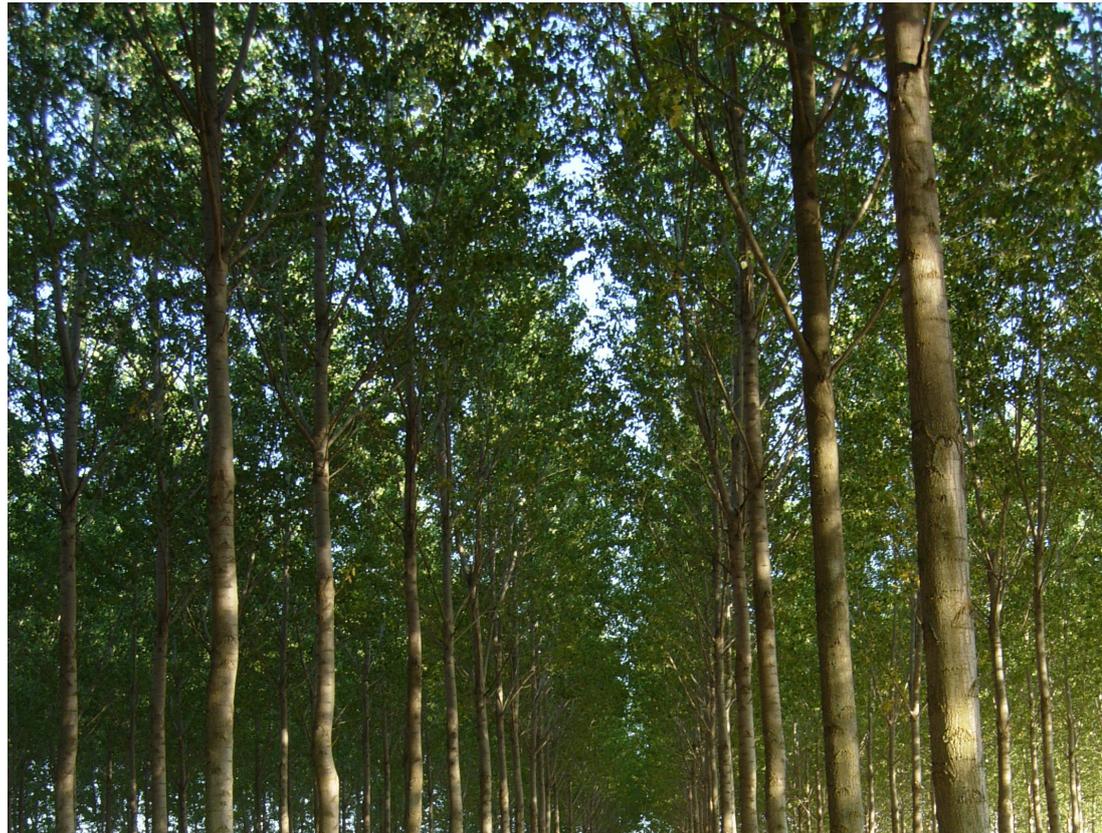


Parcela de experimentación de clones de chopos SG-2 Muñoveros

Jesús Rueda
Marta Jerez de la Vega
Elena González Rasero

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., Jerez de la Vega M., González Rasero E., (2015). Parcela de experimentación de clones de chopos SG-2 Muñoveros. Consejería de Fomento y Medio Ambiente, Junta de Castilla y León. Valladolid. 38 pp.

Índice

1. Introducción	4
2. Datos generales	4
2.1. Localización y superficie	4
2.2. Datos administrativos	5
2.3. Clima	5
2.4. Suelo	5
3. Datos del ensayo	6
3.1. Diseño estadístico	6
3.2. Clones ensayados	7
3.3. Plantación	7
3.4. Marras	7
3.5. Cuidados culturales	8
3.6. Plagas y enfermedades	8
4. Diámetro normal	9
4.1. Resultados	9
4.2. Serie de diámetros normales	9
4.3. Rangos de los diámetros normales y árboles de mayor y de menor diámetro normal	10
4.4. Relación diámetro normal/edad	11
5. Altura total	13
5.1. Resultados	13
5.2. Serie de alturas totales	13
5.3. Rangos de las alturas totales y árboles de mayor y de menor altura total ..	14
5.4. Relación altura total/diámetro normal	15
6. Volumen con corteza	16
6.1. Resultados	16
6.2. Rangos de los volúmenes y árboles de mayor y de menor volumen	17
6.3. Relación volumen/diámetro normal y altura total	18
7. Coeficiente mórfico	18
8. Productividad	19
9. Turno de máxima renta en especie	19
10. Comentarios	19
Anexo I. Localización de la parcela de ensayo	22
Anexo II. Análisis del suelo	23
Anexo III. Esquema de la parcela de ensayo	24
Anexo IV. Fichas de los clones	25
Anexo V. Tablas de cubicación	31
Agradecimientos	37

1. Introducción

La parcela de experimentación SG-2 “Muñoveros” fue establecida en abril de 1996, 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 Segovia. 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. 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 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.

Los chopos del ensayo fueron aprovechados en julio de 2015, habiendo cumplido la plantación 19 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; 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: Vadillo y Cabezada

Término municipal: Muñoveros

Comarca: Comunidad de Villa y Tierra de Sepúlveda

Provincia: Segovia

Coordenadas UTM (ETRS89 30N): x 419660 / y 4561080

Altitud: 920 m

Cuenca: Cega

Superficie del ensayo: 1,6 ha

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

2.2. Datos administrativos

La parcela de experimentación se encontraba en el monte de utilidad pública nº 155, propiedad del ayuntamiento de Muñoveros y perteneciente al grupo 1º de montes de la provincia de Segovia. El monte está ordenado, deslindado y amojonado y su superficie total es de 372,12 hectáreas. La chopera que sustenta se ha adherido al procedimiento de certificación de gestión forestal sostenible por el sistema PEFC.

2.3. Clima

El clima de la comarca es mediterráneo continentalizado, con una temperatura media anual de 11,3 °C. Los inviernos son muy fríos, siendo enero el mes más frío (con temperatura media de 2,8 °C) y veranos calurosos, siendo julio el mes más cálido (con temperatura media de 21,1 °C). Hay una gran frecuencia de heladas invernales, produciéndose incluso en primavera.

La distribución de las precipitaciones a lo largo del año es bastante equilibrada, con 475 mm anuales, exceptuándose los meses de julio y agosto, en los que son más escasas. El mes más seco es agosto, con 15 mm; el mes que tiene las mayores precipitaciones del año es mayo, con 55 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 dos muestras (muestra 1 y muestra 2), constituidas por una mezcla de tierras de los 50 centímetros superiores del suelo. Las características del suelo en la parcela que ha sustentado el ensayo se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Características del suelo

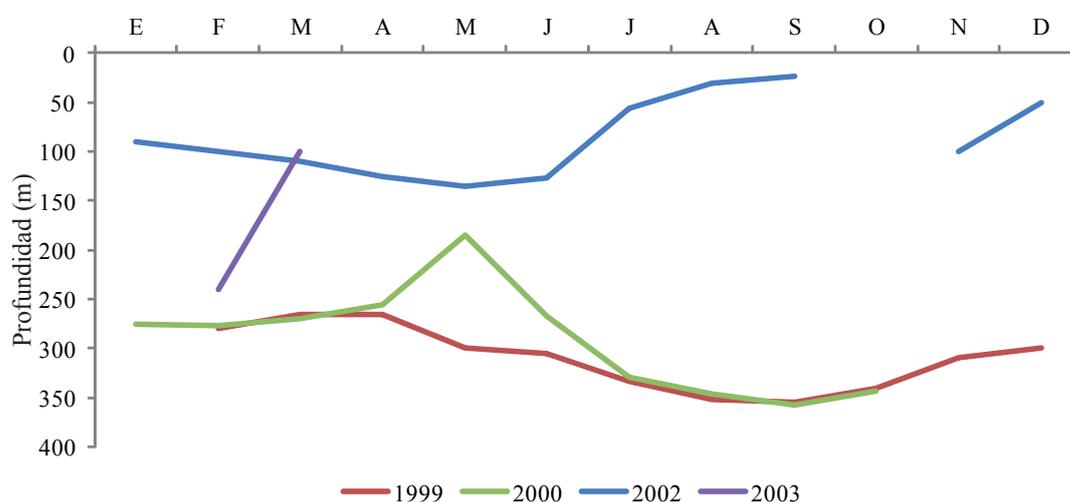
Textura	Franco-arenosa
Elementos gruesos	Parcela poco pedregosa
pH	Básico
Carbonatos	0-2%
Nivel de nutrientes	Alto
Profundidad de la capa freática	Baja (cerca de 4 metros en el estiaje)

