

DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO DOMINANTE DE LAS MASAS NATURALES DE *Quercus petraea* EN EL NOROESTE PENINSULAR

P. Vila Lameiro, I. J. Díaz-Maroto Hidalgo, J. Fernández Parajes

Departamento de Ingeniería Agroforestal, Escuela Politécnica Superior de Lugo, Campus Universitario s/n, Universidad de Santiago de Compostela, 27002 Lugo, España, Tel.: +34-982-223996, Fax: +34-982-285926, e-mail: pablovl@lugo.usc.es

Resumen

Los trabajos de análisis de troncos han constituido y constituyen aún hoy en día una preocupación constante en la investigación forestal, datando las primeras referencias de hace más de 200 años, en concreto en estudios llevados a cabo en Centroeuropa (AMORINI & FABIO, 1988; VILA, 2003).

Esos trabajos son la base de la modelización forestal, y, en este sentido, es el estudio dendrocronológico, el cual aporta la información necesaria para llevar a cabo el análisis de troncos. De este modo, el objetivo del presente trabajo se concreta en analizar las características de una población de 96 árboles tipo apeados para la posterior elaboración de modelos definitivos de la calidad de las masas en el noroeste peninsular. La elección del estrato dominante se debe a que en él se encuentran los pies fenotípicamente mejor formados, los cuales son seleccionados posteriormente en los trabajos de mejora selvícola de las masas.

Como resultado del trabajo se puede afirmar que estos pies presentan una edad media próxima a los 80 años, con diámetros por encima de los 30 cm y un volumen individual que se aproxima al metro cúbico de madera.

Palabras clave: Dendrocronología; Árbol tipo, Roble albar; Modelización, Volumen.

Mesa temática: 1. Caracterización, dinámica y biodiversidad de los ecosistemas forestales

1. INTRODUCCIÓN

Son ya más de dos siglos de investigación en el campo del análisis de troncos desde que se dieron los primeros pasos en las escuelas de investigación forestal de Alemania (AMORINI & FABIO, 1988), y la base de esos trabajos la constituye la dendrocronología.

Desde sus inicios, la dendrocronología no fue más que una herramienta que permitiese datar la edad de los árboles e interpretar su evolución en el tiempo, para, posteriormente, interrelacionar los resultados con otras fuentes informativas, tales como ecología, climatología, dasometría, xilología, etc... (SMELKO & SCHEER, 2000; SPLECHTNA et al., 2000).

Estos estudios multidisciplinarios se han llevado a cabo durante todo el siglo XX, evidenciando las diferentes áreas en las que la dendrocronología tiene cabida como fuente de información. Esas implicaciones con otras áreas van, como ya se ha comentado, desde la climatología con los trabajos de principios de siglo de DOUGLASS (1920) y SCHULMAN (1938), hasta los más recientes de ROZAS (2001) o GONZÁLEZ & ECKSTEIN (2003). Del mismo modo, puede analizarse la evolución de la dendrocronología con la arqueología, geomorfología, procesos glaciares...

Sin embargo, paralela a todas estas investigaciones y progresos en el conocimiento, se produce una evolución en los procedimientos metodológicos de estudio del análisis de troncos, pasando de metodologías anticuadas y manuales a la aplicación de herramientas informáticas, precisamente el ámbito de este estudio (GUAY et al., 1992; ROZAS, 2003; VILA, 2003).

Son múltiples los programas informáticos desarrollados durante las dos últimas décadas del siglo XX en este sentido. En todos ellos, se trabaja en la manera de optimizar la gestión de imágenes para su interpretación dendrocronológica mediante herramientas informáticas, pero en todas ellas, la forma y manera de obtener y gestionar esas imágenes es muy diferente, variando desde la inexistencia de la misma (uso de un microscopio implementado con un ratón cuyo desplazamiento y pulsaciones marcan la anchura de anillo), hasta la utilización de imágenes digitalizadas por escáner o cámara de video ((GUAY et al., 1992; SCHMIDT et al., 1996; CONNER et al., 2000; VILA, 2003).

