

Parcela de experimentación de clones de chopos LE-6 Vega de Infanzones

Jesús Rueda
José Luis García Caballero

2024



**Junta de
Castilla y León**

Consejería de Medio Ambiente,
Vivienda y Ordenación del Territorio

© Junta de Castilla y León.

El contenido de este documento no es vinculante para el posicionamiento institucional de la Junta de Castilla y León.

Cita recomendada: Rueda J, García Caballero JL (2024): Parcela de experimentación de clones de chopos LE-6 “Vega de Infanzones”. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio. Valladolid, 38 pp.

Índice

1. Introducción	4
2. Datos generales	5
2.1. Localización y superficie	5
2.2. Datos administrativos	5
2.3. Clima	6
2.4. Suelo	6
3. Datos del ensayo	7
3.1. Diseño experimental	7
3.2. Clones ensayados	7
3.3. Plantación	8
3.4. Marras	8
3.5. Cuidados culturales	8
3.6. Plagas y enfermedades	9
4. Diámetro normal	10
4.1. Resultados	11
4.2. Serie de diámetros normales	12
4.3. Rangos de los diámetros normales y árboles de mayor y de menor diámetro normal	12
4.4. Relación diámetro normal/edad	14
5. Altura total	16
5.1. Resultados	16
5.2. Serie de alturas totales	17
5.3. Rangos de las alturas totales y árboles de mayor y de menor altura total ..	17
5.4. Relación altura total/diámetro normal	19
6. Volumen con corteza	20
6.1. Resultados	20
6.2. Rangos de los volúmenes y árboles de mayor y de menor volumen	20
6.3. Relación volumen/diámetro normal y altura total	22
7. Coeficiente mórfico	23
8. Productividad	24
9. Turno de máxima renta en especie	24
10. Comentarios	25
Agradecimientos	27
Anexo I. Localización de la parcela de ensayo	28
Anexo II. Análisis del suelo	29
Anexo III. Esquema de la parcela de ensayo	30
Anexo IV. Fotografías de los clones	31

1. Introducción

La parcela de experimentación LE-6 “Vega de Infanzones” fue establecida en febrero de 2005, 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 León. El objetivo de su instalación fue el estudio del comportamiento de 8 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. 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 por ser inadecuado a la estación, que durante mucho tiempo ha sido prácticamente el único clon empleado en las plantaciones de chopos gestionadas o promovidas por la Junta de Castilla y León. Por otra parte, los problemas de plagas y enfermedades que afectan actualmente a la populicultura clonal aconsejan una diversificación genética de los materiales empleados en las plantaciones para producción de madera, con objeto de hacerlas más resistentes a estas adversidades.

Los chopos del ensayo fueron aprovechados durante los días 26 y 27 de abril de 2023, habiendo cumplido la plantación 18 períodos vegetativos.

Cada año entre la plantación y el apeo se midieron, durante la época de parada vegetativa, las circunferencias normales de todos los árboles controlados en la parcela y la altura total de una muestra de ellos. En el apeo de los árboles se realizaron las mediciones pertinentes para completar el estudio comparativo del comportamiento de los clones.



2. Datos generales

2.1. Localización y superficie

La parcela de ensayo se ha localizado en el marco de una plantación de chopos del clon 'I-214', en un terreno que anteriormente ya había sustentado una masa de chopos de producción con ese mismo clon; se ha tratado, por tanto, de una segunda plantación.

Se considera que el ensayo ha constado de todos los árboles incluidos en las unidades experimentales, más dos líneas de árboles de 'I-214' que rodeaba el conjunto.

Monte: Ribera estimada del río Esla en el término municipal de Vega de Infanzones

Término municipal: Vega de Infanzones

Comarca: León

Provincia: León

Coordenadas UTM (ETRS89 30N): x: 292431; y: 4704573

Altitud: 774 m

Cuenca: Esla

Curso de agua: Esla, margen derecha

Superficie del ensayo: 4,37 ha

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



2.2. Datos administrativos

La parcela de experimentación se instaló en el monte "Ribera estimada del río Esla en el término municipal de Vega de Infanzones", monte de utilidad pública número 955 de la provincia de León, en el rodal 129.1.1.

Existe un convenio de colaboración entre la Junta de Castilla y León y la Junta Vecinal de Vega de Infanzones, con el número 3488236. El convenio fue suscrito el 27 de noviembre de 2015, afectando a una superficie de 42,89 hectáreas, de las que 19,01 hectáreas corresponden al rodal donde se encuentra la parcela.

La chopera que sustentaba la parcela de ensayo se adhirió al procedimiento de certificación de gestión forestal sostenible por el sistema PEFC. El correspondiente plan técnico fue aprobado con fecha 15 de noviembre de 2005 y su inclusión consta con fecha 28 de marzo de 2007. Posteriormente, se aprobó el Plan Dasocrático del monte 955 y el 4 de abril de 2024 se incorporó a la “Unidad de Certificación Regional”, definida en el Certificado de Conformidad de la Gestión Forestal Sostenible PEFC/14-21-00008-AEN.

2.3. Clima

El clima de la zona es mediterráneo continentalizado, con una temperatura media anual de 11,5 °C. Los inviernos son muy fríos, siendo enero el mes más frío (con temperatura media de 3,4 °C y temperatura media de las mínimas de -1,0 °C) y veranos calurosos, siendo julio el mes más cálido (con temperatura media de 20,4 °C y temperatura media de las máximas de 28,8 °C). Hay una gran frecuencia de heladas invernales, produciéndose incluso en primavera.

La distribución de las precipitaciones es bastante equilibrada a lo largo del año, con 433 mm anuales, exceptuándose los meses de julio y agosto, en los que son más escasas. El mes más seco es agosto, con 18 mm; el mes que tiene las mayores precipitaciones del año es mayo, con 53 mm.

2.4. Suelo

Los datos de los análisis del suelo en el que se ha instalado la parcela de ensayo figuran en el Anexo II. Estos datos corresponden a tres muestras de tierras tomadas cada una en el centro de uno de los bloques que constituyen la parcela. Las características del suelo en la parcela que ha sustentado el ensayo se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Características del suelo.

