

# Parcela de experimentación de clones de chopos ZA-3 Manganese de la Polvorosa

Jesús Rueda  
Carlos Villar

2015



**Junta de  
Castilla y León**

Consejería de Fomento y Medio Ambiente  
Dirección General del Medio Natural

© Junta de Castilla y León.

Este documento ha sido elaborado por técnicos de la Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Su contenido no es vinculante para el posicionamiento institucional de la Junta de Castilla y León.

Cita recomendada: Rueda J., Villar C., (2015). Parcela de experimentación de clones de chopos ZA-3 Manganeses de la Polvorosa. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid. 39 pp.

# Índice

<b>Introducción</b> .....	5
<b>I. Datos generales</b> .....	5
1. Datos del medio .....	5
1.1. Localización y superficies .....	5
1.2. Datos administrativos .....	6
1.3. Clima .....	6
1.4. Suelo .....	6
1.5. Vegetación .....	8
2. Datos del ensayo .....	8
2.1. Diseño estadístico .....	8
2.2. Clones ensayados .....	8
2.3. Plantación .....	8
2.4. Marras .....	9
2.5. Cuidados culturales .....	9
<b>II. Resultados en 2012</b> .....	10
3. Diámetro normal .....	10
3.1. Resultados .....	10
3.2. Serie de diámetros normales .....	10
3.3. Rangos de los diámetros normales y árboles de mayor y de menor diámetro normal .....	11
3.4. Relación diámetro normal/edad .....	12
4. Altura total .....	14
4.1. Serie de alturas totales .....	14
4.2. Relación altura total/diámetro normal .....	14
5. Volumen con corteza .....	15
6. Productividad .....	16
7. Turno de máxima renta en especie .....	16
<b>III. Resultados en 2015</b> .....	16
8. Diámetro normal .....	16
8.1. Resultados .....	16
8.2. Serie de diámetros normales .....	17
8.3. Rangos de los diámetros normales y árboles de mayor y de menor diámetro normal .....	18
8.4. Relación diámetro normal/edad .....	19
9. Altura total .....	19
9.1. Resultados .....	20
9.2. Serie de alturas totales .....	20
9.3. Rangos de las alturas y árboles de mayor y de menor altura total .....	21
9.4. Relación altura total/diámetro normal .....	22

10. Volumen con corteza .....	22
10.1. Resultados .....	22
10.2. Rangos de los volúmenes y árboles de mayor y de menor volumen ...	23
10.3. Relación volumen/diámetro normal .....	24
10.4. Relación volumen/diámetro normal y altura total .....	24
11. Coeficiente mórfico .....	25
12. Productividad .....	25
13. Turno de máxima renta en especie .....	26
<b>V. Comentarios</b> .....	26
<b>Anexo I. Localización de la parcela</b> .....	29
<b>Anexo II. Análisis del suelo</b> .....	30
<b>Anexo III. Esquema de la parcela</b> .....	31
<b>Anexo IV. Identificación de los clones</b> .....	32
<b>Anexo V. Tablas de cubicación</b> .....	33
<b>Agradecimientos</b> .....	38

## Introducción

La parcela ZA-3 “Manganeses de la Polvorosa” fue establecida en marzo de 1997, bajo la dirección técnica de la Administración de la Junta de Castilla y León, en el marco de una plantación de chopos de producción en la provincia de Zamora. El objetivo de su instalación fue el estudio del comportamiento de 6 clones de chopos de entre los que se consideraba que podrían resultar interesantes, o que ya lo eran, para la populicultura de Castilla y León; dos de estos clones nunca habían sido ensayados en la zona. La parcela formaba parte de una red de ensayos distribuidos por toda la región, que pretende ahondar en el conocimiento de diferentes clones de chopos en busca de alternativas al clon ‘I-214’ cuando sea conveniente, que ha sido prácticamente el único clon empleado en las plantaciones de chopos gestionadas o promovidas por la Junta de Castilla y León.

La plantación sufrió los efectos de dos incendios en mayo de 2011 y junio de 2012, que provocaron la corta anticipada de una parte de la chopera en 2013, cuando los árboles tenían 16 años de edad, y afectó a dos unidades experimentales del ensayo. Las demás unidades experimentales fueron aprovechadas en 2015, habiendo cumplido la chopera entonces 18 períodos vegetativos.

Cada año, entre la plantación y el aprovechamiento respectivo, se midió, durante la época de parada vegetativa, la circunferencia normal de todos los árboles controlados en la parcela y la altura total de una muestra de ellos. Durante los aprovechamientos, tanto en 2013 como en 2015, se hicieron las oportunas mediciones finales para completar el estudio de la comparación del comportamiento de los clones.

Después de la reseña de unos datos generales, en este informe se considera en primer lugar la totalidad de la parcela con los seis clones establecidos hasta el año en que se realizó la primera corta. En una segunda parte, se estudia la comparación entre los cuatro clones que no sufrieron la pérdida de unidades experimentales por causa de los incendios.

## I. Datos generales

### 1. Datos del medio

#### 1.1. Localización y superficies

La parcela de experimentación se ha localizado en una plantación del clon ‘I-214’. Para el cálculo de la superficie del ensayo, se considera que éste ha constado de todos los árboles incluidos en las unidades experimentales, más dos líneas de árboles de ‘I-214’ que rodea el conjunto. Los datos de su localización y superficies son los siguientes:

Monte: El Puente y Otros

Término municipal: Manganeses de la Polvorosa

Comarca: Benavente y los Valles

Provincia: Zamora

Coordenadas UTM (ETRS89 30N): x 273531 / y 4657020

Altitud: 712 m

Cuenca: Órbigo

Curso de agua: Órbigo, margen izquierda

Superficie de la plantación: 17,94 ha

Superficie del ensayo: 2,11 ha

En el anexo I se presenta la localización de la parcela de ensayo.

### **1.2. Datos administrativos**

Monte convenido con número de elenco 9258027. El 8 de octubre de 1996 se firmó el convenio con el Ayuntamiento de Manganeses de la Polvorosa, propietario de los terrenos, que afectó a una superficie de 29,3 ha. En 1999 la superficie se amplió en 11,95 ha y en 2000 hubo una nueva ampliación de 11,85 ha. En 2002 se produjo una rescisión parcial anticipada en una superficie de 0,94 ha. En 2003 se realizó una nueva ampliación de 3,43 ha. En 2008 tuvo lugar la última ampliación del convenio hasta una superficie total de 75,38 ha.

Por resolución de la Dirección General del Medio Natural de 22 de octubre de 2007 se aprobó el plan técnico del monte, produciéndose posteriormente la adhesión al procedimiento de certificación de gestión forestal sostenible por el sistema PFC.

### **1.3. Clima**

El clima en la comarca es mediterráneo continentalizado, con una temperatura media anual de 11,9 °C. Los inviernos son muy fríos, siendo enero el mes más frío con temperatura media de 3,6 °C. Los veranos son calurosos, siendo julio el mes más cálido, con temperatura media de 20,9 °C. Hay una gran frecuencia de heladas invernales, produciéndose incluso en primavera.

La precipitación media anual es de 449 mm. La distribución de las precipitaciones a lo largo del año es bastante equilibrada, exceptuándose los meses de julio y agosto, en los que son más escasas. El mes más seco es julio, con 16 mm. El mes que tiene las mayores precipitaciones es noviembre, con 56 mm.

### **1.4. Suelo**

En el anexo II se recogen los resultados de los análisis realizados para el suelo de la parcela que ha sustentado el ensayo. Los datos de estos resultados corresponden a cuatro muestras (muestra 1A, muestra 1B, muestra 2A y muestra 2B), constituidas por una mezcla de tierras de los 50 centímetros superiores del suelo. Las características de este suelo se resumen en la siguiente tabla.

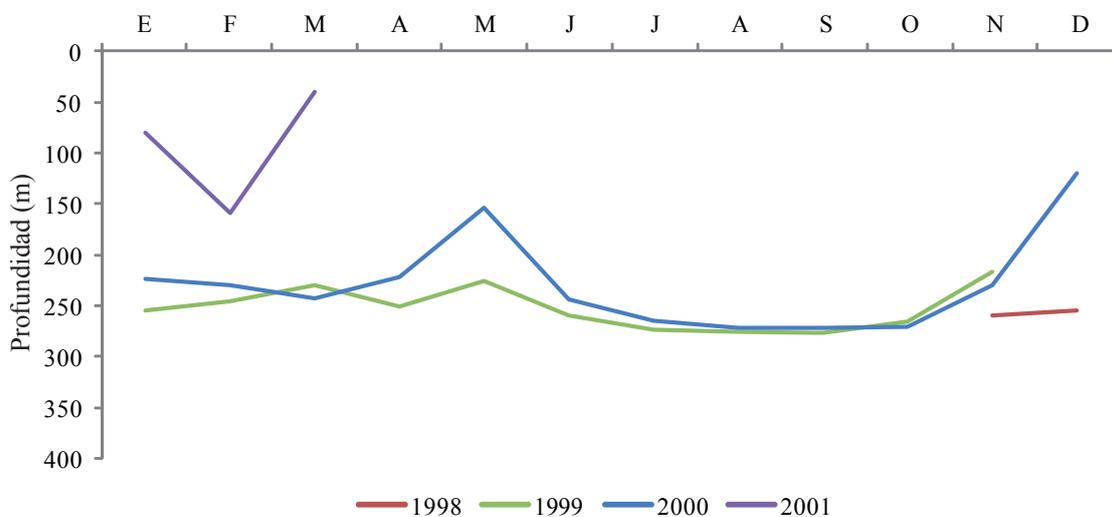
**Tabla 1.** Características del suelo

Textura	Arenosa, localmente franco-arenosa
Elementos gruesos	Perfil con elevada pedregosidad a partir de 1,40 m de profundidad. En superficie es moderadamente pedregoso, heterogéneo
pH	Neutro
Carbonatos	Sin carbonatos
Nivel de nutrientes	Bajo, localmente medio
Profundidad de la capa freática	Media (2,90 m)

En el centro de la parcela de ensayo se instaló un tubo de drenaje de PVC, de 110 mm de diámetro, en posición vertical, que permitió controlar la profundidad de la capa freática durante un cierto período. Los datos disponibles de estas mediciones, tomadas el día 15 de cada mes, se muestran en la tabla 2 y en la figura 1.

