

# LOS ESTUDIOS DENDROCRONOLÓGICOS EN MADERAS SUBFÓSILES COMO INFORMADORES DE LA HISTORIA FORESTAL

David García Calvo, Mar Génova Fuster y Fernando Gómez Manzaneque  
U.D. Botánica Forestal. E.U.I.T. Forestales. Universidad Politécnica de Madrid. 28040, Madrid. Tf:  
913367669  
davidgcalvo@yahoo.es, genova@forestales.upm.es, fmanzaneque@montes.upm.es

**Resumen:** Se presenta el primer trabajo realizado en España de análisis dendrocronológico con maderas subfósiles. La presencia actual en la sierra de Gredos de pinares naturales longevos ha permitido analizar patrones de crecimiento característicos para diferentes edades y la elaboración de extensas cronologías. Éstas han sido la base de un estudio comparativo del crecimiento con determinadas maderas fosilizadas, localizadas en el área, y que presentan un grosor suficiente. Los resultados obtenidos informan acerca de los eventos históricos y de las condiciones ambientales en las que se desarrollaron las formaciones forestales. Asimismo las series de crecimiento correspondientes a los restos subfósiles se han situado en el tiempo tras su datación por  $^{14}\text{C}$ , asentando los pilares de una cronología milenaria que aporte datos sobre la dinámica forestal en la zona.

**Palabras clave:** Gredos, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, paleobotánica, macrorrestos

## INTRODUCCIÓN

Crece cada vez más el interés por conocer cómo han ido evolucionando los bosques en periodos recientes. Saber cómo ha variado su distribución a lo largo del tiempo, si unas especies han sustituido a otras o si lo que vemos ante nuestros ojos es el resultado de plantaciones más o menos antiguas ... son aspectos que cada día interesan más no sólo al científico o al técnico sino también a una sociedad cada día más concienciada en materia medioambiental. Buena parte de este interés viene propiciado por la diferente interpretación que de algunos tipos de bosques se han hecho por parte de naturalistas, botánicos, forestales, geógrafos, etc.

El carácter natural o no de los pinares de montaña (de pino albar o de Valsaín -*Pinus sylvestris* L.- y pino cascalbo -que es como aquí llaman a *P. nigra* Arnold-) que encontramos en Gredos ha generado cierta polémica en épocas recientes. Varios autores que en sus obras científicas o de divulgación abordan la descripción de la cubierta forestal de estas montañas atribuyen su existencia a repoblaciones más o menos antiguas, o bien minimizan su importancia en el paisaje vegetal o, simplemente, los ignoran. Este hecho, que podría parecer fútil en un primer momento, tiene unas importantes consecuencias habida cuenta de que algunas de las obras publicadas sirven de guión metodológico para la gestión de los montes y bien podría ocurrir que, en aras de una recuperación de la "naturalidad" de una zona que en la actualidad es Parque Regional, se acabara por eliminar o al menos no dar el cuidado suficiente a estas significativas masas forestales.

Hoy en día contamos con técnicas y especialistas que suministran argumentos científicos que apoyan lo que, a algunos, les parecía ya evidente al recorrer estos parajes montañosos: que los pinares que sobreviven en sus montañas forman parte del paisaje vegetal natural de este sector occidental del Sistema Central (Figura 1) y que, además, muchos de estos pinares constituyen un vestigio que debió ser más importante en tiempos pasados.

Entre estas fuentes de información destacan, por seguir un orden cronológico, los archivos y legajos almacenados en iglesias y bibliotecas, datados algunos en el siglo XII. Existen también referencias más precisas a estos pinares como bosques naturales en artículos de botánicos de fines del XIX y principios del siglo XX, habiendo quedado revalidadas posteriormente esas opiniones por trabajos palinológicos de turberas enclavadas en el macizo central gredense. De todos estos antecedentes se puede encontrar una completa síntesis en los trabajos de MANCEBO *et al.* 1993 y MARTÍNEZ GARCÍA, 2002.

En el primero de ellos se hacía público un hecho de enorme relevancia para el estudio de la vegetación de Gredos: el hallazgo y localización (a veces aproximada ya que se trataba en muchos casos de referencias orales de campesinos) de numerosos restos de troncos y ramas (conocidos popularmente

como *troncas*). Se hallaban incluidos en turberas, trampales o zonas encharcadas casi permanentemente y, por diversas causas, habían aparecido en superficie. En el marco de un proyecto de investigación financiado por la UPM se abordó su rastreo, localización precisa, determinación taxonómica y estudio dendrocronológico; es sobre este último apartado del estudio sobre el que versa este trabajo.

