

# *Populus × euramericana* 'MC' en Castilla y León

Jesús Rueda  
José Luis García Caballero

2020



**Junta de  
Castilla y León**

Consejería de Fomento y Medio Ambiente  
Dirección General del Medio Natural

© 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 (2020): *Populus ×euramericana* 'MC' en Castilla y León. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 28 pp.

# Índice

<b>1. Introducción</b> .....	5
<b>2. El clon 'MC'</b> .....	6
2.1. Identificación .....	6
2.2. Descripción .....	6
2.3. Fenología .....	6
2.4. Condiciones edáficas .....	8
2.5. Condiciones climáticas .....	8
2.6. Plagas y enfermedades .....	9
2.7. Crecimiento .....	10
2.8. Manejo .....	10
2.9. Madera .....	10
2.10. Utilización .....	12
<b>3. Curvas de calidad</b> .....	12
3.1. Clases de calidad .....	13
3.2. Relación diámetro/edad .....	15
3.3. Relación altura/diámetro .....	15
3.4. Tabla de cubicación .....	16
3.5. Productividad .....	16
3.6. Turno de máxima renta en especie .....	18
<b>4. Comentarios</b> .....	18
<b>Bibliografía</b> .....	19
<b>Anexos</b> .....	23
<b>Anexo I. Tabla de cubicación</b> .....	25
<b>Anexo II. Curvas de calidad</b> .....	26



## 1. Introducción

Se ha hablado ya en otros documentos de la conveniencia de diversificar las plantaciones de chopos que tienen como finalidad la producción de madera, para disminuir su exposición a los ataques de posibles plagas y enfermedades al obstaculizar la colonización y expansión de los parásitos. Igualmente, se aconseja el empleo de los clones más adaptados a las condiciones ambientales de los sitios de plantación, sin olvidar que, para obtener un buen rendimiento del producto al final del turno de aprovechamiento, éste debe satisfacer las exigencias que impone la industria de transformación. Así, a la hora de planificar las actuaciones en populicultura en superficies suficientemente extensas, se debe evitar la utilización de un clon único y contar con un conjunto de clones que respondan a las expectativas que se plantean para los cultivos de chopos.

El clon 'MC' es otro de los chopos que pueden intervenir en la diversificación de las plantaciones en Castilla y León, por haber demostrado su idoneidad para el cultivo y la rentabilidad de su producción en distintos tipos de terrenos. Ha sido experimentado con amplitud en parcelas de ensayo gestionadas por la Junta de Castilla y León y ahora se dispone de información suficiente para determinar las condiciones de su cultivo y las expectativas de su producción. Los conocimientos adquiridos sobre su comportamiento determinan que se trata de un clon que da respuesta a numerosas situaciones de las que se presentan en la populicultura actual y, por ello, es un clon con el que se debe contar a la hora de planificar las plantaciones formando teselas constituidas por clones diferentes, acompañando a otros clones ya estudiados, como 'I-214' y 'Raspalje'.

## 2. El clon 'MC'

Se presentan a continuación las peculiaridades más sobresalientes del clon 'MC', los requerimientos para su adecuado cultivo, la silvicultura más idónea que se debe aplicar y las características del producto final, la madera, que constituye el objetivo final de las plantaciones.

### 2.1. Identificación

El clon 'MC' pertenece al híbrido *Populus × canadensis* Moench. (= *Populus × euramericana* (Dode) Guinier), resultante del cruzamiento entre un *P. deltoides* femenino y un *P. nigra* masculino; se trata, por tanto, de un chopo de la sección Aigeiros.

Fue obtenido en 1954 por Carlo Mellone, en Crescentino, Italia, como selección de planta espontánea; las letras 'MC' se corresponden precisamente con las iniciales de su obtentor, 'Mellone Carlo'. En Italia es conocido también por el sinónimo 'Mellone'. En la actualidad, el conservador oficial del clon es la Unitá Ricerca per le Produzioni Legnose Fuori Foresta (CRA-PLF) de Casale Monferrato, Italia.

Está incluido en el grupo de clones denominado 'Canadese Bianco della Lomellina', difundido en Italia desde los años 1960 y constituido por cuatro clones ('BL Costanzo', 'Cappa Bigliona', 'MC' y 'Pan') que poseen el mismo perfil genético, es decir, que son idénticos, aun cuando se han adjudicado a distintos obtentores. Mediante análisis genéticos con marcadores moleculares se ha determinado también la misma identidad entre 'MC' y el clon de supuesto origen portugués 'NNDv', que gozó de cierto prestigio durante unos años en algunas comarcas de Castilla y León.

El clon 'MC' es femenino y, en comparación con otros clones del mismo sexo, produce baja cantidad de "algodón" durante la dispersión de las semillas, lo que constituye una ventaja por las molestias que puede ocasionar a las personas esta emisión y por su pronta inflamación, que puede dar lugar a la aparición de incendios forestales y a facilitar su expansión.

### 2.2. Descripción

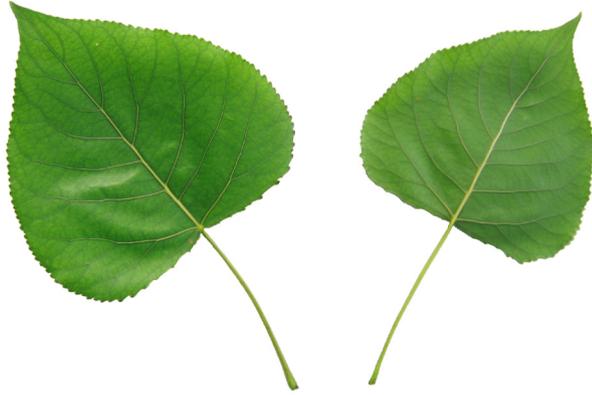
Es un árbol de tronco muy recto y cilíndrico, de secciones regulares. Tiene una corteza de color claro y bastante lisa, ligeramente acanalada. La copa es semiextendida, es decir, intermedia entre amplia y fastigiada, y es ligera y regular. Presenta una marcada o mediana dominancia apical. Ramificación semiverticilada, ya que las ramas se disponen de manera próxima a los verticilos, sin que éstos estén completamente definidos. Las ramas son numerosas, pero no muy gruesas. Las hojas adultas son más grandes que las de otros chopos del grupo de los euramericanos. En vivero, las hojas tienen la cara inferior del limbo de color verde y son de forma deltoidea con la base cordada.

