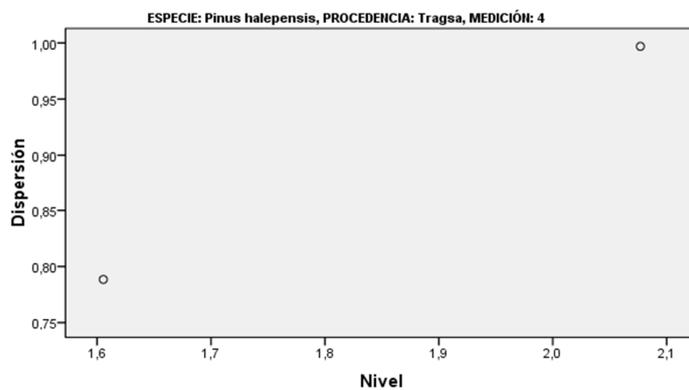
Prueba de homogeneidad de la varianza<sup>a</sup>

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	Basándose en la media	8,064	1	142	,005
	Basándose en la mediana.	8,474	1	142	,004
	Basándose en la mediana y con gl corregido	8,474	1	133,144	,004
	Basándose en la media recortada	8,165	1	142	,005
ALTURA	Basándose en la media	27,690	1	142	,000
	Basándose en la mediana.	25,962	1	142	,000
	Basándose en la mediana y con gl corregido	25,962	1	116,951	,000
	Basándose en la media recortada	27,147	1	142	,000

a. ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

DIAMETRO

Gráfico de dispersión por nivel de DIAMETRO por TUBO



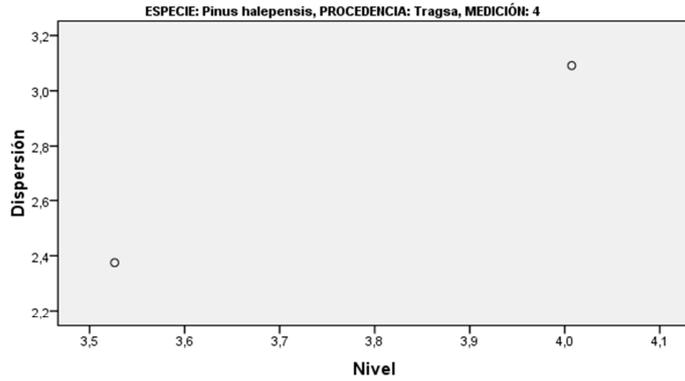
\* Gráfico de LN de dispersión por LN de nivel

Inclinación = ,442 Potencia para transformación = ,558

ALTURA

## ANEXOS

Gráfico de dispersión por nivel de ALTURA por TUBO



\* Gráfico de LN de dispersión por LN de nivel

Inclinación = 1,489 Potencia para transformación = -.489

ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

TUBO

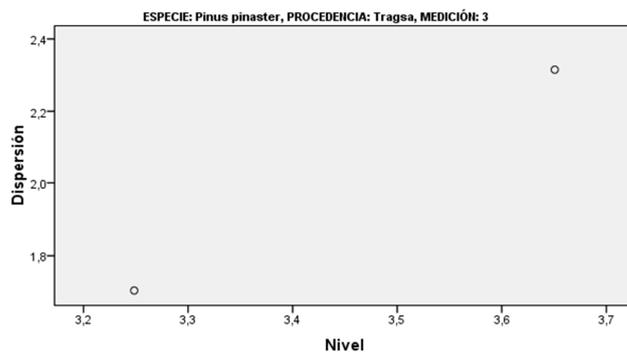
Prueba de homogeneidad de la varianza<sup>a</sup>

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	Basándose en la media	2,515	1	180	,115
	Basándose en la mediana.	2,387	1	180	,124
	Basándose en la mediana y con gl corregido	2,387	1	165,061	,124
	Basándose en la media recortada	2,476	1	180	,117
ALTURA	Basándose en la media	46,169	1	180	,000
	Basándose en la mediana.	45,455	1	180	,000
	Basándose en la mediana y con gl corregido	45,455	1	91,949	,000
	Basándose en la media recortada	46,067	1	180	,000

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

ALTURA

Gráfico de dispersión por nivel de ALTURA por TUBO



\* Gráfico de LN de dispersión por LN de nivel

Inclinación = 1,517 Potencia para transformación = -.517

ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

TUBO

Prueba de homogeneidad de la varianza<sup>a</sup>

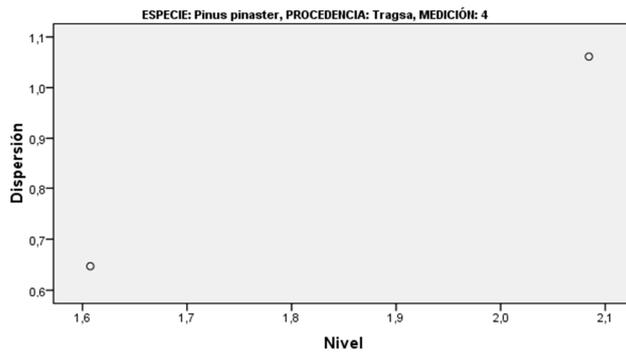
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DIAMETRO	Basándose en la media	4,615	1	114	,034
	Basándose en la mediana.	4,378	1	114	,039
	Basándose en la mediana y con gl corregido	4,378	1	104,159	,039
	Basándose en la media recortada	4,636	1	114	,033
ALTURA	Basándose en la media	14,292	1	114	,000
	Basándose en la mediana.	13,845	1	114	,000
	Basándose en la mediana y con gl corregido	13,845	1	107,119	,000
	Basándose en la media recortada	14,334	1	114	,000