Textura	Arenosa y franco-arcillo-arenosa
Elementos gruesos	Parcela de escasa pedregosidad
pH	Básico o muy básico
Carbonatos	No se han detectado
Nivel de nutrientes	Medio-bajo o alto
Profundidad de la capa freática	Unos 3 metros en el estiaje



3. Datos del ensayo

3.1. Diseño experimental

La parcela de experimentación se estableció con un diseño de bloques completos al azar, con tres bloques. Cada bloque incluía 8 unidades experimentales; en total, se componía de 24 unidades experimentales. Cada unidad experimental constaba de 25 árboles del mismo clon dispuestos en cuadrado de 5×5 árboles, 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 estaban separadas entre sí por una línea del clon ‘I-214’; los bloques estaban separados entre sí por una mayor distancia. La parcela experimental estaba rodeada por pies del clon ‘I-214’, clon utilizado en la plantación en la que se incluyó el ensayo. La variable controlada ha sido, por tanto, la circunferencia normal.

En el anexo III se presenta el esquema de la parcela de ensayo.



3.2. Clones ensayados

El conjunto de la chopera, a excepción de la parcela de ensayo, se plantó empleando el clon ‘I-214’. Los clones utilizados en la comparación pertenecen a los híbridos *Populus ×euramericana* (Dode) Guinier (= *Populus ×canadensis* Moench) y *Populus ×interamericana* van Broekhuizen (= *Populus ×generosa* Parr.). En todos los casos se trató de plantones de 2 savias separados de raíz de 2 savias (R2T2), procedentes del vivero de la Junta de Castilla y León en Villafer (León). Estos clones figuran en la tabla 2.

‘Branagesi’ está incluido en el grupo de clones denominado ‘Canadese Mantovano’, difundido en Italia desde los años 1960 y constituido por seis clones (‘302-San Giacomo’, ‘Adige’, ‘Boccalari’, ‘Branagesi’, ‘Gattoni’ y ‘Stella Ostigliese’) que poseen el mismo perfil genético, aún cuando se han adjudicado a distintos obtentores.

Los clones ‘Beaupré’, ‘Branagesi’, ‘I-214’, ‘MC’, ‘Raspalje’ y ‘Unal’ están incluidos actualmente en el catálogo nacional de materiales de base del género *Populus* y también en el catálogo de materiales de base del género *Populus* de

Castilla y León, para las categorías cualificada y controlada. Estos seis clones fueron seleccionados para el experimento por su buen rendimiento en otros ensayos, a los que se añadieron ‘A3A’ y A4A’ como novedades con interés de experimentación.

Tabla 2. Clones ensayados.

Especie	Clon	País de origen	Año de obtención	Sexo
P. ×euramericana	A3A	Italia	1986	Femenino
	A4A	Italia	1986	Femenino
	Branagesi	Italia	1968	Femenino
	I-214	Italia	1929	Femenino
	MC	Italia	1954	Femenino
P. ×interamericana	Beaupré	Bélgica	1961	Femenino
	Raspalje	Bélgica	1961	Femenino
	Unal	Bélgica	1961	Masculino

3.3. Plantación

Se realizó la plantación mediante el método de ahoyado a raíz profunda con retroexcavadora, de manera que la base de los plantones alcanzara el nivel de la capa freática en la época de máximo estiaje, que se encontraba a unos 3 metros de profundidad. Esta operación tuvo lugar durante el mes de febrero de 2005.

El marco de plantación fue de 6×6 metros, equivalente a una densidad de 278 pies por hectárea. Inmediatamente después de la plantación, se efectuó una nivelación final del terreno.

Las obras de plantación fueron realizadas por la unión temporal de empresas Ecosistema Bierzo S.L. y Maderas Castañeiras S.L., como adjudicataria de la propuesta administrativa LE-161/05 del Servicio Territorial de Medio Ambiente de León.

3.4. Marras

Después del establecimiento de la parcela de experimentación, en el transcurso del ciclo de crecimiento se produjeron solamente dos marras en los chopos controlados, que no fueron repuestas. Los datos de estas dos marras figuran en la tabla 3.

Tabla 3. Marras.

Nº árbol	Bloque	Clon	Edad de la marra
22	I	Unal	1
29	I	A4A	5

3.5. Cuidados culturales

Durante los primeros años desde la instalación de la chopera (años 2007, 2008, 2009 y 2010) se realizaron gradeos del suelo con la finalidad principal de eliminar la competencia de la vegetación herbácea a los jóvenes chopos, hasta alcanzar la tangencia de copas. Estos gradeos se hicieron en dos pasadas (gradeo doble), sin mediar tiempo entre ambas (gradeo simultáneo), y efectuando la segunda pasada en dirección perpendicular a la de la primera (gradeo cruzado).

Posteriormente, en la chopera se efectuaron gradeos sencillos, es decir, en una sola pasada, con objeto de reducir el peligro de aparición y propagación de incendios en los años 2015 y 2018.

A lo largo del ciclo de crecimiento de la chopera se efectuaron podas de los árboles instalados, tanto de formación (poda de guía) como de conformación (poda del fuste).

En los años 2006 y 2007, habiendo cumplido la plantación 1 y dos períodos vegetativos, respectivamente, se realizaron podas de formación para eliminar las ramas competidoras con la guía principal, con objeto de evitar las bifurcaciones del tronco, sobre todo en el clon ‘I-214’, que presenta una baja dominancia apical.

Se realizaron podas de conformación del fuste con la finalidad de impedir la formación de nudos en la madera de las primeras trozas del tronco para conseguir una alta calidad de la chapa en esas trozas. Estas podas se efectuaron en los años 2006, 2007, 2008 y 2015.

Durante todo el turno de producción de la chopera, no se han realizado fertilizaciones ni riegos.



Poda de formación y conformación (año 2006)



Poda de conformación (año 2008)

3.6. Plagas y enfermedades

En el año 2013, durante el octavo período vegetativo de la chopera, se produjo un ataque de *Leucoma salicis* L. que afectó a toda la parcela de ensayo y se tradujo en un menor crecimiento del diámetro normal de los árboles controlados en el experimento. Aunque esta plaga no fue tratada, no se reprodujo en 2014 y la chopera retomó su evolución normal a partir de entonces. Se evaluó la pérdida de crecimiento de los árboles afectados por la plaga y los resultados obtenidos se recogieron en el documento “Efecto del ataque de *Leucoma salicis* L. en una parcela experimental de clones de chopos en la ribera del Esla (León)” (Rueda J, García Caballero JL; 2016).

