

EL PINO PINASTER DE LA SIERRA DEL TELEN0 (LEÓN): ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA ESTACIÓN Y TARIFAS DE CUBICACIÓN

E. Santamaría¹, A. Fernández Manso^{2*}, J. Ramírez Cisneros²

¹ Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente, LEÓN.

² Grupo de Investigación IPR-Ingeniería y Planificación Rural. Departamento de Ingeniería Agraria, Universidad de León. Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria, Campus de Ponferrada. Avda. de Astorga s/n. 24400 PONFERRADA.

***Dirección de contacto:** Tfno.: + 34 987 442036, fax: + 34 987 442070, e-mail: diaafh@unileon.es

Resumen

En el sur y suroeste de León, en la denominada Sierra del Teleno se encuentra la única masa autóctona de *Pinus pinaster* Ait. de esta provincia. Este enclave, por sus características de pobreza y acidez de suelo, pluviosidad escasa, y temperaturas relativamente frías, difiere bastante de otras masas de pinar de la subespecie *mesogeensis* de la Meseta Norte. Por otra parte, la especie se ha adaptado a la gran cantidad de incendios forestales producidos por causas naturales en la zona durante milenios (principalmente tormentas secas de finales de primavera y principios del verano) aunque también por causas antrópicas. Todos estos hechos diferenciadores hacen que su anatomía, fisiología y ecología (en especial los mecanismos de precocidad y serotinidad de sus conos) disten, y no poco, de las características de otros pinos de la Meseta Norte.

En esta sierra, hasta la década de los noventa, la explotación maderera estuvo supeditada a la resinera, pero con el hundimiento del mercado de la resina nacional se realizó la primera ordenación de todos los montes del Teleno que ha pretendido planificar el cambio de uso preferente. De hecho, en esta nueva ordenación todos los productos están supeditados fundamentalmente al aprovechamiento maderero.

El objetivo general del presente estudio ha sido dotar de herramientas de gestión a los responsables de la planificación de estos montes, que sirvan de apoyo a las revisiones o a la nueva ordenación que se plantee, mediante un estudio de la calidad de estación y una tarifa de cubicación de 2 entradas que permita el cálculo de los volúmenes de madera con una fiabilidad superior a la que actualmente se consigue. Asimismo, mediante el análisis de las curvas de calidad de estación se ha confirmado el distinto comportamiento de crecimiento del pino marítimo en este enclave con respecto al resto del área de distribución mediterránea de la especie.

PALABRAS CLAVE: pino pinaster, sierra del Teleno, tarifas de cubicación, curvas de calidad de estación, planificación y gestión

INTRODUCCIÓN

Pinus pinaster es la conífera más extendida en España, donde cubre aproximadamente 1200000 ha, incluyendo masas naturales y artificiales. La gran variabilidad ecológica de la especie y el asilamiento geográfico entre diferentes poblaciones conllevó la aparición de varias razas geográficas que presentan diferentes características genéticas y productivas.

La Sierra del Teleno, en el sur y suroeste de la provincia de León, es precisamente uno de estos enclaves donde el pino marítimo es autóctono y presenta aparentemente unas características morfológicas y de crecimiento muy diferentes a las del resto de enclaves de España (SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, 1999). Así, llaman la atención las relativamente escasas dimensiones de los pies y el elevado porcentaje de corteza (entre el 15 y el 30% del volumen del fuste); esta última característica muy ligada a la resistencia al fuego, que es muy frecuente tras tormentas secas en primavera y en verano o también por causas antrópicas.

En esta comarca pinariega los recursos forestales siempre han sido uno de los pilares de su desarrollo, sobre todo con el aprovechamiento de las resinas. Así, en el último tercio del siglo pasado se logró una cierta consolidación del agregado monte-industria con el aprovechamiento resinero por parte de los pueblos propietarios de los montes y la posterior venta de la resina a la fábrica de transformación, propiedad de la mancomunidad resinera, que pertenecía también a casi todos los pueblos productores. La difícil armonización de los intereses de las distintas Juntas Vecinales propietarias de los montes y los altos costes de la mano de obra precipitaron que en 1989 se dejara de resinar y la fábrica cerrara.