### 2.3. Fenología

En un estudio comparativo de los clones de chopos incluidos en el catálogo nacional de materiales de base, la foliación de 'MC' se ha calificado de precoz, como la de 'Raspalje', y tiene lugar unos 5 días después de la de 'I-214'. Su defoliación se ha considerado tardía, al igual que la de los clones 'Unal' y 'Viriato', aproximadamente 1 día después de la de 'I-214'.



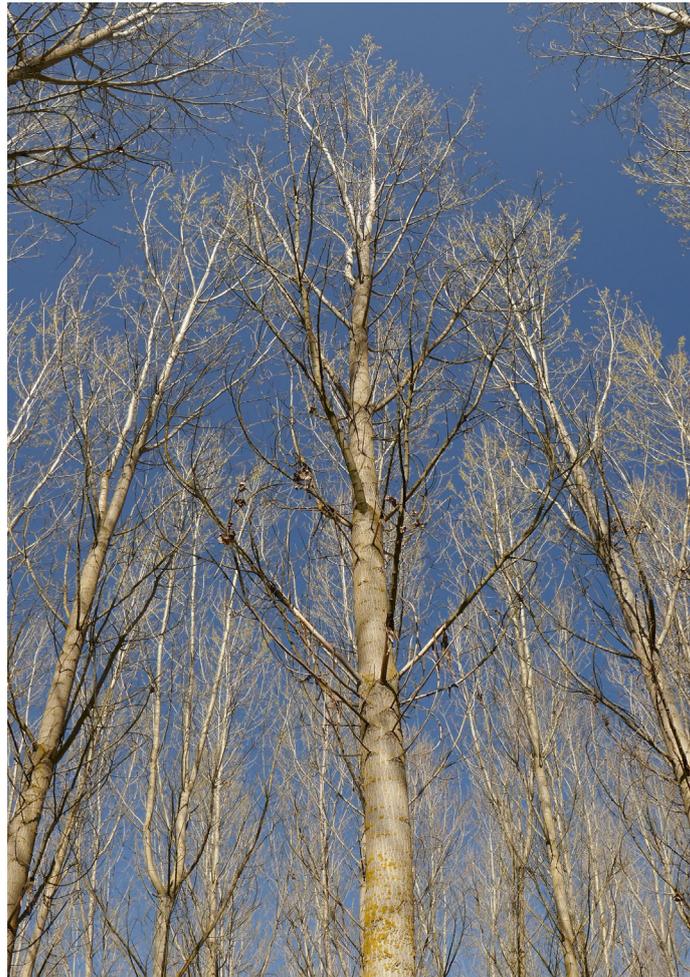
Detalle de la corteza



Hojas adultas



Aspecto de la copa



Ramificación verticilada

Las fechas observadas para la foliación y la defoliación de 'MC' definen un período de actividad vegetativa de 235 días, igual que el de 'Anadolu' (= 'Tr 56/75'); este período es inferior al de 'I-214', '49-177', '2000 Verde', 'Lombardo Leonés', 'Flevo', 'Raspalje' y 'Luisa Avanzo', y superior al de 'Unal', 'Dorskamp', 'Canadá Blanco', 'Guardi', 'B-1M', 'I-454/40', 'Triplo', 'Beaupré', 'Boelare', 'Lux', 'Branagesi', 'Mincio' (= 'I-114/69') y 'Agathe F'.

## 2.4. Condiciones edáficas

Se adapta bien en general a las condiciones del suelo, aunque prefiere siempre los suelos fértiles, frescos y ligeros y es en éstos donde presenta su mayor rendimiento; se observa una dificultad de adaptación a los terrenos arcillosos por parte de 'MC'. En las parcelas de experimentación de Castilla y León, los mejores crecimientos tienen lugar en terrenos con textura franco-arenosa.

Soporta mal la sequía en el suelo, debiendo restringirse a los suelos aluviales sin interrupción de agua en verano. Aun así, es más resistente a estos eventos que otros clones euramericanos como 'Branagesi' o 'Dorskamp'. Por el contrario, tolera bien la hidromorfía en todas las épocas del año.

Parece indiferente al contenido de materia orgánica del suelo y no se detecta diferencias de crecimiento por este factor, para las observaciones realizadas en las parcelas de experimentación, cuyo contenido en materia orgánica oscila entre 0,43% y 4,55%.

Los mejores crecimientos del clon 'MC' en los ensayos realizados se han obtenido en suelos con pH situado entre 7,0 y 8,3, es decir, en suelos neutros y básicos.

Se ha mostrado resistente a la caliza activa, vegetando bien en suelos que contienen valores del 0% al 4,06% de este material.

En lo que respecta a los principales macroelementos del suelo, se observa una correlación entre el crecimiento de los pies en plantación y el contenido de magnesio, que debe ser superior a 1 meq/100 g. Igualmente, para obtener buenos crecimientos, necesita un contenido de potasio en el suelo superior a 40 ppm. Por el contrario, no se observa una variación significativa en el crecimiento para los valores del contenido en fósforo, que en los ensayos realizados oscila entre 1 ppm y 34 ppm.

## 2.5. Condiciones climáticas

Es muy resistente al efecto del fototropismo, tanto en vivero como en plantación, y no se inclina en busca de la luz.

Se dice que es sensible al frío, no adaptándose a zonas con período vegetativo corto. Sin embargo, en la parcela SO-1 Almazán, situada a 950 metros de altitud, ha sido el clon que mejor comportamiento ha tenido de los 20 presentes en el ensayo. Pero en otra plantación de 15 años de edad en el vivero de Manzaneda, en Garrafe de Torío (León), situado a 920 m de altitud, el diámetro de 'MC' ha resultado sensiblemente inferior a los de 'Raspalje', 'Beaupré' e 'I-214'. Con todo, en Castilla y León no se han observado daños debidos a las bajas temperaturas invernales o extemporáneas.

Es resistente al calor, no siendo afectado en esta región por las altas temperaturas. También es resistente al viento, no inclinándose en general con los vientos dominantes.

## 2.6. Plagas y enfermedades

Se puede considerar sensible a los ataques de *Leucoma salicis* en comparación con otros clones de chopos de corriente utilización. En la parcela experimental LE-6 Vega de Infanzones se evaluó la pérdida de crecimiento diametral de ocho clones ocasionada por el ataque de *Leucoma salicis* durante el octavo período vegetativo de la chopera. La pérdida de crecimiento diametral experimentada por 'MC' fue del 56,5%, solamente superada por la correspondiente a 'I-214' (66,5%). Los demás clones presentes en el ensayo fueron 'Branagesi' (52,2%), 'Unal' (44,3%), 'A3A' (41,6%), 'A4A' (34,3%), 'Beaupré' (18,6%) y 'Raspalje' (10,7%). Sin embargo, las plantaciones de 'MC' tienen una buena capacidad de recuperación después de los ataques de *Leucoma salicis*, porque no suelen repetirse en años consecutivos, lo que generalmente hace innecesarios los tratamientos químicos contra este insecto.

