

# La estimación de la edad dendrocronológica de los árboles

Mar Génova Fuster

*Profesora Titular de Universidad.  
Universidad Politécnica de Madrid  
Calle Párroco Gabriel Mateo Montes, 34,  
Colmenar Viejo 28770 Madrid  
mar.genova@upm.es*

**Uno de los métodos más precisos y fiables para conocer la edad de los árboles es el análisis dendrocronológico de las series o secuencias de anillos de crecimiento, pero en muchos casos únicamente se cuenta con secuencias parciales o incompletas. En este trabajo se presentan algunos estudios que han utilizado distintas metodologías para realizar estimaciones dendrocronológicas de la edad. Se pretende divulgar estas técnicas y los resultados obtenidos con los objetivos de contribuir a la protección y conservación de árboles longevos y, también, de determinados paisajes forestales.**

**Palabras clave:** anillos de crecimiento, longevidad, leñosas.

## INTRODUCCIÓN

Desde antiguo se ha considerado la edad de los árboles como de gran importancia para determinar su valor y/o singularidad. Generalmente, se asocia longevidad a tamaño y apariencia y los árboles más grandes y majestuosos suelen representar la máxima edad entre los organismos vivos, aunque en muchos casos se ha determinado que aquellos que habitan en ambientes muy desfavorables también pueden ser muy longevos. Entre los diferentes métodos que se emplean para el cálculo de la edad de un árbol, se analizará el conteo (o en su caso la estimación) del número de anillos de crecimiento que se acumulan en los troncos constituyendo la madera. Los anillos de crecimiento habitualmente presentan variaciones interanuales que constituyen el registro de la historia vital del árbol y que se pueden representar median-

te secuencias de valores. El análisis de estas secuencias permite detectar anomalías y estimar con un alto grado de fiabilidad la edad dendrocronológica. Incluso en los casos en que la zona central del árbol (la madera más antigua) haya desaparecido o esté mal conservada, la edad de un individuo puede establecerse con cierto grado de precisión contrastando las secuencias de valores con series de anillos de árboles de edad conocida (Norton et al., 1987; Stephenson, 2000; Rozas, 2003; Clark y Hallgren, 2004).

En este trabajo se presentan algunas de las estimaciones de la edad de los árboles realizadas mediante diferentes técnicas dendrocronológicas, indicando sus limitaciones y esperando que sean de utilidad en futuros estudios sobre la longevidad de leñosas. Además, se indica el interés de conocer la edad con precisión en



a)



b)

la elaboración de medidas de gestión y conservación, no sólo identificando árboles viejos, sino también utilizándolos como una de las bases de la protección y restauración de los paisajes (Piovesan y Biondi, 2021).

## METODOLOGÍA

### Muestreo y análisis de los anillos de crecimiento

Para el muestreo de árboles vivos habitualmente se utiliza la barrena de Pressler, de uso frecuente en estudios e investigaciones de carácter forestal. Este instrumento permite extraer una pequeña muestra cilíndrica en dirección transversal y radial al tronco, que recoge una porción de cada uno de los anillos anuales formados, con un mínimo daño para los ejemplares muestreados, pues afecta casi exclusivamente al cambium vascular vivo en una pequeñísima superficie. En árboles muertos, o en determinados estudios que así lo requieran, se utiliza la sierra para extraer una rodaja completa o, en su caso, cuñas incompletas, preferiblemente en dirección transversal al plano de disposición de los anillos.

Seguidamente las muestras se preparan para su análisis y, tras el secado de la madera, se lijan y pulen para una mejor visualización e identificación de los anillos de crecimiento. Los anillos se cuentan y miden, habitualmente mediante equipos especializados (mesas de medición o escáneres precisos), y se elaboran secuencias temporales de anchura de anillos.

En general, simplemente el conteo de anillos en muestras procedentes de árboles viejos sólo supone una relativa aproximación a la estimación de su edad. En primer lugar, debido a determinadas anomalías que pueden suceder en los ciclos de crecimiento, como por ejemplo la formación de anillos incompletos, o los denominados anillos ausentes, que no se han formado en absolu-

**Figura 1.** Árboles muy longevos en la Sierra de Guadarrama. a) Muestreo con barrena de Pressler en un viejo ejemplar de *Pinus sylvestris*. b) Extraordinario ejemplar de *Pinus nigra* de edad próxima a los 500 años

to; ambas anomalías son frecuentes en árboles longevos (Schweingruber, 2012). Por esta razón, y si es posible, se comparan y contrastan entre sí numerosas secuencias procedentes del mismo ejemplar, y de otros de la misma especie y localidad o región, mediante técnicas estadísticas específicas. Así, tal vez se puedan obtener secuencias de anillos de crecimiento sincronizadas y ubicadas en el tiempo, es decir interdatadas, de manera que cada valor de la secuencia se corresponde con el año en que fue formado el anillo (Douglass, 1941; Fritts, 1976). Si se cuenta con muestras completas desde la corteza hasta la médula del tronco, la interdatación aporta valores muy precisos, pero aun así se trata de una estimación, pues muy rara vez es posible la obtención de muestras justamente en la base del tronco en la que se conservan todos los anillos formados. Más habitualmente se cuenta con muestras parciales o incompletas procedentes de la extracción con barrena, por ejemplo, porque el árbol es muy grueso, o la madera interna ha desaparecido a causa de pudriciones. En estos casos la edad se calcula a partir del número de anillos contenido en la muestra, al que se suma el número de anillos estimados correspondiente a la parte desconocida más interna. Así  $Ee$  (edad estimada en años) =  $\Sigma (Nm + Ne)$ , siendo  $Nm$  = número de anillos de la muestra y  $Ne$  = número de anillos estimados para la parte desconocida.