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

DIAMETRO

## ANEXOS

Gráfico de dispersión por nivel de DIAMETRO por TUBO

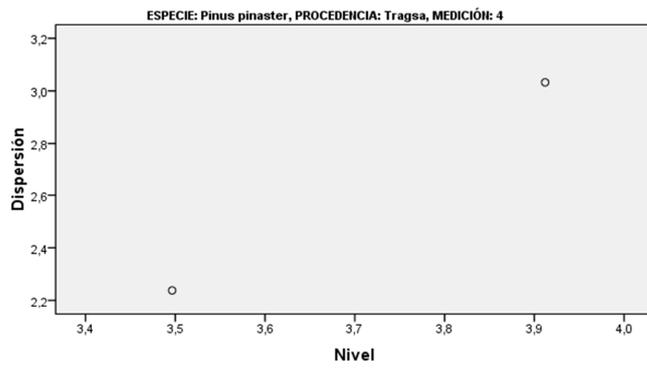


\* Gráfico de LN de dispersión por LN de nivel

Inclinación = .868 Potencia para transformación = .132

## ALTURA

Gráfico de dispersión por nivel de ALTURA por TUBO



\* Gráfico de LN de dispersión por LN de nivel

Inclinación = 1.912 Potencia para transformación = -.912

7.1.3 ANOVA de un factor con las variables transformadas

ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 3

ALTURA

**Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>**

TRANSHPHH3

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,428	1	146	,514

a. ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 3

**ANOVA<sup>a</sup>**

TRANSHPHH3

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,000	1	,000	30,110	,000
Intra-grupos	,001	146	,000		
Total	,001	147			

a. ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Hunde, MEDICIÓN = 3

ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

ALTURA

**Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>**

TRANSHPHT3

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
5,892	1	174	,016

a. ESPECIE = *Pinus halepensis*, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

**ANOVA<sup>a</sup>**

TRANSHPHT3

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,000	1	,000	3,719	,055

## ANEXOS

Intra-grupos	,000	174	,000	
Total	,000	175		

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

**ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4**

### DIAMETRO

#### Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>

TRANSD

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,777	1	142	,185

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN =

4

#### ANOVA<sup>a</sup>

TRANSD	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	9,737	1	9,737	96,274	,000
Intra-grupos	14,362	142	,101		
Total	24,099	143			

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

### ALTURA

#### Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>

TRANSHPHT4

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,172	1	142	,679

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN =

4

#### ANOVA<sup>a</sup>

TRANSHPHT4

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,036	1	,036	94,613	,000
Intra-grupos	,053	142	,000		
Total	,089	143			

a. ESPECIE = Pinus halepensis, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

**ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3**

**ALTURA**

**Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>**

TRANSHPPT3

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
6,934	1	180	,009

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

**ANOVA<sup>a</sup>**

TRANSHPPT3

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,041	1	,041	115,099	,000
Intra-grupos	,064	180	,000		
Total	,105	181			

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 3

**ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4**

**DIAMETRO**

**Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>**

TRANSD

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1,433	1	114	,234

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

**ANOVA<sup>a</sup>**

TRANSD	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.

## ANEXOS

Inter-grupos	8,344	1	8,344	65,055	,000
Intra-grupos	14,622	114	,128		
Total	22,966	115			

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

### ALTURA

#### Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>

TRANSHPPT4

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
,543	1	114	,463

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

### ANOVA<sup>a</sup>

TRANSHPPT4

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	,002	1	,002	30,948	,000
Intra-grupos	,006	114	,000		
Total	,008	115			

a. ESPECIE = Pinus pinaster, PROCEDENCIA = Tragsa, MEDICIÓN = 4

## 7.2 Análisis del tubo y la supervivencia

### Prueba de Kruskal-Wallis

ESPECIE = Pinus halepensis, MEDICION = 3

#### Rangos<sup>a</sup>

	TUBO	N	Rango promedio
MORTALIDAD	0	112	379,27
	1	820	478,41
	Total	932	

a. ESPECIE = Pinus halepensis, MEDICION = 3

#### Estadísticos de contraste<sup>a,b,c</sup>

	MORTALIDAD
Chi-cuadrado	21,848
gl	1
Sig. asintót.	,000

a. ESPECIE = Pinus halepensis, MEDICION =

3

b. Prueba de Kruskal-Wallis

c. Variable de agrupación: TUBO

**ESPECIE = Pinus halepensis, MEDICION = 4**

**Rangos<sup>a</sup>**

	TUBO	N	Rango promedio
MORTALIDAD	0	112	332,69
	1	798	472,74
	Total	910	

a. ESPECIE = Pinus halepensis, MEDICION = 4

**Estadísticos de contraste<sup>a,b,c</sup>**

	MORTALIDAD
Chi-cuadrado	37,731
gl	1
Sig. asintót.	,000

a. ESPECIE = Pinus halepensis, MEDICION =

4

b. Prueba de Kruskal-Wallis

c. Variable de agrupación: TUBO

**ESPECIE = Pinus pinaster, MEDICION = 3**

**Rangos<sup>a</sup>**

	TUBO	N	Rango promedio
MORTALIDAD	0	144	549,53
	1	1102	633,17
	Total	1246	

## ANEXOS

**Rangos<sup>a</sup>**

	TUBO	N	Rango promedio
MORTALIDAD	0	144	549,53
	1	1102	633,17

a. ESPECIE = Pinus pinaster, MEDICION = 3

**Estadísticos de contraste<sup>a,b,c</sup>**

	MORTALIDAD
Chi-cuadrado	11,992
gl	1
Sig. asintót.	,001

a. ESPECIE = Pinus pinaster, MEDICION = 3

b. Prueba de Kruskal-Wallis

c. Variable de agrupación: TUBO

**ESPECIE = Pinus pinaster, MEDICION = 4**

**Rangos<sup>a</sup>**

	TUBO	N	Rango promedio
MORTALIDAD	0	144	518,40
	1	1069	618,93
	Total	1213	

a. ESPECIE = Pinus pinaster, MEDICION = 4

**Estadísticos de contraste<sup>a,b,c</sup>**

	MORTALIDAD
Chi-cuadrado	14,762
gl	1
Sig. asintót.	,000

a. ESPECIE = Pinus pinaster, MEDICION = 4

b. Prueba de Kruskal-Wallis

c. Variable de agrupación: TUBO

### 7.3 Diferenciación de rodales por mortalidad.

#### 7.3.1 ANOVA de un factor

##### RECLASIFICACIÓN

Se han reclasificado de la siguiente forma:

- Rodal I=1
- Rodal IIa=2
- Rodal IIb=3
- Rodal IIIa y IIIb=4

##### MEDICIÓN = 3

##### Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>

MORTALIDAD

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2,586	3	85	,058

a. MEDICIÓN = 3

##### ANOVA<sup>a</sup>

MORTALIDAD

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	8657,735	3	2885,912	12,523	,000
Intra-grupos	19588,936	85	230,458		
Total	28246,671	88			

a. MEDICIÓN = 3

##### Pruebas post hoc

##### Comparaciones múltiples<sup>a</sup>

MORTALIDAD

HSD de Tukey

(I)	(J)	Diferencia de medias (I-	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
-----	-----	--------------------------	--------------	------	-------------------------------

## ANEXOS

RODAL	RODAL	J)			Límite inferior	Límite superior
1	2	-23,010884	9,028986	,060	-46,67216	,65039
	3	-4,800000	9,192458	,954	-28,88967	19,28967
	4	,909524	10,475779	1,000	-26,54321	28,36225
2	1	23,010884	9,028986	,060	-,65039	46,67216
	3	18,210884*	3,519256	,000	8,98835	27,43341
	4	23,920408*	6,133988	,001	7,84573	39,99508
3	1	4,800000	9,192458	,954	-19,28967	28,88967
	2	-18,210884*	3,519256	,000	-27,43341	-8,98835
	4	5,709524	6,372167	,807	-10,98932	22,40837
4	1	-,909524	10,475779	1,000	-28,36225	26,54321
	2	-23,920408*	6,133988	,001	-39,99508	-7,84573
	3	-5,709524	6,372167	,807	-22,40837	10,98932

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. MEDICIÓN = 3

### Subconjuntos homogéneos

#### MORTALIDAD<sup>c</sup>

HSD de Tukey

RODAL	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
4	7	11,25714	
1	3	12,16667	
3	30	16,96667	16,96667
2	49		35,17755
Sig.		,885	,099

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.


c. MEDICIÓN = 3

MEDICIÓN = 4

#### Prueba de homogeneidad de varianzas<sup>a</sup>

## MORTALIDAD

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2,131	3	81	,103

a. MEDICIÓN = 4

ANOVA<sup>a</sup>

## MORTALIDAD

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7830,711	3	2610,237	6,512	,001
Intra-grupos	32468,042	81	400,840		
Total	40298,753	84			

a. MEDICIÓN = 4

## Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples<sup>a</sup>

## MORTALIDAD

## HSD de Tukey

(I)	(J)	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-38,081633 <sup>*</sup>	11,907718	,010	-69,31768	-6,84559
	3	-24,115385	12,207795	,206	-56,13858	7,90781
	4	-17,571429	13,815795	,583	-53,81269	18,66984
2	1	38,081633 <sup>*</sup>	11,907718	,010	6,84559	69,31768
	3	13,966248 <sup>*</sup>	4,857709	,026	1,22362	26,70887
	4	20,510204	8,089701	,062	-,71051	41,73092
3	1	24,115385	12,207795	,206	-7,90781	56,13858
	2	-13,966248 <sup>*</sup>	4,857709	,026	-26,70887	-1,22362
	4	6,543956	8,525244	,869	-15,81926	28,90717
4	1	17,571429	13,815795	,583	-18,66984	53,81269
	2	-20,510204	8,089701	,062	-41,73092	-,71051
	3	-6,543956	8,525244	,869	-28,90717	15,81926

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

# ANEXOS

## Comparaciones múltiples<sup>a</sup>

### MORTALIDAD

HSD de Tukey

(I) RODAL	(J) RODAL	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-38,081633*	11,907718	,010	-69,31768	-6,84559
	3	-24,115385	12,207795	,206	-56,13858	7,90781
	4	-17,571429	13,815795	,583	-53,81269	18,66984
2	1	38,081633*	11,907718	,010	6,84559	69,31768
	3	13,966248*	4,857709	,026	1,22362	26,70887
	4	20,510204	8,089701	,062	-,71051	41,73092
3	1	24,115385	12,207795	,206	-7,90781	56,13858
	2	-13,966248*	4,857709	,026	-26,70887	-1,22362
	4	6,543956	8,525244	,869	-15,81926	28,90717
4	1	17,571429	13,815795	,583	-18,66984	53,81269
	2	-20,510204	8,089701	,062	-41,73092	-,71051
	3	-6,543956	8,525244	,869	-28,90717	15,81926

a. MEDICIÓN = 4

### Subconjuntos homogéneos

### MORTALIDAD<sup>c</sup>

HSD de Tukey

RODAL	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
1	3	22,00000	
4	7	39,57143	39,57143
3	26	46,11538	46,11538
2	49		60,08163
Sig.		,100	,204

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.


c. MEDICIÓN = 4

## 7.4 Análisis de la ejecución entre parcelas de ejecución. Parcelas de contraste y repoblación

ANOVA.

### Prueba de homogeneidad de varianzas(a,b)

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Alcorque	36,655	1	20	,000
Verticalidad cepellón	4,949	1	20	,038
Resistencia extracción	3,169	1	20	,090
Tempero suelo	7,787	1	20	,011
m bajo rasante terreno	3,057	1	28	,091

a No es posible realizar la prueba de homogeneidad de varianzas para Prof\_hoyo porque sólo un grupo tiene una varianza calculada.

b No es posible realizar la prueba de homogeneidad de varianzas para profundidad suelo porque sólo un grupo tiene una varianza calculada.