**Tabla 2.** Profundidad de la capa freática (cm)

Mes	1998	1999	2000	2001
Enero		255	224	80
Febrero		246	230	159
Marzo		230	243	40
Abril		251	222	
Mayo		226	154	
Junio		260	244	
Julio		274	265	
Agosto		276	272	
Septiembre		277	272	
Octubre		266	271	
Noviembre	260	217	230	
Diciembre	255		120	

**Figura 1.** Profundidad de la capa freática

## 1.5. Vegetación

La vegetación ripícola de la zona está constituida por diversas especies de sauces (*Salix* spp.), encontrándose también rodales de álamo (*Populus alba*), fresnos de hoja estrecha (*Fraxinus angustifolia*) y humeros o alisos (*Alnus glutinosa*).

## 2. Datos del ensayo

### 2.1. Diseño estadístico

La parcela de experimentación se estableció con un diseño de bloques completos al azar, con 2 bloques de 6 unidades experimentales cada uno; en total, se componía de 12 unidades experimentales. Cada unidad experimental constaba de 25 árboles del mismo clon dispuestos en cuadrado de 5x5, midiéndose anualmente la circunferencia normal de los 9 árboles que constituían el núcleo central de la unidad y la altura total del árbol del centro. Las unidades experimentales y los bloques estaban separados entre sí por una línea de I-214. La variable controlada ha sido, por tanto, la circunferencia normal.

En el anexo III figura el esquema de la parcela.

### 2.2. Clones ensayados

Los clones ensayados se presentan en la tabla 3. Todos los clones pertenecen al híbrido *Populus x euramericana* (Dode) Guinier = *Populus x canadensis* Moench (*P. deltoides* Marsh. x *P. nigra* L.). Los plantones estaban formados por tallos de 2 años, cortados de raíz de 2 años. Hay que señalar que la procedencia de los clones no es la misma en todos ellos, teniendo su origen en el vivero de Poloni (Francia), el vivero de la Junta de Castilla y León en Villafer (León) y el vivero de la Confederación Hidrográfica del Duero en Pollos (Valladolid). En el resto de la plantación se utilizó el clon 'I-214', suministrado por el vivero de Villafer.

**Tabla 3.** Clones ensayados

Especie	Clon	Tipo de planta	Procedencia
<i>P. x euramericana</i>	Hees	R2T2	Francia
	I-214	R2T2	Villafer
	Koster	R2T2	Francia
	Luisa Avanzo	R2T2	Villafer
	MC	R2T2	Pollos
	NNDv	R2T2	Pollos

En el momento de la instalación del ensayo, los seis clones utilizados estaban considerados diferentes entre sí. Posteriormente, mediante el empleo de técnicas de análisis con marcadores moleculares, se ha comprobado la identidad entre los clones 'MC' y 'NNDv'. En el informe que aquí se presenta sobre la comparación del comportamiento de los clones, se ha mantenido la diferencia entre ellos en cuanto a las mediciones efectuadas y los cálculos realizados a partir de éstas.

### 2.3. Plantación

La plantación se realizó con un método y un tipo de maquinaria ampliamente conocidos y empleados en la zona.

Método: Ahoyado a raíz profunda con retroexcavadora

Profundidad: 2,40-2,90 m

Espaciamiento: 6x6 metros (278 pies/ha)

Fecha: 20 de marzo de 1997

Propuesta: ZA-126/96

Adjudicatario: TALHER, S.A.

#### 2.4. Marras

En la fase de instalación, en el primer año, se produjeron las marras que figuran en la tabla 4. Estas marras no fueron repuestas y no tuvieron lugar otras durante el resto del turno.

Tabla 4. Marras

Clon	Nº marras	% marras
Hees	1	5,6
I-214	0	0,0
Koster	1	5,6
Luisa Avanzo	0	0,0
MC	0	0,0
NNDv	0	0,0
Total	2	1,8

#### 2.5. Cuidados culturales

En los años 1 al 5, con objeto de eliminar la competencia de las herbáceas a los jóvenes chopos hasta que se produjo la tangencia de copas, se realizaron gradeos del suelo en dos pasadas (gradeo doble), mediando cierto tiempo entre ambas (gradeo diferido), pero dentro del mismo año, y efectuando la segunda pasada en dirección perpendicular a la de la primera (gradeo cruzado); estos trabajos fueron financiados con los presupuestos que la Junta de Castilla y León destina a estos fines. En algunos años posteriores se realizaron gradeos sencillos, teniendo como única finalidad la prevención contra los incendios forestales.

Se realizaron podas los 5 primeros años. Las podas de los años 1 al 3 consistieron en poda de guía (poda de formación) compaginada con poda de conformación del fuste. En los años 4 y 5 las podas fueron sólo de conformación. De la misma manera, los trabajos de podas fueron financiados con los presupuestos de la Junta de Castilla y León.

No se han efectuado tratamientos fitosanitarios durante la vigencia del ensayo, por no haber sido necesarios.

La parcela de experimentación sufrió dos veces el paso del fuego (28 de mayo de 2011 y 9 de junio de 2012), siempre en época en que el suelo estaba lleno de “pelujo”. Los daños fueron leves en ambos casos, aunque propiciaron la corta de parte de la chopera en 2013. A los pocos días de producirse los incendios, se gradeó el terreno de la chopera.

### III. Resultados en 2013

#### 3. Diámetro normal

Antes del apeo de la parte de la chopera que fue afectada por los incendios, se midieron con cinta métrica las circunferencias normales de todos los árboles controlados en ella, con los resultados que se expresan a continuación, referidos al diámetro.

##### 3.1. Resultados

Nº observaciones (n): 106

Diámetro normal medio: 30,7 cm

**Tabla 5.** Diámetros normales por bloques

Bloque	n	Diámetro normal (cm)	Grupo Tukey
II	52	31,8	A
I	54	29,7	B
Media	53	30,7	

**Tabla 6.** Diámetros normales por clones

Clon	n	Diámetro normal (cm)	Grupo Tukey
I-214	18	33,3	A
MC	18	31,6	A
NNDv	18	31,5	A
Luisa Avanzo	18	31,2	A
Koster	17	30,3	A
Hees	17	26,1	B
Media	18	30,7	

**Tabla 7.** Análisis de la varianza

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	1	113,45	113,45	9,70	0,0024
Clon	5	499,43	99,89	8,54	<0,0001

##### 3.2. Serie de diámetros normales

Las mediciones anuales de la circunferencia normal de los árboles de la parcela de ensayo dieron, como resultado, la serie de diámetros normales por clones que figura a continuación. En esta tabla, en lugar del año, se ha consignado la edad que corresponde a cada temporada de mediciones.

**Tabla 8.** Serie de diámetros normales (cm)

Clon	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Hees	1,5	3,6	7,1	9,7	12,3	13,8	15,4	16,7	18,5
I-214	1,4	3,0	6,8	10,3	13,0	15,6	17,9	20,3	22,7
Koster	1,6	3,4	6,7	9,7	12,3	13,9	15,4	17,3	19,0
Luisa Avanzo	2,0	4,5	8,9	12,6	15,7	17,9	19,0	20,6	22,7
MC	1,9	4,2	8,1	11,9	14,7	17,1	19,1	21,1	23,3
NNDv	1,6	3,7	7,5	11,2	14,0	16,4	18,0	20,0	22,1
Media	1,7	3,7	7,5	10,9	13,7	15,8	17,5	19,3	21,4

Clon	9	10	11	12	13	14	15	16
Hees	19,6	20,6	21,8	22,8	23,6	24,5	25,4	26,1
I-214	24,2	25,9	27,7	29,1	30,2	31,7	32,9	33,3
Koster	20,3	21,6	23,4	25,1	26,6	27,9	29,3	30,3
Luisa Avanzo	23,7	24,8	26,3	27,0	28,1	29,3	30,7	31,2
MC	24,6	25,7	27,5	28,1	29,2	30,3	31,3	31,6
NNDv	23,4	24,7	26,4	27,2	28,4	29,7	31,0	31,5
Media	22,6	23,9	25,5	26,5	27,7	28,9	30,1	30,7

### 3.3. Rangos de los diámetros normales y árboles de mayor y de menor diámetro normal

Los rangos correspondientes a los diámetros normales obtenidos en el último año de medición para cada clon y para el conjunto de la parcela son los expresados en la tabla 9.

**Tabla 9.** Rangos de los diámetros normales (cm)

Clon	Diámetro mínimo	Diámetro máximo
Hees	21,4	29,1
I-214	25,1	40,0
Koster	25,4	37,5
Luisa Avanzo	25,8	36,6
MC	25,7	37,2
NNDv	25,2	36,4
Total	21,4	40,0

En las tablas 10 y 11 figuran, respectivamente, los clones a los que pertenecen los árboles que, en el último año considerado, presentaron los mayores y los menores diámetros normales.