Las *troncas* estudiadas se encuentran en la vertiente norte de la Sierra de Gredos (Ávila); ello es debido a que en esta fachada norte, más fría y de pendientes más suaves que la sur, se hicieron más notables los efectos glaciares del Cuaternario y con ellos, la posterior formación de lagunas y trampales debido a las depresiones sobreexcavadas y a la retención del agua por las morrenas (TORO & GRANADOS, 2001). Es en este tipo de ambientes en donde se dan las condiciones de anaerobiosis y ausencia de actividad microbiana necesarias para preservar la madera hasta nuestros días.

Las *troncas* halladas se reparten por el tramo central de la Sierra (desde el puerto de Serranillos la más oriental, a Navalperal de Tormes la más occidental) (Figura 2). Altitudinalmente se distribuyen en una franja comprendida entre los 1.490 y los 1.839 m. Las muestras de las *troncas* recogidas se encuentran depositadas en el laboratorio de la Unidad de Botánica de la ETSI de Montes de Madrid y en esa misma Unidad se ha realizado también la determinación taxonómica de las maderas (MALDONADO *et al.* 2005). Los resultados obtenidos en las muestras analizadas indican que todas pertenecen al complejo *Pinus sylvestris/P. nigra* y por las dataciones radiocarbónicas que las más antigua de las *troncas* estudiadas corresponde a un pino que vivió en Gredos ya en el siglo VII a.c., mientras que la más reciente data del siglo XII.

De la información paleodendrocronológica obtenida del análisis de estas *troncas* se pueden inferir datos que permiten recomponer la historia forestal en esta zona de Gredos. El estudio dendrocronológico se ha llevado a cabo en la Unidad de Botánica de la EUIT Forestal de Madrid. Algunas poblaciones vivas de estos pinares ya fueron objeto de trabajos dendrocronológicos anteriores (REGATO *et al.* 1992; GÉNOVA *et al.*; 1993); sin embargo, es la primera vez que en España se realiza un estudio de este tipo en maderas subfósiles. Las series de crecimiento individuales sincronizadas y datadas constituyen cronologías que proporcionan información sobre las condiciones en las que habitaron los ejemplares y acerca de la historia vital y de los eventos que han afectado a su crecimiento en grosor; de esta forma se abre la posibilidad de contar con la Dendrocronología como informador de la historia forestal de un territorio en el pasado geológico reciente.

## MATERIAL Y MÉTODOS

En la sierra de Gredos se han realizado numerosos muestreos dendrocronológicos (a la altura normal y mediante barrena de Pressler) en el seno de diversas formaciones actuales de *Pinus sylvestris* y *P. nigra*, tanto en su vertiente septentrional como en la meridional. Los datos de crecimiento analizados para el presente trabajo (Tabla 2) proceden, en parte, de los pinares albares de Navarredonda y Hoyos del Espino (RICHTER, 1988), a unos 1.450 m de altitud y de rodales de *Pinus nigra* que habitan en las cabeceras de diversas gargantas, entre 1300 y 1500 m de altitud, en los términos de Piedralaves y Casavieja (GÉNOVA *et al.*, 1993); todos ellos se encuentran publicados en el International Tree-Ring Data Bank. Otras secuencias dendrocronológicas (GARCÍA CALVO, 2004) han sido generadas a partir de las muestras extraídas de ejemplares de *Pinus sylvestris* que viven en las proximidades del puerto del Pico, entre 1.600 y 1.700 m de altitud, y de ejemplares de *Pinus nigra* que habitan en las abruptas laderas de la base del Puerto de la Cabrilla, entre 1300 y 1600 m.

Respecto a la totalidad de las *troncas* localizadas en la Sierra, 10 resultaron relevantes debido a su interés dendrocronológico (Tabla 1). Éstas fueron cortadas con sierra en secciones perpendiculares al tronco (discos o rodajas) en las que, tras un adecuado lijado, se marcaron varios radios de medición, eligiendo las zonas que presentaban largas secuencias de anillos. La medición semiautomática de estas muestras se llevó a cabo mediante el equipo LINTAB asociado al programa TSAP (Time Series Analysis and Presentation; RINN, 2003). Una vez obtenidas las series de crecimiento de cada radio de medición, se sincronizaron aquéllas procedentes de la misma rodaja para elaborar una serie media por rodaja, que son las reflejadas en el presente trabajo. Para datar estas series se enviaron muestras de las rodajas a laboratorios especializados en análisis isotópico convencional mediante  $C_{14}$ . Las edades calibradas se calcularon mediante el programa CALIB5.0.1 (STUIVER & REIMER, 2005) y fueron ajustadas en función de la posición que ocupaba la muestra enviada a datar respecto del conjunto de la rodaja extraída.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre las *troncas* analizadas cabe destacar la más antigua (Tabla 1), correspondiente a la serie