En la parte central de la parcela, a partir de los 50 centímetros de profundidad aparece un terreno muy arenoso; en las zonas más exteriores, el suelo a esa profundidad es muy compacto. Por debajo de los 4 metros de profundidad el terreno es arcilloso, de color gris.

Se pretendió instalar un tubo de drenaje en el centro de la parcela de ensayo, pero no pudo hacerse así debido al desmoronamiento de las paredes del hoyo en un terreno muy arenoso; por ello, el tubo quedó instalado en un punto desplazado del centro de la parcela. El tubo de drenaje era de PVC, tenía un diámetro de 110 mm, se colocó en posición vertical y permitió controlar la profundidad de la capa freática durante un cierto período. Para ello, se tomaron los datos correspondientes al día 15 de cada mes. Los datos de que se dispone figuran en la tabla 2.

Tabla 2. Profundidad de la capa freática (cm)

Mes	1999	2000	2001	2002	2003
Enero		275		90	
Febrero	280	277		100	240
Marzo	265	270		110	100
Abril	265	256		125	
Mayo	300	185		135	
Junio	305	267		127	
Julio	333	330		56	
Agosto	352	347		31	
Septiembre	355	357		24	
Octubre	341	344			
Noviembre	310			100	
Diciembre	300			50	

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

3. Datos del ensayo

3.1. Diseño estadístico

La parcela de experimentación se estableció con un diseño de bloques completos al azar. Inicialmente se proyectó la instalación de 3 bloques, pero la superficie de la plantación que se reservó al ensayo no fue suficiente y sólo permitió el establecimiento de 2 bloques. Cada bloque incluía 6 unidades experimentales; 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 estaban separadas entre sí por una línea de árboles del clon 'I-214'. 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 fueron seleccionados como los más prometedores para los fines de la populicultura en Castilla y León en el momento de la instalación del ensayo. La selección se efectuó entre los 14 clones que componían entonces el catálogo nacional de materiales de base del género *Populus L.* en función de sus características y de los resultados provisionales obtenidos en otros ensayos. Estos clones pertenecen a los híbridos *Populus x euramericana* (Dode) Guinier = *Populus x canadensis* Moench y a *Populus x interamericana* Brokehuizen = *Populus x generosa* Parr. En todos los casos se trató de plántones de 2 savias separados de raíz de 2 savias (R2T2), pero hay que señalar que el origen no fue el mismo para todos ellos, procediendo del vivero de la Junta de Castilla y León en Villafer (León), de los viveros Prats en Gerona y de un vivero de Bélgica.

Tabla 3. Clones ensayados

Especie	Clon	Tipo de planta	Procedencia
<i>P. x euramericana</i>	Flevo	R2T2	Gerona
	I-214	R2T2	Villafer
	Luisa Avanzo	R2T2	Villafer
	MC	R2T2	Villafer
	Triplo	R2T2	Gerona
<i>P. x interamericana</i>	Raspalje	R2T2	Bélgica

El clon 'Raspalje', procedente de Bélgica, sufrió un retraso considerable en el transporte hasta el sitio de plantación, permaneciendo los plántones todo ese tiempo encerrados en el camión que los llevaba. Esto motivó que llegaran en malas condiciones de conservación, lo que dio lugar a que se produjeran algunas marras en el establecimiento de la chopera y a una tardanza inusual en el inicio de su crecimiento normal después de la plantación.

3.3. Plantación

Debido a que se trataba de una segunda plantación, previamente al establecimiento de la nueva chopera se procedió al destoconado de los pies que habían sido aprovechados con anterioridad; los tocones extraídos fueron enterrados en las inmediaciones de la zona de actuación, en un lugar en el que no se perjudicaba los usos del suelo ni los posibles valores ecológicos existentes. Se realizó la plantación mediante el método de ahoyado a raíz profunda con retroexcavadora, de manera que la base de los plántones alcanzaran el nivel de la capa freática en la época de máximo estiaje, que se encontraba a unos 3,5 metros de profundidad. Esta operación tuvo lugar en abril de 1996. El marco de plantación fue de 5x6 metros, equivalente a una densidad de 333 pies por hectárea. Inmediatamente después de la plantación, se realizó una nivelación final del terreno.

3.4. Marras

Después del establecimiento de la parcela de experimentación, en el transcurso del ciclo de crecimiento se produjeron algunas marras en los chopos controlados. Estas marras no

fueron repuestas y, por tanto, los árboles desaparecidos no pudieron ser considerados en la comparación del comportamiento de los clones al final del turno de aprovechamiento. El conteo de marras durante la duración del ensayo figura en la tabla 4.

Tabla 4. Marras

Clon	Nº marras	% marras
Flevo	0	0,0
I-214	0	0,0
Luisa Avanzo	1	5,6
MC	3	16,7
Raspalje	3	16,7
Triplo	1	5,6
Total	8	7,4

3.5. Cuidados culturales

Durante los primeros años, desde la instalación de la chopera hasta que se alcanzó la tangencia de copas, se realizaron gradeos del suelo, con la finalidad principal de eliminar la competencia de la vegetación herbácea. Estos gradeos se hicieron 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)

También durante los primeros años del turno se efectuaron podas de los árboles instalados, tanto de formación (poda de guía) como podas de conformación (poda del fuste). Las podas de formación se realizaron para eliminar las ramas competidoras con la guía principal, con objeto de evitar las bifurcaciones del tronco, sobre todo en los clones que presentan baja dominancia apical ('Triplo', 'I-214'). Las podas de conformación tenían la finalidad de impedir la formación de nudos en la madera de las primeras trozas del tronco. En alguna ocasión fue necesario efectuar podas de brotes epicórmicos, cuando las de conformación se habían realizado con excesiva intensidad.

3.6. Plagas y enfermedades

La comarca en la que se enclava Muñoveros sufrió en 2013 los efectos de una plaga de pulgón lanígero (*Phloeomyzus passerinii* Sign.), que ocasionó graves daños en las choperas. La parcela de experimentación SG-2 también fue afectada y los daños producidos en ella fueron evaluados en noviembre y diciembre de 2014 y recogidos en el documento "Efecto del ataque de *Phloeomyzus passerinii* (Sign.) en una parcela experimental de clones de chopos en el valle del Cega (Segovia)". Los resultados obtenidos de las observaciones realizadas para este estudio confirmaron que existe una distinta susceptibilidad de los clones a los ataques del parásito. Así, entre los considerados en el ensayo, los clones 'Triplo' e 'I-214' fueron los más sensibles, seguidos de 'MC' y 'Luisa Avanzo'; con menor susceptibilidad se mostró 'Flevo' y claramente tolerante 'Raspalje'. No se realizaron tratamientos curativos para combatir la plaga y se procedió a la tramitación del correspondiente expediente para el aprovechamiento de la chopera intentando minimizar en lo posible la depreciación de la madera de los árboles atacados.

