

Parcela de experimentación de clones de chopos VA-1 Zamadueñas

Jesús Rueda

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., (2015). Parcela de experimentación de clones de chopos VA-1 Zamadueñas. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid. 17 pp.

Índice

1. Introducción	4
2. Datos del medio	4
2.1. Localización y superficie	4
2.2. Datos administrativos	4
2.3. Clima	5
2.4. Suelo	5
3. Datos del ensayo	5
3.1. Diseño estadístico	5
3.2. Clones ensayados	6
3.3. Plantación	6
3.4. Marras	6
4. Diámetro normal	7
4.1. Resultados	7
4.2. Serie de diámetros normales	7
4.3. Rangos de los diámetros y árboles de mayor y de menor diámetro normal	8
4.4. Relación diámetro normal/edad	9
5. Altura total	11
6. Volumen con corteza	11
7. Productividad	12
8. Turno de máxima renta en especie	13
9. Comentarios	13
Anexo I. Datos de los análisis del suelo	15
Anexo II. Identificación de los clones	16
Agradecimientos	16

1. Introducción

La parcela de experimentación VA-1 “Zamadueñas” fue establecida en abril de 1996 como una plantación de ensayo de clones de chopos de producción en la provincia de Valladolid. El objetivo de su instalación fue el estudio del comportamiento de ocho clones, entre los que se incluyeron algunos de los que en ese momento se consideraban interesantes para la populicultura de Castilla y León y otros que se experimentaban por primera vez en esta región. 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 parcela sufrió los efectos de una avenida extraordinaria del río Pisuerga en el año 2001 y sólo quedaron en pie algunas de las unidades experimentales establecidas. A partir de ese año, se tomaron datos anuales de los árboles de una unidad de cada clon, que pasaron a ser los únicos controlados, hasta su aprovechamiento en 2014, en el que los chopos habían cumplido 18 períodos vegetativos.

Cada año entre 1996 y 2014 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. No se realizaron las mediciones finales en el apeo de los árboles para completar el estudio de comparación del comportamiento de los clones.

2. Datos del medio

2.1. Localización y superficie

La parcela de ensayo se localizó en un terreno que anteriormente se había dedicado al establecimiento de ensayos de cultivo agrícola, objetivo que fue abandonado por la baja calidad del terreno para esos fines. Se instaló la parcela de clones de chopos distribuyendo los bloques y las unidades experimentales por toda la superficie disponible y utilizando el clon ‘I-214’ para separar las unidades entre sí y rodear el conjunto del ensayo.

Finca: “Zamadueñas”

Término municipal: Valladolid

Provincia: Valladolid

Coordenadas UTM (ETRS89): x 359467 / y 4619268

Altitud: 700 m

Cuenca: Pisuerga

Curso de agua: Pisuerga, margen derecha

Superficie del ensayo: 3,8 ha

2.2. Datos administrativos

La finca “Zamadueñas” pertenece a la Junta de Castilla y León y es gestionada por la Consejería de Agricultura y Ganadería. En 1996, esta Consejería cedió a la de Medio Ambiente el uso de la parcela para la instalación del ensayo de clones de chopos. La

Consejería de Medio Ambiente ha gestionado, por tanto, todos los trabajos de plantación, mantenimiento, seguimiento y aprovechamiento de los chopos instalados.

2.3. Clima

El clima de la zona es mediterráneo continentalizado, con una temperatura media anual de 12,3 °C. Los inviernos son muy fríos, con frecuentes nieblas y heladas (61 días de helada). Los veranos son calurosos y secos, con máximas que oscilan entre 30 y 35 °C, pero mínimas que apenas superan los 13 °C. El mes más frío es enero, con temperatura media de 4,0 °C; el mes más cálido es julio, con temperatura media de 21,7 °C.

La distribución de las precipitaciones a lo largo del año es bastante equilibrada, con 435 mm anuales, exceptuándose los meses de julio y agosto, en los que es escasa. El mes más seco es julio, con 16 mm. El mes que tiene las mayores precipitaciones del año es diciembre, con 56 mm. A lo largo del año hay 71 días de precipitaciones.

