

Populus × euramericana 'Triplo' en Castilla y León

Jesús Rueda
José Luis García Caballero

2020



© 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* 'Triplo' en Castilla y León. Junta de Castilla y León, Consejería de Fomento y Medio Ambiente. Valladolid, 28 pp.

Índice

1. Introducción	5
2. El clon 'Triplo'	6
2.1. Identificación	6
2.2. Descripción	6
2.3. Fenología	8
2.4. Condiciones edáficas	8
2.5. Condiciones climáticas	9
2.6. Plagas y enfermedades	9
2.7. Crecimiento	10
2.8. Manejo	10
2.9. Madera	12
2.10. Utilización	12
3. Curvas de calidad	13
3.1. Clases de calidad	13
3.2. Relación diámetro/edad	14
3.3. Relación altura/diámetro	16
3.4. Tabla de cubicación	16
3.5. Productividad	17
3.6. Turno de máxima renta en especie	17
4. Comentarios	17
Bibliografía	19
Anexos	23
Anexo I. Tabla de cubicación	25
Anexo II. Curvas de calidad	26



1. Introducción

La Junta de Castilla y León, a través de la Dirección General del Patrimonio Natural y Política Forestal, ha venido instalando desde hace un cierto tiempo una serie de parcelas de ensayo de clones del género *Populus*, en distintos tipos de estaciones distribuidas por el territorio, con objeto de identificar los clones de chopos que mejor se adaptan a las condiciones ambientales de esta región. Con el seguimiento de estas parcelas y los resultados que se ha ido recopilando, definitivos para algunos de los ensayos y provisionales para otros, se elaboró la lista de clones que componen el catálogo de materiales de base del género *Populus* para la categoría controlada en Castilla y León y son los clones cuyo cultivo está recomendado en nuestro territorio. Entre los clones de chopos que constituyen este catálogo y cuya utilización está recomendada figura 'Triplo'.

Se trata de un clon que hasta ahora ha sido muy poco utilizado en esta región, siendo por ello difícil encontrarlo en los viveros de la comunidad, pero que, a la luz de los resultados recabados del seguimiento de los ensayos instalados, hay que considerarlo como un clon prometedor en los terrenos dedicados a la populicultura clásica o de suelos aluviales. Estos resultados aseguran que 'Triplo' tiene cabida en nuestra populicultura, ofreciendo producciones de madera interesantes para los propietarios de los terrenos en los que se instalan choperas.

La conveniencia de diversificar las plantaciones de chopos en Castilla y León para hacer las choperas más resistentes a los patógenos peligrosos corrobora la posibilidad de contar con este clon a la hora de abordar una populicultura ordenada con el fin de formar teselas relativamente pequeñas de plantaciones monoclonales. 'Triplo' se suma así a otros clones del catálogo de Castilla y León ya estudiados, como 'I-214', 'Raspalje' y 'MC'.

Con el mismo esquema que se ha seguido para las monografías de los clones de chopos que ya se han publicado, ofrecemos ahora las características más sobresalientes que pueden afectar al cultivo y la utilización de 'Triplo' en las choperas de Castilla y León, junto con una tabla de cubicación y la construcción de unas curvas de calidad indicativas que permitan valorar las choperas implantadas con este clon, aplicar el turno de corta más aconsejable y predecir su aprovechamiento y producción en el futuro.

2. El clon 'Triplo'

Se presentan a continuación las peculiaridades más sobresalientes del clon 'Triplo', incluyendo su origen y descripción, los requerimientos del medio necesarios para obtener un buen rendimiento de su cultivo, la silvicultura más idónea que se debe aplicar en las plantaciones de este clon, su respuesta ante los ataques de los principales patógenos que afectan a los chopos en Castilla y León y las características del producto final, la madera, que constituye el objetivo último de su cultivo.

2.1. Identificación

El clon 'Triplo' pertenece al híbrido *Populus ×canadensis* Moench. (= *Populus ×euramericana* (Dode) Guinier). Su parental femenino es *Populus deltoides* subsp. *angulata* '51-078', de semilla procedente de Stoneville, Mississippi, Estados Unidos; su parental masculino es *Populus ×euramericana* '438p', forma tetraploide de *P. ×euramericana* 'I-154', obtenido tratando éste con colchicina. Por tanto, es un chopo perteneciente a la sección Aigeiros.

Fue obtenido mediante semilla procedente de cruzamiento controlado en 1958 en el Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura (ISP) de Casale Monferrato, Italia, bajo la dirección del profesor M. Sekawin. En la actualidad, el conservador oficial del clon es la Unità di Ricerca per le Produzioni Legnose Fuori Foresta (CRA-PLF) de Casale Monferrato.

El nombre 'Triplo' hace referencia al genoma triploide del clon. En su fase experimental recibió la denominación 'I-37/61', con la que todavía es conocido en algunos países.