Los resultados del estudio señalaron diferencias significativas entre las pérdidas de crecimiento de los clones del ensayo en el año de la plaga. Estas diferencias tienen su origen en la distinta sensibilidad que presentan los clones al ataque de *Leucoma salicis*. Los clones que se mostraron más susceptibles al patógeno fueron 'I-214', 'MC' y 'Branagesi'; siguieron a éstos 'Unal' y 'A3A'; 'A4A' resultó menos dañado que los anteriores; y 'Beaupré' y sobre todo 'Raspalje' fueron los clones que manifestaron mayor tolerancia a la acción perjudicial del insecto.



Por otra parte, durante todo el ciclo de crecimiento de los chopos ensayados se observó la presencia del hongo *Melampsora larici-populina*, conocido como roya del chopo o roya del alerce, por ser éstas las especies en las que se desarrolla. La raza E4 de esta roya afecta especialmente al clon 'Beaupré', cuyo crecimiento se ha visto mermado en relación con los demás clones del experimento, comparándolo con las mediciones de crecimientos obtenidas en otras parcelas de ensayo donde no se ha constatado la presencia de este patógeno.

La patente sensibilidad de 'Beaupré' a la roya del alerce, que se traduce en una apreciable pérdida de crecimiento, aconsejan la eliminación de este clon del catálogo de materiales de base del género *Populus* en Castilla y León. Esta consideración se ve reforzada por el hecho de que se viene observando una creciente extensión del patógeno por todas las comarcas en las que se cultivan los chopos.

4. Diámetro normal

Antes del apeo, se midieron por última vez las circunferencias normales de todos los árboles controlados de la parcela en estudio, con los resultados que se expresan a continuación, referidos a valores del diámetro normal.



4.1. Resultados

Nº observaciones (n): 214

Diámetro normal medio: 38,1 cm

Tabla 4. Diámetros normales por bloques.

Bloque	n	Diámetro normal (cm)	Grupo Tukey
II	72	40,9	A
III	72	39,7	A
I	70	33,6	B
Media	71	38,1	

Tabla 5. Diámetros normales por clones.

Clon	n	Diámetro normal (cm)	Grupo Tukey			
Raspalje	27	43,6	A			
Branagesi	27	41,0	A	B		
Unal	26	38,6		B	C	
A3A	27	37,9		B	C	D
A4A	26	37,3		B	C	D
MC	27	36,7		B	C	D
I-214	27	35,7			C	D
Beaupré	27	33,9				D
Media	27	38,1				

Tabla 6. Análisis de la varianza.

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	2	2.204,4	1.102,2	84.849	<0,0001
Clon	7	1.749,5	249,9	19.241	<0,0001
Clon:bloque	14	965,8	69,0	5.311	<0,0001
Error	190	2.468,1	13,0		

4.2. Serie de diámetros normales

Las mediciones anuales de la circunferencia normal de los árboles controlados en la parcela de ensayo dieron, como resultado, la serie de diámetros normales por clones que figura en la tabla 7. En esta tabla se ha consignado, en lugar del año, la edad de los árboles que corresponde a cada temporada de mediciones.

Tabla 7. Serie de diámetros normales (cm).

Clon	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A3A	2,6	5,1	8,7	12,6	15,5	18,2	21,2	23,8	25,8	26,7
A4A	2,2	4,7	8,8	12,9	15,9	19,0	22,1	24,9	26,8	27,7
Beaupré	1,8	3,2	6,3	10,0	12,9	15,9	18,9	21,8	23,7	24,8
Branagesi	1,5	3,7	7,7	12,2	15,5	18,8	22,0	25,1	27,7	28,5
I-214	2,1	4,3	7,7	11,8	14,3	17,4	20,4	23,2	25,2	26,0
MC	2,0	3,8	7,2	11,5	14,4	17,4	20,1	22,5	24,5	25,3
Raspalje	2,0	3,7	7,3	11,5	15,0	18,7	22,4	25,8	28,3	29,9
Unal	1,7	3,2	6,8	11,1	14,5	17,7	21,1	24,3	26,6	27,5
Media	2,0	4,0	7,6	11,7	14,7	17,9	21,0	23,9	26,1	27,0

Clon	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A3A	28,3	29,9	31,4	32,8	34,1	35,5	36,3	37,4	37,9
A4A	29,1	30,4	31,9	32,7	33,8	35,2	35,9	36,8	37,3
Beaupré	26,1	27,2	28,6	29,7	30,8	32,0	32,8	33,5	33,9
Branagesi	30,2	31,9	33,6	35,2	36,5	38,0	39,1	40,1	41,0
I-214	28,1	30,0	31,2	32,3	33,5	34,6	35,0	35,5	35,7
MC	27,1	28,9	30,3	31,7	32,9	34,2	35,0	36,0	36,7
Raspalje	31,7	33,4	35,3	37,1	38,5	40,1	41,2	42,8	43,6
Unal	29,1	30,5	32,0	33,5	34,8	36,2	37,1	38,0	38,6
Media	28,7	30,3	31,8	33,1	34,4	35,7	36,6	37,5	38,1

4.3. 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 del turno de la chopera, para cada clon y para el conjunto de los árboles controlados, son los expresados en la tabla 8.

Tabla 8. Rangos de los diámetros normales (cm).

Clon	Diámetro mínimo	Diámetro máximo
A3A	30,0	46,1
A4A	21,0	45,9
Beaupré	23,7	44,2
Branagesi	25,2	47,3
I-214	24,3	42,8
MC	20,2	46,4
Raspalje	34,3	51,4
Unal	27,2	46,4
Total	20,2	51,4

En las tablas 9 y 10 figuran, respectivamente, los clones a los que pertenecen los árboles que, en el último año del turno, presentaron los mayores y los menores diámetros normales.

Tabla 9. Árboles de mayor diámetro.

Nº	Clon	Diámetro normal (cm)
1	Raspalje	51,4
2	Raspalje	51,4
3	Raspalje	49,8
4	Raspalje	49,6
5	Raspalje	49,0
6	Raspalje	48,4
7	Raspalje	48,4
8	Raspalje	47,6
9	Raspalje	47,6
10	Raspalje	47,5

Tabla 10. Árboles de menor diámetro

Nº	Clon	Diámetro normal (cm)
1	MC	20,2
2	A4A	21,0
3	Beaupré	23,7
4	I-214	24,3
5	Branagesi	25,2
6	I-214	25,7
7	A4A	25,9
8	Beaupré	26,1
9	Beaupré	26,5
10	Beaupré	26,6



Árbol de mayor diámetro ('Raspalje')



'Branagesi' de mayor diámetro



Árbol de menor diámetro ('MC')

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, 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 se expresan en la tabla 11. En la figura 1 se muestra la evolución del diámetro normal de cada clon a lo largo del turno.