Igualmente se ha comprobado su sensibilidad a los ataques de *Phloeomyzus passerinii*. En la parcela experimental SG-2 Muñoveros se evaluó la incidencia del ataque de *Phloeomyzus passerinii* al final del turno de aprovechamiento en seis clones de chopos. De los resultados de la evaluación realizada, se desprende que 'Triplo' e 'I-214' son los clones más sensibles, seguidos de 'MC' y 'Luisa Avanzo'; con menor susceptibilidad se mostró 'Flevo'; por último, 'Raspalje' figuró como claramente tolerante.

En plantaciones jóvenes se ha observado una mayor resistencia de 'MC' a los ataques del taladro del chopo (*Paranthrene tabaniformis*), en contraposición a otros clones como 'Luisa Avanzo', quizá por presentar un crecimiento juvenil no tan elevado como el de este último clon.

Es tolerante a la roya de *Melampsora larici-populina*, igual que 'Dorskamp', 'Flevo', 'Guardi' e 'I-214'. Se comporta con mayor sensibilidad en plantación ante la roya de *Melampsora allii-populina* y de *Melampsora medusae*, si bien esta última no se encuentra en Castilla y León.

Es sensible a *Venturia populina*, manifestando una sensibilidad similar a las de 'Branagesi', 'Anadolu' y 'Canadá Blanco'.

En cuanto a la bacteria *Lonsdalea populi*, de la que se han observado varios brotes en Castilla y León, el clon 'MC' se puede calificar de bastante resistente en las primeras observaciones realizadas, a la espera de una cualificación más exhaustiva. Se ha mostrado más sensible que 'I-214' y 'Anadolu'; y más resistente que 'B-1M', 'Triplo', 'Beaupré', 'Branagesi', 'I-454/40', 'Lux', 'Unal', 'Agathe F', 'Canadá Blanco', 'Flevo', 'Guardi', '49-177', 'Dorskamp', 'Luisa Avanzo', '2000 Verde', 'Mincio' y 'A4A'.

El clon 'MC' está considerado muy resistente al virus del mosaico y a la bacteria *Xanthomonas populi*. Es tolerante a *Dothichiza populea*. Sensible a la enfermedad de las manchas pardas. Se le ha calificado como muy sensible a *Marssonina brunnea*, con sensibilidad semejante a la de 'I-214'. Además, los árboles debilitados por encontrarse en estación inadecuada, o por otras causas, son muy propensos a los ataques de *Cytospora chrysosperma*.

## 2.7. Crecimiento

Su crecimiento es elevado en los terrenos que le convienen, muy similar en general, o un poco inferior, al de 'I-214'. El crecimiento juvenil de 'MC' en plantación también suele ser algo inferior al de 'I-214', pero con frecuencia recupera después parte de la diferencia entre ambos.

El crecimiento en vivero de 'MC' suele ser ligeramente inferior al de la mayoría de los clones cultivados en Castilla y León, como '49-177', 'Raspalje', 'I-214' y 'Beaupré', con excepción de 'Unal'.

## 2.8. Manejo

En vivero no suele producir ramas silépticas, lo que conduce a un buen rendimiento en la formación de las estaquillas a partir de las varetas obtenidas en los campos de plantas madre.

Posee una buena capacidad de enraizamiento de las estaquillas, de las que se suele producir un porcentaje de marras situado entre el 1% y el 3%, similar al rendimiento que se obtiene para 'I-214' y otros clones euramericanos de corriente empleo. El enraizamiento de las plantas también es muy elevado, ya se trate de plantas con o sin raíz, con un número de marras también muy escaso, similar a las que se producen en la plantación de 'I-214'.

Presenta una buena idoneidad para la poda de conformación, lo que permite una fácil programación y ejecución de las intervenciones, debido a la mayor distribución de las ramas a lo largo del fuste y a que las ramas son poco gruesas. Sin embargo, tiene cierta tendencia a formar brotes epicórmicos después de las podas, por lo que éstas no deben ser muy intensas. Es aconsejable efectuar la poda de guía los primeros años, al menos cuando se observen posibles ahorquillamientos.

Se adapta bien al marco de plantación de 6×6 metros, el más generalizado en Castilla y León para los cultivos con finalidad de producción de madera. Con este espaciamiento, en terrenos idóneos se alcanza el turno de máxima renta en especie a los 14 ó 15 años, con dimensiones de sus troncos muy adecuadas para el desarrollo.

## 2.9. Madera

Madera de buena calidad, muy homogénea, que se presta a todas las utilizaciones. Tiene muy buena aptitud para el desarrollo, con pérdida volumétrica baja por la rectitud y cilindricidad del tronco. Es una madera estable al secado. Densidad basal alta: 0,370 g/cm<sup>3</sup>.

Se dice que tiene más tendencia a formar madera de tensión que 'I-214' y 'Luisa Avanzo', pero en Castilla y León se ha observado que 'MC' produce menos fendas en el apeo y transporte de los troncos que 'I-214', pudiendo constituir una buena alternativa a este último clon en algunos terrenos, o en las primeras filas de las plantaciones de 'I-214' más expuestas a los vientos dominantes. Las características morfológicas de 'MC' también inducen a pensar que su tendencia a formar madera de tensión debe ser menor que en 'I-214'.



Plantas madre



Plantas de vivero al inicio del 2º año



Pies de 8 años con poda correcta



Fustes apeados

En un estudio realizado por la empresa Garnica Plywood sobre la pérdida volumétrica producida en el desenrollo de los 16 clones incluidos en la parcela de ensayo LE-1 Valencia de Don Juan, el clon 'MC' experimentó mayor pérdida volumétrica que 'Raspalje', 'Branagesi', 'Hunnegem', 'Luisa Avanzo' y 'Campeador'; y tuvo menor pérdida volumétrica que 'Flevo', 'I-214', 'Triplo', 'Pinseque', 'San Martino', 'B-1M', 'Canadá Blanco', 'Onda', 'I-488' y 'Lux'.

Presenta también una mayor tendencia a la formación de corazón negro que otros clones de común utilización. En el apeo de los árboles incluidos en la parcela de ensayo SO-1 Almazán se observó la presencia de corazón negro en la madera de un número elevado de pies. Se evaluó el porcentaje de madera afectada por este defecto en la sección de corte, que osciló entre el 0,0% y el 23,8%. Para el clon 'MC', el índice aplicado tomó el valor del 19,4%, por debajo de los correspondientes a los clones 'Triplo', 'Unal' y 'Hunnegem' y superior a los de 'I-45/51', 'Canadá Blanco', 'I-454/40', 'Italica', 'Raspalje', 'Branagesi', 'Luisa Avanzo', 'B-1M', 'Lux', 'Pinseque', 'Canadiense Leonés', 'I-262', 'I-488', 'Beaupré', 'I-214' y 'Alcinde'.