GRE01, por su gran tamaño y excelente estado de conservación, pues incluso presenta corteza en algunas zonas, aunque, en su mayoría, las series proceden de fragmentos más o menos completos de troncos o ramas.

Las secuencias medias de crecimiento de estas muestras subfósiles se han datado y ajustado a lo largo del periodo que transcurre entre 635 ac-1158 dc. En dicho periodo las cronologías se disponen de forma más o menos regular, con intervalos de 260 años como máximo y 100 años como mínimo, existiendo superposición de pares de secuencias en tres periodos (Tabla 1 y Figura 4). La longitud de estas series se extiende desde un máximo de 183 años hasta un mínimo de 52 y su crecimiento medio desde un máximo de 3.31 mm hasta un mínimo de 0.49 mm (Tabla 1).

Estos valores se han comparado con los obtenidos en secuencias de crecimiento actuales de la sierra de Gredos para ese rango de edades, tanto de series publicadas en el International Tree-Ring Data Bank por RICHTER y GÉNOVA y FERNÁNDEZ, como de las elaboradas más recientemente en las proximidades del Puerto del Pico y en El Arenal (GARCÍA CALVO, 2004). Los datos referentes a árboles actuales de edad inferior a 100 años son escasos (y, por tanto, la media y el rango obtenidos poco significativos); por el contrario, son más abundantes los referentes a edades superiores a 200 años pues, en general, en los muestreos dendrocronológicos se seleccionan los individuos más longevos para generar cronologías largas. Los valores medios referentes al rango 150-200 años sí pueden considerarse significativos, especialmente la media, que resulta muy similar en todas las localidades (algo inferior en Piedralaves, Tabla 2).

Las series GRE02, GRE05, GRE07 y GRE08 (con una longevidad situada entre 86 y 52 años) representan un modelo de crecimiento exponencial decreciente, habitual en árboles que germinaron en situaciones de escasa competencia y que, posteriormente, constituyen formaciones más o menos densas. GRE04 (62 años) parece proceder de un ejemplar con dificultades de desarrollo en su etapa juvenil, aunque luego se asemeja a GRE05 y ambas series se sitúan en similar rango cronológico. Los valores medios de crecimiento son inferiores a los calculados para ejemplares actuales (excepto en la secuencia GRE02, cuya media se sitúa próxima al máximo de las actuales), aunque estos valores quizá no sean comparables porque las muestras subfósiles podrían proceder de zonas más elevadas del tronco que la altura normal.

Las series GRE06 y GRE10 (77 y 57 años, respectivamente) representan un patrón de crecimiento relativamente común en formaciones aclaradas. El valor medio de GRE10 es muy próximo a la media de los actuales, mientras que el de GRE06 supera el rango máximo, aunque hay que tener en cuenta que, en este caso, la muestra procede de la base del tronco, pues se trata de un resto situado en posición de vida (Figura 3). GRE01 es la secuencia más larga (186 años), su valor medio se sitúa en el rango determinado para los ejemplares actuales de esa edad y, aunque el patrón de crecimiento muestra dificultades en el desarrollo inicial, la recuperación posterior indica condiciones favorables para su desarrollo. GRE03 y GRE09 (86 y 168 años, respectivamente) proceden de ramas y por esta razón sus crecimientos y desarrollo posterior son muy inferiores a los de los ejemplares actuales de su misma edad.

En la Figura 4 se han representado tanto las cronologías procedentes de muestras subfósiles como otras actuales promediadas a partir de series de *Pinus sylvestris* y *P. nigra* del rango 150-200 años (GARCÍA CALVO, 2004). Aunque los datos procedentes de muestras subfósiles son aún escasos y su origen a veces indeterminado, los patrones y valores medios del crecimiento analizados permiten suponer que los periodos 600-400 AC, 400-500 DC y 1100-1200 DC parecen haber presentado en Gredos condiciones similares a las actuales para el desarrollo de pinares de media y alta montaña, mientras que los periodos 150-250 DC, 600-700 DC y 850-950 DC quizá fueron etapas más desfavorables, en las que se desarrollaron formaciones aclaradas y, posiblemente, menos longevas.