Tabla 11. Relación diámetro/edad ($d = a_0 + a_1e + a_2e^2$).

Clon	a_0	a_1	a_2	R^2
A3A	2,53	3,505	-0,0871	0,92
A4A	2,14	3,804	-0,1057	0,80
Beaupré	0,75	3,474	-0,0922	0,90
Branagesi	0,99	3,978	-0,0999	0,95
I-214	1,37	3,698	-0,0997	0,89
MC	1,52	3,475	-0,0861	0,89
Raspalje	0,65	4,076	-0,0954	0,89
Unal	0,59	3,890	-0,1006	0,89

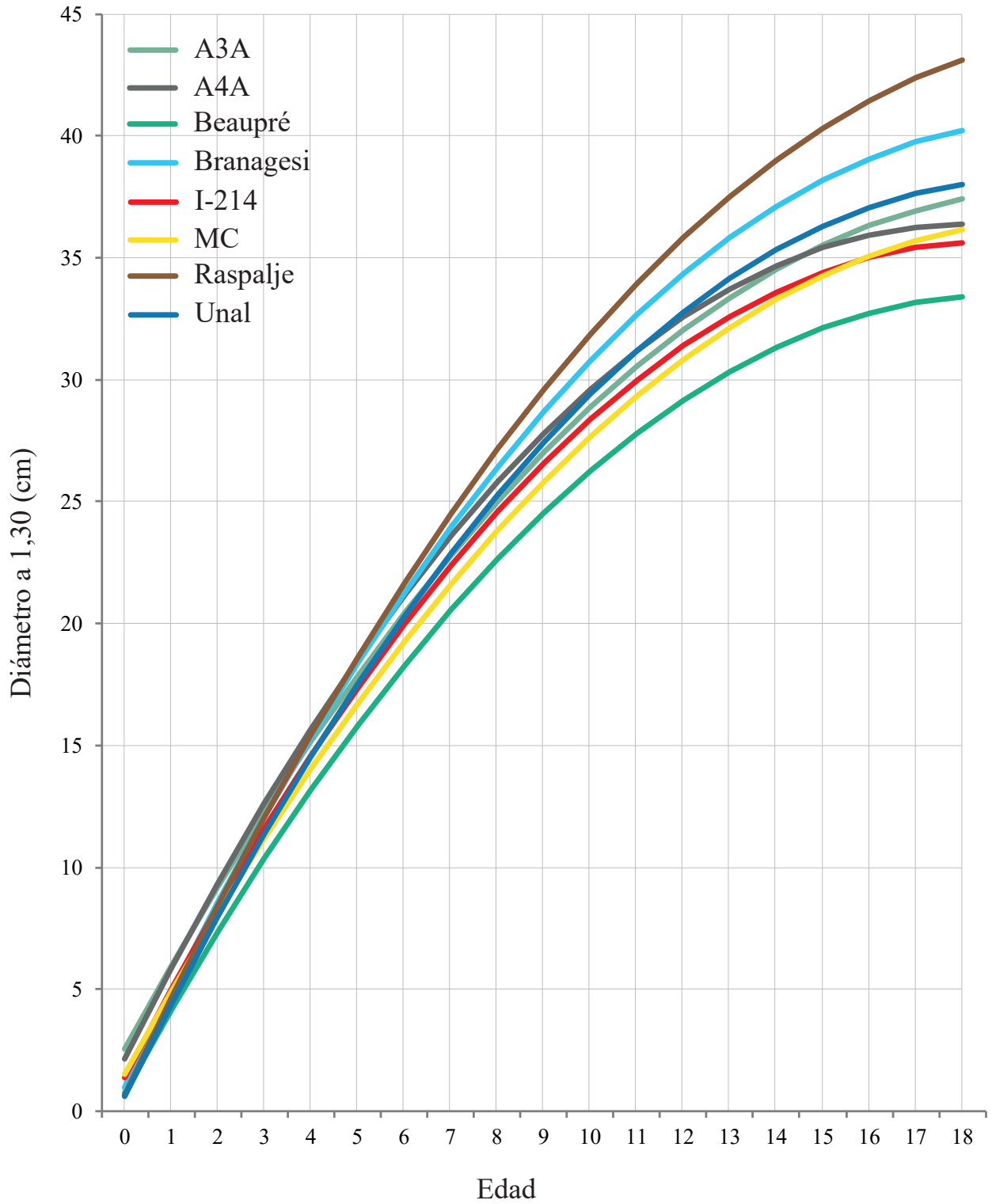


Figura 1. Relación diámetro normal/edad

5. Altura total

Una vez apeados los árboles, en cada uno de ellos se midió la altura del tocón que quedó en el suelo, la longitud del fuste abatido, desde su base 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.



5.1. Resultados

Nº observaciones (n): 214

Altura total media: 31,44 m

Tabla 12. Alturas totales por bloques

Bloque	n	Altura total (m)	Grupo Tukey
II	72	33,83	A
III	72	32,80	A
I	70	27,59	B
Media	71	31,41	

Tabla 13. Alturas totales por clones

Clon	n	Altura total (m)	Grupo Tukey	
Raspalje	27	35,00	A	
MC	27	32,97	A	B
Unal	26	32,85	A	B
Branagesi	27	31,93		B
A3A	27	31,15		B C
I-214	27	31,13		B C
A4A	26	28,55		C D
Beaupré	27	27,91		D
Media	27	31,44		

Tabla 14. Análisis de la varianza

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	2	1.593,0	796,5	396,58	<0,0001
Clon	7	1.024,4	146,3	72,87	<0,0001
Clon:Bloque	14	458,8	32,8	16,32	<0,0001
Error	190	381,6	2,0		

5.2. Serie de alturas totales

Las mediciones anuales de la altura total en pie de la muestra de árboles controlados en la parcela de ensayo dieron, como resultado, la serie por clones que figura en la tabla 15. En esta tabla, igual que en el caso de los diámetros normales, se ha consignado la edad que corresponde a cada temporada de mediciones en lugar del año en que se efectuaron estas mediciones.