Mediante análisis con marcadores moleculares, se ha determinado que el clon manejado sucesivamente con las denominaciones 'Viriato 2', 'Benavente', 'Non Plus Ultra', 'NPU', 'NPU San Lorenzo' y 'San Lorenzo', que ha pretendido su inclusión en el catálogo nacional de materiales de base del género *Populus*, es en realidad el mismo clon 'Triplo'. Sin embargo, el clon con el nombre de 'San Lorenzo' figura en el Registro de la Protección Comunitaria de Obtenciones Vegetales de la Unión Europea, que sólo admite caracteres morfológicos como criterios de distinción, según las normas UPOV, y no acepta los análisis genéticos.

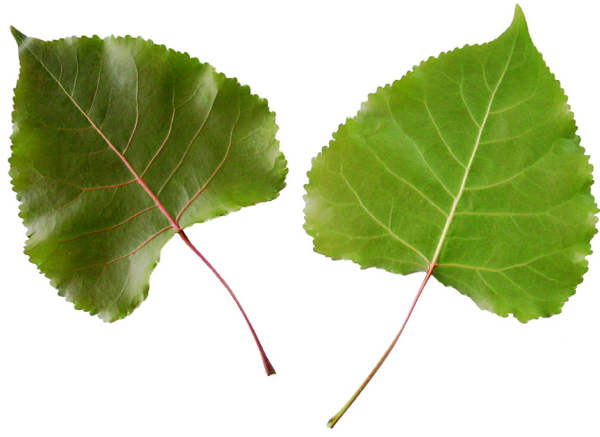
El clon 'Triplo' es de sexo masculino, por lo que no produce borra (algodón) y esta característica le hace idóneo para ser plantado en las proximidades de núcleos de población y en zonas de acumulación o paso frecuente de personas, ya que, aun cuando esta borra no produce alergia, en ocasiones puede resultar molesta. La ausencia de borra disminuye enormemente también la posibilidad de inicio y propagación de incendios en las choperas durante la época de dispersión de las semillas.

2.2. Descripción

Es un árbol de tronco recto y cilíndrico, a veces ligeramente sinuoso. Tiene la corteza de color gris claro, con marcas acostilladas suberosas bajo las yemas, más oscuras; la corteza es lisa al principio, pero se hace rápidamente rugosa, lo que constituye una característica muy propia del clon. La copa es densa y semiextendida, es decir, intermedia entre amplia y fastigiada. Presenta una escasa dominancia apical, lo que conduce a la formación frecuente de ahorquillamientos en el fuste. Ramificación



Detalle de la corteza



Hojas adultas



Aspecto de la copa



Ramificación verticilada

verticilada, con los interverticilos sin ramas. Las ramas son numerosas y gruesas. Las hojas jóvenes son de color verde; las hojas adultas son bastante grandes, triangulares (forma deltoidea), con la base cordada, de color verde oscuro en la cara superior y verde en la inferior, más próximas a la especie *P. deltoidea*. Las plantas de vivero presentan costillas medianamente marcadas y hojas turionales con base cordiforme y ápice acuminado. En vivero es muy parecido al clon 'I-45/51', del que se distingue por su mayor ramosidad y por el color más claro del tronco.

2.3. Fenología

En un estudio al que ya hemos hecho referencia al tratar de otros clones, en el que se compara los clones de chopos incluidos en el catálogo nacional de materiales de base, la foliación de 'Triplo' se ha calificado de muy tardía, unos 17 días después de la de 'I-214', siendo la más postrera de los clones incluidos en el catálogo nacional junto con 'Guardi' y 'Lux'. Su defoliación se ha considerado a medio plazo, simultánea a la de los clones 'Canadá Blanco' y 'Flevo', unos 2 días anterior a la correspondiente a 'I-214'.

Las fechas observadas para la foliación y la defoliación de 'Triplo' definen un período de actividad vegetativa de 220 días; este período resulta ser relativamente bajo, inferior al que se ha observado para los clones 'I-214', '49-177', '2000 Verde', 'Lombardo Leonés', 'Flevo', 'Raspalje', 'Luisa Avanzo', 'MC', 'Anadolu', 'Unal', 'Dorskamp', 'Canadá Blanco', 'Guardi', 'B-1M' e 'I-454/40' y superior al de 'Beaupré', 'Boelare', 'Lux', 'Branagesi', 'Mincio' y 'Agathe F'.

2.4. Condiciones edáficas

Es un clon que se adapta bien en general a diversas condiciones del suelo, aunque prefiere siempre los suelos ligeros. No acepta el exceso de arcilla. En las parcelas de experimentación de Castilla y León, se ha observado un comportamiento similar tanto en suelos de textura arenosa como en suelos de textura franco-arenosa.

Soporta las estaciones bastante secas, pero su desarrollo óptimo tiene lugar en los suelos típicos de estaciones aluviales con capa freática siempre al alcance de las raíces de los árboles, sin interrupción de agua en verano. Igualmente, tolera bien el exceso de agua en el suelo, incluso la hidromorfía primaveral que afecta negativamente a algunos clones en la primera fase de plantación (especialmente a 'Raspalje').

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%.

En los ensayos realizados en Castilla y León, el clon 'Triplo' vegeta bien en suelos con pH comprendido entre 6,5 y 8,5, es decir, en suelos neutros y básicos, pero también tolera bien los suelos ácidos, aunque sin exceso de acidez ($\text{pH} > 5,5$).