#### Métodos de estimación de $Ne$

$Ne$  se calcula en función de la longitud estimada del radio (a partir del perímetro o diámetro) y de la longitud y anchura de los anillos de la muestra. Distintos métodos se emplean para estimar  $Ne$  que, en general, implican extrapolar a la parte desconocida del radio la anchura media de anillo del total de la muestra o de los anillos más internos, o el incremento medio del área basal; y/o técnicas de regresión sobre la secuencia de crecimiento conocida (Norton et al., 1987; Stephenson y Demetry, 1995; Rozas, 2003; Biondi y Qeadan, 2008; Arnán et al., 2012). Ambos enfoques

---

**En este trabajo se presentan algunas de las estimaciones de la edad de los árboles realizadas mediante diferentes técnicas dendrocronológicas, indicando sus limitaciones y esperando que sean de utilidad en futuros estudios sobre la longevidad de leñosas**

---

presentan limitaciones al implicar un hipotético crecimiento radial concéntrico y/o no tener en cuenta la variabilidad de los patrones de crecimiento individual en cada periodo vital (Clark y Hallgren, 2004). Otros modelos más complejos sí que tienen en cuenta numerosos datos de la especie y acerca de las diferencias entre las distintas etapas de crecimiento (Stephenson, 2000; Génova y Sadornil, 2020).

#### EJEMPLOS DE APLICACIÓN

##### Los árboles más longevos

Según la edad dendrocronológica verificada (<http://www.rmtrr.org/oldlist.htm>), la especie arbórea más longeva es *Pinus longaeva* D.K.Bailey, precisamente como indica el epíteto específico en el nombre científico. Esta especie, muy próxima a la más común *Pinus aristata* Engelm., habita en altitudes por encima de los 3.000

metros, en tierras áridas y rocosas azotadas por gélidos vientos de la Sierra Nevada de California (EEUU). Concretamente, 2 ejemplares alcanzarían una edad interdatada próxima a los 5.000 años, el denominado "Prometheus", que fue cortado en 1964 sin conocer su elevada edad, y "Methuselah" (Matusalén) que alcanzó en 2010 la elevada edad dendrocronológica de 4.850 años. Otras especies muy longevas que aparecen en dicha lista y que superan los 3.000 años de edad son *Fitzroya cupressoides* (Molina) I.M.Johnst. y *Sequoiadendron giganteum* (Lindl.) J.Buchholz.

En España, la secuencia dendrocronológica más larga alcanzó 924 años en un pino (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii* Dunal (Franco)) de la Sierra de Cazorla (Creus, 1998); posteriormente también se analizaron otros ejemplares en la misma región que superaron los 800 años (Dorado Liñán et al., 2012a). Otras especies longevas del género *Pinus* en las que se han realizado análisis dendrocronológicos en España son *Pinus uncinata* Ramond ex A.DC., que alcanza hasta 750 años en Pirineos (Dorado Liñán et al., 2012b), o *Pinus sylvestris* y *Pinus nigra* en el Sistema Central, que se aproximan a los 500 años (Figura 1, Génova 2000). En cuanto al género *Quercus* se conocen ejemplares que habitan en la Cordillera Cantábrica con más de 500 años de *Quercus petraea* (Matt.), Liebl., y algo menos de *Quercus robur* L. (Souto-Herrero et al., 2017; García Hermida, 2020). Sin embargo, mediante técnicas radiocarbónicas se ha demostrado que otras especies pueden alcanzar edades aún mayores. Este es el caso de *Juniperus cedrus* Webb y Berthel., uno de cuyos ejemplares milenarios de la isla de Tenerife se ha considerado como árbol más longevo de la Unión Europea, pues la edad estimada a partir de la porción de tronco más interna posible alcanzó los  $1.410 \pm 30$  años BP (*before present*, 1950) calibrados, es decir  $1.481 \pm 30$  en 2021, aunque el máximo número de anillos contabilizados en los ejemplares analizados no superó los 550 (Sangüesa-Barreda et al., 2022).

---

**En España, la secuencia dendrocronológica más larga alcanzó 924 años en un pino (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii* Dunal (Franco)) de la Sierra de Cazorla (Creus, 1998); posteriormente también se analizaron otros ejemplares en la misma región que superaron los 800 años (Dorado Liñán et al., 2012a)**

---

**Tabla 1.** Ubicación, características de los ejemplares y de las muestras de pino canario analizadas. ID: identificador, \*: ya muerto, H: altitud, h: altura, DBH: diámetro a 130 cm, Tm: tipo de muestra, Na: nº anillos contabilizados, Aa: anchura promedio de anillo, Ee: edad estimada, \*\*: media del rango de edad estimado (fuentes: Génova y Santana, 2006; Génova, 2010; Génova et al., 2017).