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): 100

Diámetro normal medio: 37,9 cm

Tabla 5. Diámetros normales por bloques

Bloque	n	Diámetro normal (cm)	Grupo Tukey
II	50	38,4	A
I	50	37,4	A
Media	50	37,9	

Tabla 6. Diámetros normales por clones

Clon	n	Diámetro normal (cm)	Grupo Tukey
Raspalje	15	40,3	A
I-214	18	39,8	A
Triplo	17	38,8	A
MC	15	38,1	A
Luisa Avanzo	17	37,1	A
Flevo	18	33,7	A
Media	17	38,0	

Tabla 7. Análisis de la varianza

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	1	17,49	17,49	0,38	0,5370
Clon	5	493,02	98,60	2,16	0,0647

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 8. En esta tabla se ha consignado, en lugar del año, la edad de los árboles que corresponde a cada temporada de mediciones.

Tabla 8. Serie de diámetros normales (cm)

Clon	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flevo	0,8	1,3	3,6	7,0	10,2	13,4	16,1	18,6	20,9	22,9
I-214	1,6	2,9	6,5	10,9	14,8	18,9	21,4	24,2	27,0	29,0
Luisa Avanzo	1,9	3,8	8,3	12,5	16,8	20,8	23,5	25,4	27,7	29,3
MC	1,8	3,3	7,0	11,0	14,5	17,9	20,4	22,8	25,2	26,9
Raspalje	1,5	0,7	2,7	6,0	10,0	14,1	17,4	20,6	23,4	26,2
Triplo	1,2	2,2	5,2	9,8	13,6	17,6	20,8	23,6	26,4	28,3
Media	1,5	2,4	5,6	9,5	13,3	17,1	19,9	22,5	25,1	27,1

Clon	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Flevo	24,7	25,8	27,4	28,4	29,4	30,1	31,2	32,0	32,7	33,0
I-214	30,8	31,8	33,4	34,3	35,1	35,9	37,0	37,8	38,6	39,4
Luisa Avanzo	30,7	31,9	33,2	34,0	35,1	35,7	36,4	37,1	37,8	38,6
MC	28,4	29,6	30,8	31,7	33,0	33,7	34,9	35,6	36,3	36,6
Raspalje	28,4	29,9	31,4	32,6	34,0	35,0	36,6	37,9	39,3	39,6
Triplo	30,0	31,5	33,0	34,2	35,4	36,4	37,6	38,4	39,1	39,5
Media	28,8	30,1	31,5	32,5	33,7	34,5	35,6	36,5	37,3	37,8

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 9.

Tabla 9. Rangos de los diámetros normales (cm)

Clon	Diámetro mínimo	Diámetro máximo
Flevo	14,2	43,7
I-214	32,1	46,8
Luisa Avanzo	23,7	46,5
MC	21,9	44,2
Raspalje	32,6	46,5
Triplo	18,7	48,4
Total	14,2	48,4

En las tablas 10 y 11 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 10. Árboles de mayor diámetro normal

Nº	Clon	Diámetro normal (cm)
1	Triplo	48,4
2	Triplo	47,6
3	Triplo	47,5
4	I-214	46,8
5	I-214	46,6
6	Raspalje	46,5
7	Luisa Avanzo	46,5
8	Raspalje	45,9
9	I-214	45,8
10	Triplo	45,7

Tabla 11. Árboles de menor diámetro normal

Nº	Clon	Diámetro normal (cm)
1	Flevo	14,2
2	Triplo	18,7
3	Flevo	19,0
4	Flevo	19,4
5	MC	21,9
6	Flevo	22,7
7	Flevo	23,3
8	Luisa Avanzo	23,7
9	Flevo	23,8
10	Luisa Avanzo	24,5

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 12. En la figura 2 se muestra la evolución del diámetro normal de cada clon a lo largo del turno.

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

Clon	a_0	a_1	a_2	R^2
Flevo	-1,37	3,380	-0,0831	0,75
I-214	0,13	4,146	-0,1132	0,96
Luisa Avanzo	1,55	4,123	-0,1189	0,95
MC	0,95	3,726	-0,0994	0,91
Raspalje	-2,30	3,759	-0,0811	0,94
Triplo	-0,83	4,138	-0,1076	0,93

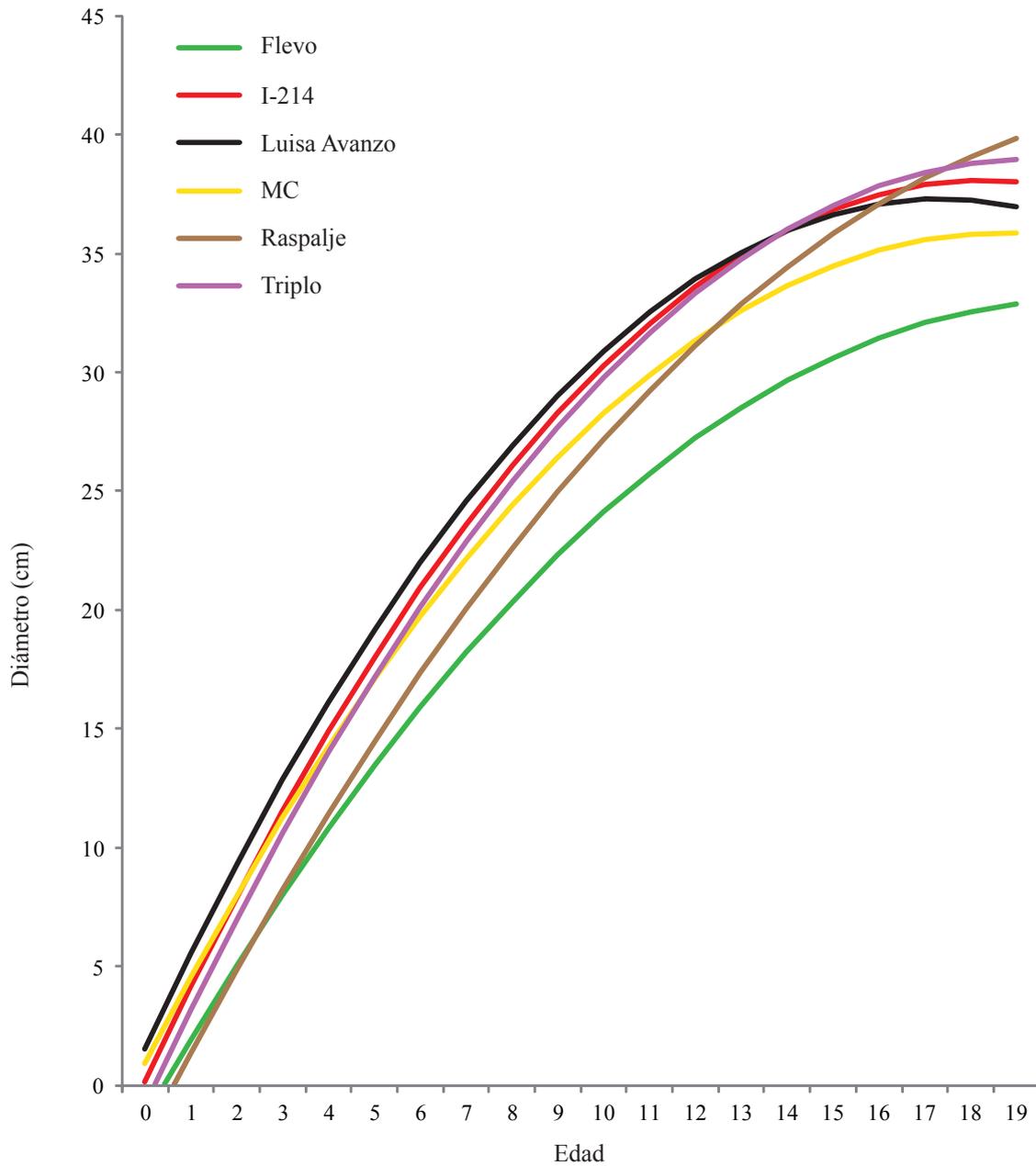


Figura 2. Relación diámetro normal/edad

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): 100

Altura total media: 30,47 m

Tabla 13. Alturas totales por bloques

Bloque	n	Altura total (m)	Grupo Tukey
II	50	30,71	A
I	50	30,23	A
Media	50	30,47	

Tabla 14. Alturas totales por clones

Clon	n	Altura total (m)	Grupo Tukey
Raspalje	15	32,98	A
MC	15	32,10	A
I-214	18	31,45	A B
Luisa Avanzo	17	29,75	A B
Triplo	17	29,12	A B
Flevo	18	28,03	B
Media	17	30,57	