Se comporta como muy resistente a la caliza activa y en las observaciones realizadas ofrece buenos crecimientos en suelos que contienen valores del 0% al 4,06% de este material.

Es poco exigente en fertilidad química y no se observa una correspondencia entre el crecimiento y los valores del contenido de los principales elementos analizados en el suelo de las parcelas de ensayo: fósforo (1-34 ppm), potasio (17,5-146 ppm), calcio (2,6-27,3 mg/100g), magnesio (0,17-4,3 mg/100g) y sodio (0,00-0,17 mg/100g).

2.5. Condiciones climáticas

Es un clon sensible al efecto del fototropismo y se inclina en busca de la luz, observándose este fenómeno tanto en vivero como en plantación.

Es resistente al frío, soportando bien las bajas temperaturas invernales de Castilla y León y las heladas precoces y tardías.

También es resistente al calor, al menos en Castilla y León, no siendo afectado por las altas temperaturas en esta región.

Presenta cierta sensibilidad al viento, debido al tamaño de sus hojas, pudiendo perder ocasionalmente por ello la guía principal. Pero no se inclina con vientos dominantes.

2.6. Plagas y enfermedades

Se ha comprobado una gran sensibilidad de 'Triplo' a los ataques del pulgón lanígero (*Phloeomyzus passerinii*), debido a la marcada rugosidad de su corteza, parásito cuya incidencia conduce con frecuencia a la muerte de los árboles cuando la chopería ha alcanzado la tangencia de copas. 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' es el clon que presenta la mayor susceptibilidad a la presencia del insecto de los seis clones, junto con 'I-214' a poca distancia; siguen a éstos '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 'Triplo' a los ataques de *Paranthrene tabaniformis*, en contraposición a otros clones como 'Luisa Avanzo', quizá por presentar un crecimiento juvenil menos intenso que éste último clon.

Se califica de tolerante a *Marssonina brunnea*, al mismo nivel que '49-177', 'Anadolu', 'Guardi' y 'Unal'; es más resistente a este hongo que 'B-1M', 'Branagesi', 'Canadá Blanco', 'I-214' y 'MC'; pero menos resistente que '2000 Verde', 'Agathe F', 'Beaupré', 'Boelare', 'Dorskamp', 'Flevo', 'Luisa Avanzo', 'Lux', 'Mincio' y 'Raspalje'.

Es resistente a la roya de *Melampsora larici-populina* (razas E1, E2, E3 y E4), presentando mayor resistencia que 'Dorskamp', 'Flevo', 'Guardi', 'I-214' y 'MC'; manifiesta una diferencia mayor de resistencia con respecto a 'Agathe F', 'Branagesi' y 'Raspalje'; y es mucho más resistente que 'Beaupré', 'Boelare' y 'Unal'. También es resistente a *Melampsora allii-populina*, tanto en vivero como en plantación, y a *Melampsora medusae*.

Es muy resistente a *Venturia populina*, de la que casi nunca manifiesta los síntomas, como 'A4A', 'Beaupré', 'Dorskamp', 'Guardi', 'Lux', 'Mincio' y 'Raspalje'; es más resistente a este hongo que Anadolu', 'B-1M', 'Boelare', 'Branagesi', 'Canadá Blanco', 'Luisa Avanzo', 'MC', 'Unal', '49-177' y '2000 Verde'.

Es un clon que se ve poco afectado por ataques de *Cytospora chrysosperma*, aun cuando se encuentre debilitado por causas bióticas o abióticas.

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

El clon 'Triplo' está considerado resistente al virus del mosaico y tolerante a la bacteria *Xanthomonas populi* y a *Dothichiza populea*; pero se le considera sensible a la enfermedad de las manchas pardas, que puede afectarle en algunas situaciones con falta de disponibilidad de agua.

2.7. Crecimiento

En Castilla y León, el crecimiento de 'Triplo' en plantación es, en general, similar o algo superior al de 'I-214', comparable al de 'Unal'. El crecimiento de 'Triplo' es más lento en los años iniciales de la plantación y va aumentando después progresivamente hasta alcanzar e incluso superar el volumen de 'I-214' al final del turno de aprovechamiento. En condiciones medias, para el conjunto de los ensayos instalados en la región, el crecimiento de 'Triplo' iguala al de 'I-214' en el año 13º de la plantación y lo supera al final del turno; en terrenos más favorables para 'Triplo', los crecimientos se igualan antes y las diferencias entre ellos se acentúa; para terrenos más favorables a 'I-214', la producción de 'Triplo' será normalmente inferior en el momento del aprovechamiento. 'Triplo' supera asimismo a otros clones como 'I-454/40', 'Dorskamp', 'Agathe F', '49-177', 'MC', 'Luisa Avanzo', 'Beaupré', 'B-1M', 'Guardi', 'Flevo', '2000 Verde', 'Canadá Blanco', 'Lux' y 'Anadolu'.