ID	Ejemplar	Término Municipal	H (msnm)	h (m)	DBH (cm)	Tm	Na	Aa (mm)	Ee (años)
VP	La Virgen	El Paso (LP)	900	30	240	T	344	0,93	800**
DP	Dos Pernadas	Vilaflor (T)	1500	56	268	T	230	0,98	781**
GD	Gordo	Vilaflor (T)	1500	45	286	T	128	1,14	751**
CA	Casandra	Tejeda (GC)	950	15	156	T	188	0,85	692**
MV	Molino del Viento	S. J. Rambla (T)	450	25	166	T	253	1,65	398**
GA	Gáldar*	Gáldar (GC)	1500	---	96	S	328	1,50	328
PI	Pilancones*	S. B. Tirajana (GC)	1000	30	167	S	508	1,67	508
LA	La Lajilla*	S. B. Tirajana (GC)	1120	---	153	S	466	1,02	466
SE	Seco*	S. B. Tirajana (GC)	1150	---	70	S	178	1,75	202

### La edad de ejemplares monumentales de *Pinus canariensis*

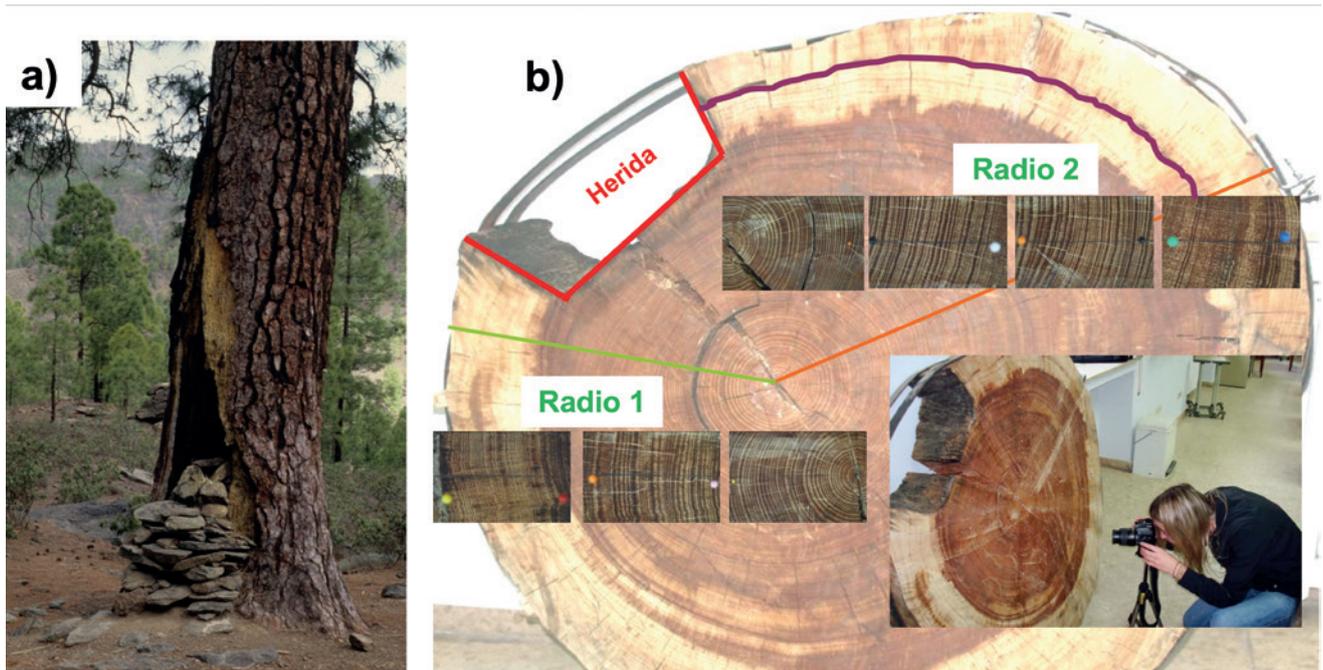
El pino canario (*Pinus canariensis* C.Sm. ex DC.) es una de las especies más originales del género *Pinus*, que actualmente habita exclusivamente sobre sustratos volcánicos en las Islas Canarias. Esta especie ha adquirido diversas adaptaciones, como un gran tamaño y extraordinaria capacidad de rebrote de tronco, que permite su supervivencia incluso después de incendios intensos, y una madera muy densa, que también requiere un gran coste energético para el árbol, pero que también favorece su supervivencia evitando pudriciones. Todo ello ha posibilitado que aún existan ejemplares monumentales de elevada edad, aún a pesar de la intensa intervención humana sobre sus poblaciones.