Tabla 15. Análisis de la varianza

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	1	4,89	4,89	0,32	0,5725
Clon	5	297,83	59,57	3,91	0,0029

5.2. Serie de alturas totales

Las mediciones anuales de la altura total de la muestra de árboles controlados en la parcela de ensayo dieron, como resultado, la serie por clones que figura en la tabla 16. En esta tabla, igual que en el caso de los diámetros normales, se ha consignado la edad que corresponde a cada temporada de mediciones.

Tabla 16. Serie de alturas totales (m)

Clon	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flevo	1,7	2,1	4,2	6,2	8,3	10,3	12,4	14,4	17,2	18,4
I-214	2,8	3,4	5,6	7,7	9,8	11,9	14,1	16,1	19,5	21,1
Luisa Avanzo	3,4	4,2	6,2	8,2	10,3	12,1	14,4	16,1	19,2	21,1
MC	3,0	3,8	6,0	8,3	10,4	12,6	14,8	17,0	18,9	20,9
Raspalje	2,4	1,6	3,7	6,5	9,2	12,0	14,7	17,5	20,1	21,5
Triplo	1,7	2,7	5,1	7,4	9,8	12,2	14,5	16,9	19,3	21,0
Media	2,5	3,0	5,1	7,4	9,6	11,8	14,1	16,3	19,0	20,6

Clon	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Flevo	20,2	21,8	23,6	25,0	25,5	26,7	27,3	28,2	29,0	29,5
I-214	23,3	25,3	26,8	27,6	28,1	29,2	30,0	30,8	31,5	33,0
Luisa Avanzo	23,3	25,0	26,3	26,9	27,2	27,5	27,7	27,8	28,0	28,5
MC	22,1	23,7	25,6	27,4	28,2	31,1	31,8	33,3	34,5	35,5
Raspalje	23,8	25,6	26,6	28,0	29,2	30,3	31,0	31,5	32,0	32,5
Triplo	22,4	24,1	26,0	27,5	28,2	28,7	29,8	31,5	33,0	33,0
Media	22,5	24,2	25,8	27,1	27,7	28,9	29,6	30,5	31,3	32,0

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

En la tabla 17 figuran los valores máximos y mínimos de las alturas totales alcanzadas por cada clon.

Tabla 17. Rangos de las alturas totales (m)

Clon	Altura mínima	Altura máxima
Flevo	15,94	33,30
I-214	25,64	35,04
Luisa Avanzo	19,38	35,23
MC	29,78	33,86
Raspalje	28,06	35,07
Triplo	14,83	33,76
Total	14,83	35,23

En las tablas 18 y 19 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 18. Árboles de mayor altura

Nº	Clon	Altura (m)
1	Luisa Avanzo	35,23
2	Raspalje	35,07
3	I-214	35,04
4	Raspalje	34,86
5	Raspalje	34,76
6	I-214	34,33
7	Raspalje	34,28
8	I-214	34,10
9	I-214	34,06
10	Raspalje	33,97

Tabla 19. Árboles de menor altura

Nº	Clon	Altura (m)
1	Triplo	14,83
2	Flevo	15,94
3	Flevo	17,94
4	Luisa Avanzo	19,38
5	Flevo	20,74
6	Triplo	20,81
7	Flevo	22,27
8	Luisa Avanzo	23,00
9	Flevo	23,14
10	Luisa Avanzo	23,66

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:

$$h = a_0 d a_1$$

siendo h: altura total (m).

d: diámetro normal (cm).

y se han obtenido los resultados que aparecen en la tabla 20.

Tabla 20. Relación altura total/diámetro normal

Clon	a_0	a_1	R^2
Flevo	1,96	0,7162	0,98
I-214	1,52	0,7781	0,94
Luisa Avanzo	1,52	0,7601	0,92
MC	1,27	0,8462	0,94
Raspalje	1,57	0,7913	0,98
Triplo	1,80	0,7488	0,97

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): 100

Volumen medio: 1,556 m³

Tabla 21. Volumen medio por bloques

Bloque	n	Volumen (m ³)	Grupo Tukey
II	50	1,588	A
I	50	1,525	A
Media	50	1,556	

Tabla 22. Volumen medio por clones

Clon	n	Volumen (m ³)	Grupo Tukey
Raspalje	15	1,764	A
I-214	18	1,763	A
Triplo	17	1,614	A
MC	15	1,571	A
Luisa Avanzo	17	1,446	A
Flevo	18	1,214	A
Media	17	1,562	

Tabla 23. Análisis de la varianza

	gl	SC Tipo III	CM	F	Pr>F
Bloque	1	0,06	0,06	0,17	0,6804
Clon	5	3,75	0,75	2,14	0,0675

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 24.

Tabla 24. Rangos de los volúmenes (m³)

Clon	Volúmen mínimo	Volúmen máximo
Flevo	0,085	2,007
I-214	0,841	2,491
Luisa Avanzo	0,323	2,288
MC	0,764	2,277
Raspalje	1,230	2,404
Triplo	0,163	2,704
Total	0,085	2,704

En las tablas 25 y 26 figuran, respectivamente, los clones a los que pertenecen los árboles de mayor y de menor volumen.

Tabla 25. Árboles de mayor volumen

Nº	Clon	Volumen (m ³)
1	Triplo	2,704
2	Triplo	2,565
3	Triplo	2,533
4	I-214	2,491
5	I-214	2,487
6	I-214	2,421
7	I-214	2,417
8	Raspalje	2,404
9	Raspalje	2,308
10	I-214	2,305

Tabla 26. Árboles de menor volumen

Nº	Clon	Volumen (m ³)
1	Flevo	0,085
2	Triplo	0,163
3	Flevo	0,198
4	Flevo	0,267
5	Luisa Avanzo	0,323
6	Flevo	0,354
7	Flevo	0,395
8	Flevo	0,401
9	Luisa Avanzo	0,438
10	Triplo	0,643

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 las parcelas de ensayo LE-1 (Valencia de Don Juan), LE-3 (Gradefes), SG-1 (Cabezuela), SO-1 (Almazán) y ZA-3 (Manganeses de la Polvorosa), para los clones presentes en la parcela objeto de este informe.

Los valores de los parámetros a₀ y a₁ y de los coeficientes de determinación R² figuran en la tabla 27. Las tablas de cubicación de los diferentes clones se desarrollan en el anexo V.