2.4. Suelo

En el Anexo I se recogen los resultados de los análisis del suelo que ha sustentado la parcela de ensayo. Se han considerado 2 subparcelas, en cada una de las cuales se ha obtenido una muestra mezcla (Muestra 1 y Muestra 2). Las características de este suelo se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Características del suelo

Textura	Franco-arenosa
Elementos gruesos	Parcela poco pedregosa
pH	Básico
Carbonatos	16%
Nivel de nutrientes	Alto
Profundidad de la capa freática	Baja - 4,10 m

Aproximadamente a 2 metros de profundidad se encuentra una capa de arcilla de unos 50 centímetros de espesor; a partir de ahí, el terreno es arenoso con una gran proporción de elementos gruesos.

3. Datos del ensayo

3.1. Diseño estadístico

La parcela de ensayo se estableció con un diseño de bloques completos al azar, con 3 bloques de 8 unidades experimentales cada uno; en total, se componía de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental constaba de 25 árboles del mismo clon en cuadrado de 5x5, midiéndose anualmente la circunferencia normal de los 9 árboles del 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 árboles del clon 'I-214'. La variable controlada ha sido, por tanto, la circunferencia normal.

La avenida extraordinaria que sufrió la parcela de ensayo destruyó la mayor parte de las unidades experimentales establecidas y, a partir de este suceso, se consideró una unidad experimental por cada clon, anulándose el diseño planteado inicialmente y perdiéndose todo valor estadístico de las mediciones que se efectuaron posteriormente.

3.2. Clones ensayados

Los clones ensayados figuran en la tabla 2. Todos los árboles eran tallos de 2 años separados de raíz de 2 años. Hay que señalar que la procedencia de los clones no es la misma en todos ellos, correspondiendo al vivero de la Junta de Castilla y León en Villafer (León), al vivero de la Confederación Hidrográfica del Duero en Santa Cristina de la Polvorosa (Zamora), al vivero de Poloni en Francia y a un vivero de Bélgica.

Tabla 2. 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	Villafer
	NNDv	R2T2	Santa Cristina P.
	2000 Verde	R2T2	Santa Cristina P.
<i>P. x interamericana</i>	Raspalje	R2T2	Bélgica

El clon ‘Raspalje’, procedente de Bélgica, sufrió un retraso de cerca de dos semanas en el transporte hasta el sitio de plantación, permaneciendo los plantones todo ese tiempo encerrados en el camión que los llevaba. Esto motivó que llegaran en malas condiciones de conservación, lo que dio lugar a una mayor dificultad en el enraizamiento, produciéndose un retraso en el inicio de su crecimiento normal.

3.3. Plantación

Se trató de una primera plantación de chopos, que se realizó con unas técnicas y maquinaria ampliamente conocidas y utilizadas en la región.

Método: ahoyado a raíz profunda con retroexcavadora

Profundidad: 3,7-4,2 m

Espaciamiento: 6x6 m (278 pies/Ha)

Fecha: 8 a 19 de abril de 1996

Adjudicatario: TRAGSA

3.4. Marras

Después de la desaparición de gran parte de la plantación realizada, en las 8 unidades experimentales que se consideraron hasta el final del turno no se produjeron marras.

4. Diámetro normal

En el año 2014 (año 18 del turno) se midieron por última vez las circunferencias normales de todos los árboles controlados en la parcela, con los resultados que se expresan a continuación, referidos a diámetros.

4.1. Resultados

Nº observaciones (n): 72

Diámetro normal medio: 36,3 cm

Tabla 3. Diámetros normales por clones

Clon	n	Diámetro normal (cm)	Grupo Tukey
MC	9	41,5	A
I-214	9	41,0	A B
NNDv	9	39,7	A B
Raspalje	9	38,8	A B
Koster	9	38,5	A B
2000 Verde	9	35,0	B
Luisa Avanzo	9	28,4	C
Hees	9	27,5	C
Media	9	36,3	

4.2. 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 4. Serie de diámetros normales (cm)