Tabla 15. Serie de alturas totales (m)

Clon	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
A3A	3,9	5,1	8,2	10,8	13,4	15,4	17,3	19,3	20,7	21,7
A4A	3,7	5,0	8,2	11,0	13,4	15,6	18,5	19,9	21,0	21,7
Beaupré	2,6	3,7	5,9	8,1	10,6	13,0	15,7	17,4	18,5	19,7
Branagesi	2,1	3,7	6,9	9,7	12,3	14,1	16,8	18,7	20,3	21,8
I-214	3,4	4,6	7,1	9,3	11,4	13,5	16,1	17,6	19,2	20,6
MC	3,0	4,0	6,5	9,1	11,4	13,4	15,6	17,4	18,8	19,9
Raspalje	2,7	3,6	7,0	9,9	13,2	16,1	18,7	20,9	22,5	24,0
Unal	2,6	3,9	6,8	9,4	12,2	14,9	17,8	19,5	21,0	22,0
Media	3,0	4,2	7,1	9,7	12,2	14,5	17,1	18,8	20,2	21,4

Clon	10	11	12	13	14	15	16	17	18
A3A	22,8	24,0	24,8	25,2	25,6	26,3	27,5	28,1	28,4
A4A	22,6	23,2	23,6	24,2	24,6	25,7	26,3	26,8	27,1
Beaupré	20,6	21,3	22,0	22,8	23,3	23,8	24,7	25,3	25,6
Branagesi	23,2	24,3	25,1	26,0	26,7	27,2	28,5	29,1	29,2
I-214	22,0	23,2	23,8	24,8	25,3	26,2	27,2	28,0	28,3
MC	21,2	22,6	23,5	24,5	25,0	26,5	27,3	28,0	28,7
Raspalje	25,5	26,8	28,0	29,2	29,8	30,5	31,5	32,2	32,7
Unal	23,2	24,3	24,9	25,7	26,2	26,7	27,8	28,5	28,9
Media	22,6	23,7	24,5	25,3	25,8	26,6	27,6	28,3	28,6

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

En la tabla 16 figuran los valores máximos y mínimos de las alturas totales alcanzadas por cada clon en el momento del aprovechamiento.

Tabla 16. Rangos de las alturas totales (m)

Clon	Altura mínima	Altura máxima
A3A	26,52	35,33
A4A	19,25	33,71
Beaupré	20,89	34,56
Branagesi	27,77	34,15
I-214	26,08	34,17
MC	21,97	36,54
Raspalje	28,80	39,17
Unal	25,35	37,84
Total	19,25	39,17

En las tablas 17 y 18 figuran, respectivamente, los clones a los que pertenecen los árboles en los que se han obtenido las mayores y las menores alturas totales en la medición final.

Tabla 17. Árboles de mayor altura

Nº	Clon	Altura (m)
1	Raspalje	39,17
2	Raspalje	39,14
3	Raspalje	38,82
4	Raspalje	38,56
5	Raspalje	38,43
6	Raspalje	38,43
7	Raspalje	38,26
8	Unal	37,84
9	Raspalje	37,57
10	Raspalje	37,53

Tabla 18. Árboles de menor altura

Nº	Clon	Altura (m)
1	A4A	19,25
2	Beaupré	20,89
3	A4A	21,51
4	A4A	21,60
5	Beaupré	21,65
6	Beaupré	21,69
7	A4A	21,96
8	MC	21,97
9	A4A	22,02
10	A4A	22,09



Árbol de mayor altura ('Raspalje')



Clon de menos altura media ('Beaupré')



Árbol de menor altura ('A4A')

5.4. 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:

$$h = a_0 + a_1 d$$

siendo h: altura total (m)

d: diámetro normal (cm)

y se han obtenido los resultados que aparecen en la tabla 19.



Tabla 19. Relación altura total/diámetro normal

Clon	a_0	a_1	R^2
A3A	1,5517	0,7946	0,98
A4A	1,6417	0,7605	0,98
Beaupré	1,3494	0,8429	0,99
Branagesi	1,4119	0,8011	0,99
I-214	1,4451	0,7886	0,98
MC	1,4277	0,8108	0,99
Raspalje	1,5015	0,8097	1,00
Unal	1,3970	0,8421	1,00

6. Volumen con corteza

El cálculo del volumen con corteza de los árboles controlados en el ensayo se ha obtenido, una vez abatidos, 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.

6.1. Resultados

Nº Observaciones (n): 214

Volumen medio: 1,481 m³

Tabla 20. Volúmenes por bloques

Bloque	n	Volumen (m ³)	Grupo Tukey
II	72	1,811	A
III	72	1,583	B
I	70	1,036	C
Media	71	1,477	

Tabla 21. Volúmenes por clones

Clon	n	Volumen (m ³)	Grupo Tukey
Raspalje	27	2,015	A
Branagesi	27	1,706	A B
Unal	26	1,581	B C
MC	27	1,506	B C
A3A	27	1,458	B C
A4A	26	1,287	C D
I-214	27	1,261	C D
Beaupré	27	1,029	D
Media	27	1,480	

Tabla 22. Análisis de la varianza

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	2	22,52	11.261	124.035	<0,0001
Clon	7	17,15	2.451	26.993	<0,0001
Clon:Bloque	14	10,17	0,727	8.005	<0,0001
Error	190	17,25	0,091		

6.2. Rangos de los volúmenes y árboles de mayor y de menor volumen

Los valores mínimo y máximo de los volúmenes calculados para cada clon se expresan en la tabla 23.

Tabla 23. Rangos de los volúmenes (m³)

Clon	Volúmen mínimo	Volúmen máximo
A3A	0,780	2,309
A4A	0,444	2,110
Beaupré	0,401	2,138
Branagesi	0,572	2,247
I-214	0,461	2,074
MC	0,281	2,511
Raspalje	1,018	2,887
Unal	0,606	2,540
Total	0,256	2,887



En las tablas 24 y 25 figuran, respectivamente, los clones a los que pertenecen los árboles de mayor y de menor volumen.