Todos estos trabajos permiten extraer la información necesaria para valorar la evolución, bien de un árbol o bien de una masa, en el tiempo. En el presente trabajo, se han aplicado metodologías informáticas mediante el uso del programa Windendro™ para canalizar la información obtenida en monte con el fin de extraer conclusiones sobre el estado y la evolución de los robledales de *Q. petraea* en el noroeste peninsular.

Los resultados que aquí se presentan resumen los aspectos más importantes del estrato superior de estas masas, ya que se han referenciado únicamente a los árboles tipo apeados.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Descripción del área de estudio

La zona de estudio se corresponde con las sierras orientales de la provincia de Lugo (Os Ancares y O Courel), y con vertientes septentrionales de la Cordillera Cantábrica con amplios valles mineros (Villablino, Ponferrada,...) y poblados por *Quercus petraea* (ver Fig. 1), abarcando extensiones de Galicia, Asturias y León en la zona más oriental de la Provincia Orocantábrica (RIVAS-MARTÍNEZ, 1987).

En esta zona, el conjunto de factores edáficos, geomorfológicos y climáticos, origina suelos ácidos, pobres en nutrientes, aunque ricos en materia orgánica, y que, según el diferente grado de evolución se manifiestan como Regosoles, Leptosoles, Podsoles o Cambisoles húmicos (RUIZ DE LA TORRE, 1996; GUITIÁN et al., 1982 y 1985; ITGE, 1995).