Desde hace ya muchos años nos planteamos el estudio de la edad de algunos de los magníficos ejemplares de pino canario. Inicialmente extrajimos muestras con barrena de Pressler del Pino de La Virgen (La Palma), uno de los ejemplares de mayores dimensiones y de especial significación histórica y valor emblemático (Génova et al., 1999). Posteriormente, se analizaron muestras de los pinos de Vilaflor (Tenerife) y de los de Casandra y Pilancones (Gran Canaria), en el marco del Proyecto Leyendas Vivas (Génova, 2009). Los pinos de Vilaflor

son los pinos canarios que alcanzan mayor talla, siendo el Pino Gordo el más grueso, con unos 9 m de perímetro, mientras que el Pino de las Dos Pernadas, que recibe este nombre por ramificarse a unos 10 m en dos gruesas ramas, presenta similar grosor, pero es más alto y, además, se trata del árbol que alcanza mayor altura entre los españoles autóctonos (56 m). Los pinos de Casandra y Pilancones, de menores dimensiones, también se han considerado entre los árboles más singulares de España (Domínguez, 2005). Con estas muestras se afrontó la aproximación a la edad dendrocronológica de estos pinos, utilizando la longitud del radio estimado en cada ejemplar, la anchura media de los anillos más internos calculada a partir de las secuencias de crecimiento obtenidas y numerosos datos provenientes de los diferentes muestreos realizados en las islas, aplicando con especial hincapié las diferencias observadas entre las distintas etapas de crecimiento (Génova y Santana, 2006). Más tarde se pudo hacer otra aproximación similar, mediante el análisis de muestras del Pino del Molino del Viento (Tenerife), de porte similar a los dos últimos citados, aunque presenta la particularidad de situarse a una altitud muy inferior (450 msnm, tabla 1) y que presenta también un gran interés histórico, paisajístico y dendrológico (Génova, 2010).

Además, también se han realizado estimaciones de la edad a partir de cuñas o secciones completas del tronco. Procedente de un rodal de grandes pinos situados en la vertiente NW de Gran Canaria se pudo contar con una cuña de un ejemplar (Pino de Gáldar) que fue talado en 1998 después de su muerte por el Cabildo insular. Por otra parte, como consecuencia de los devastadores incendios forestales sucedidos en 2007 en Canarias, superiores en intensidad y extensión a los que suceden más frecuentemente y que en Gran Canaria afectaron aproximadamente a unas 20.000 ha (la cuarta parte de la isla), se produjo una gran mortalidad en muchos pinos monumentales. Alguno de ellos era especialmente valioso, como el ya comentado Pino de Pilancones, por su enorme significado histórico y simbólico, y porque constituía un ejemplo entre otros muy escasos de supervivencia casi milagrosa en el Parque Natural del mismo nombre, muy castigado por los incendios habituales y formado por árboles de mucho menor porte (Génova y Santana, 2006). El Cabildo de Gran Canaria decidió ceder secciones de algunos de estos pinos caídos con fines científicos y de divulgación (pinos de Pilancones -figura 1-, La Lajilla y Seco en orden descendente de DBH, tabla 1).

Las edades estimadas en la tabla 1 a partir de secciones comple-

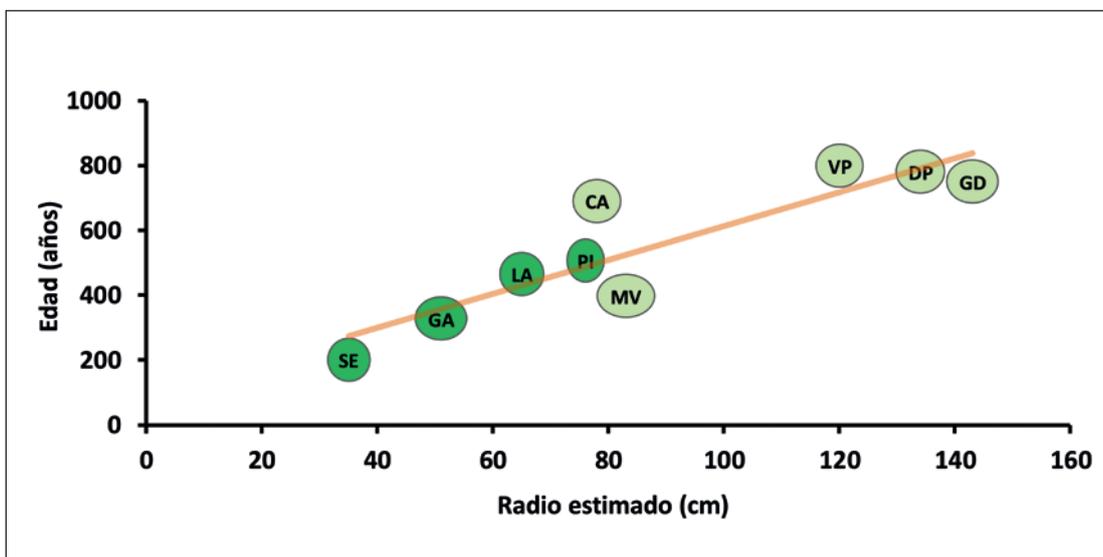


**Figura 2.** El pino de Pílancones. a) Base del tronco cuando aún estaba en pie, se aprecia la herida que fue realizada para extraer la madera interna muy enteeda protegida por una pila de piedras; por la herida caían unos muy llamativos goterones de resina que los lugareños interpretaban como lágrimas por los muertos (fotografía realizada en 2004). b) Sección completa en la que se observa la herida en la parte superior izquierda y dos de los radios medidos marcados en verde y naranja; para poder medirlos hubo que recurrir a la fotografía digital (fuente: Génova et al., 2017, modificado)