Clon	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hees	0,8	1,4	4,4	9,2	10,6	13,8	17,1	18,3	19,8	21,5
I-214	1,0	1,6	4,3	8,7	12,8	16,6	20,4	23,0	26,5	29,0
Koster	0,8	1,8	5,4	10,3	14,6	17,9	20,8	22,9	25,4	28,5
Luisa Avanzo	0,9	2,4	7,8	12,7	13,8	16,3	18,8	20,3	22,0	23,4
MC	1,2	2,9	7,3	11,9	15,1	18,3	21,5	23,6	26,7	29,7
NNDv	1,0	1,5	4,8	10,2	13,7	17,6	21,4	23,4	26,2	29,2
Raspalje	1,2	1,3	3,5	8,0	10,8	14,7	18,6	19,8	22,7	25,0
2000 Verde	1,2	2,1	6,5	10,9	13,1	16,2	19,3	20,6	23,3	25,2
Media	1,0	1,9	5,5	10,2	13,1	16,4	19,7	21,5	24,1	26,4

Tabla 4 (cont). Serie de diámetros normales (cm)

Clon	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Hees	21,7	22,0	22,9	24,0	24,7	25,7	26,7	27,1	27,5	
I-214	29,8	31,2	33,7	35,7	37,0	38,1	39,5	40,2	41,0	
Koster	29,3	30,9	32,5	33,9	35,3	36,0	37,2	37,8	38,5	
Luisa Avanzo	23,5	24,0	24,9	25,7	26,2	27,0	27,7	28,0	28,4	
MC	31,0	33,0	34,9	36,3	37,5	38,5	39,9	40,7	41,5	
NNDv	30,1	31,4	33,2	34,5	35,7	36,9	38,2	38,9	39,7	
Raspalje	25,9	27,4	30,1	32,2	33,8	35,4	37,0	37,9	38,8	
2000 Verde	25,7	27,0	28,7	30,4	31,3	32,4	33,5	34,3	35,0	
Media	27,1	28,3	30,1	31,6	32,7	33,8	34,9	35,6	36,3	

4.3. Rangos de los diámetros 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 son los expresados en la tabla 5.

En las tablas 6 y 7 figuran, respectivamente, los clones a los que pertenecen los árboles que, en el último año de medición, presentaron los mayores y los menores diámetros normales.

Tabla 5. Rangos de los diámetros normales

Clon	Diámetro mínimo (cm)	Diámetro máximo (cm)
Hees	23,6	31,7
I-214	31,5	48,5
Koster	24,0	43,3
Luisa Avanzo	24,0	38,2
MC	39,9	44,2
NNDv	35,8	42,6
Raspalje	34,0	43,5
2000 Verde	27,5	41,2
Total	23,6	48,5

Tabla 6. Árboles de mayor diámetro normal

Nº	Clon	Diámetro normal (cm)
1	I-214	48,5
2	I-214	46,3
3	I-214	45,4
4	I-214	45,2
5	MC	44,2
6	MC	44,0
7	I-214	43,8
8	Raspalje	43,5
9	Koster	43,3
10	Raspalje	42,7

Tabla 7. Árboles de menor diámetro normal

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

4.4. 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 de la parcela, se han ajustado, para cada clon y para el total de los árboles controlados, 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 8.

Tabla 8. Relación diámetro normal/edad ($d = a_0 + a_1e + a_2e^2$)

Clon	a_0	a_1	a_2	R^2
Hees	-0,04	3,108	-0,0908	0,95
I-214	-1,64	4,165	-0,1000	0,92
Koster	-0,79	4,133	-0,1100	0,93
Luisa Avanzo	1,57	3,319	-0,1060	0,89
MC	0,16	4,117	-0,1021	0,99
NNDv	-1,20	4,247	-0,1117	0,98
Raspalje	-0,98	3,388	-0,0648	0,98
2000 Verde	0,53	3,464	-0,0881	0,90
Total	-0,30	3,743	-0,0967	0,88