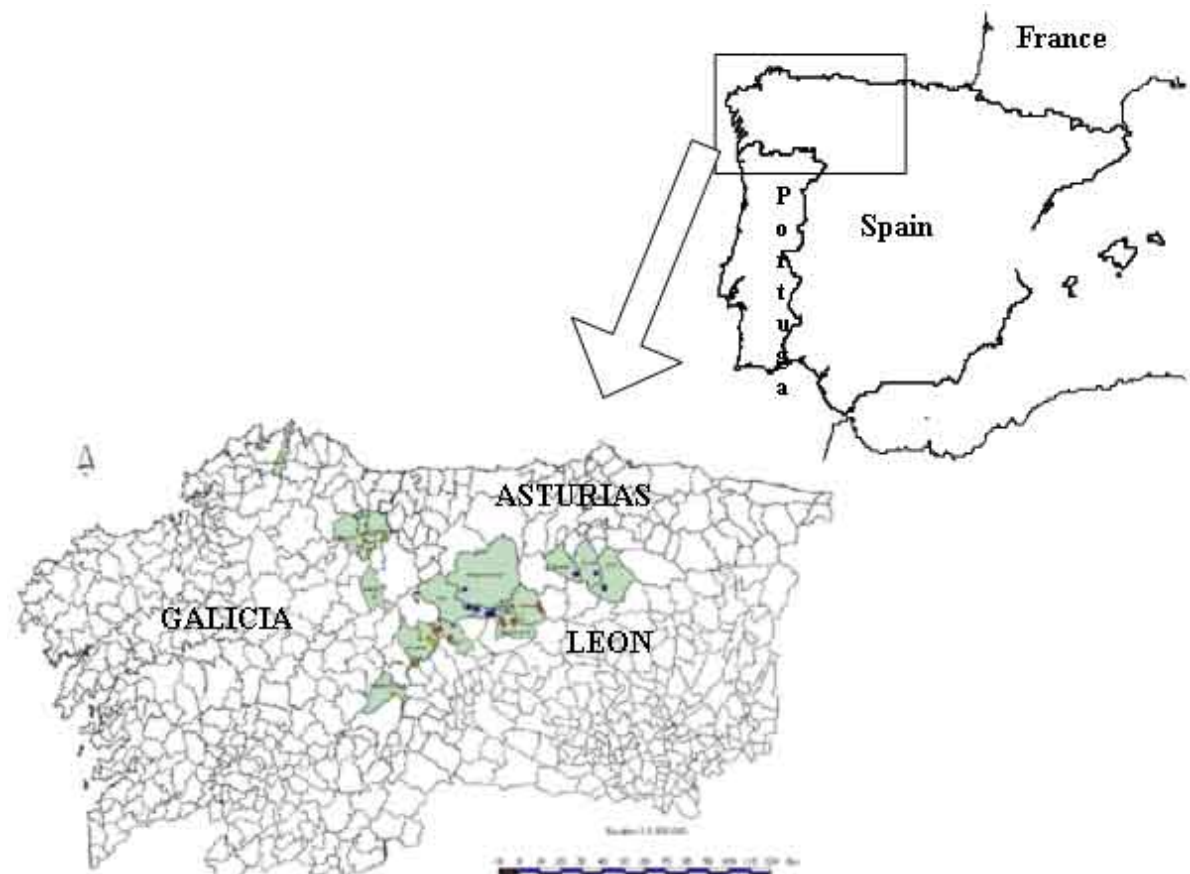


Figura 1. Localización del área de estudio

2.2. Descripción de los trabajos de campo

Los trabajos de campo desarrollados se encaminaron a la obtención de rodajas de madera de *Quercus petraea* que permitiesen el análisis del ancho de anillo de crecimiento de la especie en el área de estudio descrita anteriormente, para lo cual se siguieron las recomendaciones sobre parcelas experimentales del Code of Sample Plot Procedure, de la Comisión Forestal Británica (HUMMEL, 1969).

Se replantearon 53 parcelas rectangulares con superficies comprendidas entre los 375 y los 1200 m², según la edad y la densidad, de manera que el número de *Quercus petraea* adultos (mayores de 5 cm de diámetro) superase los 50 (MADRIGAL, 1992; DÍAZ-MAROTO, 2001). En una muestra representativa mayor de 30 pies por parcela se midió la altura total (MADRIGAL, 1992; DÍAZ-MAROTO, 1997 & 2001).

Luego se seleccionaron dos árboles tipo por parcela cuyo diámetro y altura difiriese menos de un 5 % del promedio de diámetro y altura de los dominantes (MADRIGAL et al., 1999) y se aparearon para extraer las rodajas de madera comentadas (MADRIGAL, 1992; DÍAZ-MAROTO, 2001; VILA, 2003). De estos árboles tipo y de la interpretación de sus características diametrales, de altura y de edad, surgen los resultados plasmados al final del presente documento.

2.3. Descripción del trabajo de laboratorio y gabinete

Las muestras fueron extraídas a diferentes alturas del tronco y luego analizadas en laboratorio para obtener la edad, la altura del árbol entero, así como la edad a la que el árbol alcanzó determinadas alturas (AMORINI & FABIO, 1988; GADOW et al., 1999).

La aplicación de herramientas informáticas al análisis de troncos y a la medición del ancho de anillo de crecimiento, permite la obtención de la misma información que con procedimientos tradicionales, pero de una forma más sencilla y más precisa. En concreto, se ha utilizado el software de Regent Instruments, Windendro™ (REGENT INSTRUMENTS, 2002) que permitió la elaboración

de una base de datos con información del ancho de anillo, la edad y el espesor de corteza para cada árbol tipo (VILA, 2003), información analizada en función de la fisiografía y el clima.

3. RESULTADOS

3.1. Resumen de diámetros, alturas y edades

El reparto de muestras no fue equitativo entre las distintas zonas estudiadas, sino proporcional al número de parcelas inventariadas. De este modo se aparearon 40 árboles tipo en el Principado de Asturias, 28 en Galicia y 23 en León. En la Tabla nº 1 se resumen las mediciones iniciales de los árboles tipo apeados: edad, diámetro normal (DN) y diámetro a 4 metros (D4).

La edad es uno de los parámetros básicos en un proceso de análisis de troncos, fundamental y punto de partida para estudios posteriores. En el conjunto de árboles apeados y posteriormente analizados en laboratorio, la edad media osciló entre los 46 años de Suárbol (León) y los 160 de Cerredo (León), lo cual arroja un rango de variación de 114 años que, en un principio, se antoja suficiente para poder lograr una correcta descripción de la especie (MADRIGAL et al., 1999).

En este sentido, en trabajos llevados a cabo con esta especie en Francia, el rango de variación es mayor, pudiendo superar la edad de los árboles apeados los 200 años (BARY-LENGER & NEBOUT, 1993; INRA, 2002), aunque en los estudios llevados a cabo en el entorno peninsular con otras especies del género *Quercus*, las edades no superan esos 160 años y el rango de variación es sensiblemente menor (BALBOA, 2001; DIAZ-MAROTO, 2001).