El crecimiento en vivero de 'Triplo' es casi siempre inferior al de 'I-214', tanto para las plantas de una savia como para las de dos savias. Igualmente, es inferior al crecimiento en vivero de '49-177', 'Raspalje', 'Beaupré', 'MC' y 'Agathe F', considerando los clones incluidos en el catálogo de Castilla y León.

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.

La capacidad de enraizamiento de las estaquillas es relativamente baja en comparación con el conjunto de los clones euramericanos, aunque superior a la de los clones deltoides; esta baja capacidad debe ser tenida en cuenta a la hora de planificar la producción en los viveros, pero no constituye un problema importante. Por su parte, el enraizamiento de los plantones en la instalación de las choperas no presenta ninguna dificultad, siendo muy escasas las marras que se producen.



Plantas madre



Plantas de vivero al final del 2^{do} año



Chopera de 'Triplo'



Fuste apeado

La dominancia apical de 'Triplo' es escasa, similar a la que presenta 'I-214', lo que obliga a planificar y efectuar podas de formación para asegurar un buen desarrollo de la guía principal y evitar las bifurcaciones del tronco. Por otra parte, la presencia de ramas gruesas en verticilos muy marcados puede dificultar la correcta ejecución de las podas de conformación del fuste si estas ramas llegan a engrosar demasiado hasta el momento de la poda, por lo que no es conveniente demorar en exceso su práctica. Además, 'Triplo' puede emitir algunos brotes epicórmicos si las podas del fuste son demasiado intensas.

'Triplo' responde bien al espaciamiento más comúnmente utilizado en Castilla y León de 6x6 metros, equivalente a 278 pies/ha. Con este marco de plantación, ofrece su mayor producción de madera en los terrenos que le convienen con un turno de aprovechamiento de 15 años, dando trozas de dimensiones muy adecuadas para ser destinadas al desarrollo.

2.9. Madera

Madera de buena calidad, de color amarillo claro con débil coloración del corazón, con muy buena aptitud para el desarrollo y para los demás empleos. La densidad basal de la madera de 'Triplo' es de 0,320-0,340 g/cm³.

La pérdida volumétrica en el desarrollo es aceptable, algo variable dependiendo de la rectitud del tronco. En un estudio realizado por la empresa Garnica Plywood sobre la pérdida volumétrica producida en el desarrollo de los 16 clones de chopos incluidos en la parcela de experimentación LE-1 Valencia de Don Juan, el clon 'Triplo' experimentó mayor pérdida volumétrica que 'Raspalje', 'Branagesi', 'Hunnegem', 'Luisa Avanzo', 'Campeador', 'MC', 'Flevo' e 'I-214'; y tuvo menor pérdida volumétrica que 'Pinseque', 'San Martino', 'B-1M', 'Canadá Blanco', 'Onda', 'I-488' y 'Lux'.

Presenta una mayor tendencia a la formación de corazón negro que otros clones de común utilización, por lo que no es conveniente alargar demasiado la duración del turno de aprovechamiento. En el apeo de los árboles incluidos en la parcela de experimentación SO-1 Almazán, en la que se aplicó un turno de 19 años, 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. Para el clon 'Triplo', el índice aplicado tomó el máximo valor calculado (23,8%), superior a los correspondientes a los clones 'Unal', 'Hunnegem', 'MC', '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'.

Parece que tiene tendencia a formar madera de tensión, de manera similar a lo que ocurre con otros clones como 'I-214'. En este sentido, sería conveniente considerar no instalarlo en las primeras líneas de las plantaciones sometidas a vientos dominantes en la dirección de la que vienen estos vientos.

2.10. Utilización

El clon 'Triplo' está incluido como material controlado en los catálogos de materiales de base de España, Francia, Hungría e Italia y como material cualificado en el catálogo de Bulgaria; se cultiva también en Argentina, Canadá y Croacia. En el

catálogo español figura desde 1992. Se encuentra asimismo en el catálogo de materiales de base de Castilla y León, como material controlado.

En Castilla y León prácticamente no se ha utilizado y tampoco se utiliza en la actualidad. En el inventario de choperas realizado en los años 1990 por la Junta de Castilla y León, se contabilizaron solamente 6,7 hectáreas plantadas con el clon 'Triplo' en toda la región. Por otra parte, según las declaraciones de cultivo y de comercialización y existencias presentadas en 2019 por los viveros que producen plantas de chopos en esta región, el clon 'Triplo' alcanza solamente el 0,3% de las plantas producidas, contabilizando 3.665 plantas de una savia y 1.210 plantas de dos savias. En España en general, tampoco se emplea con asiduidad, a excepción de Cataluña, donde alcanza la segunda posición de los clones empleados en las plantaciones, detrás de 'MC'.

3. Curvas de calidad

Se definen a continuación cinco clases de calidad para el clon 'Triplo', con la intención de que sirvan de apoyo a la caracterización del crecimiento de las plantaciones de este clon y a la predicción del volumen 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 285 árboles del clon 'Triplo'. Estos árboles están incluidos en 14 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 León, Palencia, Segovia, Soria, Valladolid y Zamora. Las mediciones efectuadas proporcionan 5.004 pares de valores (edad, diámetro) (tabla 1).