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Alcorque	Inter-grupos	,022	1	,022	1,591	,222
	Intra-grupos	,276	20	,014		
	Total	,298	21			
Verticalidad cepellón	Inter-grupos	145,739	1	145,739	3,239	,087
	Intra-grupos	900,000	20	45,000		
	Total	1045,739	21			
Resistencia extracción	Inter-grupos	,022	1	,022	,675	,421
	Intra-grupos	,651	20	,033		
	Total	,673	21			
Tempero suelo	Inter-grupos	,237	1	,237	1,939	,179
	Intra-grupos	2,447	20	,122		
	Total	2,685	21			
Prof_hoyo	Inter-grupos	21,920	1	21,920	,598	,447
	Intra-grupos	805,913	22	36,632		
	Total	827,833	23			
m bajo rasante terreno	Inter-grupos	4,576	1	4,576	,250	,621
	Intra-grupos	513,264	28	18,331		
	Total	517,840	29			
profundidad suelo	Inter-grupos	17,024	1	17,024	,393	,537
	Intra-grupos	953,350	22	43,334		

## ANEXOS

Total	970,374	23			
-------	---------	----	--	--	--

### 7.5 Análisis de la mortalidad y ejecución. Parcelas de contraste y repoblación

ANOVA

#### Prueba de homogeneidad de varianzas

MORTALIDAD

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
3,186	1	350	,075

ANOVA

MORTALIDAD

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1092,862	1	1092,862	1,702	,193
Intra-grupos	224737,637	350	642,108		
Total	225830,499	351			

### 7.6 Análisis factorial de las variables de ejecución. Componentes Principales.

#### Comunalidades

	Inicial	Extracción
Alcorque	1,000	,837
Verticalidad cepellón	1,000	,714
Resistencia extracción	1,000	,866
Tempero suelo	1,000	,673
Fecha Plantación	1,000	,754
Prof_hoyo	1,000	,592
AVR_DENS_PLANT	1,000	,433

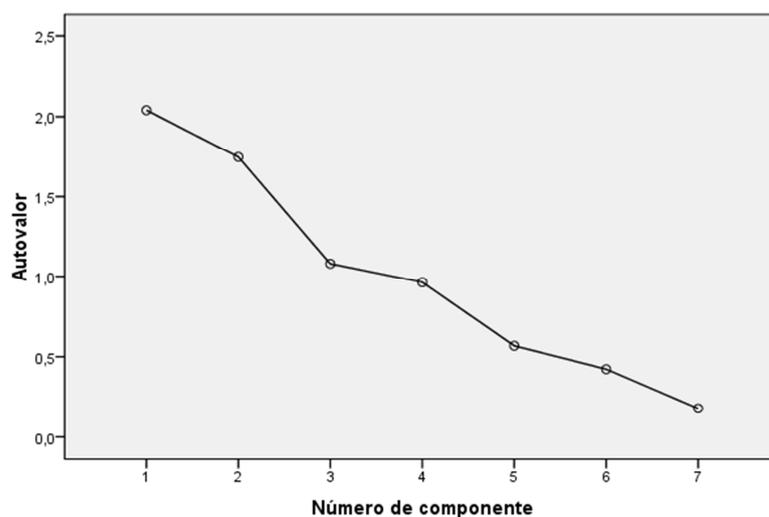
Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Varianza total explicada

Compo nente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
	1	2,041	29,152	29,152	2,041	29,152	29,152	2,020	28,862
2	1,748	24,972	54,123	1,748	24,972	54,123	1,733	24,755	53,617
3	1,080	15,422	69,546	1,080	15,422	69,546	1,115	15,929	69,546
4	,963	13,752	83,297						
5	,568	8,119	91,416						
6	,423	6,037	97,454						
7	,178	2,546	100,000						

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Gráfico de sedimentación



Matriz de componentes<sup>a</sup>

	Componente		
	1	2	3
Resistencia extracción	,923		
Verticalidad cepellón	,800		,235
AVR_DENS_PLANT	-,614		
Fecha Plantación	,259	,829	
Tempero suelo	-,248	,782	

## ANEXOS

Alcorque		-,444	,779
Prof_hoyo		-,437	-,624

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 3 componentes extraídos

**Matriz de componentes rotados<sup>a</sup>**

	Componente		
	1	2	3
Resistencia extracción	,930		
Verticalidad cepellón	,821		
AVR_DENS_PLANT	-,594	,212	
Fecha Plantación	,234	,824	
Tempero suelo	-,267	,772	
Alcorque		-,323	,854
Prof_hoyo		-,525	-,562

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 4 iteraciones.

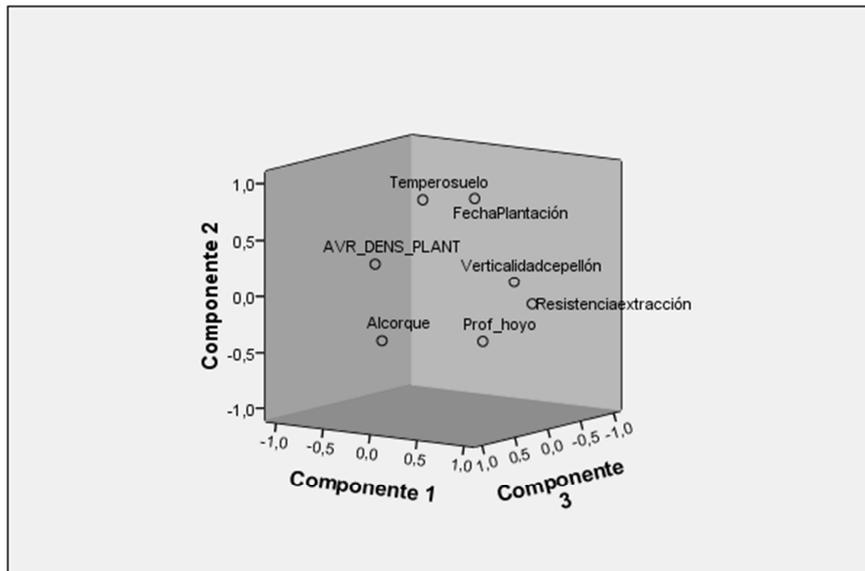
**Matriz de transformación de las componentes**