Hay que resaltar el notable hiato que se presenta entre la datación subfósil más reciente (1158 DC) y los ejemplares más longevos conocidos que viven actualmente en Gredos. La cronología actual más larga de la Sierra comienza en 1667 (GÉNOVA *et al.*, 1993) y, por tanto, aunque es 140 años más larga que las representadas en la Figura 4, pone de manifiesto un largo periodo, de algo más de 500 años, en el que no se han localizado restos, ello podría estar relacionado con la ingente deforestación que sufrió la Sierra durante y tras la Reconquista (FRANCO MÚGICA *et al.*, 1997; MARTÍNEZ GARCÍA, 2002).

## BIBLIOGRAFÍA

FRANCO MÚGICA, F., GARCÍA ANTÓN, M. & SAINZ OLLERO, H.; 1997. Impacto antrópico y dinámica de la vegetación durante los últimos 2000 años BP en la vertiente septentrional de la Sierra de Gredos: Navarredonda (Ávila, España). *Revue. Pleobiol.*, 16 (1): 29-45

- GARCÍA CALVO, D.; 2004. *Dendrocronologías de rodales relictos y maderas subfósiles de Pinus sylvestris L. y Pinus nigra Arnold en la sierra de Gredos (Ávila)*. Proyecto Fin de Carrera. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica de Madrid
- GÉNOVA, M.; GÓMEZ MANZANEQUE, F. & REGATO, P.; 1988. Sobre los pinares relictos de la Sierra de Gredos. *Actes del Simposi internacional de Botanica Pius Font i Quer*, 2: 439-442.
- GÉNOVA, M.; FERNÁNDEZ CANCIO, A. & CREUS, L.; 1993. Diez series medias de anillos de crecimiento en los Sistemas Carpetano e Ibérico. *Invest. Agrar., Sist. Recur. For.*, 2 (2): 151-172.
- MALDONADO, F.; ROCH, V.; RUBIALES, J.; MORLA, C. & GARCÍA-AMORENA, I.; 2005. Caracterización y significación de los yacimientos paleobotánicos (paleoxilológicos) de la sierra de Gredos. *Actas IV Congreso Forestal Español*, (en prensa).
- MANCEBO, J.M., MOLINA, J.R. & CAMINO, F.; 1993. *Pinus sylvestris L.* en la vertiente septentrional de la Sierra de Gredos (Ávila). *Ecología*, 7: 233-245.
- MARTÍNEZ GARCÍA, F.; 2002. ¿Qué valor tiene el argumento de las repoblaciones antiguas? El ejemplo de los pinares albares del Sistema Central. *Anales de Biología*. 24: 45-63.
- REGATO, P.; GÉNOVA, M. & GÓMEZ MANZANEQUE, F.; 1992. Las representaciones relictas de *Pinus nigra Arnold* en el Sistema Central Español. *Boletín de la Real Sociedad española de Historia natural*. S.B. 88, (1-4): 63-71.
- RICHTER, K.; 1988. *Dendrochronologische und Dendroklimatologische Untersuchungen an kiefern (Pinus sp.) in Spanien*. Diss. University of Hamburg, 296 pp
- STUIVER, M., REIMER, P.J. & REIMER R.; 2005. Calib radiocarbon calibration 14C. Execute version 5.0.1.html. <http://radiocarbon.pa.qub.ac.uk/calib/>
- TORO, M. Y GRANADOS, I.; 2001. Génesis y morfometría. In: M. Toro; I. Granados; J.J. Aldasoro; C. de Hoyos; A. Negro; S. Robles; M. Lizana y J. Morales (Eds.): *Las lagunas del Parque Regional de la Sierra de Gredos*: 21-38. Junta de Castilla y León. Valladolid.

### **Agradecimientos**

A la administración Forestal del Parque Regional de Gredos, a sus agentes forestales y a Chema Mancebo, que tanta ayuda nos prestaron en la localización y obtención de las *troncas*. Este trabajo fue financiado a cargo de los proyectos de la UPM 14591, AMO208 y CICYT BOS2000-0149.



Figura 1. Rodal relicto de *Pinus sylvestris* en las inmediaciones del Puerto del Pico, con el Monte Torozo al fondo.