Tabla 1. Parcelas de ensayo que incluyen el clon 'Triplo'.

Parcela	edad (años)	nº árboles	nº pares (e,d)
LE-1 Valencia de Don Juan	15	14	224
LE-3 Gradefes	17	27	486
LE-5 Valle de Mansilla	16	15	255
PA-1 Villaturde	17	36	648
PA-2 Villaturde	17	24	432
PA-7 Calabazanos	15	15	240
SG-1 Cabezuela	17	15	270
SG-2 Muñoveros	19	16	320
SG-3 Fresno de Cantespino	14	15	225
SO-1 Almazán	19	18	360
VA-2 Zamadueñas	19	16	320
VA-3 Zamadueñas	17	20	360
ZA-1 Santa Colomba de las Monjas	14	27	405
ZA-2 San Cristóbal de Entreviñas	16	27	459
Total	-	285	5.004

Se han determinado cinco clases de calidad para el clon 'Triplo' en función de su diámetro normal con corteza a la edad de 14 años, distribuidos tal como figura en la tabla 2.

Tabla 2. Clases de calidad.

Clase	d_{14} (cm)	nº árboles	nº pares (e,d)
I	>37,5	43	740
II	32,4-37,5	61	1.049
III	27,3-32,4	59	1.013
IV	22,2-27,3	88	1.577
V	<22,2	34	625
Total	-	285	5.004

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:

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

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_0	a_1	a_2	R^2
I	0,16	4,598	-0,1200	0,96
II	-0,11	4,083	-0,1118	0,95
III	0,92	3,425	-0,0987	0,92
IV	1,00	2,809	-0,0784	0,94
V	0,74	2,141	-0,0552	0,86

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_0	a_1	a_2
I-II	0,02	4,340	-0,1159
II-III	0,40	3,754	-0,1053
III-IV	0,96	3,117	-0,0886
IV-V	0,87	2,475	-0,0668

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

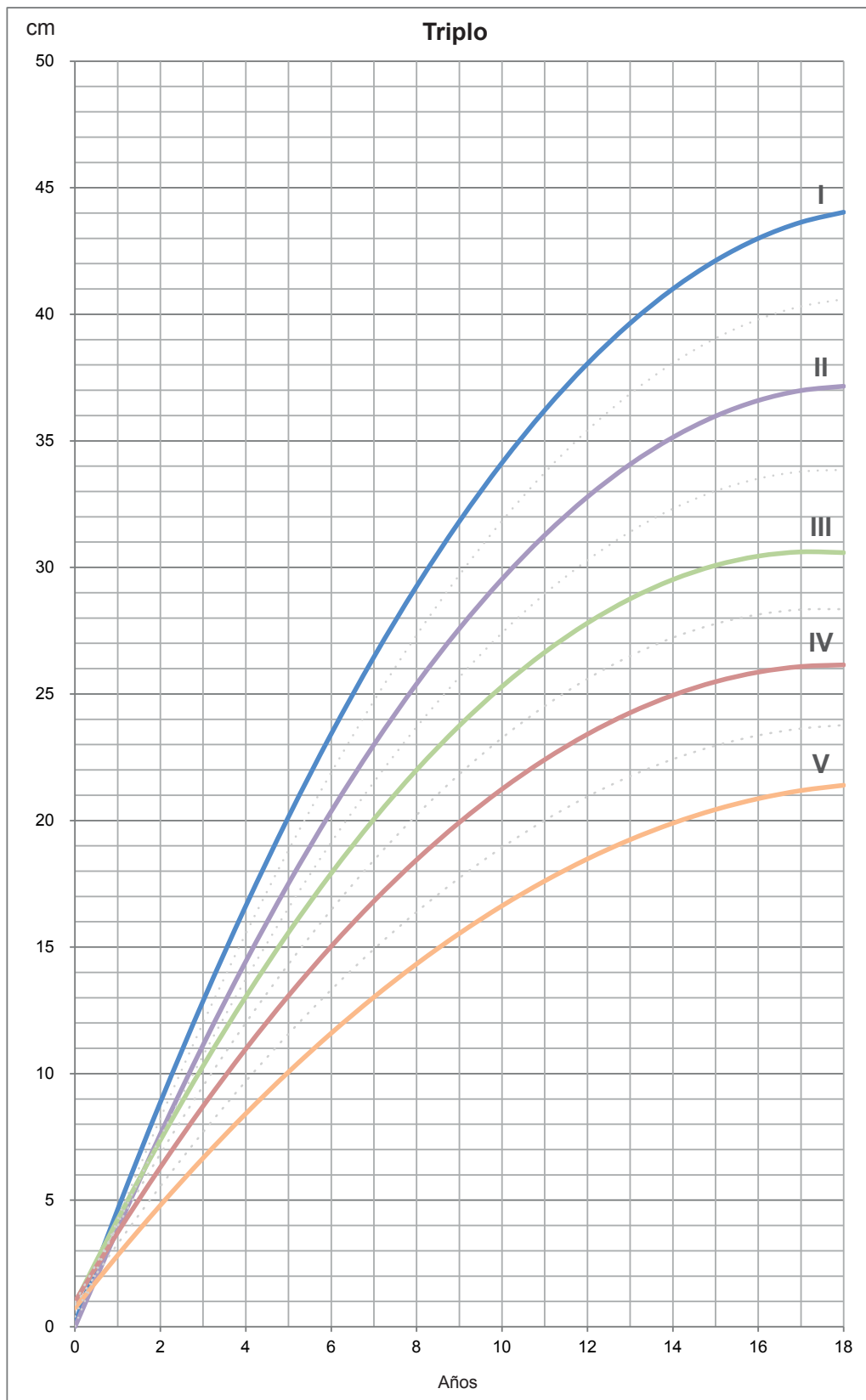


Figura 1. Curvas de calidad diámetro/edad.