El valor medio de la edad en el conjunto de las 53 parcelas se sitúa en los 81 años y es el rango de edades entre 60 y 120 años las de mayor frecuencia. Si el análisis se realiza por zonas, destaca la similitud en la media de edad de las parcelas de Asturias y Galicia (alrededor de 75 años), aunque más uniformes en el caso gallego y, aunque en los dos casos destaca la clase 60, en Asturias lo hace de forma más aparente. Por su parte, en León la mayoría de las edades corresponden a las clases superiores, elevando la edad media a más de 90 años.

Esas diferencias de edad pueden servir de referencia hacia cómo interpretar el uso que, en el pasado se dio a estos montes. En el caso gallego y asturiano, de vocación más agrícola y ganadera, estas masas han sido frecuentemente manejadas para la extracción de leñas o para el pastoreo y luego abandonadas, derivando en los robledales ahora analizados. Sin embargo, la orientación preferentemente minera de las zonas leonesas descritas, explica el hecho de que estas masas tengan mayor edad debido a un abandono o “permiso” por parte del hombre a desarrollarse sin ser aprovechadas o explotadas.

	Edad (años)	D _N (mm)	D ₄ (mm)
Asturias			
N de Árb. Tipo	40	40	40
Media	78	347,7	295,2
Mínimo	48	224,0	148,0
Máximo	160	487,0	438,0
Rango	112	263,0	290,0
Desv. típica	27,8	70,5	65,0
Varianza	774,8	4964,1	4218,7
Castilla-León			
N de Árb. Tipo	23	23	23
Media	94	348,3	299,4
Mínimo	46	219,0	199,0
Máximo	145	464,0	382,0
Rango	99	245,0	183,0

Desv. típica	28,9	67,1	59,0
Varianza	832,5	4508,0	3477,9
Galicia			
N de Árb. Tipo	28	28	28
Media	75	325,0	266,6
Mínimo	49	178,0	140,0
Máximo	130	558,0	436,0
Rango	81	380,0	296,0
Desv. típica	22,0	80,2	68,5
Varianza	482,3	6433,0	4697,3
Total			
N de Árb. Tipo	91	91	91
Media	81	340,9	287,5
Mínimo	46	178,0	140,0
Máximo	160	558,0	438,0
Rango	114	380,0	298,0
Desv. típica	27,3	72,8	65,5
Varianza	743,8	5296,7	4285,7

Tabla nº 1. Estadística descriptiva de los árboles tipo de las masas de *Q. petraea* analizadas

En cuanto a la altura dominante esta muestra un comportamiento con una diferencia, muy acusada entre Asturias y las demás zonas. El motivo radica en que, a la hora de obtener el valor de altura dominante, los pies dañados (copas rotas, torcidos,...) carecen de influencia, pies que, por otra parte, tienen una altura individual pequeña y sí influyen notablemente en el valor final de la altura media aritmética por parcela. Sin embargo, al calcular la altura dominante sólo intervienen los árboles de mejores dimensiones, hecho por el cual la variabilidad entre ellos disminuye notoriamente, y más aún en masas de rodales selectos como son algunos asturianos. Los valores de altura dominante para las parcelas de Asturias, León y Galicia son, respectivamente, 17,5; 19,2 y 16,6 m.

Puntualizar que las clases de alturas más frecuentes en general son la 16 y la 19, excepto en Asturias donde la 22 también es importante y en Galicia donde la 16 y la 13 se equiparan.

3.2. Descripción multivariante del estrato dominante

En este caso se han utilizado variables aportadas para análisis de masas de forma general más las variables dasométricas que aportan información sobre los árboles tipo. Es decir, edad, diámetro normal, diámetro a 4 metros, altura del árbol tipo y datos de volúmenes del pie individual con y sin corteza. En consecuencia, se aportaron al ensayo un total de 25 variables.

De esas 25 variables iniciales, al final del análisis únicamente quedan 4, albergando con ellas un total de casi el 80 % de la variabilidad total, como refleja la Tabla nº 2. Este análisis resulta altamente significativo, según los parámetros de esfericidad de Barlett. Además, en este caso el análisis sí resulta adecuado ya que el valor de la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin es de 0,742.