Componente	1	2	3
1	,989	,008	-,147
2	-,030	,989	-,148
3	,144	,151	,978

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Gráfico de componentes en espacio rotado



Matriz de coeficientes para el cálculo de las puntuaciones en las componentes

	Componente		
	1	2	3
Alcorque	,024	-,143	,756
Verticalidad cepellón	,417	,114	,143
Resistencia extracción	,462	-,008	,033
Tempero suelo	-,132	,442	-,041
Fecha Plantación	,114	,472	-,074
Prof_hoyo	-,024	-,334	-,536
AVR_DENS_PLANT	-,284	,128	,143

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Puntuaciones de componentes.

Matriz de covarianza de las puntuaciones de las componentes

Componente	1	2	3
1	1,000	,000	,000

## ANEXOS

2	,000	1,000	,000
3	,000	,000	1,000

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Puntuaciones de componentes.

### 7.7 Análisis factorial de las variables ecológicas. Componentes Principales.

	Inicial	Extracción
% M.O.	1,000	,458
% Arcilla	1,000	,869
% Limo	1,000	,937
% Arena	1,000	,883
ORIENTACIÓN CORREGIDA	1,000	,495
Pte_ CORREGIDA	1,000	,841
Pedregosidad	1,000	,227
profundidad suelo	1,000	,541
Cobertura	1,000	,191
Hum_F	1,000	,156
Hum_D	1,000	,511

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

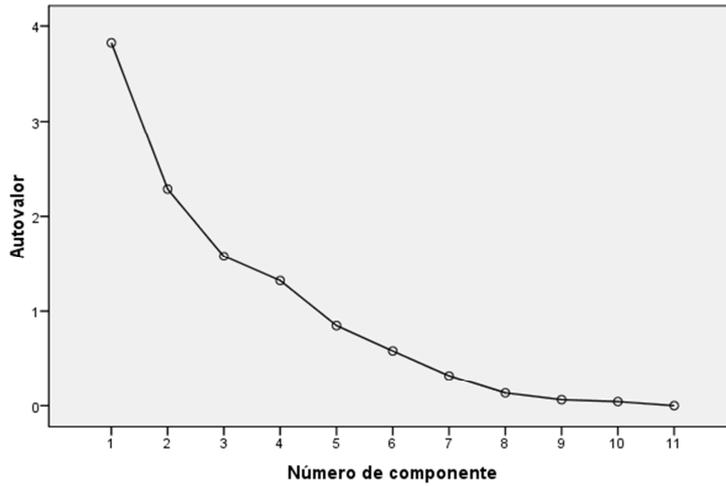
#### Varianza total explicada

Compo nente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,824	34,768	34,768	3,824	34,768	34,768	3,139	28,540	28,540
2	2,285	20,777	55,544	2,285	20,777	55,544	2,970	27,004	55,544
3	1,578	14,345	69,890						
4	1,320	12,002	81,891						
5	,848	7,712	89,604						
6	,583	5,297	94,900						
7	,321	2,918	97,819						
8	,135	1,225	99,044						
9	,063	,573	99,617						

10	,042	,383	100,000					
11	-1,728E-16	-1,570E-15	100,000					

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Gráfico de sedimentación



Matriz de componentes<sup>a</sup>

	Componente	
	1	2
Pte_ CORREGIDA	-,901	
% Limo	,860	-,444
% Arcilla	-,813	-,457
Hum_D	,663	-,267
ORIENTACIÓN CORREGIDA	,564	,421
profundidad suelo	,541	,498
Cobertura	,386	,204
Hum_F	,364	
% Arena		,936
% M.O.	,409	-,539
Pedregosidad	-,324	-,350

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

a. 2 componentes extraídos

## ANEXOS

**Matriz de componentes rotados<sup>a</sup>**

	Componente	
	1	2
% Limo	,937	,243
Pte_ CORREGIDA	-,785	-,474
% Arena	-,688	,640
Hum_D	,672	,244
% M.O.	,664	
Hum_F	,374	
% Arcilla	-,301	-,882
profundidad suelo		,732
ORIENTACIÓN CORREGIDA		,690
Pedregosidad		-,477
Cobertura		,410

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

a. La rotación ha convergido en 3 iteraciones.

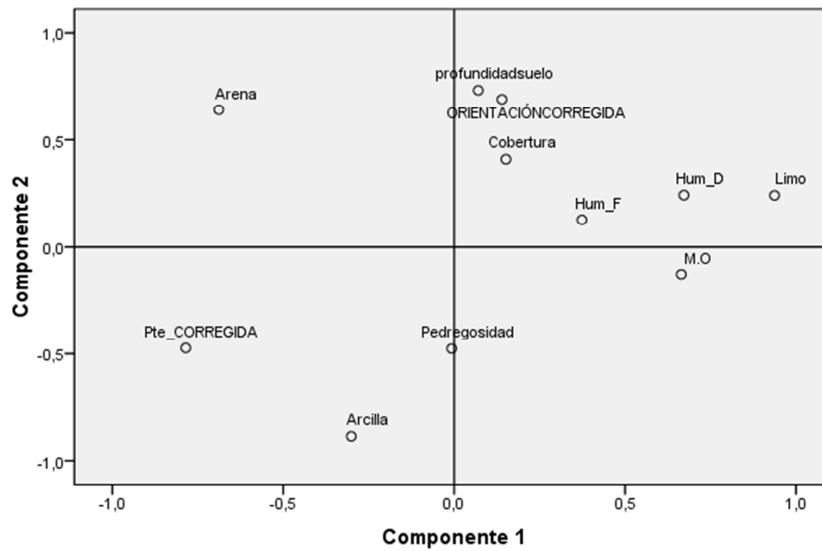
**Matriz de transformación de las  
componentes**