3.3. Relación altura/diámetro

Se dispone de mediciones de la altura total en 23 árboles del clon 'Triplo' presentes en las parcelas de ensayo mencionadas anteriormente, completando 299 pares de valores (diámetro normal, altura total). La altura se ha determinado siempre con el árbol en pie, con empleo de un hipsómetro. 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:

$$a_0 = 1,5571$$

$$a_1 = 0,7929$$

$$R^2 = 0,96$$

3.4. Tabla de cubicación

Se ha construido una tabla de cubicación para el clon 'Triplo' a partir de las mediciones de diámetro normal, altura total y volumen con corteza efectuadas en 123 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, SG-1 Cabezuela, SG-2 Muñoveros, SO-1 Almazán, VA-2 Zamadueñas y VA-3 Zamadueñas.

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, 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 (dm³)

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

$$a_0 = -69,4$$

$$a_1 = 0,0340$$

$$R^2 = 0,97$$

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 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 $m^3 ha^{-1} año^{-1}$.

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 el que se obtiene la mayor cantidad de madera anual en cada clase de calidad, viene dado por el máximo valor del crecimiento medio. El turno obtenido para las cinco clases de calidad de 'Triplo' figura en la tabla 5.

Tabla 5. Turno de máxima renta en especie.

Clase de calidad	turno (años)
I	15
II	15
III	14
IV	15
V	16

4. Comentarios

Aunque es un clon poco conocido por los populicultores en Castilla y León, el clon 'Triplo' ha sido suficientemente ensayado, obteniéndose resultados que pueden ser muy interesantes para incrementar la superficie de su cultivo en esta región. Los resultados de estos ensayos también propiciaron su inclusión en el catálogo de materiales de base de chopos de Castilla y León.

Se trata de un clon que puede ser empleado en plantaciones sobre suelos fértiles o de fertilidad media, con pH ácido, neutro o básico, sin exceso de acidez o basicidad, incluso con hidromorfía primaveral. Como contrapartidas, debe tenerse en cuenta su sensibilidad al pulgón lanígero del chopo (*Phloeomyzus passerinii*), su predisposición a la formación de corazón negro, para lo cual se recomienda que los turnos de aprovechamiento no sean excesivamente largos, y la escasa dominancia apical, que obliga a realizar la poda de formación los primeros años de la plantación.