En este caso, la primera de las variables de reciente creación tiene como componentes de mayor influencia las mediciones diametrales del árbol tipo, las de altura, ya sea media de masa, dominante o del propio árbol tipo, y, especialmente, los volúmenes individuales de los árboles tipo. Es decir, todas aquellas que tienen relación con la producción de madera a nivel de pie individual. En consecuencia, esta nueva variable puede ser definida como volumen de masa.

KMO y prueba de Bartlett						
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin						0,742
Prueba de esfericidad de Bartlett						
Chi-cuadrado aproximado						1571,230
Grados de libertad						105
Significación						0,000
Varianza total explicada						
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total
1	6,039	40,262	40,262	6,039	40,262	40,262
2	2,968	19,790	60,051	2,968	19,790	60,051
3	1,770	11,801	71,853	1,770	11,801	71,853
4	1,172	7,816	79,669	1,172	7,816	79,669
5						
	0,819	5,459	85,128			
6	0,692	4,612	89,740			
7	0,505	3,369	93,109			
8	0,263	1,754	94,863			
9	0,230	1,532	96,395			
10		0,188	1,253	97,648		

Tabla n° 2. Resumen del ACP de la composición dasométrica del estrato dominante de las masas de *Q. petraea* analizadas

La segunda de las variables originadas por el análisis está formada, exclusivamente, por factores descriptores de las características de la estación que se han manejado en el presente trabajo, entre los que destacan, por su peso, la precipitación anual y el índice de termicidad de forma positiva, y, con signo negativo la temperatura media y la evapotranspiración (ver Tabla n° 2). Este vector explica un 19,8 % de la variabilidad total y su interpretación orienta su significado hacia la duración del período vegetativo.

El tercer vector, con sólo un aporte del 11,8 % a la explicación de la variabilidad (ver Tabla n° 2), tiene en el índice de Hart-Becking su único elemento constituyente de importancia, hecho por el que se puede identificar con la esbeltez de la masa. Lo mismo ocurre con el último vector, en el que únicamente la precipitación estival tiene relevancia (ver Tabla n° 3).

KMO y prueba de Bartlett						
Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin						0,742
Prueba de esfericidad de Bartlett						
Chi-cuadrado aproximado						1571,230
Grados de libertad						105
Significación						0,000
Varianza total explicada						
Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total
1	6,039	40,262	40,262	6,039	40,262	40,262
2	2,968	19,790	60,051	2,968	19,790	60,051
3	1,770	11,801	71,853	1,770	11,801	71,853
4	1,172	7,816	79,669	1,172	7,816	79,669
5						
	0,819	5,459	85,128			
6	0,692	4,612	89,740			
7	0,505	3,369	93,109			
8	0,263	1,754	94,863			
9	0,230	1,532	96,395			
10		0,188	1,253	97,648		

Tabla n° 2. Resumen del ACP de la composición dasométrica del estrato dominante de las masas de *Q. petraea* analizadas

Por lo tanto, se puede interpretar que, las características de los estratos superiores viene condicionada, de manera imponente, por la ausencia de sequía estival o, en cierto sentido, de déficit hídrico. Su aporte a la explicación final es de escasamente el 7,8 %.

En conclusión, se puede decir que la variabilidad del estrato dominante de las masas de *Quercus petraea* en las masas analizadas puede ser explicada hasta un nivel del 80 % por cuatro variables que se pueden identificar respectivamente con el volúmen de masa, la duración del período vegetativo, la esbeltez de los pies de la masa y la ausencia de déficit hídrico.

BIBLIOGRAFÍA

Amorini E. and Fabbio G. 1988. Il metodo auxometrico: applicazioni in selvicoltura. L'analisi auxometrica in selvicoltura: il metodo di analisi del fusto. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*. XIX: 7-46.

Balboa, M. 2001. Estudio de crecimiento y producción de *Quercus robur* L. en los municipios de A Fonsagrada y Ribeira de Piquín (Lugo). Unpublished. E.P.S. Lugo, Spain.

Bary-Lenger, A. & Nebout, J.P. (1993). Les chenes pedunculé e ssesile en France et en Belgique; Edition du Perron. Allier. Liege.