Componente	1	2
1	,745	,667
2	-,667	,745

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Gráfico de componentes en espacio rotado



Matriz de coeficientes para el cálculo de las puntuaciones en las componentes

	Componente	
	1	2
% M.O.	,237	-,104
% Arcilla	-,025	-,291
% Limo	,297	,005
% Arena	-,290	,290
ORIENTACIÓN CORREGIDA	-,013	,236
Pte_ CORREGIDA	-,225	-,101
Pedregosidad	,039	-,171
profundidad suelo	-,040	,257
Cobertura	,016	,134
Hum_F	,116	,014
Hum_D	,207	,029

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Puntuaciones de componentes.

## ANEXOS

### Matriz de covarianza de las puntuaciones de las componentes

Componente	1	2
1	1,000	,000
2	,000	1,000

Método de extracción: Análisis de componentes principales.

Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.

Puntuaciones de componentes.

## 7.8 Analisis de correlaciones

## 7.8.1 Supervivencia final con variables de calidad de estación

		SUP. FINAL	% M.O.	% ARCILLA	% LIMO	% ARENA	PROFUNDIDAD SUELO	PENDIENTE	ORIENTACION	HUM_D	HUM_F	COBERTURA
SUPERVIVENCIA FINAL (4)	Correlación de Pearson	1,000	,029	-,180	-,090	,264	,121	,331	-,078	-,198	,113	,404 <sup>*</sup>
	Sig. (bilateral)	,882	,505	,742	,324	,574	,074	,681	,295	,551	,027	
	N	30	28	16	16	16	24	30	30	30	30	30
% M.O.	Correlación de Pearson	,029	1,000	-,131	,241	-,111	,171	,237	,103	-,138	-,141	-,032
	Sig. (bilateral)	,882	,628	,369	,683	,447	,225	,601	,484	,475	,871	
	N	28	28	16	16	16	22	28	28	28	28	28
% ARCILLA	Correlación de Pearson	-,180	-,131	1,000	-,481	-,495	-,631 <sup>*</sup>	,245	-,269	-,176	-,286	-,394
	Sig. (bilateral)	,505	,628	,059	,051	,037	,361	,315	,513	,282	,131	
	N	16	16	16	16	16	11	16	16	16	16	16
% LIMO	Correlación de Pearson	-,090	,241	-,481	1,000	-,524 <sup>*</sup>	,327	-,609 <sup>*</sup>	,024	,521 <sup>+</sup>	,358	,176
	Sig. (bilateral)	,742	,369	,059	,037	,326	,012	,931	,038	,174	,514	
	N	16	16	16	16	16	11	16	16	16	16	16
% ARENA	Correlación de Pearson	,264	-,111	-,495	-,524 <sup>*</sup>	1,000	,295	,366	,238	-,345	-,076	,208
	Sig. (bilateral)	,324	,683	,051	,037	,379	,164	,376	,190	,778	,439	
	N	16	16	16	16	16	11	16	16	16	16	16
PROFUNDIDAD SUELO	Correlación de Pearson	,121	,171	-,631 <sup>*</sup>	,327	,295	1,000	,343	,136	-,358	-,348	-,125
	Sig. (bilateral)	,574	,447	,037	,326	,379	,101	,527	,085	,096	,562	
	N	24	22	11	11	11	24	24	24	24	24	24
PENDIENTE	Correlación de Pearson	,331	,237	,245	-,609 <sup>*</sup>	,366	,343	1,000	-,125	-,308	-,197	,053
	Sig. (bilateral)	,074	,225	,361	,012	,164	,101	,511	,098	,297	,780	
	N	30	28	16	16	16	24	30	30	30	30	30
ORIENTACION	Correlación de Pearson	-,078	,103	-,269	,024	,238	,136	-,125	1,000	-,261	-,459 <sup>*</sup>	-,389 <sup>*</sup>
	Sig. (bilateral)	,681	,601	,315	,931	,376	,527	,511	,163	,011	,033	
	N	30	28	16	16	16	24	30	30	30	30	30
HUM_D	Correlación de Pearson	-,198	-,138	-,176	,521 <sup>+</sup>	-,345	-,358	-,308	-,261	1,000	,612 <sup>**</sup>	,357
	Sig. (bilateral)	,295	,484	,513	,038	,190	,085	,098	,163	,000	,052	
	N	30	28	16	16	16	24	30	30	30	30	30
HUM_F	Correlación de Pearson	,113	-,141	-,286	,358	-,076	-,348	-,197	-,459 <sup>*</sup>	,612 <sup>**</sup>	1,000	,523 <sup>**</sup>
	Sig. (bilateral)	,551	,475	,282	,174	,778	,096	,297	,011	,000	,003	
	N	30	28	16	16	16	24	30	30	30	30	30
COBERTURA	Correlación de Pearson	,404 <sup>*</sup>	-,032	-,394	,176	,208	-,125	,053	-,389 <sup>*</sup>	,357	,523 <sup>**</sup>	1,000
	Sig. (bilateral)	,027	,871	,131	,514	,439	,562	,780	,033	,052	,003	
	N	30	28	16	16	16	24	30	30	30	30	30