Estos hechos son la causa de que sus habitantes hayan vuelto la vista a otros productos forestales: micológicos, apícolas, recreo, y sobre todo, madereros. Hasta la década de los noventa la explotación maderera estuvo supeditada a la resinera, pero con el hundimiento del mercado de la resina nacional se

realizó la primera ordenación de los montes del Teleno que ha pretendido planificar el cambio de uso preferente. En esta ordenación todos los productos están supeditados al aprovechamiento maderero, si bien se reservó un cuartel de llanura (el más productivo en resina de todos los del Teleno) para que en el caso de ser necesaria la vuelta a la resinación fuera éste el cuartel resinero piloto.

Por tanto, el objetivo general de este estudio es el dotar de herramientas de gestión a los responsables de la planificación de estos montes, para que sirvan de apoyo a las revisiones o a la nueva ordenación que se plantee, mediante un estudio de la calidad de estación y una tarifa de cubicación de dos entradas que permita el cálculo de los volúmenes de madera con una fiabilidad superior a la que ahora se consigue. Con ello será posible una gestión mucho más eficaz de las más de 12000 ha de pinar (la mayoría autóctono) que existen en esta Sierra.

MATERIAL Y MÉTODOS

Datos

Los árboles utilizados en la construcción de las curvas de calidad de estación y las tarifas de cubicación fueron seleccionados en los alrededores de las parcelas de inventario establecidas para llevar a cabo la ordenación de los montes. Los rodales en los que se apearon los árboles tipo se eligieron siguiendo el estudio de calidades de estación de NICOLÁS y GANDULLO (1967). En cada rodal se seleccionó un número variable de árboles para el análisis que osciló entre 2 y 5, con apariencia de dominantes.

Para cada árbol, antes de apearlo se anotó, en un estadillo establecido a tal efecto, datos de control (fecha de toma de datos, monte y rodal), así como el diámetro normal con y sin corteza. Posteriormente al derribo, se determinaba la altura del tocón, la altura total del árbol y la edad del árbol medida por el número de anillos del tocón. Una vez desramado el árbol se procedía a cortar el rabeón (entendiendo como tal a la parte del fuste con diámetro inferior a 7.5 cm) midiéndose la longitud de la parte maderable (fuste). Por último se procedía al troceo del tronco de 0,5, 1,5, 2,5, 3,5, 4,5, 5,5, 6,5, 7,5, 8,5, 9,5, 11, 13, 15, 17,.....etc., para obtener los diámetros, los espesores de corteza y las edades (medidas sólo en una submuestra de los pies apeados) en las secciones respectivas.

En total fueron apeados 1024 árboles. Tras una comprobación de errores y del descarte de árboles localizados en condiciones de sitio extremas, el número definitivo de árboles empleados en este estudio se redujo a 948 para el ajuste de las tarifas de cubicación y 131 para el estudio de la calidad de estación. Los árboles seleccionados representan adecuadamente la variación de edades y calidades de estación en la zona de estudio.

Para cubicar las trozas se utilizó la fórmula de Smalian. Las alturas obtenidas del análisis de tronco fueron corregidas siguiendo las indicaciones de CARMEAN (1972) para solventar la subestimación que supone la no coincidencia del corte con el término de cada incremento en altura, obteniéndose finalmente 10298 pares de datos altura dominante-edad.

Los valores de los estadísticos descriptivos más comunes para las variables edad (t), altura dominante (H_0), diámetro normal (d), altura total (h), y volumen total con corteza (v) de la muestra de árboles empleada en cada ajuste (n) se muestran en la Tabla 1.

Tarifas de cubicación

Una de los problemas fundamentales con los que se encuentran los gestores forestales es la determinación de las existencias maderables con la mayor precisión. Para ello es necesario disponer de ecuaciones que permitan estimar el volumen de los árboles a partir de variables dendrométricas, estas ecuaciones son las denominadas tarifas o tablas de cubicación. A escala de monte o macizo montañoso, las tarifas de cubicación de dos entradas (que dependen del diámetro normal y la altura total del árbol) son las más frecuentemente utilizadas.