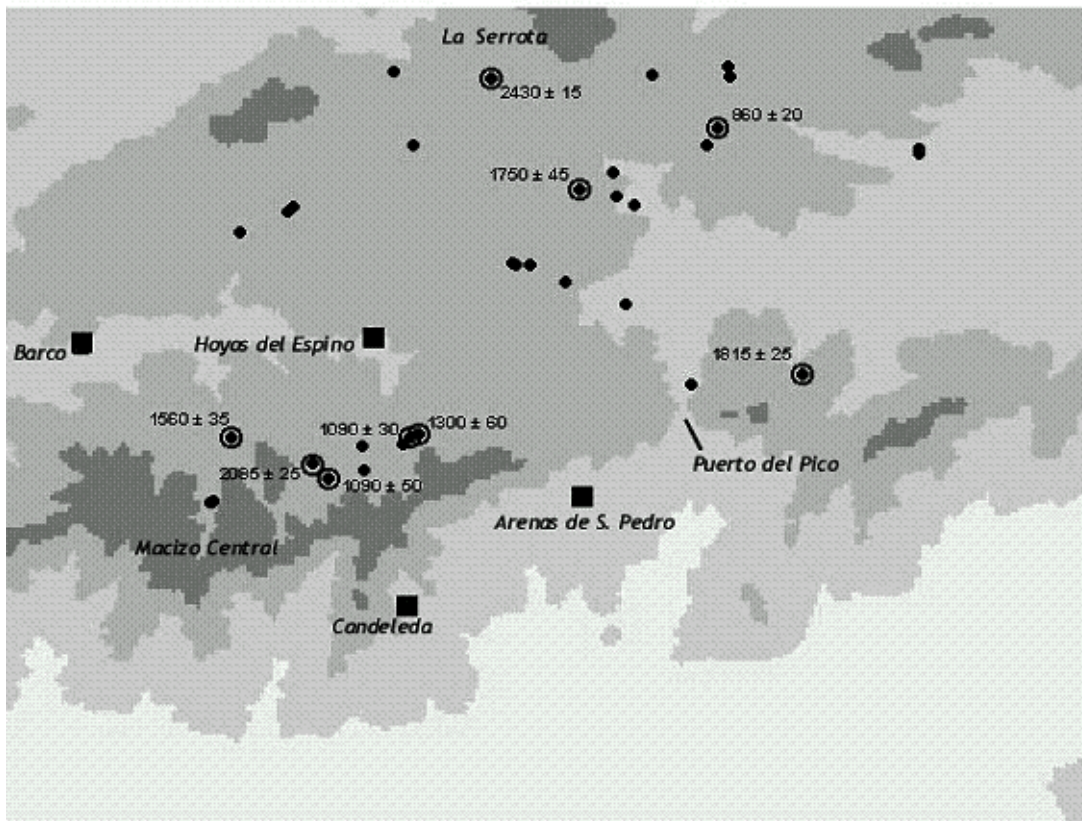


Figura 2. Ubicación de las *troncas* estudiadas en la sierra de Gredos con indicación de la edad en

las datadas



Figura 3. Tronca en posición de vida, Pinarejos (Hoyos del Espino)