tas o cuñas son evidentemente más precisas que las obtenidas mediante muestras de barrena. En cada sección o cuña se midieron un mínimo de 3 radios y un máximo de 13, y se sincronizaron entre sí las secuencias obtenidas, localizando numerosos anillos ausentes, hasta 90 en una de las secuencias medidas del Pino de Pílancones. Se ha demostrado que después de un daño el reinicio de la actividad del cambium vascular en el pino canario puede retrasarse o ser muy irregular, con el resultado

de que se formen anillos incompletos o ausentes, lo cual puede estar relacionado con eventos de incendios o con ciertos usos tradicionales como la extracción de tea (Génova et al., 2017). Tanto en el caso de Pino de Pílancones como en el de La Lajilla, los valores de crecimiento obtenidos para los últimos años indicaban un excelente estado de salud cuando sucedió el desastroso incendio que terminó con sus vidas, incluso a pesar de su elevada edad y, en el caso del Pílancones, tener el tronco ahuecado.

A pesar de todos los análisis realizados, las edades calculadas para cada pino siguen siendo aproximaciones; entre otras razones, porque no fue posible la sincronización de las secuencias medias de los diferentes ejemplares analizados ni, por tanto, su datación precisa. Para este trabajo se ha examinado si existe relación entre el radio y la edad estimada en cada ejemplar estudiado (figura 2), comprobando que parece bastante razonable el rango de edades estimado (incluso en los casos en los que se ha contado



**Figura 3.** Relación entre los radios y edades estimadas de los pinos canarios monumentales estudiados. Los círculos más oscuros corresponden a las estimaciones más precisas en las que se han utilizado secciones o cuñas y los más claros a las estimaciones realizadas a partir de muestras de barrena, en rosa oscuro la recta de regresión. Los identificadores aparecen detallados en la tabla 1

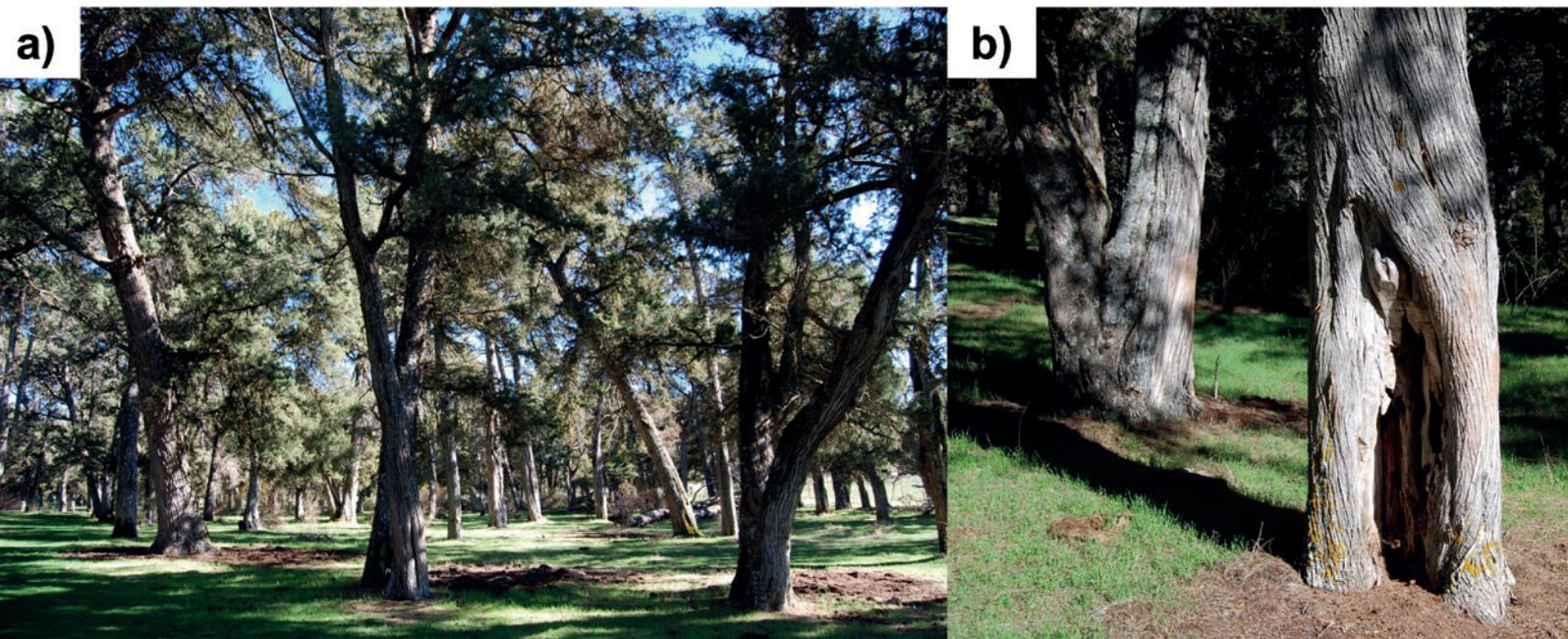


Figura 4. El sabinar de Calatañazor. a) Aspecto general, b) algunos árboles presentan más de un eje o están ahuecados

con una muestra no muy larga), y que *Pinus canariensis* se trataría de una especie muy longeva, con posibilidad de ser muchas veces centenaria.