Tabla 24. Árboles de mayor volumen

Nº	Clon	Volumen (m ³)
1	Raspalje	2,887
2	Raspalje	2,829
3	Raspalje	2,752
4	Raspalje	2,689
5	Raspalje	2,649
6	Raspalje	2,617
7	Raspalje	2,561
8	Unal	2,540
9	Unal	2,530
10	MC	2,511

Tabla 25. Árboles de menor volumen

Nº	Clon	Volumen (m ³)
1	A4A	0,256
2	MC	0,281
3	Beaupré	0,401
4	A4A	0,444
5	Beaupré	0,458
6	I-214	0,461
7	A4A	0,498
8	Beaupré	0,500
9	Beaupré	0,507
10	I-214	0,519

6.3. Relación volumen/diámetro normal y altura total

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

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

Siendo v: volumen con corteza (dm³)

d: diámetro normal (cm)

h: altura total (m)

En este caso se han utilizado también los datos obtenidos en otras parcelas de ensayo para los clones presentes en la parcela objeto de este informe.



Los valores de los parámetros a_0 y a_1 y de los coeficientes de determinación R^2 figuran en la tabla 26. “n” es el número de árboles utilizados de cada clon para la construcción de la tabla.

Tabla 26. Tablas de cubicación ($v = a_0 + a_1 d^2 h$)

Clon	n	a_0	a_1	R^2
A3A	41	-15,9	0,0311	0,95
A4A	41	18,1	0,0296	0,99
Beaupré	85	0,8	0,0301	0,99
Branagesi	98	38,7	0,0300	0,98
I-214	291	-51,0	0,0330	0,97
MC	278	-36,7	0,0330	0,97
Raspalje	171	3,9	0,0296	0,98
Unal	61	22,4	0,0297	0,98

7. 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. Los valores del coeficiente mórfico medio y los mínimos y máximos de cada clon se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 27. Coeficiente mórfico

Clon	mínimo	medio	máximo
A3A	0,360	0,402	0,437
A4A	0,357	0,382	0,400
Beaupré	0,348	0,390	0,448
Branagesi	0,365	0,401	0,454
I-214	0,332	0,391	0,450
MC	0,345	0,414	0,462
Raspalje	0,330	0,373	0,401
Unal	0,361	0,393	0,423
Total	0,330	0,393	0,462



8. Productividad

El crecimiento medio de cada clon al final del turno figura en la tabla 28, donde:

v: volumen unitario con corteza del clon en la parcela (m^3)

p: producción (m^3/ha)

c: crecimiento ($m^3/ha/año$)

Tabla 28. Productividad por clones

Clon	v (m^3)	p (m^3/ha)	c ($m^3/ha/año$)
Raspalje	2,015	560	31,1
Branagesi	1,706	474	26,3
Unal	1,581	439	24,4
MC	1,506	418	23,2
A3A	1,458	405	22,5
A4A	1,287	358	19,9
I-214	1,261	350	19,5
Beaupré	1,029	286	15,9
Media	1,480	411	22,8



9. Turno de máxima renta en especie

Utilizando las ecuaciones que relacionan los diámetros normales con la edad, las alturas totales con los diámetros normales y las tablas de cubicación construidas, se ha obtenido el turno de máxima renta en especie para cada clon. Los resultados figuran en la tabla 29.

Tabla 29. Turno de máxima renta en especie

Clon	Turno (años)
A3A	15
A4A	14
Beaupré	15
Branagesi	15
I-214	15
MC	16
Raspalje	17
Unal	15

10. Comentarios

La parcela de experimentación de clones de chopos LE-6 “Vega de Infanzones” se estableció en una zona, la ribera del Esla, de la que puede decirse que posee una marcada tradición en el cultivo de estas especies, con estaciones de distinta calidad para este fin. Esta tradición populícola se ha fundamentado durante mucho tiempo en el empleo del clon ‘I-214’, sobre todo en las plantaciones gestionadas o promovidas por la Junta de Castilla y León. En los últimos años se ha extendido el uso de otros clones, especialmente de los interamericanos ‘Beaupré’, ‘Raspalje’ y ‘Unal’, lo que ha propiciado una diversificación de las plantaciones. Sin embargo, con la introducción de estos clones se ha desarrollado la enfermedad de la roya, debida al hongo *Melampsora larici-populina*, que ha afectado sobre todo al clon ‘Beaupré’ y en menor medida a ‘Unal’. En la parcela en estudio se han detectado daños significativos debidos a este parásito, sobre todo en el clon ‘Beaupré’, que se traducen en un menor crecimiento de este clon en comparación con el obtenido en otras parcelas en las que no se han producido daños debidos a la presencia del hongo. El ensayo planteado posibilita la comparación de los clones ‘I-214’ y ‘Beaupré’ con otros que podrían constituir una alternativa de utilización, de manera que se siga propiciando una diversificación genética de las choperas que permita una mayor estabilidad de las masas creadas frente a los agentes adversos, tanto bióticos como abióticos, sin que ello implique una merma de la producción esperada.

Los análisis del suelo de la parcela destinada al ensayo (anexo II) confirman la idoneidad para el cultivo de chopos, aunque se observan diferencias entre el bloque I, por un lado, y los bloques II y III por otro; estos dos últimos tienen mejor calidad que el primero y en ellos se puede esperar elevadas producciones utilizando clones apropiados. En el suelo de los bloques II y III, la textura es franco-arcillo-arenosa, con pH básico, sin caliza activa ni salinidad, capa freática permanente y próxima a la superficie y con nivel alto de nutrientes. Por su parte, en el bloque I la textura es arenosa, el pH es muy básico, también sin caliza activa ni salinidad, con capa freática permanente y próxima a la superficie y con nivel medio-bajo de nutrientes.

El ensayo se localizó en una plantación del clon ‘I-214’, empleando un método (ahoyado a raíz profunda con retroexcavadora), un espaciamiento (6×6 metros) y

unas técnicas de cultivo ampliamente conocidas y utilizadas que siempre han dado buenos resultados en la región.

El número de marras que se produjo durante el establecimiento de la chopera y su posterior ciclo de crecimiento (0,9%) ha resultado bajo, en comparación con las que tienen lugar en la mayoría de las plantaciones. Solamente se han producido dos marras, una del clon 'Unal' (en el año de la plantación) y otra del clon 'A4A' (en el quinto año de la plantación).

El establecimiento de la parcela de ensayo se realizó con un diseño estadístico de bloques completos al azar, incluyendo 3 bloques, diseño reconocido internacionalmente como válido para este tipo de ensayos.

Las especies a las que pertenecen los clones ensayados son: *Populus ×euramericana* (Dode) guinier ('A3A', 'A4A', 'Branagesi', 'I-214' y 'MC') y *Populus ×interamericana* van Broekhuizen ('Beaupré', 'Raspalje' y 'Unal'). Excepto 'A3A' y 'A4A', los demás clones ensayados se encuentran inscritos en el catálogo nacional de materiales de base del género *Populus* L., en la categoría controlada y están también incluidos en el catálogo de materiales de base del género *Populus* L. de Castilla y León en este momento.