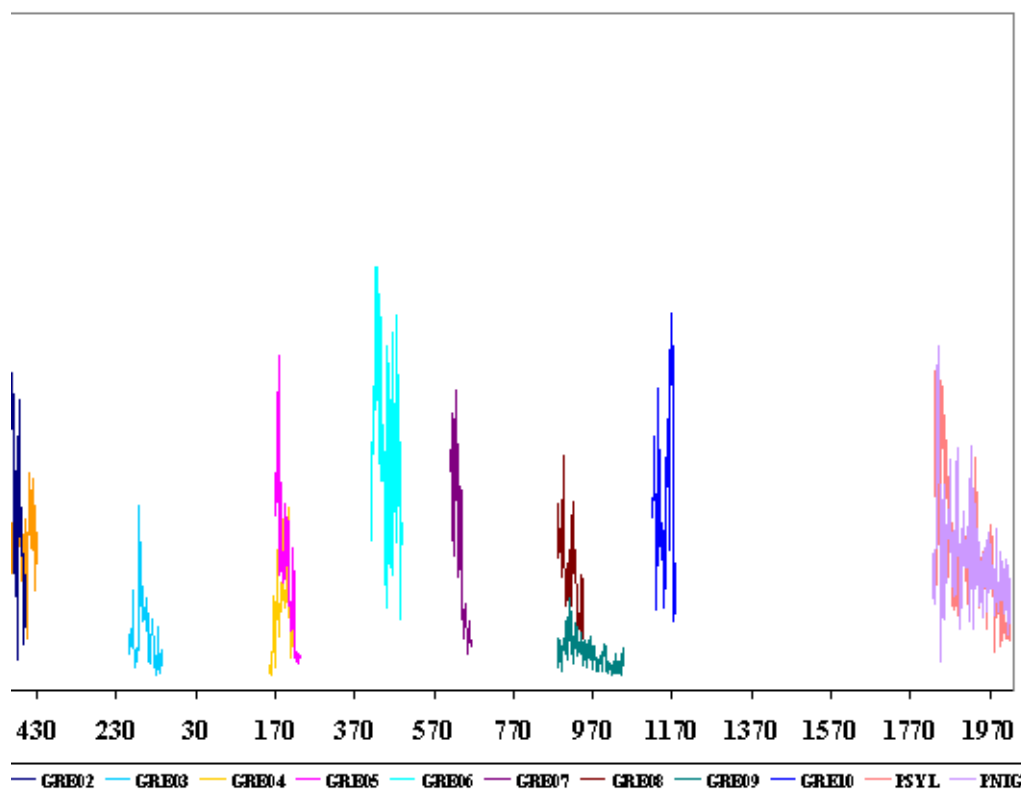


Figura 4. Series medias de crecimiento de *Pinus sylvestris* y *P. nigra* de la sierra de Gredos generadas con ejemplares de edad situada entre 150-200 años y cronologías procedentes de muestras subfósiles datadas por  $C_{14}$ .

Identificación	Municipio	Localización	UTM	Altitud	Nº Años	Crecimiento medio (mm)	Datación
----------------	-----------	--------------	-----	---------	---------	------------------------	----------

<b>GRE01</b>	Serranillos	Puerto de Serranillos	30TUK3666	1500	183	1.68	635-452 a.c.
<b>GRE02</b>	Garganta del Villar	Arroyo Gil	30TUK2081	1604	86	3.05	566-480 a.c.
<b>GRE03</b>	Navacepeda de Tormes	Garganta Prado de la Casa	30TUK3162	1560	86	0.74	221-135 a.c.
<b>GRE04</b>	San Esteban del Valle	Arroyo del Horco	30TUK3367	1557	62	1.02	135-197 d.c.
<b>GRE05</b>	Navadijos	Mortecinos	30TUK2476	1584	62	1.66	150-210 d.c.
<b>GRE06</b>	Navalperal de Tormes	Garganta de las Pozas	30TUK0763	1570	77	3.31	390-467 d.c.
<b>GRE07</b>	Hoyos del Espino	Arroyo de la Fuente del Charco	30TUK3164	1839	52	1.78	592-644 d.c.
<b>GRE08</b>	Hoyos del Espino	Arroyo Fte. del Charco	30TUK3163	1753	66	1.62	860-926 d.c.
<b>GRE09</b>	Navalperal de Tormes	Garganta de Gredos	30TUK0660	1745	168	0.49	862-1030 d.c.
<b>GRE10</b>	Navalacruz	Astillero	30TUK3079	1490	57	2.53	1101-1158 d.c.

**Tabla 1. Características de las secuencias medias de crecimiento procedentes de las muestras subfósiles**

Localidad y Especie	Fuente	Rango de edades (años)	Nº de series	Crecimiento medio (valores máximo, medio y mínimo (mm))
<b>Navarredonda y Hoyos del Espino (<i>Pinus sylvestris</i>)</b>	RICHTER (ITRDB)	<100	6	3.21--2.64--1.96
		100-150	11	2.97--1.85--1.25
		150-200	32	2.39--1.70--0.74
<b>Cuevas del Valle (<i>Pinus sylvestris</i>)</b>	G. CALVO, 2004	100-150	12	2.49--2.29--1.99
		150-200	12	2.09--1.74--1.27
<b>El Arenal (<i>Pinus nigra</i>)</b>	G. CALVO, 2004	150-200	6	2.53--1.77--1.35
<b>Piedralaves, Casavieja (<i>Pinus nigra</i>)</b>	GÉNOVA & F. CANCIO (ITRDB)	100-150	6	2.75--2.29--1.77
		150-200	10	2.05--1.52--1.12

**Tabla 2. Grosor medio de series de crecimiento actuales en la Sierra de Gredos, calculados en base a series elaboradas por distintos autores. ITRDB: International Tree-Ring Data Bank**