#### La edad de las sabinas de Calatañazor

La Dehesa de Carrillo (Calatañazor, Soria, España) alberga un singular bosque de *Juniperus thurifera* L., tradicionalmente utilizado para el pastoreo. Se encuentra a 1.000 m de altitud sobre arenas y conglomerados mesozoicos y calizas del Cretácico y el área se caracteriza por un clima mediterráneo con un alto grado de continentalidad. En el año 2000 fue declarado Reserva Natural y entre sus valores más destacables se encuentran árboles monumentales con perímetros que superan los 4 m y alturas de hasta 25 m (Alcalde y Génova, 2006). La mayor edad interdatada para esta especie corresponde a un ejemplar que habita en Marruecos y que alcanza 525 años (DeSoto et al., 2014) pero, hasta el momento, esta edad máxima es inferior en España (Sigueruelo, Segovia) alcanzando 413 años (DeSoto et al., 2012).

En la Dehesa de Carrillo se seleccionaron para su estudio 25 grandes árboles con un solo eje y de apariencia saludable, con el fin de evitar las frecuentes pudriciones y ahuecamientos en el tronco (figura 3). Las series de

anchura de anillos de crecimiento obtenidas se sincronizaron entre sí para asegurar que cada valor se correspondiera de forma exacta con el año de su formación (Génova y Sadornil, 2020). A pesar de su aspecto exterior saludable, en numerosos árboles las muestras obtenidas fueron incompletas a causa de pudriciones internas y, además, algunos árboles tenían un radio mayor que la barrena estándar utilizada para extraer las muestras. Por tanto, para establecer las edades de los árboles, fue necesario estimar el número de anillos de la parte desconocida del radio y para ello se utilizaron diferentes métodos estadísticos. Posteriormente se sumaron al número de anillos conocido el número de anillos estimado en la parte desconocida por cada método para obtener la edad estimada (tabla 2).

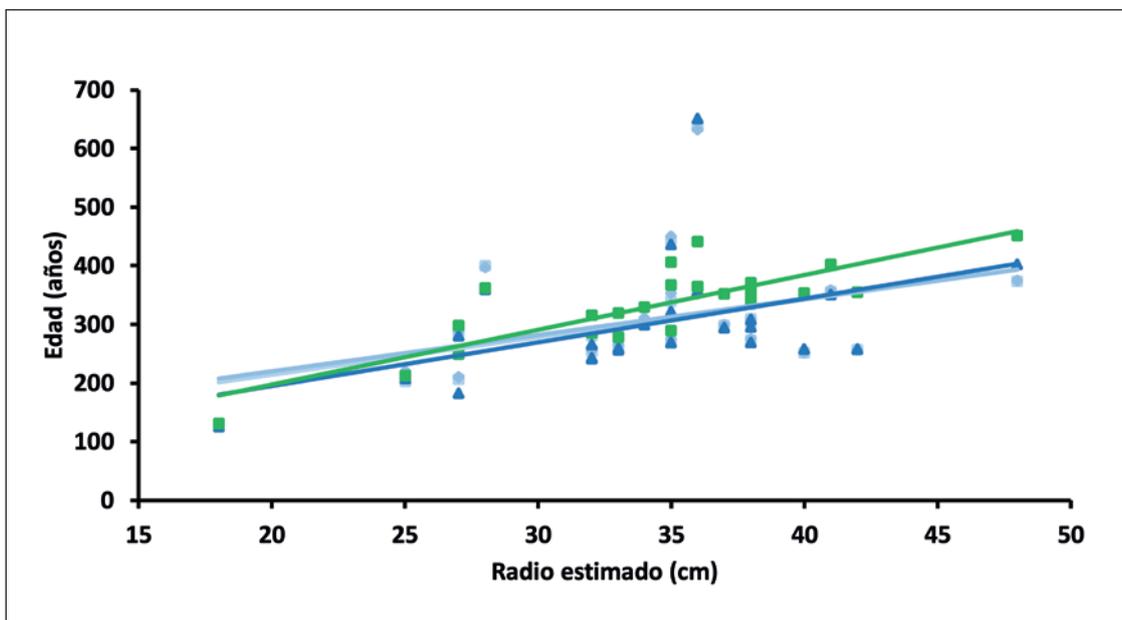
Para estimar la edad de cada ejemplar se utilizaron 4 métodos, con el objetivo de evaluar la precisión de cada uno de ellos. Los métodos A y B se basaron en la hipótesis de incremento constante del radio o del área basal a lo largo del tiempo, en relación a la anchura conocida de los anillos, y se diferencian en que en el segundo método se obtuvieron los valores de número de anillos y anchura de anillo simultáneamente, mediante un proceso iterativo original (Génova y Sadornil, 2020). Con ambos méto-

dos se alcanzaron resultados similares, con una diferencia máxima de 17 años. Con el método C, en el que se aplicaron modelos de regresión, se obtuvieron resultados más variables, que difirieron hasta en 60 años respecto al promedio de las otras estimaciones. Consideramos que es necesario contar con otros muchos datos para obtener resultados más precisos mediante este método. Por su parte, con el método D, basado en la determinación de valores diferentes para las etapas de crecimiento juvenil y madura y que constituye un enfoque más coherente con el comportamiento biológico del crecimiento de los árboles, se obtuvieron edades en general más elevadas a las estimadas con los otros métodos, pero con menor dispersión y menores valores atípicos, más equilibrados en relación al grosor del tronco (figura 4).