Existen numerosas ecuaciones usadas en la construcción de tarifas de cubicación. Recopilaciones de las más empleadas pueden consultarse en DIÉGUEZ *et al.* (2003). Sin embargo, según ha demostrado la experiencia, las que proporcionan los mejores resultados suelen ser las de SPURR (1952) y la de SCHUMACHER & HALL (1933).

El modelo de SPURR (1952) se conoce también con el nombre de modelo lineal de variable combinada y tiene la forma:

$$v = b_0 + b_1 \cdot d^2 \cdot h \quad [1]$$

El modelo de SCHUMACHER & HALL (1933) también se denomina modelo alométrico y tiene por expresión:

$$v = b_0 \cdot d^{b_1} \cdot h^{b_2} \quad [2]$$

Por otra parte, un problema muy frecuente en el ajuste de la mayoría de las tarifas de cubicación es la presencia de heterocedasticidad de los residuos (falta de homogeneidad de la varianza). La falta de

homogeneidad de varianza se puede solucionar mediante regresión ponderada o tomando logaritmos en ambos términos de la expresión de la tarifa.

En este trabajo se ha optado por tomar logaritmos neperianos en ambos términos de los modelos alométrico y de variable combinada (considerando la expresión original de éste último sin término independiente), por lo que además de las ecuaciones [1] y [2] se han considerado las siguientes en el ajuste:

$$\ln v = b_0 + b_1 \cdot \ln(d^2 \cdot h) \quad [3]$$

$$\ln v = \ln b_0 + b_1 \cdot \ln d + b_2 \cdot \ln h \quad [4]$$

Curvas de calidad de estación

La calidad de estación se refiere generalmente a la capacidad de una determinada área para el crecimiento de la vegetación, y más concretamente, para el crecimiento de los árboles, denominándose también productividad forestal. De entre todas las variables de masa, la altura dominante es la más adecuada para determinar de una forma intrínseca la calidad de la estación, ya que está poco relacionada con la densidad de la masa y los tratamientos selvícolas y muy relacionada con la producción total en volumen.

Existe un gran número de funciones de crecimiento que cumplen los requisitos deseables para describir el desarrollo de la altura dominante con la edad (GOELZ & BURK, 1992): polimorfismo, ser creciente y con un punto de inflexión, existencia de asíntota horizontal a edades avanzadas, comportamiento lógico, base teórica, ser invariante a la edad de referencia y tener un pequeño número de parámetros. Los modelos expresados en forma de diferencias algebraicas son, actualmente, la forma más utilizada para ajustar las ecuaciones de crecimiento en altura (CLUTTER *et al.*, 1983) ya que garantizan el cumplimiento de gran parte de los requisitos exigidos a estas funciones. El procedimiento de ecuaciones en diferencias algebraicas consiste en despejar un parámetro en el modelo de crecimiento y expresarlo en función de la altura H_{01} a la edad inicial t_1 y el resto de parámetros, realizar la misma operación para una altura H_{02} a la edad t_2 , igualar ambas expresiones y despejar H_{02} , de modo que quede expresada en función de t_1 , H_{01} y t_2 y del resto de parámetros. La elección del parámetro a eliminar determina el comportamiento del modelo: curvas anamórficas o curvas polimórficas. En este estudio se han analizado las ecuaciones en diferencias algebraicas que se pueden apreciar en la Tabla 2; todas ellas generan curvas polimórficas.

Para el ajuste de estas ecuaciones se han empleado datos procedentes del análisis de tronco de árboles dominantes que presentan habitualmente un problema de dependencia de errores. Este potencial problema de autocorrelación, si bien puede afectar a los errores estándar de las estimaciones de los parámetros no implica que las estimaciones de los parámetros sean sesgadas (GOELZ & BURK, 1992). Asimismo, la estructura de datos elegida en este trabajo (intervalos de crecimiento ascendentes y sin solapado) es la que introduce una menor falta de independencia entre las observaciones.