ANEXOS

		MORT.4	MORT. 3	ORIENTACIÓN CORREGIDA	PTE. CORREGIDA	PEDREGOSIDAD	HUM_D	HUM_F	PROFUNDIDAD SUELO	COBERTURA
MORT.4	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1,000 30	,695** 30	,078 30	-,331 30	-,006 30	,198 30	-,113 30	-,121 24	-,404* 30
MORT. 3	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,695** 30	1,000 30	,241 30	-,420* 30	,015 30	,480** 30	,006 30	-,190 24	-,243 30
ORIENTACIÓN CORREGIDA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,078 30	,241 30	1,000 30	-,125 30	-,067 30	-,261 30	-,459* 30	,136 24	-,389* 30
PENDIENTE	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,331 30	-,420* 30	-,125 30	1,000 30	-,048 30	-,308 30	-,197 30	,343 24	,053 30
PEDREGOSIDAD	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,006 30	,015 30	-,067 30	-,048 30	1,000 30	-,145 30	-,222 30	-,112 24	-,099 30
HUM_D	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,198 30	,480** 30	-,261 30	-,308 30	-,145 30	1,000 30	,612** 30	-,358 24	,357 30
HUM_F	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,113 30	,006 30	-,459* 30	-,197 30	-,222 30	,612** 30	1,000 30	-,348 24	,523** 30
PROFUNDIDAD SUELO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,121 24	-,190 24	,136 24	,343 24	-,112 24	-,358 24	-,348 24	1,000 24	-,125 24
COBERTURA	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,404* 30	-,243 30	-,389* 30	,053 30	-,099 30	,357 30	,523** 30	-,125 24	1,000 30

7.8.2 Mortalidades con variables de calidad de estación y especies vegetales principales

		Cobertura	Rosm offi	Brac retu	Quer coec	Ulex parv	Quer ilex	Cist clus	Thym vulg	Cist albi	Stip offn	Pinu hale	Juni oxyc	Heli mari	Bupl frut
MORT. 3	Correlación de Pearson	-,243	,118	-,405 <sup>*</sup>	,266	-,173	-,370 <sup>*</sup>	,388 <sup>*</sup>	-,117	,019	,106	-,484 <sup>**</sup>	,133	,198	,047
	Sig. (bilateral)	,197	,536	,027	,156	,360	,044	,034	,537	,922	,576	,007	,484	,293	,804
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MORT.4	Correlación de Pearson	-,404 <sup>*</sup>	,119	-,449 <sup>*</sup>	,074	-,264	-,310	,173	,131	-,175	,182	-,452 <sup>*</sup>	,076	-,024	-,154
	Sig. (bilateral)	,027	,530	,013	,699	,158	,095	,359	,491	,356	,335	,012	,690	,900	,416
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
% M.O.	Correlación de Pearson	-,032	,340	-,188	-,173	,245	-,533 <sup>**</sup>	,088	,065	,215	-,324	,062	-,347	-,300	-,167
	Sig. (bilateral)	,871	,077	,338	,380	,208	,004	,657	,744	,271	,093	,752	,071	,121	,395
	N	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
ORIENTACIÓN CORREGIDA	Correlación de Pearson	-,389 <sup>*</sup>	,143	-,465 <sup>**</sup>	-,066	-,049	-,078	,217	,046	-,096	,098	-,364 <sup>*</sup>	-,266	,201	-,300
	Sig. (bilateral)	,033	,451	,010	,729	,796	,682	,249	,811	,613	,605	,048	,156	,286	,107
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
PTE_CORREGIDA	Correlación de Pearson	,053	,059	,083	-,239	,440 <sup>*</sup>	-,067	-,131	-,029	-,078	-,129	,183	-,052	,049	-,128
	Sig. (bilateral)	,780	,757	,662	,204	,015	,725	,489	,878	,683	,497	,333	,783	,798	,501
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
PEDREGOSIDAD	Correlación de Pearson	-,099	-,408 <sup>*</sup>	,202	-,166	,002	,026	-,012	,413 <sup>*</sup>	,215	-,045	-,246	,000	-,252	,193
	Sig. (bilateral)	,604	,025	,284	,379	,990	,892	,950	,023	,253	,813	,191	1,000	,180	,307
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
AVR_DENS_PLAN T	Correlación de Pearson	-,249	-,190	-,243	,013	,407 <sup>*</sup>	-,205	,003	-,240	,097	-,066	,017	,025	,033	-,172
	Sig. (bilateral)	,185	,315	,196	,944	,025	,278	,987	,201	,611	,727	,930	,895	,863	,363
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
PROFUNDIDAD SUELO	Correlación de Pearson	-,125	,106	-,156	-,192	,201	,050	-,206	-,160	-,047	-,010	-,040	-,095	,104	-,072
	Sig. (bilateral)	,562	,622	,466	,368	,346	,818	,333	,455	,826	,961	,854	,660	,629	,740
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
HUM_D	Correlación de Pearson	,357	,214	,130	,365 <sup>*</sup>	-,090	-,021	-,135	-,389 <sup>*</sup>	,246	,218	-,035	,359	,185	,104
	Sig. (bilateral)	,052	,257	,494	,048	,637	,912	,476	,034	,190	,248	,853	,051	,328	,584
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
HUM_F	Correlación de Pearson	,523 <sup>**</sup>	,256	,209	,320	-,007	,266	-,196	-,392 <sup>*</sup>	,239	,013	,272	,168	,073	,128
	Sig. (bilateral)	,003	,172	,269	,085	,971	,155	,298	,032	,203	,944	,146	,374	,703	,501
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