## 2.10. Utilización

El clon 'MC' está incluido como material controlado en el catálogo de España desde 1992 y como material cualificado en el de Bulgaria. Con la denominación 'BL Costanzo' figura en los catálogos de Bulgaria, Francia, Hungría, Italia y Eslovaquia, siendo muy utilizado en Croacia. Con la denominación 'Cappa Bigliona' aparece también en los catálogos de Francia e Italia. Y con la denominación 'Pan' figura asimismo en el catálogo italiano.

En el catálogo español figuró inicialmente con la denominación 'I-MC', con la 'I' de Italia; posteriormente se corrigió esta anomalía para figurar solamente con las letras 'MC', con las que fue bautizado y es conocido internacionalmente.

Se encuentra también en el catálogo de materiales de base de Castilla y León, como material controlado. En Castilla y León se ha plantado desde hace tiempo, aunque en pequeñas proporciones, por presentar algunas ventajas frente a 'I-214', que ha sido el clon mayoritariamente empleado. Estas ventajas se refieren principalmente a su mejor rendimiento en el desenrollo, debido a su tronco más recto y cilíndrico, y a su mejor predisposición a la hora de practicar las podas del fuste. Últimamente su utilización ha descendido en favor de los clones interamericanos 'Raspalje', 'Beaupré' y 'Unal'.

Según las declaraciones de cultivo y de comercialización y existencias presentadas en 2019 por los viveros que producen plantas de chopos en Castilla y León, el clon 'MC' figura en el quinto lugar con el 4,7% de las plantas producidas, por detrás de 'I-214', 'Raspalje', 'Beaupré' y 'Unal'.

## 3. Curvas de calidad

Se definen aquí cinco clases de calidad para el clon 'MC', que sirvan de apoyo al seguimiento de las plantaciones y a la predicción del crecimiento y la producción de madera al final del turno de aprovechamiento.

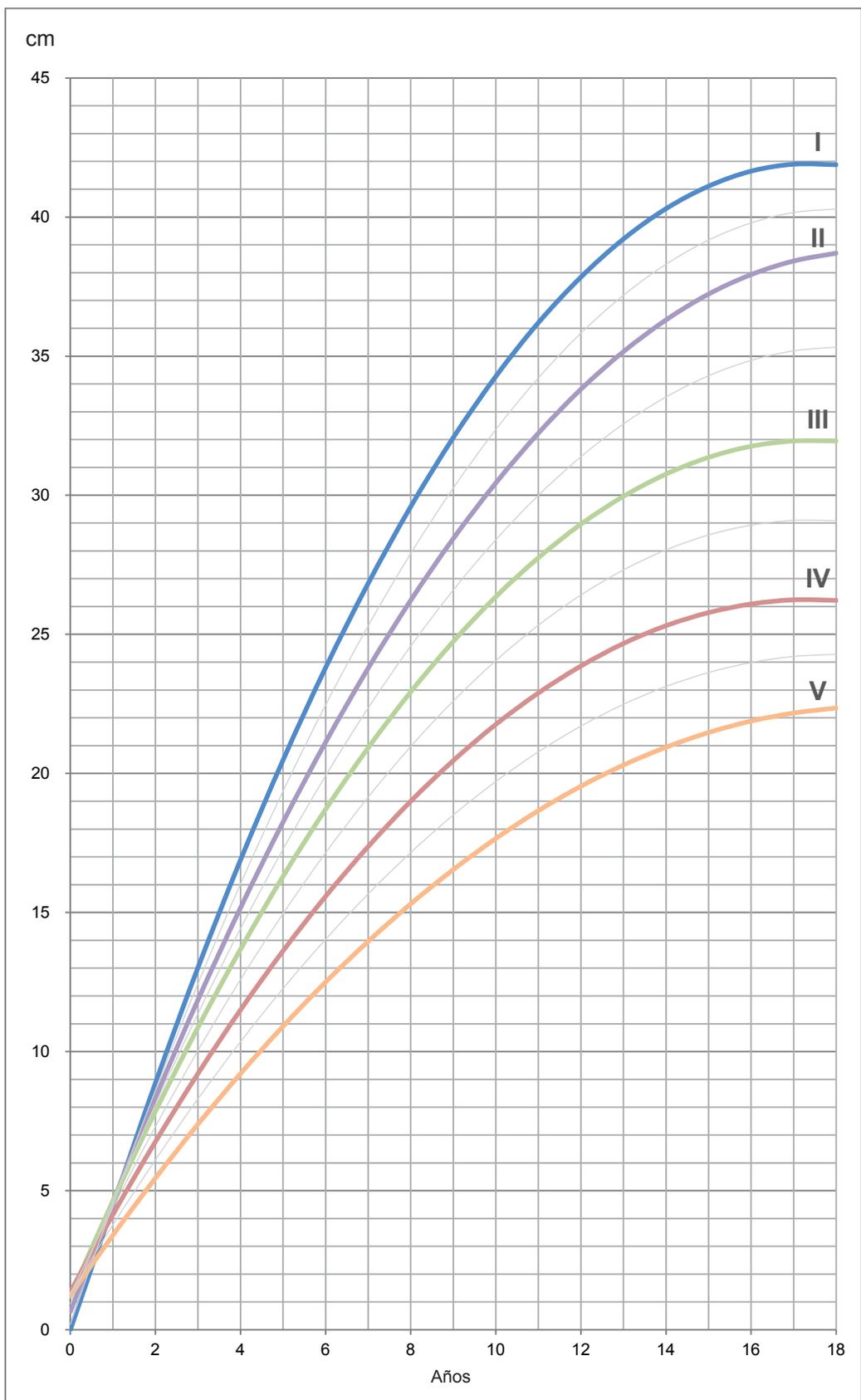
### 3.1. Clases de calidad

Se dispone de los datos de diámetro normal, obtenidos a través de la medición anual de la circunferencia normal, de 526 árboles del clon 'MC'. Estos árboles están incluidos en 28 parcelas de ensayo de clones de chopos que han llegado al turno de aprovechamiento o que se encuentran en edad avanzada y que están distribuidas en las provincias de Burgos, León, Palencia, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora. Las mediciones efectuadas proporcionan 8.777 pares de valores (edad, diámetro) (tabla 1).