El estudio de la variable controlada (circunferencia normal), expresada a través de los valores del diámetro normal, determina que existen diferencias estadísticamente significativas tanto entre los bloques establecidos como entre los clones ensayados. Así lo manifiesta el análisis de la varianza efectuado y, también, lo expresa la prueba de Tukey aplicada a los bloques y a los clones. Se observan diferencias significativas entre los bloques II y III, por un lado, y el bloque I por otro, en concordancia con los valores obtenidos para los distintos parámetros en los análisis del suelo. Entre los clones, 'Raspalje' se comporta de manera significativamente diferente de los clones 'Unal', 'A3A', 'A4A', 'MC', 'I-214' y 'Beaupré'; el clon 'Branagesi' es significativamente diferente de 'I-214' y 'Beaupré'; el comportamiento del clon 'Unal' es diferente del comportamiento de 'Beaupré'. Diferencias similares se obtienen para el análisis de las alturas totales y de los volúmenes con corteza.

La producción media obtenida en la parcela de ensayo (22,8 m³/ha/año) puede considerarse como buena para los terrenos dedicados al cultivo de chopos en la región castellano-leonesa, identificándose con la calidad II en una escala de 5 clases de calidad. Sin embargo, las producciones de los distintos clones no son uniformes, correspondiendo a la calidad I la productividad del clon 'Raspalje' (31,1 m³/ha/año; a la calidad II la de los clones 'Branagesi' (26,3 m³/ha/año), 'Unal' (24,4 m³/ha/año), 'MC' (23,2 m³/ha/año) y 'A3A' (22,5 m³/ha/año); y a la calidad III la productividad de los clones 'A4A' (19,9 m³/ha/año), 'I-214' (19,5 m³/ha/año) y 'Beaupré' (15,9 m³/ha/año).

Las tablas de cubicación que se han obtenido pueden considerarse como herramientas aplicables para los clones 'Beaupré', 'Branagesi', 'I-214', 'MC', 'Raspalje' y 'Unal', pues se han construido empleando los datos de las mediciones efectuadas en diez parcelas de ensayo (Valencia de Don Juan en León, Gradefes en León, La Milla del Río en León, Valle de Mansilla en León, Vega de Infanzones en León, Palenzuela en Palencia, Cabezuela en Segovia, Muñoveros en Segovia, Almazán en Soria, Manganeses de la Polvorosa en Zamora), partiendo de un número de observaciones que proporcionan una información

suficiente. Las tablas de cubicación para los clones ‘A3A’ y ‘A4A’ podrán completarse con los datos que se obtengan en otras parcelas de ensayo. El desarrollo de estas tablas puede consultarse en el documento “Tablas de cubicación de clones de chopos”, editado en el apartado de publicaciones de Populusyl.

Se observa el buen comportamiento del clon ‘Raspalje’, sobre todo en los bloques II y III, donde aporta las producciones más elevadas. Se confirma, como ha ocurrido en otras parcelas, que ‘Raspalje’ ofrece muy buenos resultados de la variable controlada, aún en suelos básicos, cuando la fertilidad de éstos es elevada. En el bloque I, de suelo muy básico y fertilidad media-baja, ‘Raspalje’ es superado por ‘Branagesi’. Este buen comportamiento de ‘Raspalje’ se refleja en las parcelas que no están sometidas a inundación en primavera durante los primeros años de la plantación.

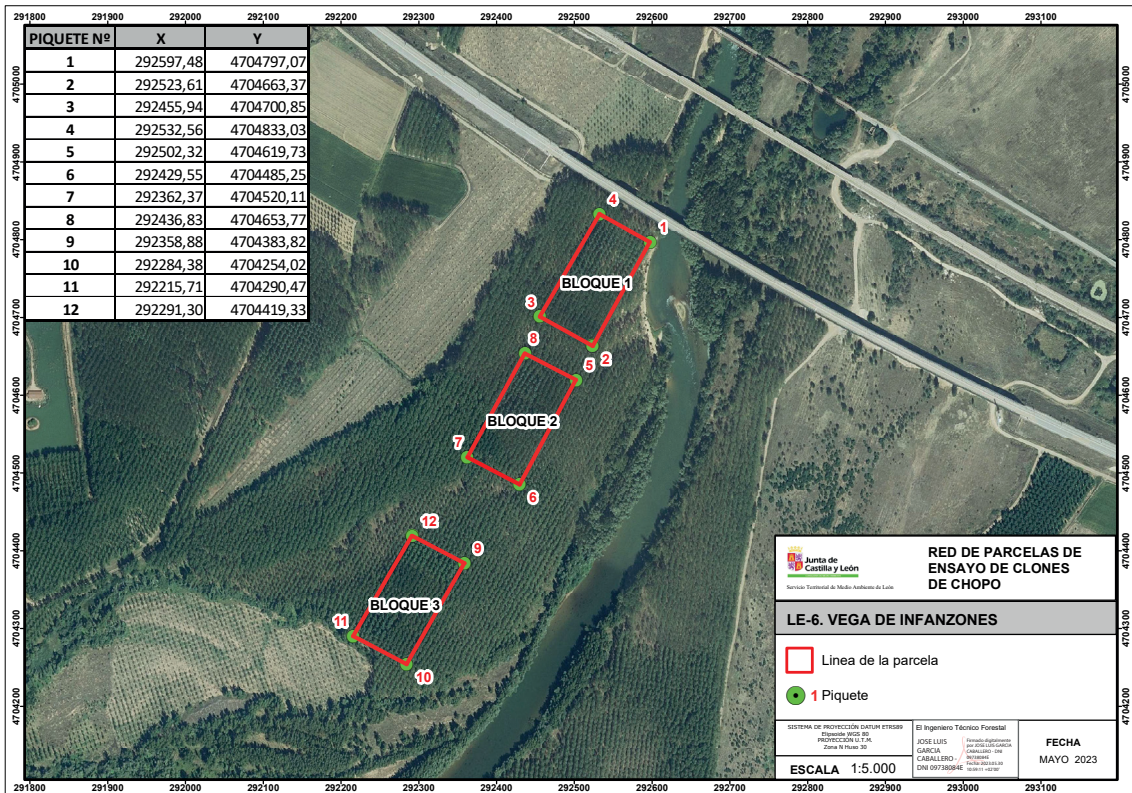


Agradecimientos

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 referirnos a los agentes medioambientales de la comarca forestal de León y al personal del vivero de Manzaneda de Torío.