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,

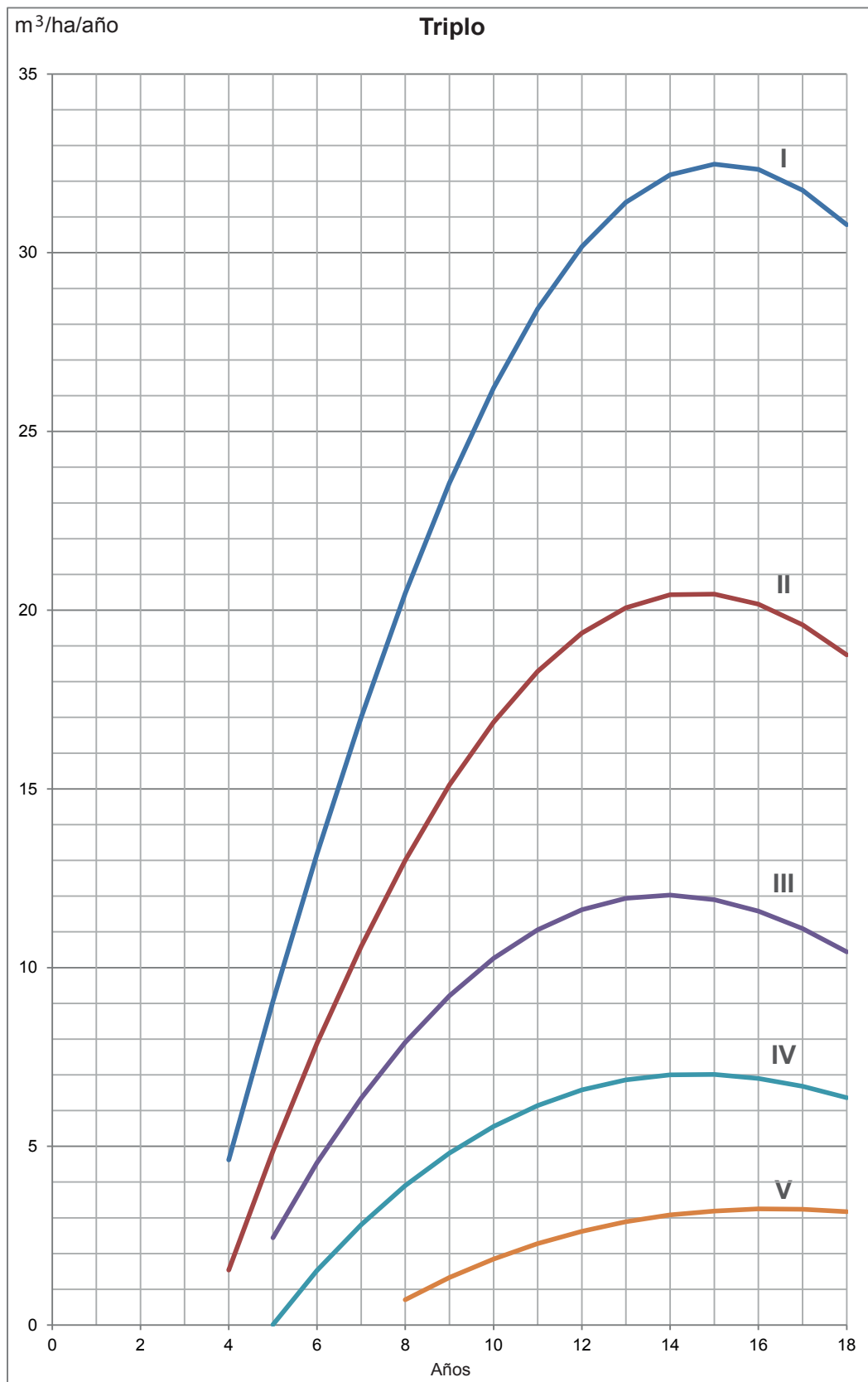


Figura 2. Curvas de calidad productividad/edad.

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, aunque no es una práctica todavía generalizada.

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 15,7 y 48,4 cm y la altura total va de 14,83 a 35,16 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 choperas, 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 procedentes de los viveros 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 Negro 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 Negro 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, 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, 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 (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 (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 xeuramericana* (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, 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.

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 'Triplo'

$$v = -69,40 + 0,0340 d^2h$$

$$R^2 = 0,9746$$

$$n = 123$$

d: diámetro normal (cm)

h: altura total (m)

v: volumen con corteza (dm³)

h d	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
15	45	53	61	68	76																		
16	61	70	79	87	96	105	113																
17	78	88	98	107	117	127	137	147	157	166	176												
18	96	107	118	129	140	151	162	173	184	195	206												
19	115	127	139	152	164	176	188	201	213	225	237	250											
20	135	148	162	175	189	203	216	230	243	257	271	284	298										
21	156	171	186	200	215	230	245	260	275	290	305	320	335										
22	177	194	210	227	243	260	276	293	309	326	342	358	375	391	408								
23	200	218	236	254	272	290	308	326	344	362	380	398	416	434	452								
24	224	244	264	283	303	322	342	361	381	401	420	440	459	479	499								
25	249	271	292	313	334	356	377	398	419	441	462	483	504	526	547	568	589						
26	275	298	321	344	367	390	413	436	459	482	505	528	551	574	597	620	643						
27		327	352	377	402	426	451	476	501	525	550	575	600	625	649	674	699						
28		357	384	410	437	464	490	517	544	570	597	624	650	677	704	730	757	784	810				
29		388	417	445	474	502	531	560	588	617	645	674	703	731	760	788	817	846	874				
30		420	451	481	512	543	573	604	634	665	696	726	757	787	818	849	879	910	940				
31		453	486	519	551	584	617	649	682	715	747	780	813	845	878	911	943	976	1009				
32			557	592	627	662	697	731	766	801	836	871	905	940	975	1010	1045	1080					
33					671	708	745	782	819	856	893	930	967	1004	1041	1078	1115	1152	1189	1227			
34					717	756	795	835	874	913	953	992	1031	1070	1110	1149	1188	1228	1267	1306			
35					764	805	847	889	930	972	1014	1055	1097	1138	1180	1222	1263	1305	1347	1388			
36						856	900	944	988	1032	1076	1120	1164	1208	1253	1297	1341	1385	1429	1473			
37						908	955	1001	1048	1094	1141	1187	1234	1280	1327	1374	1420	1467	1513	1560			
38						962	1011	1060	1109	1158	1207	1256	1305	1354	1403	1453	1502	1551	1600	1649			
39						1017	1068	1120	1172	1223	1275	1327	1379	1430	1482	1534	1585	1637	1689	1741			
40						1073	1127	1182	1236	1291	1345	1399	1454	1508	1563	1617	1671	1726	1780	1835			
41						1131	1188	1245	1302	1359	1417	1474	1531	1588	1645	1702	1760	1817	1874	1931			
42						1190	1250	1310	1370	1430	1490	1550	1610	1670	1730	1790	1850	1910	1970	2030			
43						1251	1314	1377	1439	1502	1565	1628	1691	1754	1817	1879	1942	2005	2068	2131			
44										1576	1642	1708	1774	1840	1905	1971	2037	2103	2169	2234			
45										1652	1721	1790	1858	1927	1996	2065	2134	2203	2272	2340			
46											1801	1873	1945	2017	2089	2161	2233	2305	2377	2449			
47											1883	1958	2034	2109	2184	2259	2334	2409	2484	2559			
48											1967	2046	2124	2202	2281	2359	2437	2516	2594	2672			
49												2053	2135	2216	2298	2380	2461	2543	2625	2706	2788		
50																2311	2396	2481	2566	2651	2736	2821	2906