**Tabla 10.** Árboles de mayor diámetro normal

Nº	Clon	Diámetro normal (cm)
1	I-214	40,0
2	I-214	38,6
3	I-214	38,5
4	I-214	38,1
5	I-214	38,0
6	I-214	37,7
7	Koster	37,5
8	MC	37,2
9	Luisa Avanzo	36,6
10	Koster	36,6

**Tabla 11.** Árboles de menor diámetro normal

Nº	Clon	Diámetro normal (cm)
1	Hees	21,4
2	Hees	21,9
3	Hees	22,8
4	Hees	24,0
5	Hees	24,7
6	I-214	25,1
7	NNDv	25,2
8	Hees	25,3
9	Koster	25,4
10	MC	25,7

### 3.4. Relación diámetro normal/edad

Los pares de valores (edad, diámetro normal) obtenidos como resultado de las mediciones anuales de las circunferencias normales de los árboles controlados en la parcela, se han ajustado para cada clon a una ecuación de la forma:

$$d = a_0 + a_1e + a_2e^2$$

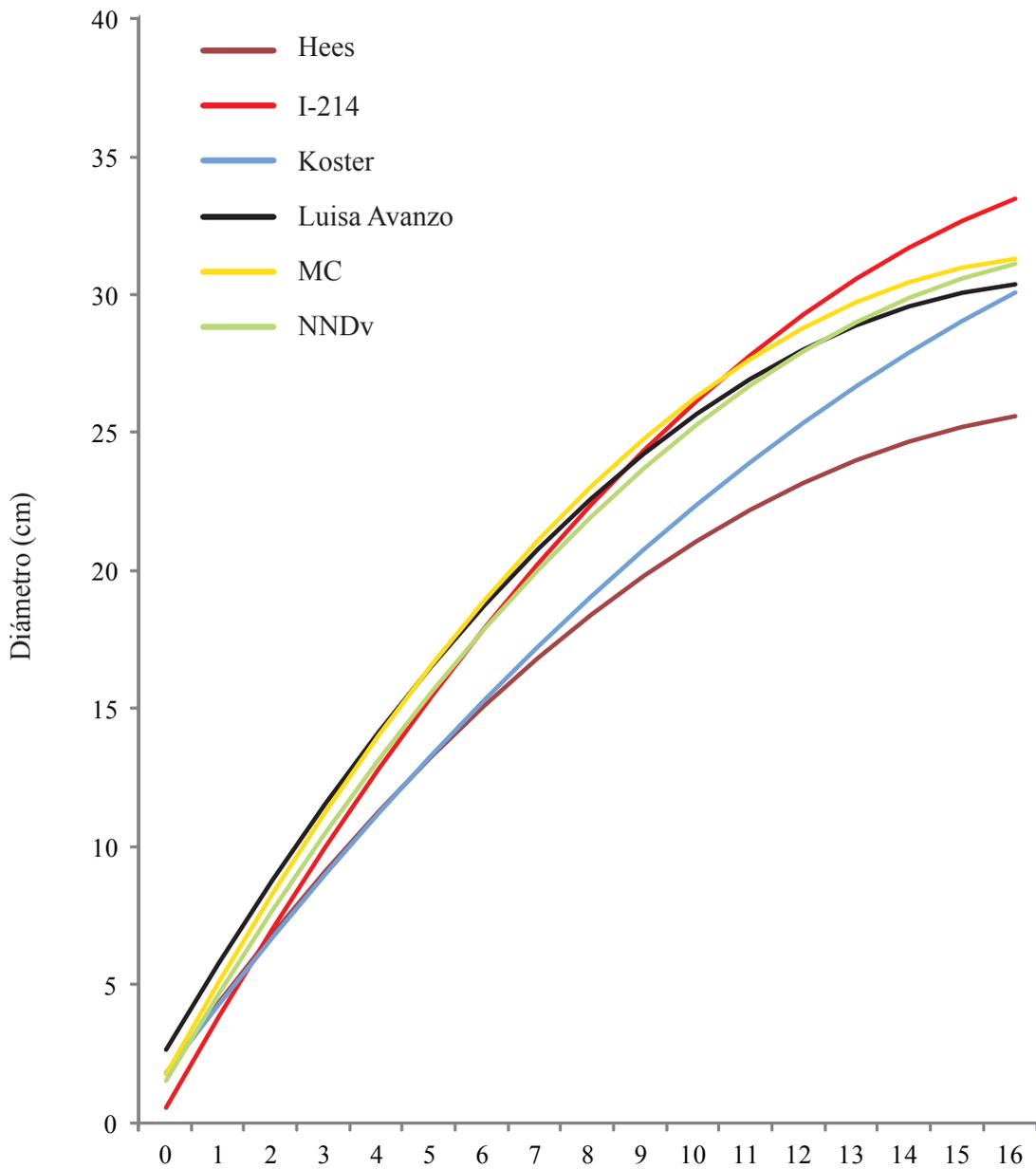
siendo d: diámetro normal (cm.).

e: edad (años).

Los valores de los parámetros  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$  y de los coeficientes de determinación  $R^2$  obtenidos figuran en la tabla 12 y las correspondientes curvas de relación diámetro normal/edad se muestran en la figura 2.

**Tabla 12.** Relación diámetro normal/edad ( $d = a_0 + a_1e + a_2e^2$ )

Clon	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$R^2$
Hees	1,88	2,647	-0,0730	0,94
I-214	0,65	3,378	-0,0833	0,91
Koster	1,90	2,529	-0,0483	0,92
Luisa Avanzo	2,74	3,234	-0,0945	0,92
MC	1,85	3,451	-0,1010	0,89
NNDv	1,62	3,235	-0,0873	0,93



**Figura 2.** Relación diámetro normal/edad

## 4. Altura total

En todos los años del período considerado se midieron las alturas totales de una muestra de los árboles controlados en pie (uno de cada unidad experimental), con los resultados que se exponen a continuación.

### 4.1. Serie de alturas totales

Las mediciones anuales de la altura total de la muestra de árboles de la parcela de ensayo, en los que se ha realizado esta medición, dieron como resultado la serie de alturas totales por clones que figura a continuación. En esta tabla, al igual que en el caso de los diámetros normales, se ha consignado la edad que corresponde a cada temporada de mediciones.

**Tabla 13.** Serie de alturas totales (m)

Clon	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Hees	3,8	4,5	6,1	7,7	9,3	10,9	12,5	14,5	15,7
I-214	3,5	3,9	5,6	7,3	8,8	10,5	12,2	14,0	16,9
Koster	4,0	4,5	6,2	7,8	9,5	11,1	12,8	14,5	15,7
Luisa Avanzo	4,0	4,4	6,6	8,8	10,9	13,1	15,3	17,0	18,3
MC	3,4	3,7	5,7	7,7	9,8	11,6	13,6	15,7	18,4
NNDv	3,3	3,6	5,0	7,0	9,2	10,9	12,9	15,1	17,4
Media	3,7	4,1	5,9	7,7	9,6	11,4	13,2	15,1	17,0

Clon	9	10	11	12	13	14	15	16	
Hees	17,2	18,3	19,3	20,7	21,5	22,9	23,5	24,1	
I-214	18,5	19,6	21,0	22,6	23,3	24,5	25,5	25,8	
Koster	16,8	17,7	18,8	20,2	21,5	23,3	24,5	25,1	
Luisa Avanzo	19,6	21,1	22,1	23,0	23,9	25,1	26,0	26,8	
MC	19,2	21,0	22,1	23,7	25,1	26,5	27,0	27,3	
NNDv	18,3	19,9	21,3	22,6	23,4	24,8	25,5	25,6	
Media	18,3	19,6	20,7	22,1	23,1	24,5	25,3	25,7	

### 4.2. Relación altura total/diámetro normal

Los pares de valores (diámetro normal, altura total), obtenidos de las mediciones efectuadas anualmente, se han ajustado para cada clon a una curva de la forma:

$$h = a_0 d a_1$$

siendo h: altura total (m)

d: diámetro normal (cm).

y se han obtenido los resultados que aparecen en la tabla 14.

**Tabla 14.** Relación altura total/diámetro normal

Clon	$a_0$	$a_1$	$R^2$
Hees	1,97	0,7040	0,89
I-214	2,28	0,6702	0,91
Koster	2,27	0,6680	0,91
Luisa Avanzo	1,56	0,7738	0,86
MC	1,38	0,8062	0,88
NNDv	1,69	0,7532	0,88

## 5. Volumen con corteza

Se ha calculado el volumen con corteza de cada árbol en función de su diámetro normal, a través de la circunferencia normal medida en el último año considerado para este caso, y de su altura total, resultante de la regresión alturas/diámetros en la muestra de árboles con medición de alturas. Para ello, se han empleado las tablas de cubicación construidas para estos clones a partir de los datos obtenidos en ésta y en otras parcelas de ensayo. Las tablas de cubicación empleadas se basan en la ecuación:

$$v = a_0 + a_1 d^2 h$$

Siendo  $v$ : volumen con corteza ( $\text{dm}^3$ )

$d$ : diámetro normal (cm)

$h$ : altura total (m)

Los valores de los parámetros  $a_0$  y  $a_1$  y de los coeficientes de determinación  $R^2$  figuran en la tabla 15.

**Tabla 15.** Tablas de cubicación ( $v = a_0 + a_1 d^2 h$ )

Clon	$a_0$	$a_1$	$R^2$
Hees	-64,9	0,0327	0,83
I-214	-95,1	0,0346	0,96
Koster	57,6	0,0253	0,93
Luisa Avanzo	-33,8	0,0313	0,95
MC	-88,7	0,0345	0,95
NNDv	-88,7	0,0345	0,95

Así se obtienen los valores de los volúmenes unitarios medios de cada clon:

**Tabla 16.** Volumen unitario ( $\text{m}^3$ )

Clon	Volumen
I-214	0,892
MC	0,853
NNDv	0,787
Luisa Avanzo	0,772
Koster	0,640
Hees	0,472
Media	0,736

## 6. Productividad

El crecimiento medio de cada clon figura en la tabla 17.

**Tabla 17.** Productividad por clones

Clon	Volumen unitario con corteza (m <sup>3</sup> )	Producción (m <sup>3</sup> /ha)	Crecimiento (m <sup>3</sup> /ha/año)
I-214	0,892	248	15,5
MC	0,853	237	14,8
NNDv	0,787	219	13,7
Luisa Avanzo	0,772	214	13,4
Koster	0,640	178	11,1
Hees	0,472	131	8,2
Media	0,736	205	12,8

## 7. Turno de máxima renta en especie

Utilizando las ecuaciones que relacionan el diámetro normal con la edad, la altura total con el diámetro y las tablas de cubicación, se ha obtenido el turno de máxima renta en especie para cada clon y para el conjunto de la parcela de ensayo. Los resultados figuran en la tabla 18.