Comparación de modelos

La comparación de los modelos analizados se ha basado en el análisis numérico y en el análisis gráfico de los residuos y de los modelos obtenidos.

En este sentido se han utilizado tres estadísticos de comparación utilizados con frecuencia en modelización forestal para determinar la bondad del ajuste: el sesgo (\bar{E}), el error medio cuadrático (EMC) y el coeficiente de determinación ajustado (R^2_{adj}). Las expresiones de estos estadísticos son las siguientes:

$$\text{Sesgo} \quad \bar{E} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)}{n} \quad [5]$$

$$\text{Error medio cuadrático} \quad EMC = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - p} \quad [6]$$

$$\text{Coeficiente de determinación ajustado} \quad R^2_{adj} = 1 - \left(\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \right) \cdot \left(\frac{n-1}{n-p} \right) \quad [7]$$

siendo y_i , \hat{y}_i e \bar{y} los valores observados, predichos y promedio, respectivamente, de la variable dependiente; n el número total de datos usados en el ajuste del modelo y p el número de parámetros a estimar.

Para la comparación de los modelos que tienen distinta variable dependiente debido a que ésta ha sido transformada (caso de las tarifas de cubicación en este trabajo) la selección del más adecuado empleando la desviación estándar de los residuos debe realizarse empleando el índice de Furnival. La razón de que no se puedan comparar las desviaciones estándares de las distintas ecuaciones (sin transformar y transformadas) se debe a que corresponden a variables diferentes y por tanto no tienen las mismas dimensiones escalares (IDOIAGABEITIA y FERNÁNDEZ MANSO, 2001).

El valor del índice de Furnival (IF) para el caso de un modelo sin y con transformación logarítmica, respectivamente, viene dado por:

$$IF = REMC \quad [8]$$

$$IF = REMC \cdot e^{\left(\frac{\sum_{i=1}^n \ln v_i}{n}\right)} \quad [9]$$

donde $REMC$ es la raíz cuadrada del error medio cuadrático residual de la regresión ajustada (EMC) y v_i es el volumen de cada árbol u observación.

Además, se ha llevado a cabo una representación gráfica de los residuos frente a los valores predichos de las variables dependientes y frente a los valores observados de las variables independientes con el fin de detectar valores atípicos o tendencias anómalas. En el caso de las curvas de calidad de estación se ha analizado también el comportamiento gráfico de los modelos, al ser ésta una herramienta fundamental para la selección (HUANG, 2002).

En el caso de las tarifas de cubicación, al analizar modelos con distintas variables dependientes, y para hacer comparables los estadísticos correspondientes a cada uno de ellos, se ha considerado el volumen v como variable dependiente para el cálculo de los residuos y de los respectivos estadísticos. Además, en los modelos en los que se han realizado transformaciones logarítmicas, se ha incorporado un factor corrector del sesgo (c) que aparece como multiplicativo en la función sin transformar y que se calcula como:

$$c = e^{-\frac{EMC}{2}} \quad [10]$$

donde EMC es el error medio cuadrático del modelo logarítmico ajustado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tarifas de cubicación

Los resultados de la estimación de los parámetros y del análisis estadístico para la selección del modelo de tarifa de cubicación más adecuado pueden verse en la Tabla 3. A la vista de esta tabla se observa que el modelo que muestra mayor precisión es el alométrico. Esto es puesto de manifiesto por todos los estadísticos de comparación empleados salvo el IF , que es superior al del modelo alométrico linealizado. Teniendo en cuenta que las diferencias en términos de sesgo y precisión de ambas funciones son muy pequeñas y que según las consideraciones antes apuntadas se debe dar preferencia al IF para realizar la elección, la función finalmente adoptada ha sido la alométrica linealizada.