**Tabla 1.** Parcelas de ensayo que incluyen el clon 'Raspalje'.

Parcela	edad (años)	nº árboles	nº pares (e,d)
BU-1 Ruyales del Agua	11	12	144
LE-1 Valencia de Don Juan	15	10	160
LE-3 Gradefes	17	27	486
LE-4 La Milla del Río	17	26	468
LE-5 Valle de Mansilla	15	15	240
LE-6 Vega de Infanzones	14	27	405
LE-7 Valencia de Don Juan	12	26	338
PA-1 Villaturde	17	36	648
PA-2 Villaturde	17	24	432
PA-3 Palenzuela	15	18	288
PA-5 Celadilla del Río	18	18	342
PA-6 Calabazanos	17	25	450
PA-7 Calabazanos	15	15	240
PA-8 Calabazanos	13	15	210
SG-1 Cabezuela	17	10	180
SG-2 Muñoveros	19	16	320
SG-3 Fresno de Cantespino	13	15	210
SO-1 Almazán	19	20	400
VA-1 Zamadueñas	18	9	171
VA-2 Zamadueñas	19	14	280
VA-3 Zamadueñas	17	17	306
VA-4 Zamadueñas	16	15	255
ZA-1 Santa Colomba de las Monjas	14	26	390
ZA-2 San Cristóbal de Entreviñas	16	26	442
ZA-3 Manganeses de la Polvorosa	16	18	306
ZA-5 Santibáñez de Vidriales	15	11	176
ZA-6 Villaralbo	13	20	280
ZA-7 Calzada de Tera	13	15	210
<b>Total</b>	-	<b>526</b>	<b>8.777</b>

Se han determinado cinco clases de calidad para el clon 'MC' en función de su diámetro normal con corteza a la edad de 11 años, distribuidos tal como figura en la tabla 2.



**Figura 1.** Curvas de calidad diámetro/edad.

**Tabla 2.** Clases de calidad.

Clase	d <sub>11</sub> (cm)	n° árboles	n° pares (e,d)
I	>34,4	48	780
II	29,8-34,4	118	1.988
III	25,2-29,8	125	2.038
IV	20,6-25,2	131	2.181
V	<20,6	104	1.790
<b>Total</b>	-	<b>526</b>	<b>8.777</b>

### 3.2. Relación diámetro/edad

Para el ajuste entre el diámetro normal con corteza y la edad, en cada clase de calidad de las previamente determinadas, se ha utilizado el modelo:

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

siendo:

d: diámetro normal con corteza (cm)

e: edad (años)

Los valores de los parámetros y de los coeficientes de determinación obtenidos en los ajustes figuran en la tabla 3.

**Tabla 3.** Relación diámetro/edad por clases de calidad.

Clase	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	R <sup>2</sup>
I	-0,26	4,843	-0,1390	0,97
II	0,65	4,061	-0,1082	0,96
III	1,21	3,522	-0,1008	0,95
IV	1,36	2,864	-0,0824	0,94
V	1,23	2,230	-0,0587	0,89

Las curvas límite entre las correspondientes a las clases de calidad que se han definido tienen la misma forma que éstas y sus parámetros se ofrecen en la tabla 4.

**Tabla 4.** Curvas límite entre las clases de calidad.

Curva límite	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>
I-II	0,20	4,452	-0,1236
II-III	0,93	3,792	-0,1045
III-IV	1,28	3,193	-0,0916
IV-V	1,30	2,547	-0,0706

En la figura 1 se muestran las curvas de calidad diámetro/edad.

### 3.3. Relación altura/diámetro

Se dispone de mediciones de la altura total en 54 árboles del clon 'MC' presentes en las parcelas de ensayo mencionadas anteriormente, completando 661 pares de valores (diámetro normal, altura total). Para el ajuste de la altura total con el

diámetro normal, se ha utilizado el modelo que mejor correlación ha proporcionado:

$$h = a_0 d^{a_1}$$

siendo:

h: altura total (m)

d: diámetro normal con corteza (cm)

Los parámetros y el coeficiente de determinación obtenidos en el ajuste son:

$$a_0 = 1,5647$$

$$a_1 = 0,7817$$

$$R^2 = 0,95$$

### 3.4. Tabla de cubicación

Se ha construido una tabla de cubicación para el clon 'MC' a partir de las mediciones de diámetro normal, altura total y volumen con corteza efectuadas en 236 árboles que habían llegado al turno de aprovechamiento. Estas mediciones se han realizado en las parcelas de ensayo LE-1 Valencia de Don Juan, LE-3 Gradefes, LE-4 La Milla del Río, PA-3 Palenzuela, SG-1 Cabezuela, SG-2 Muñoveros, SO-1 Almazán, VA-2 Zamadueñas, VA-3 Zamadueñas, VA-4 Zamadueñas y ZA-3 Manganeses de la Polvorosa.

Los valores del diámetro normal se obtuvieron por medición de la circunferencia normal con el árbol en pie. Las mediciones de altura y volumen se realizaron sobre el árbol abatido. El volumen se calculó aplicando la fórmula de Smalian a trozas de 1 metro de longitud, desde la base del fuste hasta alcanzar el diámetro en punta delgada de 8 centímetros.

La ecuación elegida para el ajuste de los datos ha sido:

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

siendo

d: diámetro normal con corteza (cm)

h: altura total (m)

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

Los parámetros y el coeficiente de determinación obtenidos en el ajuste han resultado ser:

$$a_0 = -36,83$$

$$a_1 = 0,0329$$

$$R^2 = 0,97$$

Esta tabla de cubicación se desarrolla en el anexo I.

### 3.5. Productividad

Conocidos los pares de valores (d,h) de cada clase de calidad a lo largo del tiempo, la tabla de cubicación construida proporciona los valores del volumen con