**Tabla 18.** Turno de máxima renta en especie

Clon	Turno (años)
Hees	15
I-214	16
Koster	19
Luisa Avanzo	13
MC	14
NNDv	15
Media	15

## IV. Resultados en 2015

En el año 2015 (año 18 del turno) se procedió al aprovechamiento de la chopera con la parcela de ensayo, a excepción de las dos unidades experimentales que habían sido abatidas en 2012 por causa de los incendios acaecidos y que afectaron a los clones 'I-214' y 'MC'. En lo que sigue, el estudio de comparación se refiere únicamente a los cuatro clones que se mantuvieron presentes en los dos bloques del ensayo hasta el año 2015.

## 8. Diámetro normal

### 8.1. Resultados

Nº observaciones (n): 70

Diámetro normal medio: 31,9 cm

**Tabla 19.** Diámetros normales por bloques

Bloque	n	Diámetro normal (cm)	Grupo Tukey
II	34	32,8	A
I	36	31,0	B
Media	35	31,9	

**Tabla 20.** Diámetros normales por clones

Clon	n	Diámetro normal (cm)	Grupo Tukey
NNDv	18	33,6	A
Luisa Avanzo	18	33,3	A
Koster	17	32,9	A
Hees	17	27,6	B
Media	18	31,9	

**Tabla 21.** Análisis de la varianza

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	1	50,23	50,23	4,84	0,0314
Clon	3	406,10	135,37	13,04	<0,0001

## 8.2. Serie de diámetros normales

Valores de los diámetros normales medios, medidos anualmente para cada clon.

**Tabla 22.** Serie de diámetros normales (cm)

Clon	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hees	1,5	3,6	7,1	9,7	12,3	13,8	15,4	16,7	18,5	19,6
Koster	1,6	3,4	6,7	9,7	12,3	13,9	15,4	17,3	19,0	20,3
Luisa Avanzo	2,0	4,5	8,9	12,6	15,7	17,9	19,0	20,6	22,7	23,7
NNDv	1,6	3,7	7,5	11,2	14,0	16,4	18,0	20,0	22,1	23,4
Media	1,7	3,8	7,5	10,8	13,6	15,5	17,0	18,6	20,6	21,7
Clon	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Hees	20,6	21,8	22,8	23,6	24,5	25,4	26,1	26,9	27,6	
Koster	21,6	23,4	25,1	26,6	27,9	29,3	30,3	31,7	32,9	
Luisa Avanzo	24,8	26,3	27,0	28,1	29,3	30,7	31,2	32,4	33,3	
NNDv	24,7	26,4	27,2	28,4	29,7	31,0	31,5	32,5	33,6	
Media	22,9	24,5	25,5	26,7	27,8	29,1	29,8	30,9	31,9	

### 8.3. Rangos de los diámetros normales y árboles de mayor y de menor diámetro normal

Valores de los diámetros mínimo y máximo de cada clon y del conjunto de los árboles controlados.

**Tabla 23.** Rangos de los diámetros normales (cm)

Clon	Diámetro mínimo	Diámetro máximo
Hees	22,9	30,9
Koster	28,2	40,6
Luisa Avanzo	27,6	39,2
NNDv	27,0	38,4
Total	22,9	40,6

Valores de los mayores diámetros normales registrados:

**Tabla 24.** Árboles de mayor diámetro normal

Nº	Clon	Diámetro normal (cm)
1	Koster	40,6
2	Koster	39,9
3	Koster	39,2
4	Luisa Avanzo	39,2
5	NNDv	38,4
6	Luisa Avanzo	38,0
7	NNDv	37,5
8	Koster	37,5
9	NNDv	36,6
10	NNDv	36,3

**Tabla 25.** Árboles de menor diámetro normal

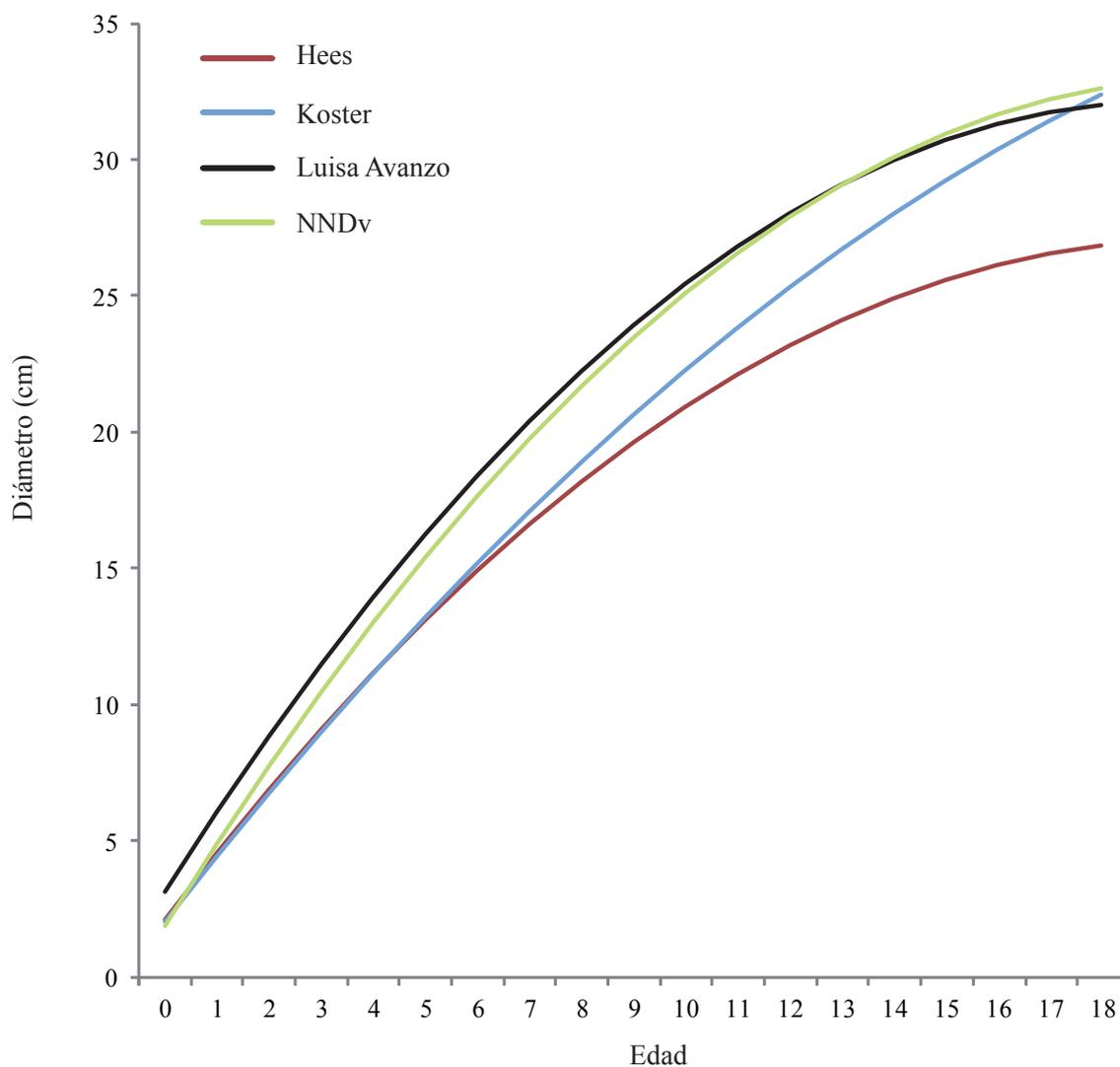
Nº	Clon	Diámetro normal (cm)
1	Hees	22,9
2	Hees	23,0
3	Hees	24,9
4	Hees	25,7
5	Hees	25,8
6	Hees	26,9
7	NNDv	27,0
8	Luisa Avanzo	27,6
9	Luisa Avanzo	27,9
10	NNDv	28,0

### 8.4. Relación diámetro normal/edad

Ajuste de los pares de valores (edad, diámetro normal).

**Tabla 26.** Relación diámetro normal/edad ( $d = a_0 + a_1e + a_2e^2$ )

Clon	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$R^2$
Hees	2,12	2,520	-0,0635	0,94
Koster	2,05	2,447	-0,0421	0,92
Luisa Avanzo	3,15	3,018	-0,0784	0,92
NNDv	1,89	3,093	-0,0768	0,93



**Figura 3.** Relación diámetro normal/edad

### 9. Altura total

Una vez apeados los árboles, en cada uno de ellos se midió la altura del tocón, la longitud del fuste sobre el suelo hasta alcanzar 8 cm de diámetro en la sección transversal (diámetro

en punta delgada) y la longitud del rabeón desde esa misma sección hasta el extremo. Con estos datos se ha obtenido la altura total de cada árbol y su tratamiento ofrece los siguientes resultados.

### 9.1. Resultados

Nº observaciones (n): 69

Altura total media: 26,9 m

**Tabla 27.** Alturas totales por bloques

Bloque	n	Altura total (m)	Grupo Tukey
II	33	27,6	A
I	36	26,2	B
Media	35	26,9	

**Tabla 28.** Alturas totales por clones

Clon	n	Altura total (m)	Grupo Tukey
Luisa Avanzo	18	28,7	A
Koster	17	27,4	A B
NNDv	18	26,7	B
Hees	16	24,4	C
Media	17	26,8	

**Tabla 29.** Análisis de la varianza

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	1	29,16	29,16	7,86	0,0067
Clon	3	158,19	52,73	14,22	<0,0001

### 9.2. Serie de alturas totales

Valores de las medias de alturas totales por clones, medidas anualmente en pie.

**Tabla 30.** Serie de alturas totales (m)

Clon	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hees	3,8	4,5	6,1	7,7	9,3	10,9	12,5	14,5	15,7	17,2
Koster	4,0	4,5	6,2	7,8	9,5	11,1	12,8	14,5	15,7	16,8
Luisa Avanzo	4,0	4,4	6,6	8,8	10,9	13,1	15,3	17,0	18,3	19,6
NNDv	3,3	3,6	5,0	7,0	9,2	10,9	12,9	15,1	17,4	18,3
Media	3,8	4,3	6,0	7,8	9,7	11,5	13,4	15,3	16,8	18,0

**Tabla 30 (cont.).** Serie de alturas totales (m)

Clon	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Hees	18,3	19,3	20,7	21,5	22,9	23,5	24,1	24,8	25,5
Koster	17,7	18,8	20,2	21,5	23,3	24,5	25,1	25,8	26,3
Luisa Avanzo	21,1	22,1	23,0	23,9	25,1	26,0	26,4	26,7	27,5
NNDv	19,9	21,3	22,6	23,4	24,8	25,5	25,6	25,8	26,5
Media	19,2	20,3	21,6	22,6	24,0	24,9	25,3	25,7	26,4

### 9.3. Rangos de las alturas totales y árboles de mayor y de menor altura total

Valores de las alturas totales mínimas y máximas, por clones.