Considerando que de cara a su aplicación práctica es preferible trabajar con el modelo alométrico no linealizado, es necesario deshacer la transformación logarítmica. Para ello se debe añadir a la expresión (una vez deshecha la transformación) el factor multiplicativo corrector de sesgo [10], con lo que la expresión a utilizar finalmente queda como sigue:

$$v = 0,06939 \cdot d^{1,90712} \cdot h^{0,90349} \cdot e^{\frac{0,01448}{2}} \quad [11]$$

En la Figura 2 se representa la tendencia de los residuos para la función alométrica linealizada y una vez deshecha la transformación logarítmica. En este último gráfico, si bien la distribución de los mismos sigue siendo heterocedástica, el ajuste se considera válido al haberse realizado bajo condiciones de homogeneidad de varianza.

Curvas de calidad de estación

En la Tabla 4 se presenta la comparación de los cuatro modelos en forma de diferencias algebraicas analizados en cuanto a los valores de sesgo, error medio cuadrático y coeficiente de determinación ajustado. Asimismo, se presentan los valores de los parámetros y sus respectivos valores estándar entre paréntesis. Todos los parámetros resultaron significativos a un 95% de nivel de significación y el modelo que presentó un mejor comportamiento estadístico fue el de Richards resuelto para b_2 . Este modelo, además, posee un valor de la asíntota mucho más realista que los restantes

analizados, y que está muy acorde con las alturas dominantes observadas en masas adultas en la zona (SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, 1999). En la Figura 3 (izda.) se muestra la superposición de las curvas correspondientes a una altura dominante de 5, 9 y 13 m a una edad de referencia de 60 años sobre los gráficos de perfil utilizados en el ajuste. En ella se puede comprobar el buen comportamiento gráfico de las curvas elaboradas y el valor realista de la asíntota.

Por último, con el fin de comprobar si la pauta de crecimiento en altura dominante para la Sierra del Teleno es similar a la que tiene *P. pinaster* en el resto área mediterránea, se ha comparado las curvas de calidad obtenidas en este trabajo con las desarrolladas por BRAVO-OVIEDO (2004) para la subespecie *mesogeensis* en la Península Ibérica. La función escogida por estos autores tiene la forma:

$$H_{02} = e^{-\left[4,016 + (\ln(H_{01} - 4,016)) \left(\frac{t_2}{t_1}\right)^{-0,5031}\right]} \quad [12]$$

En la Figura 3 (dcha.) se muestran las curvas obtenidas con el modelo [12] correspondientes a unas alturas dominantes de 9, 15 y 21 m para una edad de referencia de 80 años, superpuestas sobre las ajustadas en este trabajo. Como se aprecia visualmente, las pautas de crecimiento en altura dominante son muy distintas, con una ralentización del crecimiento en altura mucho más temprana en el caso de la Sierra del Teleno. Todo ello viene a confirmar el distinto comportamiento productivo de *P. pinaster* en este enclave con respecto al resto del área de distribución mediterránea de esta especie.

CONCLUSIONES

La tarifa de cubicación alométrica de dos entradas elaborada, en su forma transformada logarímicamente, servirá para mejorar la tasación de los aprovechamientos maderables en la Sierra del Teleno.

El modelo polimórfico de Chapman-Richards, considerando el parámetro b_2 como libre, ha resultado ser el más adecuado para describir la evolución de la altura dominante con la edad, como lo demuestra su buen comportamiento gráfico y la valor realista de la asíntota obtenido. A partir de este modelo se han definido tres curvas de índice de sitio (correspondientes a una altura dominante de 9, 15 y 21 metros a una edad de referencia de 60 años) que serán de gran ayuda en la clasificación de la productividad de los rodales.

El estudio comparativo de la calidad de estación en la Sierra del Teleno con el resto de localizaciones del pino marítimo en el área mediterránea ha demostrado la singularidad productiva de estas masas.