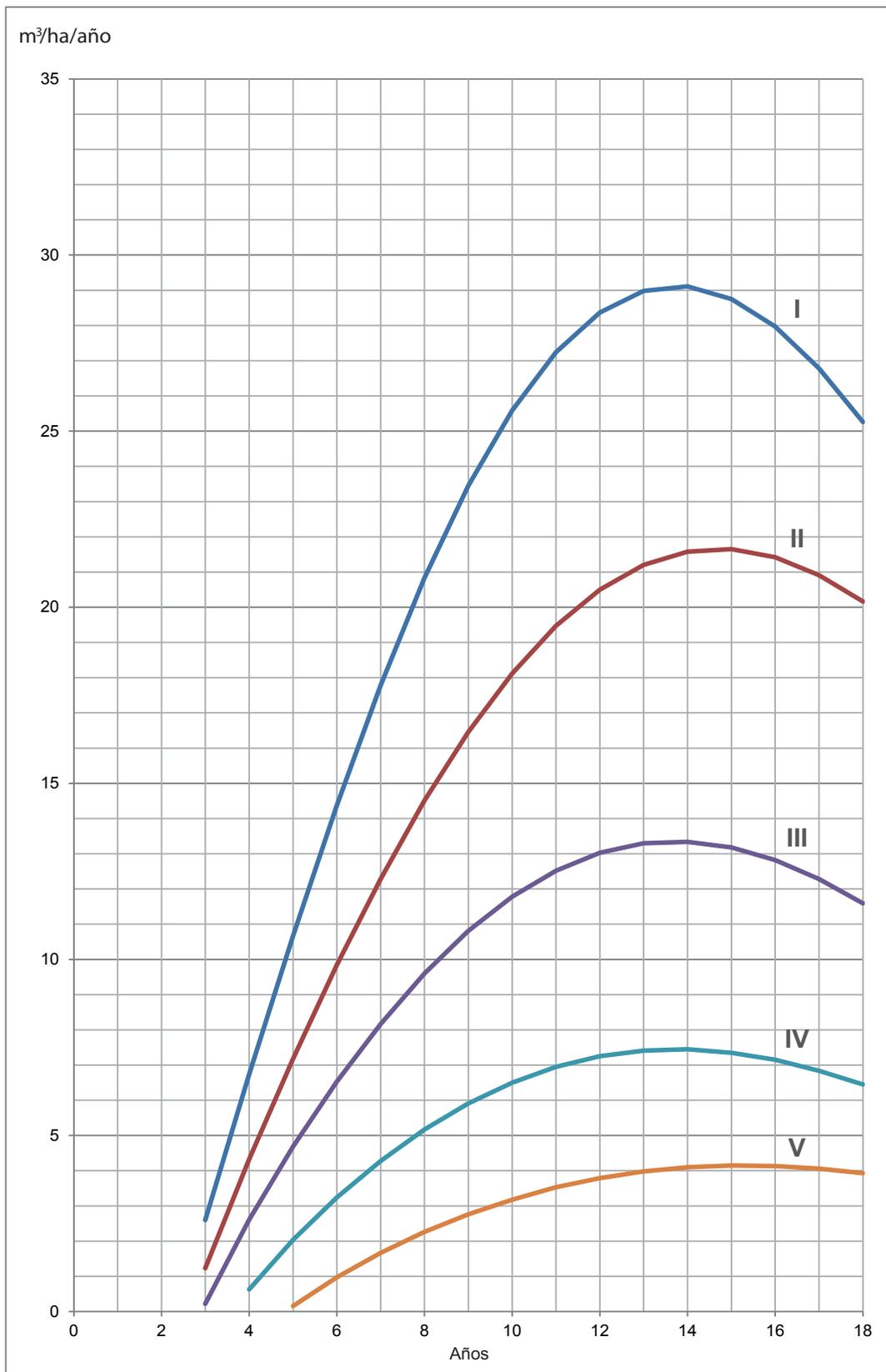


Figura 2. Curvas de calidad productividad/edad.

corteza a cada edad del árbol. Ello permite obtener la evolución del crecimiento medio en volumen de los pies. Considerando el número de pies por hectárea que corresponde al espaciamiento de 6×6 metros, se obtiene fácilmente la producción en  $m^3ha^{-1}año^{-1}$ .

Las curvas de calidad obtenidas se desarrollan en el anexo II. En la figura 2 se muestran las Curvas de calidad productividad/edad.

### 3.6. Turno de máxima renta en especie

El turno de máxima renta en especie, para cada clase de calidad, viene dado por el máximo valor del crecimiento medio. El turno obtenido para las cinco clases de calidad de 'MC' figura en la tabla 5.

**Tabla 5.** Turno de máxima renta en especie.

Clase de calidad	turno (años)
I	14
II	15
III	14
IV	14
V	15

## 4. Comentarios

En el pasado se han construido tablas de cubicación para chopos en función del diámetro normal del árbol y de su altura maderable, considerando esta la correspondiente al diámetro del fuste de 7 ó 10 cm. Sin embargo, la medición de la altura maderable es mucho más imprecisa cuando se realiza sobre árboles en pie, a no ser que se empleen procedimientos con escalada en el árbol, lo que conlleva un tiempo muy prolongado que los hace antieconómicos. La medición de la altura total es más fácil en árboles en pie, especialmente si se realiza cuando están desprovistos de hojas. Últimamente se están utilizando drones para realizar mediciones de la altura total desde el aire.

Por otra parte, en la comercialización de choperas en pie es corriente utilizar fórmulas sencillas de cubicación que dan siempre valores del volumen significativamente inferiores a los proporcionados por las mediciones directas sobre el árbol abatido y por las tablas de cubicación.

La tabla de cubicación que se ofrece se ha construido a partir de mediciones efectuadas en árboles en el momento de su aprovechamiento, con edades comprendidas entre 15 y 19 años. Los valores obtenidos del diámetro normal con corteza para estos árboles oscilan entre 13,3 y 49,1 cm y la altura total va de 15,50 a 38,04 m. Por eso no se ajusta bien a los valores correspondientes a las edades más bajas.

Las curvas de calidad permiten realizar estimaciones sobre futuros valores del crecimiento y la producción de choperas, así como la edad que corresponde al turno de máxima renta en especie.

Las curvas de calidad obtenidas representan valores medios de los períodos en los que se han efectuado las mediciones. Para un año concreto, los valores que

se obtengan pueden desviarse más o menos de los previstos por las curvas, en función de las condiciones climáticas de ese año o de la ocurrencia de catástrofes como incendios o aparición de plagas o enfermedades.

En los primeros años del establecimiento de una chopera, los valores del diámetro y la altura de los árboles se ajustan peor a los determinados para las distintas clases de calidad, ya que, durante ese período, tienen gran influencia el tamaño de las plantas y la profundidad de plantación. En general, estas características dejan de tener un peso importante a partir del cuarto año desde la plantación. Además, los tramos finales de las curvas de mejor calidad tienden a alcanzar la horizontal, manifestando que el árbol deja de crecer en diámetro a partir de cierta edad. Ocurre que estos últimos tramos no responden a la realidad y los datos proporcionados por las curvas en ellos, al tratarse de extrapolaciones, no son aplicables.

## Bibliografía

Rueda J (1997): Poda de choperas. Junta de Castilla y León, Consejería de Medio Ambiente. Valladolid, 79 pp.