**Tabla 31.** Rangos de las alturas totales (m)

Clon	Altura mínima	Altura máxima
Hees	21,9	27,0
Koster	25,0	32,1
Luisa Avanzo	24,3	31,3
NNDv	21,1	31,2
Total	21,1	32,1

Árboles que presentaron las mayores alturas totales:

**Tabla 32.** Árboles de mayor altura

Nº	Clon	Altura (m)
1	Koster	32,1
2	Luisa Avanzo	31,3
3	NNDv	31,2
4	NNDv	30,8
5	Luisa Avanzo	30,7
6	NNDv	30,2
7	NNDv	30,2
8	Luisa Avanzo	30,0
9	Luisa Avanzo	29,8
10	Luisa Avanzo	29,8

Árboles que presentaron las menores alturas totales:

**Tabla 33.** Árboles de menor altura

Nº	Clon	Altura (m)
1	NNDv	21,1
2	Hees	21,9
3	Hees	22,1
4	Hees	23,6
5	Hees	23,8
6	Hees	23,9
7	Hees	24,1
8	NNDv	24,1
9	Hees	24,1
10	NNDv	24,1

#### 9.4. Relación altura total/diámetro normal

Ajuste de los pares de valores (diámetro normal, altura total).

**Tabla 34.** Relación altura total/diámetro normal ( $h = a_0 + a_1 d$ )

Clon	$a_0$	$a_1$	$R^2$
Hees	-0,30	0,8856	0,97
I-214	1,63	0,7899	0,97
Koster	-0,60	0,8305	0,95
Luisa Avanzo	1,21	0,7555	0,89

## 10. Volumen con corteza

El cálculo del volumen con corteza de los árboles apeados se ha realizado por cubicación de las trozas de 1 metro de longitud, aplicando el método de Smalian, hasta alcanzar el diámetro de 8 cm (diámetro en punta delgada) y ha dado los resultados que figuran a continuación.

### 10.1. Resultados

Nº Observaciones (n): 69

Volumen medio: 0,813 m<sup>3</sup>

**Tabla 35.** Volumen medio por bloques

Bloque	n	Volumen (m <sup>3</sup> )	Grupo Tukey
II	33	0,888	A
I	36	0,745	B
Media	35	0,817	

**Tabla 36.** Volumen medio por clones

Clon	n	Volumen (m <sup>3</sup> )	Grupo Tukey
Luisa Avanzo	18	0,942	A
NNDv	18	0,912	A
Koster	17	0,828	A
Hees	16	0,543	B
Media	17	0,806	

**Tabla 37.** Análisis de la varianza

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	1	0,285	0,285	6,02	0,0169
Clon	3	1,572	0,524	11,08	<0,0001

## 10.2. Rangos de los volúmenes y árboles de mayor y de menor volumen

Valores de los volúmenes mínimos y máximos, por clones.

**Tabla 38.** Rangos de los volúmenes (m<sup>3</sup>)

Clon	Volúmen mínimo	Volúmen máximo
Hees	0,306	0,741
Koster	0,533	1,345
Luisa Avanzo	0,512	1,345
NNDv	0,451	1,474
Total	0,306	1,474

Árboles que presentaron los mayores volúmenes:

**Tabla 39.** Árboles de mayor volumen

Nº	Clon	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	NNDv	1,474
2	Koster	1,345
3	Luisa Avanzo	1,345
4	Luisa Avanzo	1,331
5	Koster	1,258
6	Koster	1,186
7	NNDv	1,177
8	Luisa Avanzo	1,174
9	Koster	1,163
10	NNDv	1,161

Árboles que presentaron los menores volúmenes:

**Tabla 40.** Árboles de menor volumen

Nº	Clon	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	Hees	0,306
2	Hees	0,360
3	Hees	0,394
4	Hees	0,448
5	NNDv	0,451
6	Hees	0,461
7	Hees	0,474
8	Hees	0,479
9	Luisa Avanzo	0,512
10	Koster	0,533

### 10.3. Relación volumen/diámetro normal

Para cada clon se ha construido una tarifa de cubicación que proporciona el volumen con corteza del árbol en función de su diámetro normal. Para ello, se ha utilizado la ecuación:

$$v = a_0 + a_1 d + a_2 d^2$$

Siendo v: volumen con corteza (m<sup>3</sup>)

d: diámetro normal (cm)

Los valores de los parámetros  $a_0$  y  $a_1$  y de los coeficientes de determinación  $R^2$  figuran en la tabla 41.

**Tabla 41.** Tarifas de cubicación ( $v = a_0 + a_1 d + a_2 d^2$ )

Clon	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$R^2$
Hees	1,728	-0,1450	0,0037	0,82
Koster	-1,056	0,0521	0,0002	0,96
Luisa Avanzo	-0,152	-0,0022	0,0010	0,81
NNDv	2,871	-0,1986	0,0041	0,91

### 10.4. Relación volumen/diámetro normal y altura total

Para obtener las tablas de cubicación de los cuatro clones considerados en la parcela de ensayo, se ha utilizado la ecuación:

$$v = a_0 + a_1 d^2 h$$

Siendo v: volumen con corteza (dm<sup>3</sup>)

d: diámetro normal (cm)

h: altura total (m)

En este caso, se han utilizado también los datos obtenidos en las parcelas de ensayo LE-1 (Valencia de Don Juan), LE-3 (Gradefes), SG-1 (Cabezuela), SG-2 (Muñoveros) y SO-1 (Almazán) para los clones considerados en este informe.

Los valores de los parámetros  $a_0$  y  $a_1$  y de los coeficientes de determinación  $R^2$  figuran en la tabla 42. Las tablas de cubicación de los diferentes clones se representan en el anexo V.

**Tabla 42.** Tablas de cubicación ( $v = a_0 + a_1 d^2 h$ )

Clon	$a_0$	$a_1$	$R^2$
Hees	-64,9	0,0327	0,83
Koster	57,6	0,0253	0,93
Luisa Avanzo	43,3	0,0278	0,96
NNDv	-65,0	0,0336	0,94

## 11. Coeficiente mórfico

Se ha considerado, como coeficiente mórfico, la relación entre el volumen del árbol y el volumen del cilindro que tiene por diámetro el diámetro normal del árbol y por altura la altura total del árbol. En este apartado se dan también los valores de coeficiente mórfico obtenidos para los dos clones excluidos en esta parte del informe.

**Tabla 43.** Coeficiente mórfico

Clon	mínimo	medio	máximo
Hees	0,309	0,371	0,452
I-214	0,285	0,349	0,435
Koster	0,289	0,347	0,382
Luisa Avanzo	0,294	0,359	0,410
MC	0,327	0,368	0,422
NNDv	0,349	0,377	0,408
Total	0,285	0,362	0,452

## 12. Productividad

**Tabla 44.** Productividad por clones

Clon	Volumen unitario con corteza ( $m^3$ )	Producción ( $m^3/ha$ )	Crecimiento ( $m^3/ha/año$ )
Luisa Avanzo	0,942	262	14,5
NNDv	0,912	253	14,1
Koster	0,828	230	12,8
Hees	0,543	151	8,4
Media	0,806	224	12,4

### 13. Turno de máxima renta en especie

**Tabla 45.** Turno de máxima renta en especie

Clon	Turno (años)
Hees	16
Koster	22
Luisa Avanzo	16
NNDv	16
Media	17

## V. Comentarios

La parcela de experimentación “ZA-3 Manganeses de la Polvorosa” se estableció en una comarca de la que puede decirse que posee una gran tradición en el cultivo de chopos, con terrenos que alcanzan altas producciones de madera de estas especies y otros con producciones inferiores. Durante muchos años, esta tradición populícola se ha fundamentado en el empleo del clon ‘I-214’, sobre todo en las plantaciones promovidas o gestionadas por la Junta de Castilla y León. El ensayo planteado ha pretendido la comparación de este clon con otros que podrían constituir una alternativa de utilización, para propiciar una diversificación genética de las plantaciones que permita una mayor estabilidad de las masas frente a los agentes adversos, tanto bióticos como abióticos, sin que ello conlleve una disminución de la producción.

El ensayo se localizó en una plantación del clon ‘I-214’, empleando un método de plantación (ahoyado a raíz profunda con retroexcavadora), un espaciamiento (6x6 metros) y unas técnicas de cultivo ampliamente conocidas y extendidas en la comarca.

El establecimiento de la parcela se realizó con un diseño estadístico de bloques completos al azar, reconocido internacionalmente como válido para este tipo de ensayos, aunque se constituyó con sólo 2 bloques. Además, la distribución de bloques, unidades experimentales e individuos ha permitido la eliminación de los efectos de borde que podrían producirse entre distintos clones, falseando los resultados objetivos en mayor o menor medida.

Todos los clones ensayados pertenecen al híbrido *Populus x euramericana* (Dode) Guinier = *Populus x canadensis* Moench (*P. deltoides* Marsh. x *P. nigra* L.). De los seis clones ensayados, tres de ellos se encuentran inscritos en el Catálogo Nacional de materiales de base del género *Populus*: ‘I-214’, ‘Luisa Avanzo’ y ‘MC’. No están inscritos en dicho catálogo los clones ‘Hees’ y ‘Koster’. El clon ‘NNDv’ estuvo inscrito en el catálogo, pero fue eliminado al comprobarse su identidad con el clon ‘MC’, mediante la utilización de técnicas de análisis con marcadores moleculares. De los tres clones inscritos actualmente, dos de ellos (‘I-214’ y ‘MC’) se encuentran entre los que constituyen el catálogo de materiales de base de Castilla y León.