Conner, W.S., Schowengerdt, R.A., Munro, M., and Hughes, M.K. 2000. Engineering design of an image acquisition and analysis system for dendrochronology. *Opt. Eng.* 39 (2): 453-463.

Díaz-Maroto, I.J. 1997. Estudio ecológico y dasométrico de las masas de carballo (*Quercus robur* L.) en Galicia. Doctoral Thesis. Unpublished. E.T.S.I.M, Madrid, Spain.

Díaz-Maroto, I.J. 2001. Informe final del proyecto de I+DT C-1999. Estudio epidométrico de las masas de *Quercus robur* L. en Galicia y su influencia sobre la calidad de la madera. Inédito, Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento, Xunta de Galicia, Spain.

Douglass, A.E. 1920. Evidence of climatic effects in the annual rings of trees. *Ecology* 1 (1): 24-32.

Gadow, K.V., Rojo, A., Álvarez, J.G., and Rodríguez, R. 1999. Ensayos de crecimiento. Parcelas permanentes, temporales y de intervalo. *Inv. Agr.Sist. Rec. For. Fuera de Serie I*. INIA, Madrid, Spain.

Gonzalez, I.G., and Eckstein, D. 2003. Climatic signal of earlywood vessels of oak on a maritime site. *Tree Physiol.* 23 (7): 497-504.

Guay, R., Gagnon, R., and Morin, H. 1992. A new automatic and interactive tree-ring measurement system based on a line scan camera. *Forest Chron.* 68 (1): 138-141.

Guitián, F.; Carballas, T. & Taboada, M. (1982). Suelos naturales de la provincia de Lugo. CSIC. Instituto de Investigaciones Agrobiológicas de Galicia. Santiago de Compostela.

Hummel, F.C. 1969. Code of sample plot procedure. Forestry Commission Booklet. 34, London, Great Britain.

I.T.G.E. (1995). Atlas del medio natural de la Provincia de León. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.

Madrigal, A. 1992. Selvicoltura de hayedos. *Rev. Inv. Agr. Sist.Rec. For. Fuera de serie I (II)*:33-60.

Madrigal, A., Álvarez, J.G., Rodríguez, R., and Rojo, A. 1999. Tablas de producción para los montes españoles. Fundación Conde del Valle de Salazar. E.T.S.I.M, Madrid, Spain.

Regent Instruments Inc. 2002. Manual de Windendro™ 2002. Regent Instruments Inc. Chicoutimi, Quèbec, Canada.

Rivas-Martínez, S. 1987. Memoria y mapas de las series de vegetación de España (1:400.000). IONA, Madrid, Spain.

Rozas, V. 2001. Detecting the impact of climate and disturbances on tree-rings of *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. in a lowland forest in Cantabria, Northern Spain. *Ann. For. Sci.* 58 (3): 237-251.

Ruíz de la Torre, J. (1996). Mapa Forestal de España. Avilés (3-1), Cangas de Narcea (3-2), Ponferrada (3-3) y Oviedo (4-1). Dirección General de Conservación de la Naturaleza. Instituto Geográfico Nacional. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Schmidt, R.A., Kaufmann, M.R., Porth L., and Watkins, R.K. 1996. Measuring tree-ring increments on tree bole sections with a video-based robotic positioner. *Tree Physiol.* 16 (10): 865-870.

Schulman, E. 1938. Nineteen centuries of rainfall history in the southwest. *B. Am. Meteorol. Soc.* 19 (5): 211-216.

Smelko, S., and Scheer, L. 2000. Dendrochronological analysis of diameter growth and increment of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in Danube floodplain forests. *Ekol. Bratislava*, 19 (2): 125-140.

Splechtna, B.E., Dobry, J., and Klinka, K. 2000. Tree-ring characteristics of subalpine fir

(*Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt.) in relation to elevation and climatic fluctuations. *Ann. For. Sci.* 57 (2): 89-100.

Vila, P. 2003. Estudio epidemológico y xilológico de las masas de *Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl. en el noroeste de la Península Ibérica. Doctoral Thesis. Cd-Rom. ISBN: 84-9750-304-X. Santiago de Compostela, Spain.