Tabla 27. Tablas de cubicación ($v = a_0 + a_1 d^2 h$)

Clon	a ₀	a ₁	R ²
Flevo	-50,4	0,0331	0,99
I-214	-95,1	0,0346	0,96
Luisa Avanzo	-33,8	0,0313	0,95
MC	-88,7	0,0345	0,95
Raspalje	-38,3	0,0313	0,97
Triplo	-100,8	0,0349	0,97

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 rangos y los valores medios del coeficiente mórfico de cada clon se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 28. Coeficiente mórfico

Clon	mínimo	medio	máximo
Flevo	0,336	0,405	0,461
I-214	0,384	0,435	0,469
Luisa Avanzo	0,353	0,418	0,483
MC	0,336	0,421	0,484
Raspalje	0,369	0,417	0,486
Triplo	0,350	0,425	0,489
Total	0,336	0,420	0,489

8. Productividad

El crecimiento medio de cada clon al final del turno figura en la tabla 29.

Tabla 29. Productividad por clones

Clon	Volumen unitario con corteza (m ³)	Producción (m ³ /ha)	Crecimiento (m ³ /ha/año)
Raspalje	1,764	588	30,9
I-214	1,763	588	30,9
Triplo	1,614	538	28,3
MC	1,571	524	27,6
Luisa Avanzo	1,446	482	25,4
Flevo	1,214	405	21,3
Media	1,562	521	27,4

9. Turno de máxima renta en especie

Utilizando las ecuaciones que relacionan el diámetro normal con la edad, las que relacionan la altura total con el diámetro normal y las tablas de cubicación, se ha obtenido el turno de máxima renta en especie para cada clon. Los resultados figuran en la tabla 30.

Tabla 30. Turno de máxima renta en especie

Clon	Turno (años)
Flevo	16
I-214	15
Luisa Avanzo	13
MC	15
Raspalje	19
Triplo	15
Media	16

10. Comentarios

La parcela de experimentación de clones de chopos “SG-2 Muñoveros” se estableció en una zona, el valle del Cega, de la que puede decirse que posee ya una tradición en el cultivo de estas especies, con buenas calidades de estación para este fin, aunque todavía con falta de adecuados cuidados culturales en gran parte de las plantaciones. 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. El ensayo planteado ha posibilitado la comparación de este clon con otros que podrían constituir una alternativa de utilización, de manera que se propicie 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 una buena idoneidad para el cultivo de chopos: suelo de textura franco-arenosa, de apropiada fertilidad, con capa freática permanente y próxima a la superficie, sin caliza activa ni salinidad.

La plantación se realizó con un método (ahoyado a raíz profunda con retroexcavadora) y unas técnicas sobradamente conocidas y utilizadas en la región. El espaciamiento empleado (5x6 metros), aunque no es muy utilizado en las plantaciones de los propietarios particulares, sí ha sido empleado con cierta frecuencia por la administración en ésta y otras comarcas; pero se prefiere el marco de 6x6 metros por ofrecer un mayor rendimiento económico en choperas implantadas en estaciones de buena calidad.

El número de marras (tabla 4) que se produjo durante el establecimiento de la chopera y su posterior ciclo de crecimiento (7,4%) ha resultado ligeramente elevado, en comparación con las que tienen lugar en la mayoría de las plantaciones. El mayor número de marras fue de 3 (16,7%) en los clones 'MC' y 'Raspalje'; 1 marra (5,6%) se produjo en los clones 'Luisa Avanzo' y 'Triplo'; no hubo marras en los clones 'Flevo' e 'I-214'.

El establecimiento de la parcela de ensayo se realizó con un diseño estadístico de bloques completos al azar, incluyendo 2 bloques, reconocido internacionalmente como válido para este tipo de ensayos. En un principio, se había diseñado el experimento con la formación de 3 bloques, pero no se dispuso de la superficie suficiente para ello. La distribución de bloques, unidades experimentales e individuos ha permitido la eliminación de los efectos de borde que podrían producirse entre los distintos clones.

Las especies a las que pertenecen los clones ensayados son: *Populus x euramericana* (Dode) guinier ('Flevo', 'I-214', 'Luisa Avanzo', 'MC' y 'Triplo') y *Populus x interamericana* Brokehuizen ('Raspalje'). Los seis clones ensayados se encuentran inscritos en el catálogo nacional de materiales de base del género *Populus* L., para las categorías cualificada y controlada; de los seis clones, cuatro de ellos ('I-214', 'MC', 'Raspalje' y 'Triplo') están también incluidos en el catálogo de materiales de base del género *Populus* L. de Castilla y León en este momento.

El análisis de la variable controlada (circunferencia normal), expresada mediante el diámetro normal, determina que no existen diferencias significativas entre los dos bloques establecidos (tabla 5) y tampoco entre los clones ensayados (tabla 6). Esta homogeneidad, confirmada por la prueba de Tukey, aparece también en el análisis del volumen para bloques y clones (tablas 21 y 22, respectivamente). Sólo en el caso de la altura total se observan diferencias significativas entre los clones 'Raspalje' y 'MC' con relación a 'Flevo' (tabla 14).

La producción media obtenida en la parcela de ensayo (27,4 m³/Ha/año) (tabla 29) debe considerarse idónea para los terrenos dedicados al cultivo de chopos cuando se busca una rentabilidad aceptable, identificándose con la calidad I en una escala de 5 clases de calidad. Las producciones por clones, en orden decreciente, corresponden a 'Raspalje' (30,9 m³/Ha/año), 'I-214' (30,9 m³/Ha/año), 'Triplo' (28,3 m³/Ha/año), 'MC' (27,6 m³/Ha/año), 'Luisa Avanzo' (25,4 m³/Ha/año) y 'Flevo' (21,3 m³/Ha/año).

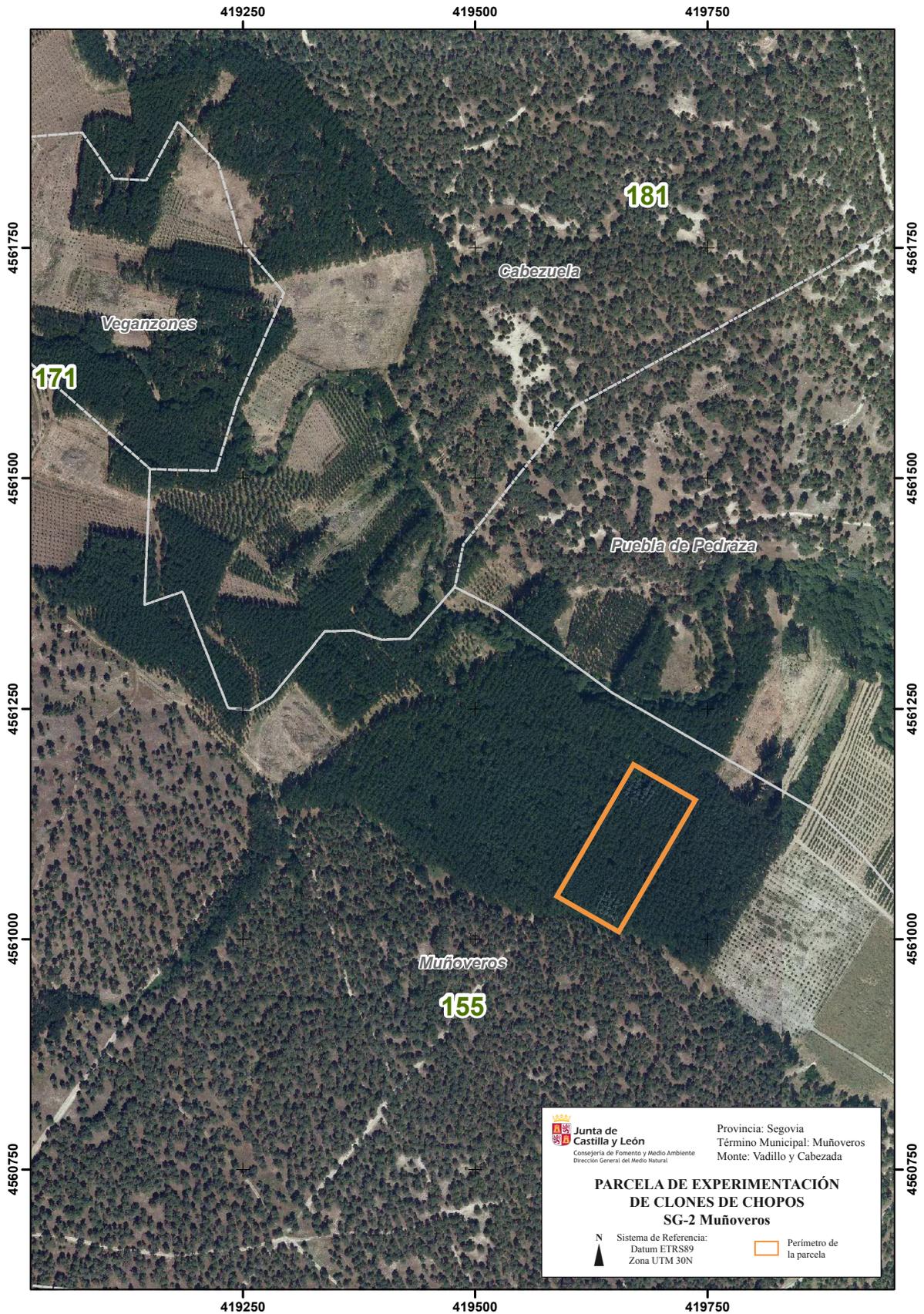
En conjunto, los seis clones del experimento han dado buenos resultados en cuanto a su crecimiento. Cabe destacar el buen comportamiento del clon 'Raspalje' en el ensayo, a pesar de iniciar el turno en peores condiciones que los demás y de que generalmente no