Rueda J, García Caballero JL, López Negredo L, Gómez Cáceres C (2006): Parcela de experimentación de clones de chopos LE-1 Valencia de Don Juan. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 76 pp.

Rueda J, López Negredo L, Barrio JM, Peña M (2007): Parcela de experimentación de clones de chopos SO-1 Almazán. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 68 pp.

Rueda J, García Caballero JL, Villar C (2011): Elección de clones idóneos para la populicultura en la cuenca del Duero. *Forestalis*, nº 17, primer semestre de 2011. pp 8-13.

Rueda J, García Caballero JL (2013): Parcela de experimentación de clones de chopos LE-3 Gradefes. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 68 pp.

Rueda J, Villar C (2014): Parcela de experimentación de clones de chopos ZA-1 Santa Colomba de las Monjas. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 34 pp.

Rueda J, Jerez de la Vega M (2014): Parcela de experimentación de clones de chopos SG-1 Cabezuela. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 61 pp.

Rueda J (2014): Parcela de experimentación de clones de chopos PA-1 Villaturde. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 17 pp.

Rueda J (2014): Parcela de experimentación de clones de chopos PA-2 Villaturde. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 17 pp.

Rueda J (2014): Efecto del ataque de *Phloeomyzus passerinii* (Sign.) en una parcela experimental de clones de chopos en el valle del Cega (Segovia). Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 11 pp.

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

Rueda J, Rossignoli A (2015): Parcela de experimentación de clones de chopos PA-5 Celadilla del Río. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 20 pp.

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

Rueda J, Villar C (2015): Parcela de experimentación de clones de chopos ZA-2 San Cristóbal de Entreviñas. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 39 pp.

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

Rueda J, Padró A, Grau JM, Sixto H, Villar C, García Caballero JL, Martínez Sierra F, Prada MA, Garavilla V, De Lucas A, Hidalgo E, Aguilar S, Villamediana J, Bellera C (2016): Clones de chopos del catálogo nacional de materiales de base. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 72 pp.

Rueda J, Villar C (2016): Parcela de experimentación de clones de chopos ZA-5 Santibáñez de Vidriales. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 20 pp.

Rueda J, García Caballero JL (2016): Efecto del ataque de *Leucoma salicis* L. en una parcela experimental de clones de chopos en la ribera del Esla (León). Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 12 pp.

Rueda J (2016): *Melampsora larici-populina* Kleb.: incidencia en Castilla y León. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 10 pp.

Rueda J, Aguilar S (2017): Fenología de los clones de chopos del catálogo nacional. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 8 pp.

Rueda J, García Caballero JL (2018): Parcela de experimentación de clones de chopos LE-4 La Milla del Río. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 48 pp.

Rueda J (2018): Susceptibilidad clonal de *Populus* spp. a *Marssonina brunnea* (Ell. Et Ev.) Magn. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 12 pp.

Rueda J (2018): Calidad de *Populus ×euramericana* (Dode) Guinier 'I-214' en Castilla y León. Actas del II Simposio del Chopo. Valladolid, 8 pp.

Rueda J, Villamediana J, Santos L, Olaizola J (2018): Presencia de *Lonsdalea populi* en un banco clonal de chopos de producción. Actas del II Simposio del chopo. Valladolid, pp 121-125.

Rueda J, Prada MA (2018): Clones de *Populus*: evolución y anomalías en el catálogo nacional. Actas del II Simposio del Chopo. Valladolid, 7 pp.

Rueda J, García Caballero JL, Cuevas Y, García-Jiménez C, Villar C (2019): Cultivo de chopos en Castilla y León. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 115 pp.

Rueda J, García Caballero JL, Martínez Sierra F, Prada MA (2020): Viveros de chopos en Castilla y León. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 127 pp.

Rueda J, García Caballero JL (2020): *Populus ×interamericana* 'Raspalje' en Castilla y León. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 26 pp.

Rueda J (2020): Parcela de experimentación de clones de chopos VA-2 Zamadueñas. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 37 pp.



# **Anexos**



## Anexo I. Tabla de cubicación 'MC'

$$v = -36,83 + 0,0329d^2h$$

$$R^2 = 0,97$$

$$n = 236$$

d: diámetro normal (cm)

h: altura total (m)

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

h d	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
15	74	82	89	96	104	111	119																
16	90	98	106	115	123	132	140																
17	106	115	125	134	144	153	163	172	182	191	201	210	220										
18	123	134	144	155	166	176	187	198	208	219	230	240	251	262									
19	141	153	165	177	189	201	213	224	236	248	260	272	284	296									
20	161	174	187	200	213	226	240	253	266	279	292	305	318	332									
21	181	195	210	224	239	253	268	282	297	311	326	340	355	369	384	398							
22		218	234	250	266	282	298	313	329	345	361	377	393	409	425	441	457	473					
23		242	259	276	294	311	329	346	363	381	398	416	433	450	468	485	503	520					
24		266	285	304	323	342	361	380	399	418	437	456	475	494	513	532	551	570					
25		292	313	333	354	374	395	416	436	457	477	498	518	539	559	580	601	621	642				
26		319	341	363	386	408	430	452	475	497	519	541	564	586	608	630	653	675	697	719			
27			371	395	419	443	467	491	515	539	563	587	611	635	659	683	707	731	755	779	803		
28			402	427	453	479	505	531	556	582	608	634	660	685	711	737	763	789	814	840	866		
29				461	489	517	544	572	600	627	655	683	710	738	766	793	821	849	876	904	932		
30				496	526	555	585	615	644	674	703	733	763	792	822	851	881	911	940	970	1000		
31				532	564	596	627	659	690	722	754	785	817	848	880	912	943	975	1007	1038	1070		
32				570	603	637	671	704	738	772	805	839	873	906	940	974	1008	1041	1075	1109	1142		
33				608	644	680	716	751	787	823	859	895	931	966	1002	1038	1074	1110	1145	1181	1217		
34				648	686	724	762	800	838	876	914	952	990	1028	1066	1104	1142	1180	1218	1256	1294		
35				689	729	769	810	850	890	930	971	1011	1051	1092	1132	1172	1213	1253	1293	1333	1374		
36				731	773	816	859	901	944	986	1029	1072	1114	1157	1200	1242	1285	1328	1370	1413	1456		
37				774	819	864	909	954	999	1044	1089	1134	1179	1224	1269	1314	1359	1404	1449	1495	1540		
38				818	866	913	961	1008	1056	1103	1151	1198	1246	1293	1341	1388	1436	1483	1531	1578	1626		
39				864	914	964	1014	1064	1114	1164	1214	1264	1314	1364	1414	1464	1514	1564	1615	1665	1715		
40				911	963	1016	1069	1121	1174	1227	1279	1332	1384	1437	1490	1542	1595	1648	1700	1753	1806		
41				959	1014	1069	1125	1180	1235	1290	1346	1401	1456	1512	1567	1622	1678	1733	1788	1844	1899		
42							1240	1298	1356	1414	1472	1530	1588	1646	1704	1762	1820	1878	1936	1994			
43							1301	1362	1423	1484	1545	1606	1666	1727	1788	1849	1910	1971	2031	2092			
44							1364	1428	1492	1556	1619	1683	1747	1810	1874	1938	2001	2065	2129	2192			
45							1429	1495	1562	1629	1695	1762	1829	1895	1962	2028	2095	2162	2228	2295			
46							1564	1634	1704	1773	1843	1912	1982	2052	2121	2191	2261	2330	2400				
47							1635	1707	1780	1853	1925	1998	2071	2143	2216	2289	2361	2434	2507				
48							1707	1782	1858	1934	2010	2086	2161	2237	2313	2389	2465	2540	2616				
49							1780	1859	1938	2017	2096	2175	2254	2333	2412	2491	2570	2649	2728				
50							1855	1937	2019	2102	2184	2266	2348	2431	2513	2595	2677	2760	2842				