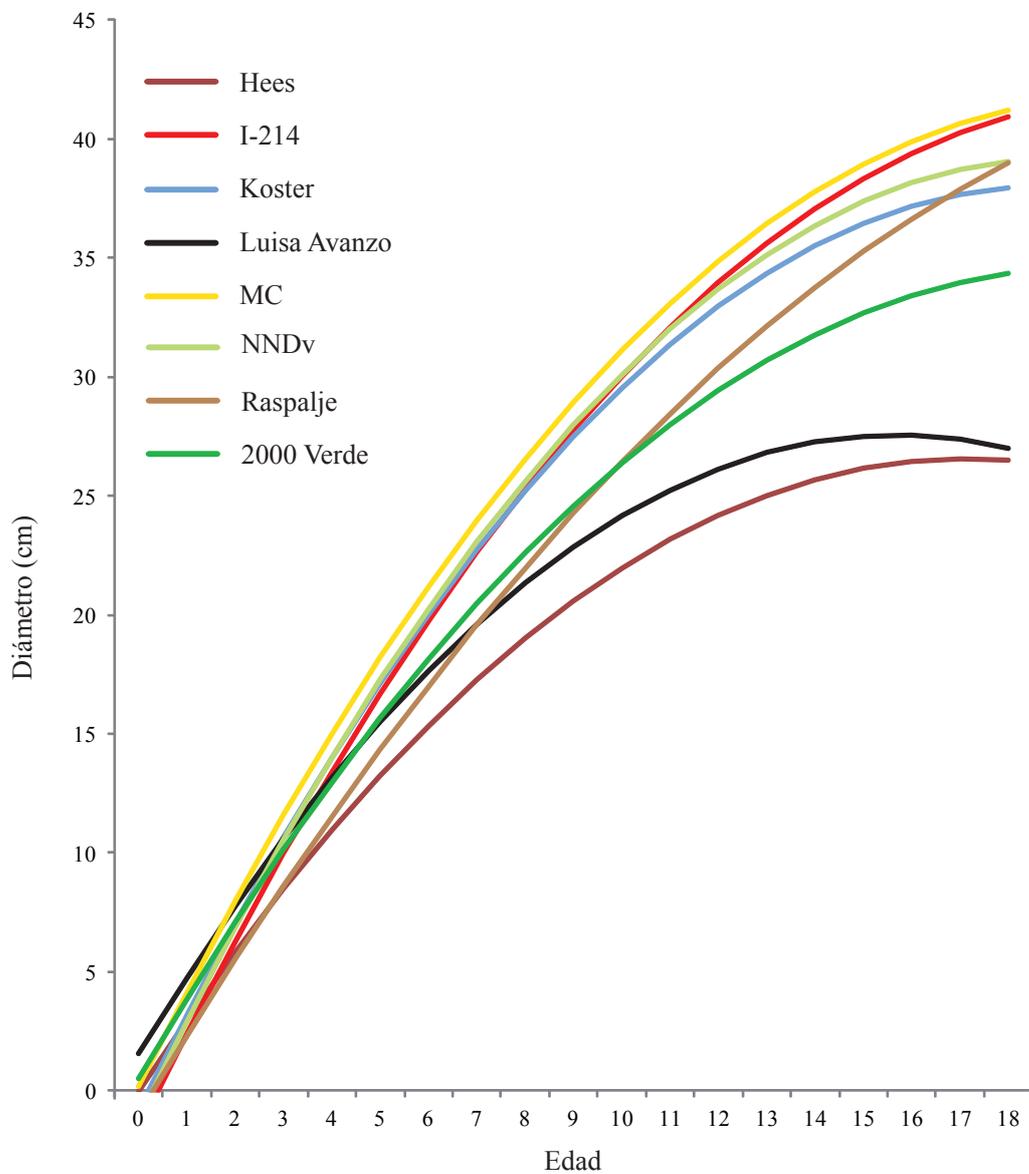


Figura 1. Relación diámetro normal/edad

5. Altura total

Para la determinación de la altura total de los árboles, se ha utilizado la ecuación:

$$h = a_0 + a_1 d$$

donde h: altura total (m)

d: diámetro normal (cm.).

siendo $a_0 = 0,753022$

$$a_1 = 0,995769$$

y el coeficiente de determinación $R^2 = 0,90$.