BIBLIOGRAFÍA

- BRAVO-OVIEDO, A.; RÍO, M. & MONTERO, G.; 2004. Site index curves and growth model for mediterranean maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) in Spain. *For. Ecol. Manage.* 201: 187-197.
- CARMEAN, W.H.; 1972. Site index curves for upland oaks in the Central States. *For. Sci.* 18: 109-120.
- CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H. & BAILEY, R.L.; 1983. *Timber management: a quantitative approach*. Krieger Publishing Company, New York.
- DIÉGUEZ, U.; BARRIO, M.; CASTEDO, F.; RUIZ, A.D.; ÁLVAREZ TABOADA, M.F.; ÁLVAREZ, J.G. y ROJO, A.; 2003. *Dendrometría*. Fundación Conde del Valle de Salazar y Mundi-Prensa, Madrid.
- GOELZ, J.C. G. & BURK, T.E.; 1992. Development of a well-behaved site index equation: jack pine in North Central Ontario. *Can. J. For. Res.* 22: 776-784.
- HUANG, S.; 2002. Validating and localizing growth and yield models: procedures, problems and prospects. In: *Proceedings of IUFRO Workshop Reality, models and parameter estimation - the forestry scenario*. Sesimbra (Portugal), 2-5 June 2002.
- NICOLÁS, A. y GANDULLO, J.M.; 1967. *Ecología de los pinares españoles. I Pinus pinaster*. IFIE, Ministerio de Agricultura.
- RICHARDS, F.J.; 1959. A flexible growth function for empirical use. *Journal of Experimental Botany* 10 (29): 290-300.
- SÁNCHEZ FERNÁNDEZ, P.; 1999. Selvicultura y ordenación del pino resinero (*Pinus pinaster* Ait.) en la Sierra del Teleno (León). *Montes* 56: 69-76.
- SCHUMACHER, F.X. & HALL, F.S.; 1933. Logarithmic expression of timber-tree volume. *Journal of Agricultural Research* 47: 719-73.
- SPURR, S.H.; 1952. *Forest Inventory*. The Ronald Press Company, New York.

Tabla 1. Análisis descriptivo de las principales variables de árbol utilizadas para la elaboración de curvas de calidad de estación y tarifas de cubicación de árbol individual.

Variable	n	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica
----------	---	-------	--------	--------	--------------

t (años)	131	77,60	116	27	18,04
H_0 (m)	131	10,76	13,71	6,88	1,58
d (cm)	948	23,55	45,50	10,00	6,66
h (m)	948	9,65	15,60	4,10	1,99
v (dm ³)	948	254,15	1108,10	17,26	160,46

Tabla 2. Funciones en diferencias algebraicas analizadas.

Función de crecimiento	Parámetro libre	Ecuación en diferencias algebraicas
Korf $H_0 = b_1 e^{-b_2 t - b_3}$	b_2	$H_{02} = b_1 \left(\frac{H_{01}}{b_1} \right)^{\left(\frac{t_2}{t_1} \right)^{b_3}}$
	b_3	$H_{02} = b_1 e^{-b_2 t_2 \left(\frac{\ln(H_{01}/H_1)}{-b_2} \right)^{1/b_3}}$
Chapman-Richards $H_0 = b_1 (1 - e^{-b_2 t})^{b_3}$	b_2	$H_{02} = b_1 \left(1 - \left[1 - \left(\frac{H_{01}}{b_1} \right)^{1/b_3} \right]^{t_2/t_1} \right)^{b_3}$
	b_3	$H_{02} = b_1 \left(\frac{H_{01}}{b_1} \right)^{\frac{\ln(1 - e^{-b_2 t_2})}{\ln(1 - e^{-b_2 t_1})}}$

Tabla 3. Valores de las estimaciones de los parámetros (error estándar entre paréntesis) y de los estadísticos de comparación para las cuatro tarifas de cubicación analizadas.