## Anexo II. Curvas de calidad

### Calidad I

e (años)	d (cm)	h (m)	v (dm <sup>3</sup> )	c (dm <sup>3</sup> /año)	p (m <sup>3</sup> /ha/año)
1	4,4	5,02			
2	8,9	8,62			
3	13,0	11,63	28	9,4	2,6
4	16,9	14,26	97	24,3	6,7
5	20,5	16,58	192	38,4	10,7
6	23,8	18,64	310	51,7	14,4
7	26,8	20,48	448	64,0	17,8
8	29,6	22,10	600	75,0	20,8
9	32,1	23,54	760	84,4	23,4
10	34,3	24,79	921	92,1	25,6
11	36,2	25,87	1.079	98,0	27,2
12	37,8	26,79	1.225	102,1	28,4
13	39,2	27,54	1.356	104,3	29,0
14	40,3	28,14	1.467	104,8	29,1
15	41,1	28,58	1.553	103,5	28,8
16	41,6	28,87	1.611	100,7	28,0
17	41,9	29,01	1.639	96,4	26,8
18	41,9	29,00	1.637	90,9	25,3

### Calidad II

e (años)	d (cm)	h (m)	v (dm <sup>3</sup> )	c (dm <sup>3</sup> /año)	p (m <sup>3</sup> /ha/año)
1	4,6	5,16			
2	8,3	8,21			
3	11,9	10,82	13	4,4	1,2
4	15,2	13,11	62	15,6	4,3
5	18,3	15,15	129	25,8	7,2
6	21,1	16,98	212	35,4	9,8
7	23,8	18,63	310	44,2	12,3
8	26,2	20,11	418	52,2	14,5
9	28,4	21,43	533	59,3	16,5
10	30,4	22,60	652	65,2	18,1
11	32,2	23,63	771	70,1	19,5
12	33,8	24,53	885	73,8	20,5
13	35,2	25,29	992	76,3	21,2
14	36,3	25,93	1.088	77,7	21,6
15	37,2	26,45	1.169	77,9	21,6
16	37,9	26,84	1.234	77,1	21,4
17	38,4	27,11	1.280	75,3	20,9
18	38,7	27,26	1.306	72,6	20,2

**Calidad III**

e (años)	d (cm)	h (m)	v (dm <sup>3</sup> )	c (dm <sup>3</sup> /año)	p (m <sup>3</sup> /ha/año)
1	4,6	5,18			
2	7,8	7,83			
3	10,9	10,10	2	0,8	0,2
4	13,7	12,09	38	9,4	2,6
5	16,3	13,87	84	16,9	4,7
6	18,7	15,45	141	23,5	6,5
7	20,9	16,86	206	29,4	8,2
8	22,9	18,11	277	34,6	9,6
9	24,7	19,22	350	38,9	10,8
10	26,3	20,19	424	42,4	11,8
11	27,8	21,02	496	45,1	12,5
12	29,0	21,73	563	46,9	13,0
13	30,0	22,32	622	47,9	13,3
14	30,8	22,78	672	48,0	13,3
15	31,4	23,13	712	47,4	13,2
16	31,8	23,36	738	46,1	12,8
17	32,0	23,47	752	44,2	12,3
18	31,9	23,47	751	41,7	11,6

**Calidad IV**

e (años)	d (cm)	h (m)	v (dm <sup>3</sup> )	c (dm <sup>3</sup> /año)	p (m <sup>3</sup> /ha/año)
1	4,1	4,75			
2	6,8	6,97			
3	9,2	8,88			
4	11,5	10,56	9	2,3	0,6
5	13,6	12,05	37	7,3	2,0
6	15,6	13,39	70	11,7	3,2
7	17,4	14,57	108	15,4	4,3
8	19,0	15,63	149	18,6	5,2
9	20,5	16,57	191	21,3	5,9
10	21,8	17,38	234	23,4	6,5
11	22,9	18,09	275	25,0	6,9
12	23,9	18,68	313	26,1	7,2
13	24,7	19,17	347	26,7	7,4
14	25,3	19,56	375	26,8	7,4
15	25,8	19,84	397	26,5	7,4
16	26,1	20,03	412	25,7	7,1
17	26,2	20,12	419	24,6	6,8
18	26,2	20,11	418	23,2	6,4

**Calidad V**

<b>e</b> <b>(años)</b>	<b>d</b> <b>(cm)</b>	<b>h</b> <b>(m)</b>	<b>v</b> <b>(dm<sup>3</sup>)</b>	<b>c</b> <b>(dm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>p</b> <b>(m<sup>3</sup>/ha/año)</b>
1	3,4	4,07			
2	5,5	5,89			
3	7,4	7,47			
4	9,2	8,88			
5	10,9	10,13	3	0,6	0,2
6	12,5	11,27	21	3,5	1,0
7	14,0	12,29	42	6,0	1,7
8	15,3	13,21	65	8,1	2,3
9	16,5	14,03	90	9,9	2,8
10	17,7	14,76	115	11,5	3,2
11	18,7	15,41	140	12,7	3,5
12	19,5	15,98	164	13,6	3,8
13	20,3	16,46	186	14,3	4,0
14	20,9	16,87	207	14,8	4,1
15	21,5	17,20	224	14,9	4,1
16	21,9	17,46	238	14,9	4,1
17	22,2	17,64	248	14,6	4,1
18	22,3	17,75	255	14,2	3,9



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