También queremos mencionar a la empresa Grupo Garnica Plywood S.A.U, adjudicataria del aprovechamiento de la chopera, por su colaboración al efectuar las mediciones finales.

ANEXO I. Localización de la parcela de ensayo

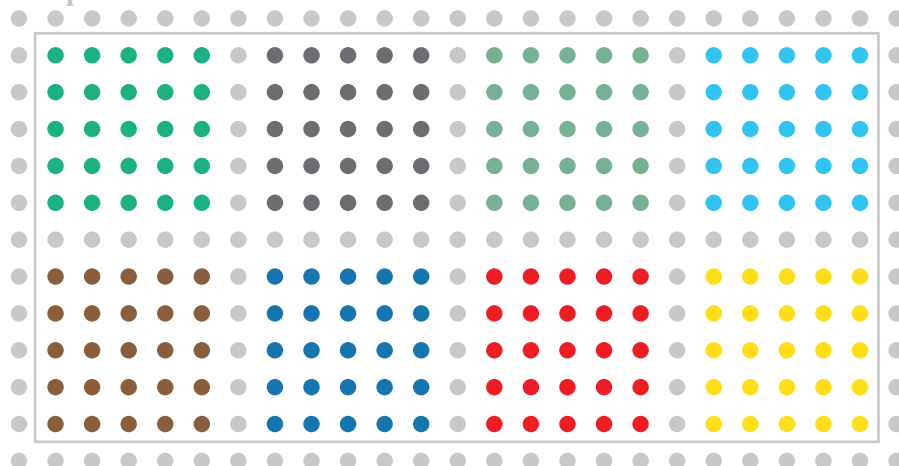


ANEXO II. Análisis del suelo

	Bloque I	Bloque II	Bloque III
Arena	85,84%	70,84%	72,84%
Limo	4,28%	9,28%	7,28%
Arcilla	9,88%	19,88%	19,88%
Textura	Arenosa	Franco-arcillo-arenosa	Franco-arcillo-arenosa
Carbonatos	<6 g CaCO ₃ /100g	<6 g CaCO ₃ /100g	<6 g CaCO ₃ /100g
Caliza activa	No detectable	No detectable	No detectable
pH	8,72	8,41	8,25
Conductividad	0,06 mS/cm	0,09 mS/cm	0,11 mS/cm
Materia orgánica	1,20%	3,17%	3,38%
Fósforo	4,8 ppm	7,7 ppm	18,2 ppm
Potasio	48 ppm	131 ppm	191 ppm
Calcio	27,2 meq/100g	30,1 meq/100g	28,9 meq/100g
Magnesio	0,83 meq/100g	1,26 meq/100g	1,46 meq/100g
Sodio	<0,01 meq/100g	<0,01 meq/100g	<0,01 meq/100g

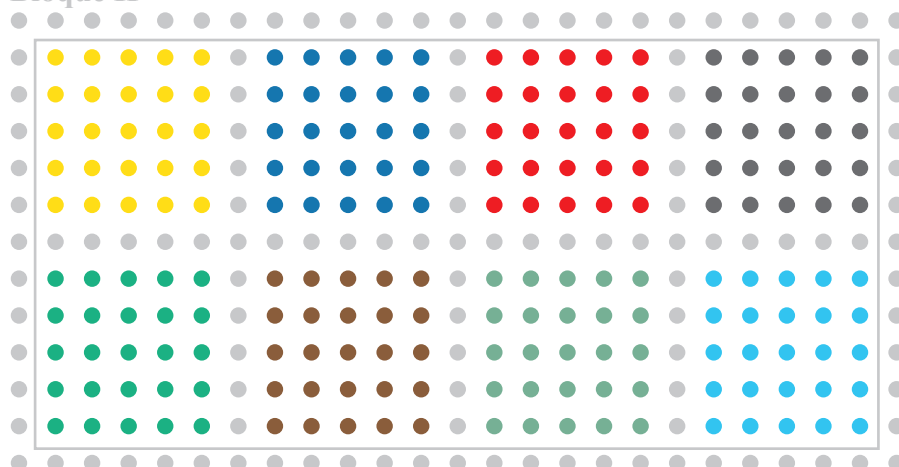
ANEXO III. Esquema de la parcela de ensayo

Bloque I

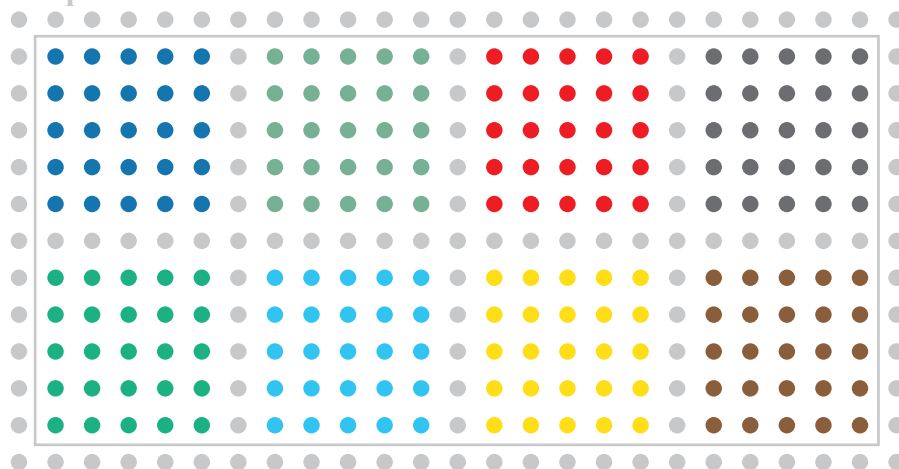


- A3A
- A4A
- Beaupré
- Branagesi
- I-214
- Raspalje
- MC
- Unal

Bloque II



Bloque III



ANEXO IV. Fotografías de los clones

A3A



A4A



Beaupré



Branagesi



I-214



MC



Raspalje



Unal



colección de documentos técnicos
para una gestión forestal sostenible



**Junta de
Castilla y León**

Consejería de Medio Ambiente,
Vivienda y Ordenación del Territorio