Los valores de la altura total en la última medición de diámetros normales resultan ser los que se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Altura total

Clon	Diámetro normal (cm)	Altura total (m)
MC	41,5	30,8
I-214	41,0	30,4
NNDv	39,7	29,4
Raspalje	38,8	28,8
Koster	38,5	28,5
2000 Verde	35,0	25,9
Luisa Avanzo	28,4	21,1
Hees	27,5	20,4
Media	36,3	26,9

6. Volumen con corteza

Se ha calculado el volumen con corteza de los árboles en función de su diámetro normal, a través de la circunferencia normal medida en el último año, y de su altura total, resultante de la ecuación alturas/diámetros utilizada. Para ello, se han empleado las tablas de cubicación obtenidas de las mediciones efectuadas en otras parcelas de ensayo para los clones 'I-214', 'Luisa Avanzo', 'MC', 'Raspalje' y '2000 Verde'. Para el clon 'NNDv' se ha empleado la misma tabla que para 'MC', ya que estos dos clones son idénticos. Y para 'Koster' y 'Hees' se ha empleado una tabla más genérica obtenida para *Populus x euramericana*.

Las tablas de cubicación empleadas se basan en la ecuación:

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

Siendo v: volumen con corteza (dm³).

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 10.

Tabla 10. Tablas de cubicación ($v = a_0 + a_1 d^2 h$)

Clon	a_0	a_1	R^2
Hees	-74,3	0,0342	0,97
I-214	-41,6	0,0330	0,98
Koster	-74,3	0,0342	0,97
Luisa Avanzo	-57,3	0,0276	0,97
MC	-52,2	0,0345	0,97
NNDv	-52,2	0,0345	0,97
Raspalje	7,7	0,0290	0,99
2000 Verde	30,9	0,0339	0,98

Así se obtienen los valores de los volúmenes unitarios medios de cada clon en el último año del turno:

Tabla 11. Volumen unitario (m^3)

Clon	Volumen (m^3)
MC	1,778
I-214	1,644
NNDv	1,543
Koster	1,372
Raspalje	1,264
2000 Verde	1,106
Hees	0,454
Luisa Avanzo	0,410
Media	1,196

7. Productividad

El crecimiento medio de cada clon figura en la tabla 12.

Tabla 12. Productividad por clones

Clon	Volumen unitario con corteza (m^3)	Producción (m^3/ha)	Crecimiento ($m^3/ha/año$)
MC	1,778	494	27,4
I-214	1,644	457	25,4
NNDv	1,543	429	23,8
Koster	1,372		21,2
Raspalje	1,264	351	19,5
2000 Verde	1,106	307	17,1
Hees	0,454	126	7,0
Luisa Avanzo	0,410	114	6,3
Media	1,196	332	18,5

8. 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 13.

Tabla 13. Turno de máxima renta en especie

Clon	Turno (años)
Hees	14
I-214	17
Koster	15
Luisa Avanzo	13
MC	16
NNDv	16
Raspalje	21
2000 Verde	15
Media	16

9. Comentarios

La parcela de experimentación “VA-1 Zamadueñas” se estableció con el objetivo de comparar el comportamiento del clon ‘I-214’ con otros que podrían constituir una alternativa de utilización en Castilla y León, en pro de 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 un terreno que anteriormente había sustentado cultivos agrícolas. Para su instalación, se empleó un método de plantación (ahoyado a raíz profunda con retroexcavadora), un espaciamiento (6x6 metros) y unas técnicas de cultivo ampliamente extendidas y conocidas en Castilla y León.

El establecimiento de la parcela se efectuó con un diseño estadístico de bloques completos al azar, reconocido internacionalmente como válido para este tipo de ensayos. Además, se realizó una distribución de bloques, unidades experimentales e individuos que permitiera la eliminación de los efectos de borde que podrían producirse entre distintos clones, falseando los resultados objetivos en mayor o menor medida. Sin embargo, la catástrofe debida a una avenida extraordinaria del río Pisuerga destruyó el diseño experimental establecido, perdiéndose con ello toda validez estadística del experimento.