tolera suelos con $\text{pH} > 7$ (8,0 y 7,1 en las dos muestras de la parcela), algo que conviene más a los otros clones del ensayo. Adoptando una estrategia preventiva de defensa contra posibles plagas y enfermedades consistente en la plantación de mosaicos de parcelas monoclonales de 2-3 hectáreas cada una, los clones ‘Raspalje’, ‘I-214’, ‘Triplo’ y ‘MC’ pueden intervenir en la constitución de las parcelas en la comarca, considerando además que forman parte del catálogo de materiales de base del género *Populus* de Castilla y León.

Las tablas de cubicación que se han obtenido (tabla 27), desarrolladas en el anexo V, pueden considerarse como herramientas aplicables para los clones ensayados en este caso, 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, Gradefes en León, Cabezuela en Segovia, Manganeses de la Polvorosa en Zamora y Muñoveros en Segovia), partiendo de un número de observaciones que proporcionan una información suficiente: 64 para ‘Flevo’, 141 para ‘I-214’, 101 para ‘Luisa Avanzo’, 116 para ‘MC’, 74 para ‘Raspalje’ y 87 para ‘Triplo’.

El turno de máxima renta en especie que ha resultado para cada clon (tabla 30) puede aceptarse para estaciones similares en clima y suelo a los de la parcela de estudio, excepto en el caso del clon ‘Raspalje’ que, utilizando materiales de buena calidad en la plantación, habría iniciado antes su crecimiento normal, lo que habría dado lugar a un turno inferior al obtenido; para otro tipo de zonas, se comprueba su variación al modificarse las condiciones de estación, aumentando la duración del turno al disminuir la calidad del sitio. Por otra parte, el establecimiento del turno aconsejado para terrenos similares al ocupado por la parcela de ensayo debe considerar asimismo el turno económico, teniendo en cuenta el valor de los productos obtenidos, lo que no es objeto de este informe.

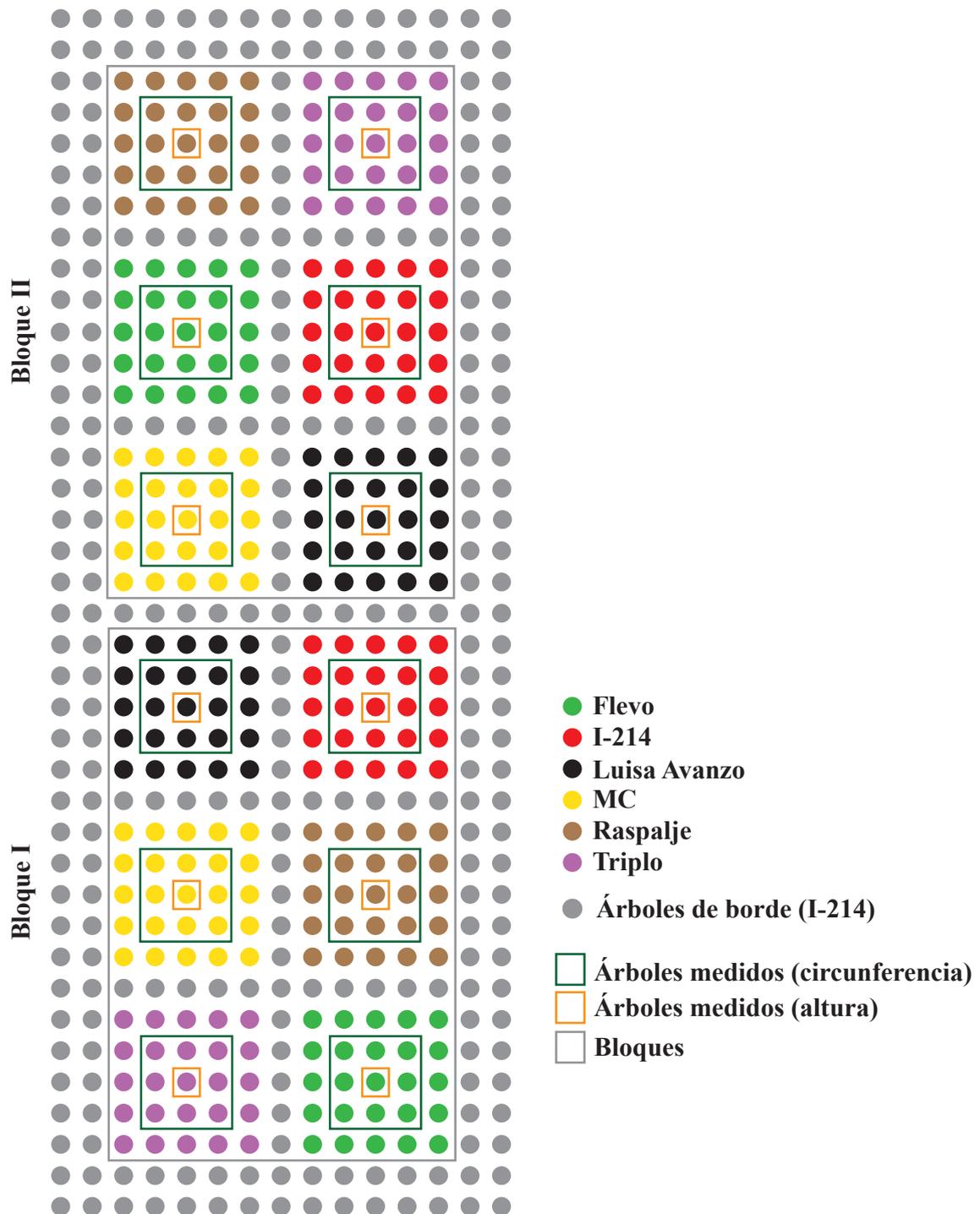
ANEXO I. Localización de la parcela de ensayo