Aunque la máxima edad dendrocronológica interdatada en las sabinas de la Dehesa de Carrillo alcanzó 275 años (desde 1738 a 2012), nuestras estimaciones indicaron que las sabinas con radios superiores a 35 cm tienen en su mayoría más de 300 años, y también que algunos ejemplares superan los 400 años, con un máximo probable superior a 500 años. Además de la utilidad que la discusión sobre las limitaciones y la precisión de cada método de estimación en estudios futuros sobre las edades de mu-

**Tabla 2.** Diferentes métodos de estimación de la edad en las sabinas de Calatañazor. ID: identificador, RE: radio estimado, LM: longitud de la muestra, Na: nº anillos contabilizados, DS: desviación estándar (fuente: Génova y Sadornil, 2020, modificado)

ID	RE	LM	Na	Edades estimadas (años)				
				Método A	Método B	Método C	Método D	Media± DS
2367	18	16,9	121	125	130	131	126	128 ± 2,9
1377	25	22,9	193	203	220	213	207	211 ± 7,4
1318	27	22,4	256	286	287	298	280	288 ± 7,5
308	27	13	120	206	210	249	182	212 ± 27,7
2329	28	12,7	220	400	398	362	360	380 ± 21,9
477	32	24,5	216	255	255	285	243	260 ± 17,9
1944	32	23,9	211	254	255	286	242	259 ± 18,7
854	32	13,4	144	280	283	316	265	286 ± 21,4
1623	33	29,2	243	260	264	278	259	265 ± 8,7
2364	33	20,8	207	284	282	320	256	286 ± 26,3
2257	34	28	274	305	311	329	300	311 ± 12,6
844	35	30,7	249	268	276	289	269	276 ± 9,6
1370	35	18,2	211	340	353	367	322	346 ± 19,1
1048	35	12,6	199	444	450	406	437	434 ± 19,5
1070	36	10,2	126	353	352	365	356	357 ± 5,9
1246	36	8,1	184	637	633	442	651	591 ± 99,4
140	37	15,2	150	298	299	352	294	311 ± 27,5
385	38	17,9	172	302	308	358	296	316 ± 28,4
107	38	17,2	150	273	276	343	269	290 ± 35,2
980	38	14,9	149	309	309	363	308	322 ± 27,1
1480	38	10,1	113	334	334	371	342	345 ± 17,5
1039	40	12,3	97	251	252	353	258	279 ± 49,7
1369	41	21,1	219	356	358	403	351	367 ± 24,1
600	42	18,6	138	256	257	355	258	282 ± 49
590	48	12,4	123	373	375	452	403	401 ± 36,8



**Figura 5.** Relación entre los radios y edades estimadas según diferentes métodos en las sabinas de Calatañazor. En distintos tonos de azul se indican mediante marcadores las edades estimadas por los métodos A, B y D y en verde las edades estimadas por el método C (ver texto), el mismo color se ha utilizado para indicar las correspondientes rectas de regresión

**A pesar de su aspecto exterior saludable, en numerosos árboles las muestras obtenidas fueron incompletas a causa de pudriciones internas y, además, algunos árboles tenían un radio mayor que la barrena estándar utilizada para extraer las muestras.**

**Por tanto, para establecer las edades de los árboles, fue necesario estimar el número de anillos de la parte desconocida del radio y para ello se utilizaron diferentes métodos estadísticos.**

chos árboles monumentales (Génova y Sadornil, 2020), con este trabajo también se aportaron datos técnicos sobre la edad de los árboles con la intención de apoyar las medidas de gestión y conservación de las sabinas en esta Reserva Natural.

### CONCLUSIONES

La estimación de la edad dendrocronológica se revela como uno de los métodos más fiables y precisos para el conocimiento de la longevidad de los árboles. Diferentes técnicas se han empleado en estas estimaciones, pero aquellas que tienen en cuenta diferentes valores de crecimiento para las etapas juvenil y madura constituyen un enfoque más coherente con el registro vital que suponen los anillos de crecimiento de los árboles. La divulgación de los resultados que estos estudios aportan tiene gran interés, no sólo para reconocer la edad de ejemplares monumentales, sino también para respaldar medidas de protección y conservación en espacios naturales.

### AGRADECIMIENTOS

La realización de los trabajos presentados no hubiera sido posible sin la colaboración de las entidades implicadas, el Cabildo de Gran Canaria y el Gobierno Regional de Castilla y León, y sin las aportaciones y estudios realizados por los coautores de los trabajos citados.