Las especies a las que pertenecen los clones ensayados son: *Populus x euramericana* (Dode) Guinier (‘Hees’, ‘I-214’, ‘Koster’, ‘Luisa Avanzo’, ‘MC’, ‘NNDv’ y ‘2000 Verde’) y *Populus x interamericana* Brokehuizen (‘Raspalje’).

De los ocho clones ensayados, cinco se encuentran inscritos en el Catálogo Nacional de materiales de base del género *Populus* L. en la categoría controlada: ‘I-214’, ‘Luisa

Avanzo', 'MC' 'Raspalje' y '2000 Verde'. De estos cinco clones, tres están también incluidos en el catálogo de materiales de base de Castilla y León: 'I-214', 'MC' y 'Raspalje'. El clon 'NNDv' estuvo incluido en el catálogo nacional, pero fue eliminado de éste al comprobarse que es idéntico a 'MC'.

Con los datos disponibles de la variable controlada (circunferencia normal), expresada mediante el diámetro normal en el último año del turno, no puede determinarse si hay diferencias significativas entre los clones considerados en el ensayo. Con ello, sólo puede afirmarse que los clones que mejor se han comportado en el sitio de ensayo han sido 'MC', 'I-214', 'Raspalje' y 'Koster'. Sigue a éstos el clon '2000 Verde'. En los últimos lugares figuran 'Luisa Avanzo' y 'Hees'.

La producción media obtenida en la parcela de ensayo (18,5 m³/ha/año) debe considerarse de mediana calidad para los terrenos dedicados al cultivo de chopos cuando se busca una rentabilidad aceptable, correspondiendo a la calidad III en una escala de 5 calidades. Se observan, sin embargo, diferencias apreciables entre los distintos clones, correspondiendo a la calidad II la productividad de los clones 'MC' (27,4 m³/ha/año), 'I-214' (25,4 m³/ha/año) y 'Koster' (21,2 m³/ha/año); a la calidad III los clones 'Raspalje' (19,5 m³/ha/año) y '2000 Verde' (17,1 m³/ha/año); y a la calidad V los clones 'Hees' (7,0 m³/ha/año) y 'Luisa Avanzo' (6,3 m³/ha/año).

Anexo I. Análisis del suelo

	Muestra 1	Muestra 2
Profundidad	0,0-0,5 m	0,0-0,5 m
Elementos gruesos	0,12%	0,31%
Bloques+cantos	0,00%	0,00%
Gravas	0,12%	0,31%
Gravas gruesas	0,00%	0,00%
Gravas finas	0,00%	0,00%
Gravillas	0,12%	0,31%
Arena	68,95%	72,30%
Arena fina	40,25%	40,70%
Limo	16,75%	13,50%
Arcilla	14,30%	14,20%
Textura	Franco-arenosa	Franco-arenosa
Carbonatos	16,89%	16,24%
Caliza activa	4,06%	3,94%
Materia orgánica	0,80%	1,11%
Capacidad de intercambio catiónico	3,44 meq/100g	10,94 meq/100g
pH	8,17	8,28
Conductividad	0,17 mmhos/cm	0,13 mmhos/cm
Fósforo	14 ppm	7 ppm
Potasio	51 ppm	109 ppm
Calcio	18,20 meq/100g	18,40 meq/100g
Magnesio	1,02 meq/100g	1,07 meq/100g
Sodio	0,03 meq/100g	0,02 meq/100g

Anexo II. 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
Raspalje	<i>P. x interamericana</i>	Bélgica	1960	femenino	sí	sí
2000 Verde	<i>P. x euramericana</i>	Italia	1982	masculino	sí	no

Agradecimientos

Se agradece la colaboración prestada por todos los que han participado en el establecimiento, 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: Laura López Negredo, Enrique Javier Rueda Martín, Francisco Javier Tranque Pascual y José Antonio Villamediana Pascual. Queremos tener un especial recuerdo al agente medioambiental Elías, sin cuya colaboración no habría sido posible la realización de este trabajo. 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