ANEXO II. Análisis del suelo

	Muestra 1	Muestra 2
Profundidad	0,0-0,5 m	0,0-0,5 m
Elementos gruesos	0,13%	0,47%
Bloques+cantos	0,00%	0,00%
Gravas	0,13%	0,47%
Gravas gruesas	0,00%	0,00%
Gravas finas	0,00%	0,05%
Gravillas	0,13%	0,42%
Arena	62,50%	64,65%
Arena fina	44,50%	42,35%
Limo	19,00%	22,30%
Arcilla	18,50%	13,05%
Textura	Franco-arenosa	Franco-arenosa
Carbonatos	2,26%	1,60%
Caliza activa	0,00%	0,00%
Materia orgánica	1,38%	2,07%
Capacidad de intercambio catiónico	14,69 meq/100g	15,31 meq/100g
pH	8,00	7,08
Conductividad	0,19 mmhos/cm	1,18 mmhos/cm
Fósforo	31 ppm	34 ppm
Potasio	115 ppm	146 ppm
Calcio	24,3 meq/100g	27,3 meq/100g
Magnesio	3,1 meq/100g	4,3 meq/100g
Sodio	0,02 meq/100g	0,04 meq/100g

ANEXO III. Esquema de la parcela de ensayo



ANEXO IV. Fichas de los clones

Flevo

Identificación	
Especie	<i>Populus x euramericana</i>
País de origen	Holanda
Año de obtención	1952
Sexo	masculino
Incluido en el catálogo nacional de materiales de base	
No incluido en el catálogo de materiales de base de Castilla y León	

Resultados del ensayo	
Diámetro normal	33,7 cm
Altura total	28,03 m
Volumen con corteza	1,214 m ³
Productividad	21,3 m ³ /ha/año
Turno	16 años

Utilización	
Ventajas	Poda del fuste fácil Acepta ciertos niveles de arcilla en el suelo Tolera la hidromorfía
Inconvenientes	Poda de guía necesaria Sensible al fototropismo Alta pérdida volumétrica en el desenrollo

I-214

Identificación

Especie	<i>Populus x euramericana</i>
País de origen	Italia
Año de obtención	1929
Sexo	femenino
Incluido en el catálogo nacional de materiales de base	
Incluido en el catálogo de materiales de base de Castilla y León	

Resultados del ensayo

Diámetro normal	39,8 cm
Altura total	31,45 m
Volumen con corteza	1,763 m ³
Productividad	30,9 m ³ /ha/año
Turno	15 años

Utilización

Ventajas	Acepta suelos variados, siempre aluviales Resistente a la caliza activa Madera de muy buena calidad
Inconvenientes	Poda del fuste difícil Poda de guía necesaria Sensible a la hidromorfía Sensible al fototropismo Pérdida volumétrica elevada en el desenrollo

Luisa Avanzo

Identificación

Especie	<i>Populus x euramericana</i>
País de origen	Italia
Año de obtención	1968
Sexo	femenino
Incluido en el catálogo nacional de materiales de base	
No incluido en el catálogo de materiales de base de Castilla y León	

Resultados del ensayo

Diámetro normal	37,1 cm
Altura total	29,75 m
Volumen con corteza	1,446 m ³
Productividad	25,4 m ³ /ha/año
Turno	13 años

Utilización

Ventajas	Poda fácil
	Se adapta a suelos variados, siempre aluviales
	Resistente al viento
	Baja pérdida volumétrica en el desenrollo
Inconvenientes	Sensible al estrés hídrico
	Sensible a la caliza activa
	Sensible al frío

MC

Identificación

Especie	<i>Populus x euramericana</i>
País de origen	Italia
Año de obtención	1954
Sexo	femenino
Incluido en el catálogo nacional de materiales de base	
Incluido en el catálogo de materiales de base de Castilla y León	

Resultados del ensayo

Diámetro normal	38,1 cm
Altura total	32,10 m
Volumen con corteza	1,571 m ³
Productividad	27,6 m ³ /ha/año
Turno	15 años

Utilización

Ventajas	Poda fácil Resistente al fototropismo Resistente al viento Baja pérdida volumétrica en el desenrollo
Inconvenientes	El crecimiento no es aceptable en mala estación

Raspalje

Identificación

Especie	<i>Populus x interamericana</i>
País de origen	Bélgica
Año de obtención	1960
Sexo	femenino
Incluido en el catálogo nacional de materiales de base	
Incluido en el catálogo de materiales de base de Castilla y León	

Resultados del ensayo

Diámetro normal	40,3 cm
Altura total	32,98 m
Volumen con corteza	1,764 m ³
Productividad	30,9 m ³ /ha/año
Turno	19 años

Utilización

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> Poda del fuste fácil Utilizable en suelos aluviales y no aluviales Soporta suelos ácidos Poco exigente en fertilidad química Resistente al fototropismo Baja pérdida volumétrica en el desarrollo
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> Necesita atención en la poda de guía si hay pérdidas a causa del viento Sensible a la hidromorfía

Triplo

Identificación

Especie	<i>Populus x euramericana</i>
País de origen	Italia
Año de obtención	1961
Sexo	masculino
Incluido en el catálogo nacional de materiales de base	
Incluido en el catálogo de materiales de base de Castilla y León	

Resultados del ensayo

Diámetro normal	38,8 cm
Altura total	29,12 m
Volumen con corteza	1,614 m ³
Productividad	28,3 m ³ /ha/año
Turno	15 años

Utilización

Ventajas	Se adapta a una gran variedad de suelos aluviales Tolera la caliza activa y la hidromorfía Baja pérdida volumétrica en el desenrollo
Inconvenientes	Poda de guía imprescindible Poda del fuste complicada

ANEXO V. Tablas de cubicación

FLEVO

$v = -50,4 + 0,0331d^2h$ (v: volumen con corteza (dm³) / d: diámetro normal (cm) / h: altura total (m))

$R^2 = 0,99$ $n = 64$

$\frac{h}{d}$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35									
15																														
16	77	85	94	102	111	119	128	136	144	153	161	170																		
17	93	103	112	122	131	141	150	160	170	179	189	198																		
18	110	121	132	143	153	164	175	186	196	207	218	228																		
19	129	141	153	165	177	189	201	212	224	236	248	260	272	284	296	308	320													
20	148	161	175	188	201	214	228	241	254	267	281	294	307	320	334	347	360													
21	169	183	198	212	227	242	256	271	285	300	314	329	344	358	373	387	402													
22	190	206	222	238	254	270	286	302	318	334	350	366	382	398	414	430	446													
23	212	230	247	265	282	300	317	335	352	370	387	405	422	440	457	475	492													
24	236	255	274	293	312	331	350	369	388	407	426	445	464	483	502	522	541													
25	260	281	301	322	343	363	384	405	425	446	467	487	508	529	550	570	591													
26	285	308	330	352	375	397	419	442	464	487	509	531	554	576	598	621	643													
27		336	360	384	408	432	456	480	505	529	553	577	601	625	649	673	698													
28			391	417	443	469	495	520	546	572	598	624	650	676	702	728	754													
29			423	451	478	506	534	562	590	618	645	673	701	729	757	785	813													
30			456	486	516	545	575	605	635	665	694	724	754	784	813	843	873	903	933	962	992									
31				522	554	586	618	649	681	713	745	777	808	840	872	904	936	967	999	1031	1063									
32				560	594	627	661	695	729	763	797	831	865	899	933	966	1000	1034	1068	1102	1136									
33					634	670	707	743	779	815	851	887	923	959	995	1031	1067	1103	1139	1175	1211									
34						715	753	791	830	868	906	944	983	1021	1059	1097	1136	1174	1212	1251	1289									
35						761	801	842	882	923	963	1004	1044	1085	1125	1166	1207	1247	1288	1328	1369									
36									979	1022	1065	1108	1151	1194	1236	1279	1322	1365	1408	1451										
37										1037	1082	1128	1173	1218	1264	1309	1354	1400	1445	1490	1536									
38											1097	1144	1192	1240	1288	1336	1383	1431	1479	1527	1575	1622								
39												1158	1208	1259	1309	1359	1410	1460	1510	1561	1611	1661	1712							
40													1274	1327	1379	1432	1485	1538	1591	1644	1697	1750	1803							
41														1341	1396	1452	1508	1563	1619	1674	1730	1786	1841	1897						
42															1409	1468	1526	1584	1643	1701	1760	1818	1876	1935	1993					
43																1480	1541	1602	1663	1724	1786	1847	1908	1969	2030	2092				
44																	1552	1616	1680	1744	1808	1872	1936	2000	2064	2128	2192			
45																		1625	1692	1759	1826	1893	1960	2027	2094	2161	2229	2296		
46																			1701	1771	1841	1911	1981	2051	2121	2191	2261	2331	2401	
47																					1997	2070	2143	2216	2289	2362	2436	2509		
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