Anexo II. Curvas de calidad

Calidad I

e (años)	d (cm)	h (m)	v (dm ³)	c (dm ³ /año)	p (m ³ /ha/año)
1	4,6	5,25			
2	8,9	8,79			
3	12,9	11,81			
4	16,6	14,46	67	18	4,6
5	20,1	16,84	163	45	9,1
6	23,4	18,98	285	79	13,2
7	26,5	20,91	428	119	17,0
8	29,3	22,64	590	164	20,5
9	31,8	24,20	763	212	23,6
10	34,1	25,58	944	262	26,2
11	36,2	26,81	1.126	313	28,4
12	38,0	27,88	1.303	362	30,2
13	39,6	28,81	1.470	408	31,4
14	41,0	29,59	1.622	451	32,2
15	42,1	30,23	1.754	487	32,5
16	43,0	30,72	1.862	517	32,3
17	43,6	31,09	1.943	540	31,8
18	44,0	31,31	1.995	554	30,8

Calidad II

e (años)	d (cm)	h (m)	v (dm ³)	c (dm ³ /año)	p (m ³ /ha/año)
1	3,9	4,55			
2	7,6	7,78			
3	11,1	10,52			
4	14,4	12,93	22	6	1,5
5	17,5	15,07	88	24	4,9
6	20,4	16,99	170	47	7,9
7	23,0	18,70	267	74	10,6
8	25,4	20,24	375	104	13,0
9	27,6	21,61	489	136	15,1
10	29,5	22,81	607	169	16,9
11	31,3	23,87	724	201	18,3
12	32,8	24,78	836	232	19,4
13	34,1	25,55	939	261	20,1
14	35,1	26,18	1.030	286	20,4
15	36,0	26,67	1.105	307	20,5
16	36,6	27,04	1.162	323	20,2
17	37,0	27,27	1.199	333	19,6
18	37,2	27,37	1.215	338	18,8

Calidad III

e (años)	d (cm)	h (m)	v (dm ³)	c (dm ³ /año)	p (m ³ /ha/año)
1	4,2	4,90			
2	7,4	7,59			
3	10,3	9,90			
4	13,0	11,93	0	0	0,0
5	15,6	13,73	44	12	2,4
6	17,9	15,34	98	27	4,5
7	20,1	16,78	160	44	6,4
8	22,0	18,06	228	63	7,9
9	23,7	19,19	298	83	9,2
10	25,3	20,17	369	103	10,3
11	26,6	21,02	438	122	11,1
12	27,8	21,74	502	139	11,6
13	28,8	22,33	559	155	11,9
14	29,5	22,80	606	168	12,0
15	30,1	23,14	643	179	11,9
16	30,4	23,37	667	185	11,6
17	30,6	23,47	678	188	11,1
18	30,6	23,45	676	188	10,4

Calidad IV

e (años)	d (cm)	h (m)	v (dm ³)	c (dm ³ /año)	p (m ³ /ha/año)
1	3,7	4,42			
2	6,3	6,70			
3	8,7	8,67			
4	11,0	10,41			
5	13,1	11,96	0	0	0,0
6	15,0	13,35	33	9	1,5
7	16,8	14,59	71	20	2,8
8	18,4	15,71	112	31	3,9
9	19,9	16,69	156	43	4,8
10	21,2	17,56	200	56	5,6
11	22,4	18,32	243	68	6,1
12	23,4	18,97	284	79	6,6
13	24,3	19,51	321	89	6,9
14	24,9	19,95	353	98	7,0
15	25,5	20,29	379	105	7,0
16	25,9	20,53	398	110	6,9
17	26,1	20,67	409	114	6,7
18	26,1	20,71	412	114	6,4

Calidad V

e (años)	d (cm)	h (m)	v (dm³)	c (dm³/año)	p (m³/ha/año)
1	2,8	3,55			
2	4,8	5,40			
3	6,7	7,01			
4	8,4	8,43			
5	10,1	9,71			
6	11,6	10,87			
7	13,0	11,92			
8	14,3	12,86	20	6	0,7
9	15,5	13,71	43	12	1,3
10	16,6	14,47	67	19	1,9
11	17,6	15,14	90	25	2,3
12	18,5	15,73	113	31	2,6
13	19,2	16,24	135	38	2,9
14	19,9	16,68	155	43	3,1
15	20,4	17,03	172	48	3,2
16	20,9	17,32	187	52	3,2
17	21,2	17,53	198	55	3,2
18	21,4	17,66	205	57	3,2

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