Modelo	Parámetros			Estadísticos de comparación			
	b_0	b_1	b_2	\bar{E}	EMC	R^2_{adj}	IF
$v = b_0 + b_1 \cdot d^2 \cdot h$	17,19885 (2,01639)	0,03815 (0,00027)	-	0	1173,51	0,95451	34,256
$v = b_0 \cdot d^{b_1} \cdot h^{b_2}$	0,0783 (0,00533)	1,8590 (0,0228)	0,9217 (0,0284)	-0,01524	1149,89	0,95538	33,910
$\ln v = b_0 + b_1 \cdot \ln(d^2 \cdot h)$	-2,68174 (0,04249)	0,94192 (0,00499)	-	1,16587	1158,34	0,95505	24,607
$\ln v = \ln b_0 + b_1 \cdot \ln d + b_2 \cdot \ln h$	-2,66799 (0,04350)	1,90712 (0,01886)	0,90349 (0,02688)	1,16262	1155,93	0,95515	24,592

Tabla 4. Valores de las estimaciones de los parámetros (error estándar entre paréntesis) y de los estadísticos de comparación para las 4 funciones en diferencias algebraicas analizadas.

Modelo	Parámetros			Estadísticos de comparación		
	b_1	b_2	b_3	\bar{E}	EMC	R^2_{adj}
Korf para b_2	1019,9 (143,7)	-	0,1740 (0,00451)	-0,00015	0,004351	0,99964
Korf para b_3	882,4 (112,9)	9,3069 (0,1137)	-	0,00709	0,004636	0,99962
Ch-Richards para b_2	16,6668 (0,1708)	-	1,3232 (0,00966)	0,00013	0,003929	0,99968
Ch-Richards para b_3	18,3843 (0,2616)	0,0143 (0,000376)	-	-0,00104	0,004392	0,99964

Figura 1. Gráficos de perfil de la altura dominante corregidos con el algoritmo de Carmean para los 130 árboles dominantes analizadas.

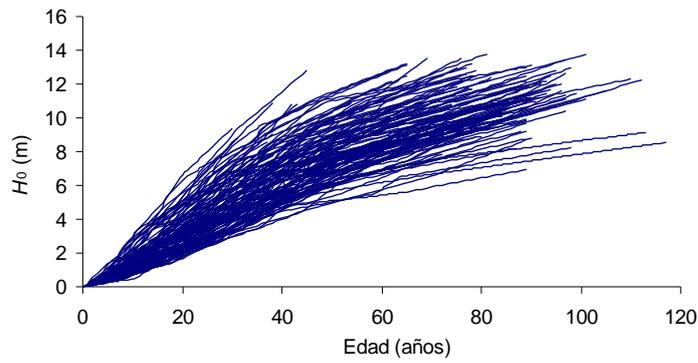


Figura 2. Distribución de los residuos del modelo alométrico transformado logarítmicamente (izquierda) y una vez deshecha la transformación logarítmica (derecha).

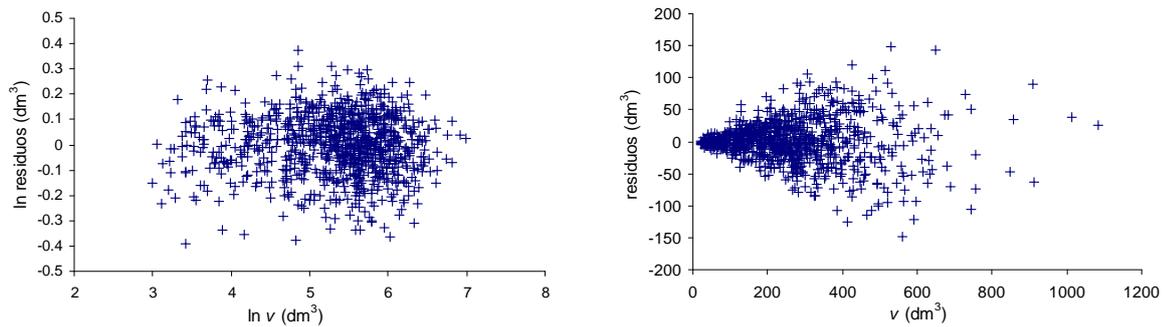


Figura 3. Superposición de las curvas de calidad de estación seleccionadas con los gráficos de perfil de los datos empleados para su ajuste (izda.) y comparación con las obtenidas por BRAVO-OVIEDO *et al.* (2004) para la subespecie mediterránea (dcha.).