El número de marras constatadas en el establecimiento de la parcela de ensayo puede considerarse normal en este tipo de plantaciones y para los clones utilizados, pues solamente se produjo una marra (5,6%) en cada uno de los clones ‘Hees’ y ‘Koster’, que para el conjunto de los árboles controlados en la parcela supuso el 1,9%.

En el año 2013, el estudio de la variable controlada (circunferencia normal), expresada mediante el diámetro normal, determina que existen diferencias significativas, tanto entre los bloques establecidos como entre los clones. Así lo manifiesta el análisis de la varianza efectuado y, también, lo expresa la prueba de Tukey aplicada a bloques y clones. Se observan diferencias significativas entre el bloque I, por un lado, y el bloque II por otro. Entre los clones, el grupo constituido por 'I-214', 'MC', 'NNDv', 'Luisa Avanzo' y 'Koster' presenta diferencias significativas con el clon 'Hees'.

En los resultados del año 2015, eliminando los clones 'I-214' y 'MC', los de mayor crecimiento, se mantienen las diferencias significativas entre los bloques I y II de acuerdo con la prueba de Tukey. Igualmente, continúan las diferencias significativas entre los clones 'NNDv', 'Luisa Avanzo' y 'Koster' con relación a 'Hees'.

En cuanto a la posición relativa de los clones a lo largo del turno, según los valores de su diámetro normal, se puede hacer algunos comentarios. 'I-214' es el clon que mejores crecimientos presenta; parte en último lugar en cuanto al valor del diámetro normal y va recuperando posiciones hasta alcanzar la primera en el año 10, manteniéndose así hasta el final del turno. 'MC' y 'NNDv', que en realidad son el mismo clon, tienen buenos crecimientos relativos durante todo el turno. 'Luisa Avanzo' presenta muy buen crecimiento inicial, pero éste va decayendo continuamente hasta ponerse por detrás de los tres clones anteriores, en cuanto al valor del diámetro normal, desde el año 11. 'Koster' y 'Hees' comienzan con crecimientos intermedios, pero éstos disminuyen rápidamente y pronto se colocan en las últimas posiciones en lo referente a los valores del diámetro normal.

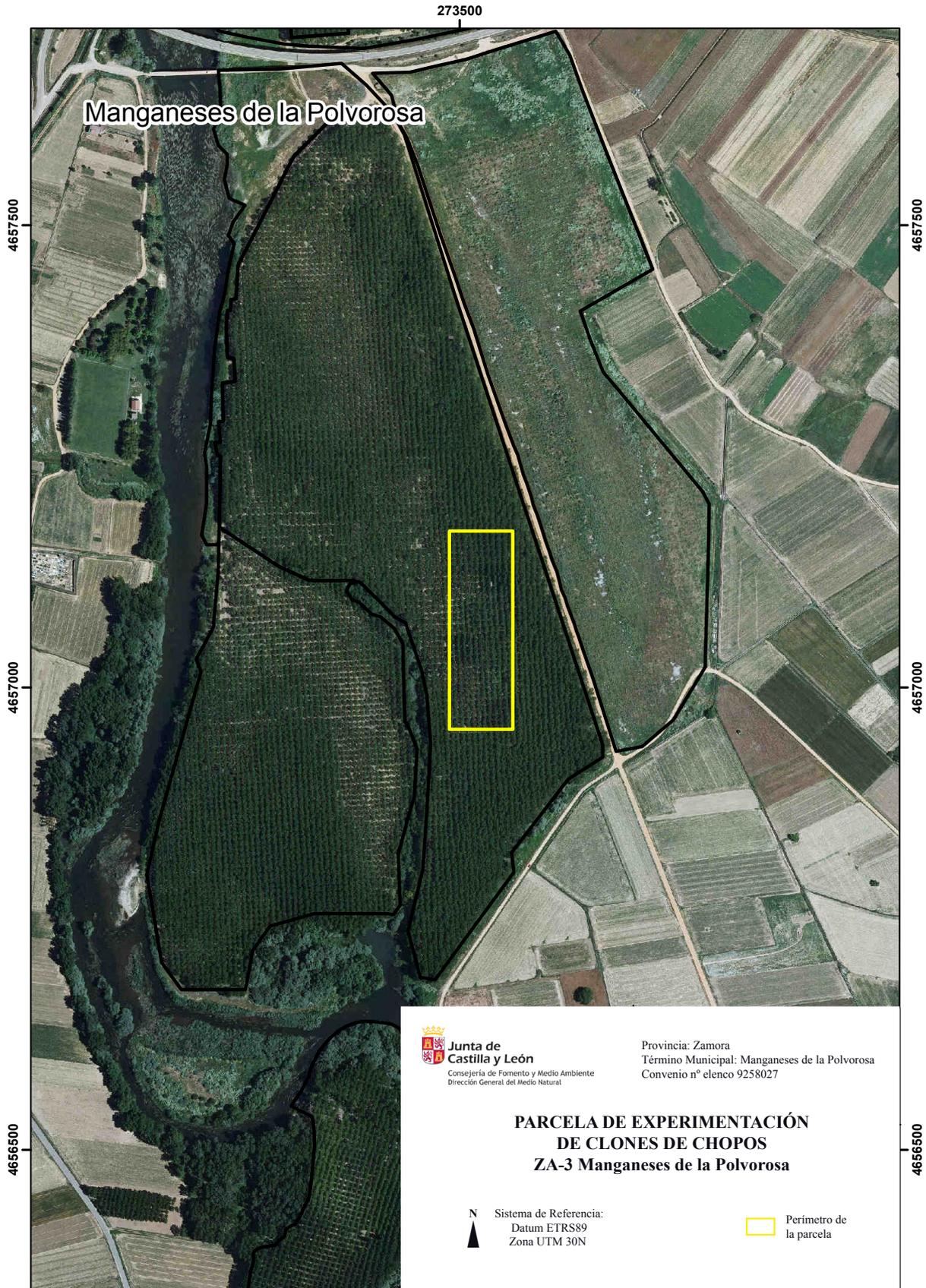
La producción media obtenida en la parcela de ensayo a los 16 años de edad (12,8 m<sup>3</sup>/ha/año) debe considerarse relativamente baja para los terrenos dedicados al cultivo de chopos cuando se busca una rentabilidad aceptable, correspondiendo a la calidad IV en una escala de 5 calidades. Se observan, sin embargo, algunas diferencias entre los distintos clones, asignándose a la calidad III la productividad de los clones 'I-214' (15,5 m<sup>3</sup>/ha/año) y 'MC' (14,8 m<sup>3</sup>/ha/año); a la calidad IV los clones 'NNDv' (13,7 m<sup>3</sup>/ha/año), 'Luisa Avanzo' (13,4 m<sup>3</sup>/ha/año) y 'Koster' (11,1 m<sup>3</sup>/ha/año); y a la calidad V, 'Hees' (8,2 m<sup>3</sup>/ha/año). Considerando únicamente los cuatro clones que permanecen en los dos bloques hasta el final, la producción media aumenta de los 16 a los 18 años, pasando de 11,6 m<sup>3</sup>/ha/año a 12,4 m<sup>3</sup>/ha/año, notándose este aumento prácticamente en los cuatro clones: 'Luisa Avanzo' (14,5 m<sup>3</sup>/ha/año), 'NNDv' (14,1 m<sup>3</sup>/ha/año), 'Koster' (12,8 m<sup>3</sup>/ha/año) y 'Hees' (8,4 m<sup>3</sup>/ha/año).

Los clones que mejor se han comportado en el sitio de ensayo han sido, por tanto, 'MC' e 'I-214'. Ya se ha comentado que 'NNDv' es idéntico a 'MC'. Aunque los clones 'Luisa Avanzo' y 'Koster' ofrecen todavía rendimientos aceptables, desde el punto de vista de la producción esperada debe justificarse su utilización en estaciones de características similares a las del sitio de ensayo. Debe rechazarse la utilización de 'Hees' en las plantaciones que se proyecten para este tipo de terrenos.

Las tablas de cubicación que se han utilizado pueden considerarse como herramientas aplicables para los clones 'I-214', 'Luisa Avanzo' y 'MC', pues se han construido empleando los datos de las mediciones efectuadas en seis parcelas de ensayo (Valencia de Don Juan en León, Almazán en Soria, Cabezuela en Segovia, Gradefes en León, Muñoveros en Segovia y Manganeses de la Polvorosa en Zamora), partiendo de un

número de observaciones que proporcionan una información suficiente. Aún así, tanto estas tablas como las de los clones 'Koster' y 'Hees' podrán ser completadas con el estudio del comportamiento de los clones en otras parcelas de ensayo. En el Anexo V se ofrece su desarrollo.