ANEXOS

7.8.3 Mortalidad con las variables calidad ejecución

		MORT.3	MORT.4	ALCORQUE	VERTICALIDAD D CEPELLÓN	RESISTENCIA EXTRACCIÓN	TEMPERO SUELO	FECHA PLANTACIÓN	DENSIDAD DE PLANTACIÓN	PROFUNDIDAD D HOYO
MORT.3	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	1,000  30	,695**  30	,518°  22	-,053  22	-,135  22	,189  22	-,263  30	-,102  30	-,193  24
MORT.4	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,695**  30	1,000  30	,114  22	,165  22	,068  22	,194  22	-,170  30	-,160  30	-,030  24
ALCORQUE	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,518°  22	,114  22	1,000  22	,101  22	-,032  22	,048  22	-,275  22	,277  22	-,088  18
VERTICALIDAD D CEPELLÓN	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,053  22	,165  22	,101  22	1,000  22	,703**  22	,111  22	,283  22	,027  22	,048  18
RESISTENCIA EXTRACCIÓN	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,135  22	,068  22	-,032  22	,703**  22	1,000  22	-,247  22	,291  22	-,219  22	,103  18
TEMPERO SUELO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	,189  22	,194  22	,048  22	,111  22	-,247  22	1,000  22	,242  22	,298  22	-,187  18
FECHA PLANTACIÓN	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,263  30	-,170  30	-,275  22	,283  22	,291  22	,242  22	1,000  30	,047  30	-,349  24
DENSIDAD PLANTACIÓN	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,102  30	-,160  30	,277  22	,027  22	-,219  22	,298  22	,047  30	1,000  30	,374  24
PROFUNDIDAD D HOYO	Correlación de Pearson Sig. (bilateral) N	-,193  24	-,030  24	-,088  18	,048  18	,103  18	-,187  18	-,349  24	,374  24	1,000  24

7.8.4 Crecimientos con variables de calidad de estación

		CREC_H_PIH A_I_4	CREC_D_PIH A_I_4	CREC_H_PIP R_I_4	CREC_D_PIP R_I_4	CREC_R_H_P IHA_I_4	CREC_R_D_P IHA_I_4	CREC_R_H_P IPR_I_4	CREC_R_D_P IPR_I_4
MORT.4	Correlación de Pearson	-0,103	-0,274	0,099	-,443(*)	-0,295	-0,169	0,099	-,443(*)
	Sig. (bilateral)	0,608	0,167	0,669	0,044	0,135	0,400	0,669	0,044
	N	27	27	21	21	27	27	21	21
% M.O.	Correlación de Pearson	0,128	0,048	0,005	-0,332	0,017	0,070	0,005	-0,332
	Sig. (bilateral)	0,543	0,818	0,981	0,142	0,937	0,738	0,981	0,142
	N	25	25	21	21	25	25	21	21
% ARCILLA	Correlación de Pearson	-0,282	0,370	-,560(*)	-0,054	-0,294	0,490	-,560(*)	-0,054
	Sig. (bilateral)	0,308	0,174	0,047	0,861	0,287	0,064	0,047	0,861
	N	15	15	13	13	15	15	13	13
% LIMO	Correlación de Pearson	0,272	-0,117	0,031	-0,310	0,079	-0,070	0,031	-0,310
	Sig. (bilateral)	0,327	0,679	0,919	0,302	0,778	0,804	0,919	0,302
	N	15	15	13	13	15	15	13	13
% ARENA	Correlación de Pearson	0,006	-0,189	0,364	0,276	0,160	-0,313	0,364	0,276
	Sig. (bilateral)	0,982	0,500	0,222	0,361	0,569	0,255	0,222	0,361
	N	15	15	13	13	15	15	13	13
PROF_HOYO	Correlación de Pearson	0,292	0,109	-0,196	-,509(*)	0,244	0,106	-0,196	-,509(*)
	Sig. (bilateral)	0,198	0,639	0,452	0,037	0,286	0,649	0,452	0,037
	N	21	21	17	17	21	21	17	17
ORIENTACIÓN CORREGIDA	Correlación de Pearson	0,258	-0,305	0,055	-0,052	0,174	-0,281	0,055	-0,052
	Sig. (bilateral)	0,194	0,121	0,814	0,824	0,387	0,156	0,814	0,824
	N	27	27	21	21	27	27	21	21
PTE_ CORREGIDA	Correlación de Pearson	-0,030	0,256	-0,124	0,018	0,087	0,215	-0,124	0,018
	Sig. (bilateral)	0,884	0,197	0,593	0,940	0,667	0,282	0,593	0,940
	N	27	27	21	21	27	27	21	21
PEDREGOSIDAD	Correlación de Pearson	0,061	-,429(*)	-0,253	0,401	-0,047	-,492(**)	-0,253	0,401
	Sig. (bilateral)	0,762	0,026	0,269	0,072	0,816	0,009	0,269	0,072
	N	27	27	21	21	27	27	21	21
PROFUNDIDAD SUELO	Correlación de Pearson	0,286	0,058	-0,211	-0,442	0,289	0,043	-0,211	-0,442
	Sig. (bilateral)	0,209	0,802	0,416	0,076	0,203	0,852	0,416	0,076
	N	21	21	17	17	21	21	17	17
HUM_D	Correlación de Pearson	-0,332	-0,221	0,090	-0,048	-0,328	-0,206	0,090	-0,048
	Sig. (bilateral)	0,090	0,268	0,699	0,835	0,095	0,303	0,699	0,835
	N	27	27	21	21	27	27	21	21
HUM_F	Correlación de Pearson	-0,125	-0,121	0,268	0,182	-0,074	-0,156	0,268	0,182
	Sig. (bilateral)	0,534	0,547	0,240	0,430	0,716	0,437	0,240	0,430
	N	27	27	21	21	27	27	21	21
COBERTURA	Correlación de Pearson	-0,274	-0,058	0,286	-,484(*)	-0,015	-0,159	0,286	-,484(*)
	Sig. (bilateral)	0,167	0,773	0,209	0,026	0,942	0,429	0,209	0,026
	N	27	27	21	21	27	27	21	21