LUISA AVANZO

$v = -33,8 + 0,0313d^2h$ (v: volumen con corteza (dm³) / 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 (dm³) / 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						

RASPALJE

$v = -38,3 + 0,0313d^2h$ (v: volumen con corteza (dm³) / d: diámetro normal (cm) / h: altura total (m))

$R^2 = 0,97$ $n = 74$

$\frac{h}{d}$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
15																						
16	82	90	98	106	114	122	130	138	146	154												
17	97	106	116	125	134	143	152	161	170	179												
18	114	124	134	144	154	165	175	185	195	205	215											
19	131	143	154	165	176	188	199	210	222	233	244	256	267									
20	150	162	175	187	200	212	225	237	250	262	275	287	300	312								
21	169	183	196	210	224	238	252	265	279	293	307	321	334	348								
22	189	204	219	234	250	265	280	295	310	325	340	356	371	386								
23	210	227	243	260	276	293	309	326	343	359	376	392	409	425	442							
24	232	250	268	286	304	322	340	358	376	394	412	430	449	467	485	503						
25	255	275	294	314	333	353	373	392	412	431	451	470	490	509	529	549						
26				343	364	385	406	427	448	470	491	512	533	554	575	596						
27				372	395	418	441	464	487	509	532	555	578	601	623	646	669					
28				403	428	453	477	502	526	551	575	600	624	649	673	698	722	747	772	796		
29				436	462	488	515	541	567	593	620	646	672	699	725	751	778	804	830	857	883	
30				469	497	525	553	581	610	638	666	694	722	750	779	807	835	863	891	920	948	
31				533	563	593	623	654	684	714	744	774	804	834	864	894	924	954	984	1015		
32							635	667	699	731	763	795	827	859	891	923	955	987	1019	1051	1084	
33										712	746	780	814	848	882	916	950	984	1018	1052	1087	1121
34										758	794	830	866	902	939	975	1011	1047	1083	1120	1156	1192
35										805	844	882	920	959	997	1035	1074	1112	1150	1189	1227	1265
36										854	895	935	976	1016	1057	1098	1138	1179	1219	1260	1300	1341
37										904	947	990	1033	1076	1119	1162	1204	1247	1290	1333	1376	1419
38										956	1001	1046	1092	1137	1182	1227	1272	1318	1363	1408	1453	1498
39										1057	1104	1152	1200	1247	1295	1342	1390	1438	1485	1533	1580	1628
40										1114	1164	1214	1264	1314	1364	1414	1464	1514	1564	1614	1664	1715
41										1172	1224	1277	1330	1382	1435	1488	1540	1593	1645	1698	1751	1803
42										1232	1287	1342	1397	1452	1508	1563	1618	1673	1729	1784	1839	1894
43										1293	1351	1409	1466	1524	1582	1640	1698	1756	1814	1872	1929	1987
44										1355	1416	1477	1537	1598	1658	1719	1780	1840	1901	1961	2022	2083
45														1673	1736	1800	1863	1927	1990	2053	2117	2180
46														1750	1816	1882	1949	2015	2081	2147	2214	2280
47														1829	1898	1967	2036	2105	2174	2243	2313	2382
48														1981	2053	2125	2197	2269	2342	2414	2486	
49																						
50																						

TRIPLO

$v = -100,8 + 0,0349d^2h$ (v: volumen con corteza (dm³) / d: diámetro normal (cm) / h: altura total (m))

$R^2 = 0,97$ $n = 87$

$\frac{h}{d}$	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
15	17	25	33	41	48																		
16	33	42	51	60	69	78	87																
17	51	61	71	81	91	101	111	121	131	141	151												
18	69	80	91	103	114	125	137	148	159	171	182												
19	88	101	113	126	139	151	164	176	189	202	214												
20	109	123	137	150	164	178	192	206	220	234	248	262	276										
21	130	145	161	176	192	207	222	238	253	269	284	299	315										
22	153	169	186	203	220	237	254	271	288	305	322	338	355	372									
23	176	195	213	232	250	268	287	305	324	342	361	379	398	416									
24			241	261	281	301	321	341	362	382	402	422	442	462	482								
25			270	292	314	335	357	379	401	423	445	466	488	510	532	554	575						
26			300	324	347	371	395	418	442	465	489	513	536	560	583	607	631						
27			332	357	383	408	433	459	484	510	535	561	586	612	637	662	688						
28			364	392	419	446	474	501	529	556	583	611	638	665	693	720	747	775					
29			398	428	457	486	516	545	574	604	633	662	692	721	750	780	809	838					
30			433	465	496	527	559	590	622	653	684	716	747	779	810	842	873	904					
31			469	503	536	570	604	637	671	704	738	771	805	838	872	905	939	972	1006				
32			507	542	578	614	650	685	721	757	793	828	864	900	936	971	1007	1043	1079				
33			545	583	621	659	697	735	773	811	849	887	925	963	1001	1039	1077	1115	1153	1191	1229		
34			585	625	666	706	746	787	827	867	908	948	989	1029	1069	1110	1150	1190	1231	1271	1311		
35			669	712	754	797	840	883	925	968	1011	1054	1096	1139	1182	1225	1267	1310	1353	1396			
36						849	894	940	985	1030	1075	1120	1166	1211	1256	1301	1347	1392	1437	1482			
37							903	950	998	1046	1094	1141	1189	1237	1285	1333	1380	1428	1476	1524	1571		
38							958	1008	1058	1109	1159	1209	1260	1310	1361	1411	1461	1512	1562	1613	1663		
39							1014	1067	1120	1173	1226	1279	1332	1386	1439	1492	1545	1598	1651	1704	1757		
40							1072	1128	1184	1239	1295	1351	1407	1463	1519	1574	1630	1686	1742	1798	1854		
41							1131	1190	1249	1307	1366	1425	1483	1542	1601	1659	1718	1777	1835	1894	1953		
42							1192	1254	1315	1377	1438	1500	1561	1623	1685	1746	1808	1869	1931	1992	2054		
43							1254	1319	1383	1448	1512	1577	1642	1706	1771	1835	1900	1964	2029	2093	2158		
44										1588	1656	1724	1791	1859	1926	1994	2061	2129	2196	2264			
45										1666	1737	1807	1878	1949	2019	2090	2161	2231	2302	2373			
46											1819	1893	1967	2041	2115	2189	2262	2336	2410	2484			
47											1904	1981	2058	2131	2212	2289	2366	2443	2520	2598			
48											1990	2070	2151	2231	2311	2392	2472	2553	2633	2714			
49											2078	2162	2245	2329	2413	2497	2581	2664	2748	2832			
50																2342	2429	2517	2604	2691	2778	2866	2953

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 19 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 y Francisco Javier Tranque Pascual y, especialmente, a los agentes medioambientales Julián Bravo, Fernando Peña Muñoz y Marcial Vizcarra. Gracias también a Ana Rodríguez Villafruela y a Luis Sada Castaño por su colaboración en el tratamiento de los datos obtenidos en el 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