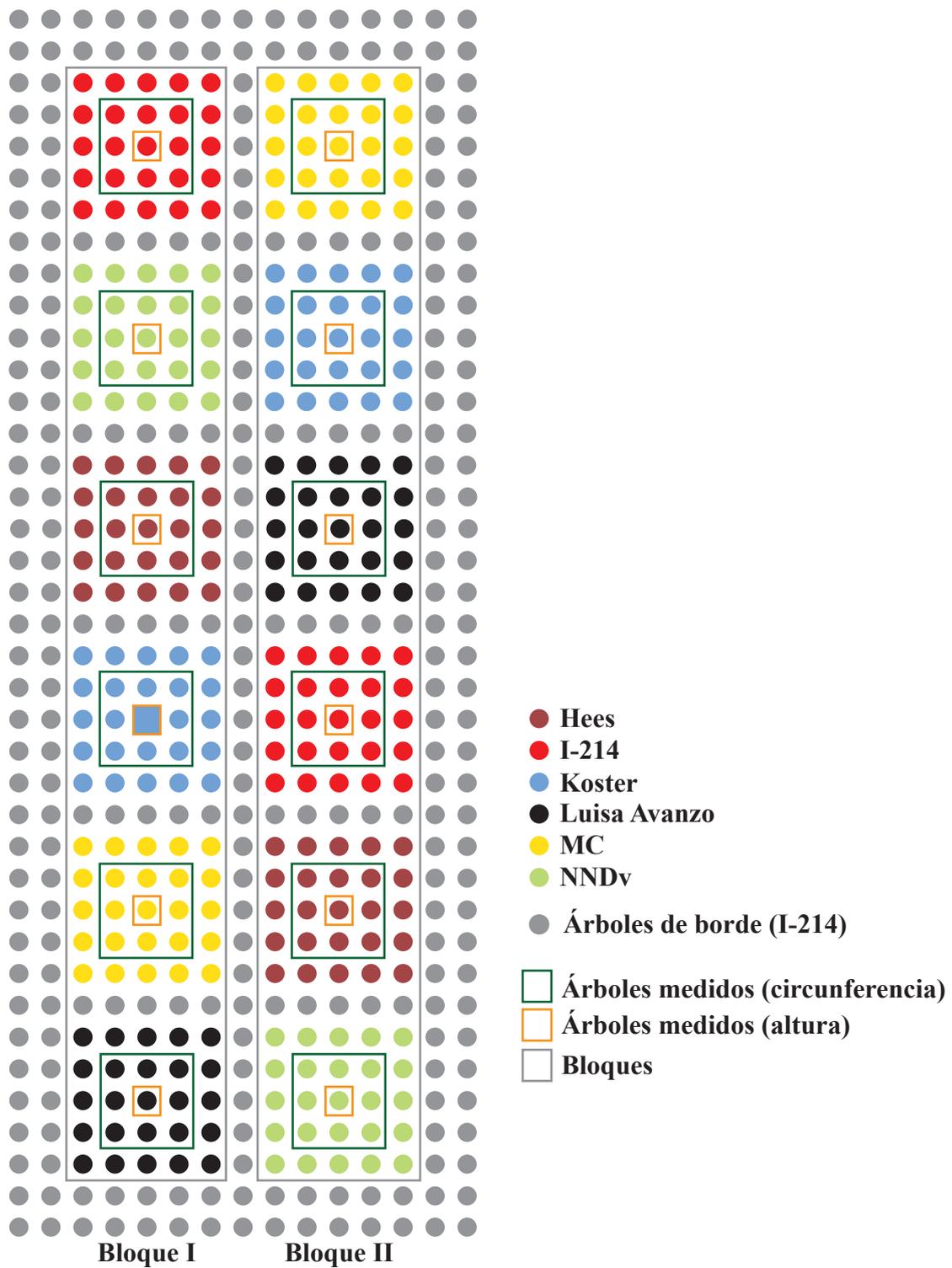
# ANEXO I. Localización de la parcela de ensayo



## ANEXO II. Análisis del suelo

	Muestra 1A	Muestra 1B	Muestra 2A	Muestra 2B
Profundidad	0,00-0,50 m	0,00-0,50 m	0,00-0,50 m	0,00-0,50 m
Elementos gruesos	12,54%	42,20%	7,41%	41,37%
Bloques+cantos	0,00%	3,94%	0,00%	0,00%
Bloques	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Cantos	0,00%	3,94%	0,00%	0,00%
Gravas	12,54%	38,26%	7,41%	41,37%
Gravas gruesas	5,73%	18,82%	4,18%	11,52%
Gravas finas	5,58%	15,54%	1,41%	23,96%
Gravillas	1,23%	3,90%	1,82%	5,89%
Arena	79,60%	88,70%	80,90%	87,30%
Arena fina	37,30%	40,70%	45,20%	28,70%
Limo	13,50%	6,45%	10,30%	6,60%
Arcilla	6,90%	4,85%	8,80%	6,10%
Textura	Franco-arenosa	arenosa	arenosa	arenosa
Carbonatos	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Caliza activa	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Materia orgánica	1,12%	0,66%	1,31%	0,62%
Capacidad de intercambio catiónico	7,81 meq/100g	3,44 meq/100g	8,44 meq/100g	4,06 meq/100g
pH	6,93	7,01	7,00	7,08
Conductividad	0,01 mmhos/cm	0,07 mmhos/cm	0,09 mmhos/cm	0,07 mmhos/cm
Fósforo	2 ppm	7 ppm	10 ppm	8 ppm
Potasio	37 ppm	39,5 ppm	86 ppm	49,5 ppm
Calcio	4,1 meq/100g	2,5 meq/100g	7,1 meq/100g	2,96 meq/100g
Magnesio	0,70 meq/100g	0,51 meq/100g	0,81 meq/100g	0,55 meq/100g
Sodio	0,06 meq/100g	0,04 meq/100g	0,01 meq/100g	0,03 meq/100g

### ANEXO III. Esquema de la parcela de ensayo



## ANEXO IV. Identificación de los clones

Clon	Especie	País de origen	Año de obtención	Sexo	Catálogo nacional	Catálogo CyL
Hees	<i>P. x euramericana</i>	Holanda	1969	femenino	no	no
I-214	<i>P. x euramericana</i>	Italia	1929	femenino	sí	sí
Koster	<i>P. x euramericana</i>	Holanda	1966	masculino	no	no
Luisa Avanzo	<i>P. x euramericana</i>	Italia	1968	femenino	sí	no
MC	<i>P. x euramericana</i>	Italia	1954	femenino	sí	sí

## ANEXO V. Tablas de cubicación

### HEES

$v = -64,9 + 0,0327d^2h$  (v: volumen con corteza (dm<sup>3</sup>) / d: diámetro normal (cm) / h: altura total (m))

$R^2 = 0,83$

n = 16

h d	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
15																					
16																					
17																					
18																					
19				148	159	171	183	195	207	218	230	242	254	266							
20				171	184	197	210	223	236	249	262	275	288	301							
21				195	209	224	238	252	267	281	296	310	324	339							
22				220	236	252	267	283	299	315	331	347	362	378							
23				246	264	281	298	316	333	350	368	385	402	419							
24				274	293	312	331	349	368	387	406	425	444	463							
25				303	323	344	364	385	405	426	446	466	487	507	528	548					
26				333	355	377	399	421	444	466	488	510	532	554	576	598					
27				364	388	412	436	460	483	507	531	555	579	603	626	650					
28				397	422	448	473	499	525	550	576	602	627	653	679	704					
29				430	458	485	513	540	568	595	623	650	678	705	733	760					
30					524	553	583	612	641	671	700	730	759	789	818						
31					564	595	626	658	689	721	752	784	815	846	878						
32					605	638	672	705	739	772	806	839	873	906	940						
33					647	683	719	754	790	825	861	897	932	968	1003						
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
41																					
42																					
43																					
44																					
45																					
46																					
47																					
48																					
49																					
50																					

I-214

$v = -95,1 + 0,0346d^2h$  (v: volumen con corteza (dm³) / d: diámetro normal (cm) / h: altura total (m))

$R^2 = 0,96$                        $n = 141$

h d	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
15	22	29	37	45	53	61	68	76	84														
16	38	47	56	64	73	82	91	100	109														
17	55	65	75	85	95	105	115	125	135														
18	73	84	96	107	118	129	140	152	163														
19	92	105	117	130	142	155	167	180	192	205	217												
20	113	126	140	154	168	182	196	209	223	237	251												
21	134	149	164	180	195	210	225	241	256	271	286	302	317	332									
22	156	173	190	206	223	240	257	273	290	307	324	340	357	374									
23	179	198	216	234	253	271	289	308	326	344	363	381	399	417									
24	204	224	244	264	284	304	323	343	363	383	403	423	443	463	483								
25	229	251	273	294	316	337	359	381	402	424	446	467	489	510	532	554	575						
26			303	326	349	373	396	420	443	466	490	513	536	560	583	607	630	653	677				
27			334	359	384	409	435	460	485	510	536	561	586	611	636	662	687	712	737				
28			366	393	420	447	475	502	529	556	583	610	637	664	692	719	746	773	800	827			
29			400	429	458	487	516	545	574	603	632	661	691	720	749	778	807	836	865	894			
30			434	465	497	528	559	590	621	652	683	715	746	777	808	839	870	901	933	964	995		
31			470	503	537	570	603	636	670	703	736	769	803	836	869	902	936	969	1002	1035	1069		
32			507	543	578	614	649	684	720	755	791	826	862	897	932	968	1003	1039	1074	1110	1145		
33			545	583	621	659	696	734	772	809	847	885	922	960	998	1035	1073	1111	1148	1186	1224		
34			585	625	665	705	745	785	825	865	905	945	985	1025	1065	1105	1145	1185	1225	1265	1305		
35			625	668	710	753	795	837	880	922	965	1007	1049	1092	1134	1176	1219	1261	1304	1346	1388		
36			667	712	757	802	847	891	936	981	1026	1071	1116	1160	1205	1250	1295	1340	1385	1430	1474		
37					805	852	900	947	994	1042	1089	1136	1184	1231	1279	1326	1373	1421	1468	1515	1563		
38					854	904	954	1004	1054	1104	1154	1204	1254	1304	1354	1404	1454	1504	1554	1604	1654		
39					905	957	1010	1063	1115	1168	1221	1273	1326	1378	1431	1484	1536	1589	1642	1694	1747		
40						1067	1123	1178	1234	1289	1344	1400	1455	1510	1566	1621	1676	1732	1787	1843			
41											1243	1301	1359	1417	1475	1533	1592	1650	1708	1766	1824	1882	1941
42											1309	1370	1431	1492	1553	1614	1675	1736	1797	1858	1919	1980	2041
43											1376	1440	1504	1568	1632	1696	1760	1824	1888	1952	2016	2080	2144
44											1580	1647	1714	1781	1848	1914	1981	2048	2115	2182	2249		
45											1657	1727	1797	1867	1937	2007	2077	2147	2217	2287	2357		
46											1808	1882	1955	2028	2101	2175	2248	2321	2394	2467			
47											1892	1969	2045	2121	2198	2274	2351	2427	2504	2580			
48											1978	2057	2137	2217	2296	2376	2456	2536	2615	2695			
49											2065	2148	2231	2314	2397	2480	2563	2646	2729	2813			
50											2154	2240	2327	2413	2500	2586	2673	2759	2846	2932			

## KOSTER

$v = 57,6 + 0,0253d^2h$  (v: volumen con corteza (dm<sup>3</sup>) / d: diámetro normal (cm) / h: altura total (m))

$R^2 = 0,93$                        $n = 17$

h d	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25							390	406	421	437	453	469	485	500	516							
26							417	434	451	468	485	502	519	537	554	571						
27							445	463	482	500	519	537	556	574	593	611	629	648				
28							474	494	514	534	554	573	593	613	633	653	673	692				
29							504	526	547	568	590	611	632	653	675	696	717	739				
30							536	559	581	604	627	650	672	695	718	741	764	786				
31							568	593	617	641	665	690	714	738	763	787	811	836				
32							602	628	654	679	705	731	757	783	809	835	861	887				
33							636	664	691	719	746	774	802	829	857	884	912	939				
34							672	701	730	760	789	818	847	877	906	935	964	994	1023			
35							708	739	770	801	832	863	894	925	956	987	1018	1049	1080			
36										845	877	910	943	976	1009	1041	1074	1107	1140	1172	1205	
37										889	924	958	993	1027	1062	1097	1131	1166	1201	1235	1270	
38										934	971	1008	1044	1081	1117	1154	1190	1227	1263	1300	1336	
39										981	1020	1058	1097	1135	1174	1212	1251	1289	1328	1366	1404	
40										1070	1110	1151	1191	1232	1272	1313	1353	1393	1434	1474		
41										1121	1163	1206	1248	1291	1334	1376	1419	1461	1504	1546		
42										1173	1218	1263	1307	1352	1397	1441	1486	1530	1575	1620		
43										1227	1274	1321	1367	1414	1461	1508	1555	1601	1648	1695		
44										1282	1331	1380	1429	1478	1527	1576	1625	1674	1723	1772		
45																						
46																						
47																						
48																						
49																						
50																						

## LUISA AVANZO

$v = -33,8 + 0,0313d^2h$  (v: volumen con corteza (dm<sup>3</sup>) / d: diámetro normal (cm) / h: altura total (m))

$R^2 = 0,95$

n = 101

h d	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35										
15	72	79	86	93	100	107	114	121	128	135																					
16	86	94	102	110	118	126	134	142	150	159																					
17	102	111	120	129	138	147	156	165	174	183																					
18	118	128	139	149	159	169	179	189	199	210																					
19	136	147	158	170	181	192	203	215	226	237																					
20	154	167	179	192	204	217	229	242	254	267	279	292	304																		
21	173	187	201	215	228	242	256	270	284	297	311	325	339	353																	
22	193	209	224	239	254	269	284	299	315	330	345	360	375																		
23	215	231	248	264	281	297	314	330	347	364	380	397	413	430																	
24	237	255	273	291	309	327	345	363	381	399	417	435	453	471																	
25	260	279	299	318	338	357	377	397	416	436	455	475	494	514	534	553	573														
26	284	305	326	347	368	389	411	432	453	474	495	516	537	559	580	601	622	643	664	686											
27	308	331	354	377	400	423	445	468	491	514	537	559	582	605	628	651	674	696	719	742											
28	334	359	383	408	432	457	482	506	531	555	580	604	629	653	678	702	727	751	776	801											
29	361	387	414	440	466	493	519	545	572	598	624	651	677	703	730	756	782	809	835	861											
30	389	417	445	473	501	530	558	586	614	642	670	699	727	755	783	811	839	868	896	924											
31	417	447	478	508	538	568	598	628	658	688	718	748	778	808	838	869	899	929	959	989											
32		479	511	543	575	607	639	671	703	735	767	800	832	864	896	928	960	992	1024	1056	1088										
33		512	546	580	614	648	682	716	750	784	818	852	887	921	955	989	1023	1057	1091	1125	1159										
34				617	654	690	726	762	798	835	871	907	943	979	1015	1052	1088	1124	1160	1196	1233										
35				656	695	733	771	810	848	886	925	963	1001	1040	1078	1116	1155	1193	1232	1270	1308										
36				696	737	777	818	859	899	940	980	1021	1061	1102	1143	1183	1224	1264	1305	1345	1386										
37					780	823	866	909	952	995	1037	1080	1123	1166	1209	1252	1295	1337	1380	1423	1466										
38					825	870	915	961	1006	1051	1096	1141	1187	1232	1277	1322	1367	1413	1458	1503	1548										
39						918	966	1014	1061	1109	1156	1204	1252	1299	1347	1394	1442	1490	1537	1585	1632										
40						968	1018	1068	1118	1168	1218	1268	1318	1368	1419	1469	1519	1569	1619	1669	1719										
41							1019	1071	1124	1176	1229	1282	1334	1387	1439	1492	1545	1597	1650	1703	1755	1808									
42							1070	1126	1181	1236	1291	1347	1402	1457	1512	1567	1623	1678	1733	1788	1843	1899									
43											1413	1471	1529	1587	1645	1702	1760	1818	1876	1934	1992										
44											1481	1542	1602	1663	1724	1784	1845	1905	1966	2026	2087										
45															1678	1741	1804	1868	1931	1994	2058	2121	2185								
46																1754	1821	1887	1953	2019	2086	2152	2218	2284							
47																	1833	1902	1971	2040	2110	2179	2248	2317	2386						
48																							2202	2274	2346	2418	2490				
49																										2371	2446	2521	2596		
50																												2470	2548	2627	2705

## MC

$v = -88,7 + 0,0345d^2h$  (v: volumen con corteza (dm<sup>3</sup>) / d: diámetro normal (cm) / h: altura total (m))

$R^2 = 0,95$

n = 116

$\frac{h}{d}$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
15																						
16																						
17		71	81	91	101	111	121	131	141													
18		90	101	113	124	135	146	157	168	180												
19		111	123	136	148	160	173	185	198	210												
20		132	146	160	174	187	201	215	229	243	256											
21		155	170	185	200	216	231	246	261	276	292	307										
22		179	195	212	229	245	262	279	295	312	329	345										
23		203	222	240	258	276	295	313	331	349	368	386	404	422	441							
24		229	249	269	289	309	329	349	368	388	408	428	448	468	488							
25		256	278	299	321	343	364	386	407	429	450	472	494	515	537	558	580	601				
26		285	308	331	354	378	401	424	448	471	494	518	541	564	588	611	634	658				
27			339	364	389	414	440	465	490	515	540	565	590	616	641	666	691	716	741	766	792	
28				398	425	452	479	506	533	561	588	615	642	669	696	723	750	777	804	831	858	
29				434	463	492	521	550	579	608	637	666	695	724	753	782	811	840	869	898	927	
30				470	501	532	563	594	626	657	688	719	750	781	812	843	874	905	936	967	998	
31				508	541	574	608	641	674	707	740	773	807	840	873	906	939	972	1005	1039	1072	
32					618	653	689	724	759	795	830	865	901	936	971	1007	1042	1077	1113	1148		
33					663	700	738	775	813	851	888	926	963	1001	1038	1076	1114	1151	1189	1226		
34					709	749	789	829	869	908	948	988	1028	1068	1108	1148	1188	1227	1267	1307		
35					757	799	841	883	926	968	1010	1052	1095	1137	1179	1221	1264	1306	1348	1391		
36					806	850	895	940	984	1029	1074	1119	1163	1208	1253	1297	1342	1387	1432	1476		
37						903	950	998	1045	1092	1139	1187	1234	1281	1328	1375	1423	1470	1517	1564		
38						958	1007	1057	1107	1157	1207	1256	1306	1356	1406	1456	1506	1555	1605	1655		
39						1013	1066	1118	1171	1223	1276	1328	1381	1433	1486	1538	1591	1643	1695	1748		
40						1071	1126	1181	1236	1291	1347	1402	1457	1512	1567	1623	1678	1733	1788	1843		
41						1129	1187	1245	1303	1361	1419	1477	1535	1593	1651	1709	1767	1825	1883	1941		
42						1189	1250	1311	1372	1433	1494	1555	1615	1676	1737	1798	1859	1920	1981	2041		
43							1379	1442	1506	1570	1634	1697	1761	1825	1889	1953	2016	2080	2144			
44							1448	1514	1581	1648	1715	1782	1848	1915	1982	2049	2115	2182	2249			
45							1518	1588	1658	1728	1798	1868	1937	2007	2077	2147	2217	2287	2357			
46								1809	1882	1955	2028	2101	2174	2247	2320	2393	2466					
47								1893	1969	2045	2121	2198	2274	2350	2426	2503	2579					
48								1978	2058	2137	2217	2296	2375	2455	2534	2614	2693					
49								2065	2148	2231	2314	2396	2479	2562	2645	2728	2811					
50								2154	2240	2326	2413	2499	2585	2671	2758	2844	2930					

## Agradecimientos

Los autores de este informe deseamos agradecer la colaboración prestada por todos los que han participado en la instalación, las mediciones y el seguimiento de la parcela, a lo largo de los 18 años que ha durado el ensayo. En concreto, queremos mencionar a: Yolanda Cuevas Sierra, Carmen García-Jiménez Reder, Laura López Negredo, Enrique Javier Rueda Martín, Francisco Javier Tranque Pascual y José Antonio Fernández Meléndez. Queremos extender este agradecimiento al agente medioambiental Amando García, que participó en la plantación de la parcela de ensayo, así como a los agentes medioambientales Fermín Marrón, Patricio Domínguez, José B. Moralejo, Alberto Morán, Luis María Rodríguez, Antonio Rodríguez Galende y Luis Ferrero, que se ocuparon del mantenimiento de la parcela, y también a los agentes José Ferrero, Eduardo Melgar y Plácido González, que han estado al tanto del seguimiento del ensayo. Igualmente, queremos expresar nuestro reconocimiento a José L. Bengoa y a Julia Miguel, por la caracterización edáfica de la parcela de ensayo.

colección de documentos técnicos  
para una gestión forestal sostenible



**Junta de  
Castilla y León**

Consejería de Fomento y Medio Ambiente  
Dirección General del Medio Natural