### REFERENCIAS

- Alcalde C. y Génova M. 2006. Análisis dendrométrico y dendrocronológico de las sabinas de la Dehesa de Carrillo (R.N. del sabinar de Calatañazor). Actas del III coloquio internacional sobre los sabinares y enebrales (género *Juniperus*): 89-96.
- Arnan, X., López, B.C., Martínez-Vilalta, J., Estorach, M., y Poyatos, R. 2012. The age of monumental olive trees (*Olea europaea*) in northeastern Spain. *Dendrochronologia* 30(1): 11-14.
- Biondi, F. y Qeadan, F. 2008. A theory-driven approach to tree-ring standardization: defining the biological trend from expected basal area increment. *Tree-Ring Research* 64(2): 81-96.
- Clark, S.L. y Hallgren, S.W. 2004. Age estimation of *Quercus marilandica* and *Quercus stellata*: applications for interpreting stand dynamics. *Canadian Journal of Forest Research* 34(6): 1353-1358.
- Creus, J. 1998. A propósito de los árboles más viejos de la España peninsular: los *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmanii* (Dunal) Franco de Puertollano-Cabañas sierra de Cazorla, Jaén. *Montes* 54: 68-76.
- DeSoto, L., Camarero, J.J., Olano, J.M., Rozas, V. 2012. Geographically structured and temporally unstable growth responses of *Juniperus thurifera* to recent climate variability in the Iberian Peninsula. *European Journal of Forest Research* 131(4): 905-917.
- DeSoto, L., Varino, F., Andrade, J.P., Gouveia, C.M., Campelo, F., Trigo, R.M., Nabais, C. 2014. Different growth sensitivity to climate of the conifer *Juniperus thurifera* on both sides of the Mediterranean Sea. *International Journal of Biometeorology* 58(10): 2095-2109.
- Domínguez, S., 2005. Árboles, Leyendas vivas. Editorial SDL, S.L. 276 pp.
- Dorado Liñán, I., Gutiérrez, E., Andreu-Hayles, L., Heinrich, I. y Helle, G. 2012a. Potential to explain climate from tree rings in the south of the Iberian Peninsula. *Climate Research* 55(2):119-134.
- Dorado Liñán, I., Büntgen, U., González-Rouco, F., Zorita, E., Montávez, J. P., Gómez-Navarro, J. J., Brunet, M., Heinrich I., Helle, G. y Gutiérrez, E. 2012b. Estimating 750 years of temperature variations and uncertainties in the Pyrenees by tree-ring reconstructions and climate simulations. *Climate of the Past* 8(3): 919-933.
- Douglass, A.E. 1941. Crossdating in dendrochronology. *Journal of Forestry* 39(10): 825-831.
- Fritts, H.C. 1976. *Tree Ring and Climate*. Londres: Academic Press. 584 pp.
- Génova, M. 2000. Tree rings and pointer years of Sistema Central (Spain) in the last four hundred years. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección biológica* 96: 33-42.
- Génova, M. 2009. Estudios de edad: Estimación por métodos dendrocronológicos. En Domínguez, S. (Coord.), *Gigantes y Ancianos de los bosques españoles*. 51-65. Bosques sin Fronteras. Madrid.
- Génova, M. 2010. Estimación mediante técnicas dendrocronológicas de la edad del Pino canario localizado en el Término Municipal de San Juan de la Rambla (Tenerife). Ayuntamiento de San Juan de la Rambla (Tenerife). Informe técnico.
- Génova, M. y Sadornil, E. 2020. The age of monumental trees. A case study of *Juniperus thurifera* L. in Spain. *Forest Systems* 29(2): 46-50.
- Génova, M. y Santana, C. 2006. Crecimiento y longevidad en el pino canario (*Pinus canariensis* Smith.). *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos forestales* 15 (3): 296-307.
- Génova, M., Santana, C., Martín, E. 1999. Longevidad y anillos de crecimiento en el Pino de la Virgen (El Paso, La Palma). *Vegeta* 4: 27-32.
- Génova, M., Santana, C. y Martínez, B. 2017. Short communication: Many missing rings in old Canary pines can be related with age, fires and traditional uses. *Forest Systems* 26, 2, eSC02 and Supplementary figure 10253-40211-1-SP.
- García Hermida, C. 2020. *Dendroecología de robledales en la cordillera cantábrica*. Proyecto Fin de Grado. Universidad Politécnica de Madrid.
- Norton, D.A., Palmer, J.G., y Ogden, J. 1987. Dendroecological studies in New Zealand 1. An evaluation of tree age estimates based on increment cores. *New Zealand Journal of Botany* 25(3): 373-383.
- Rozas, V. 2003. Tree age estimates in *Fagus sylvatica* and *Quercus robur*: testing previous and improved methods. *Plant Ecology* 167(2): 193-212.
- Piovesan, G. y Biondi, F. 2021. On tree longevity. *New Phytologist* 231(4): 1318-1337.
- Sangüesa-Barreda, G., García-Cervigón, A.I., García-Hidalgo, M., Rozas, V., Martín-Esquivel, J. L., Martín-Carbajal, J., Raúl Martínez, R. y Olano, J.M. 2022. Vertical cliffs harbour millennia-old junipers in the Canary Islands. *Ecology*, e3633.
- Souto-Herrero, M., Rozas, V. y García-González, I. 2017. A 481-year chronology of oak earlywood vessels as an age-independent climatic proxy in NW Iberia. *Global and Planetary Change* 155: 20-28.
- Stephenson, N.L. 2000. Estimated ages of some large giant sequoias: General Sherman keeps getting younger. *Madroño* 47(1): 61-67.
- Stephenson, N L. y Demetry, A. 1995. Estimating ages of giant sequoias. *Canadian Journal of Forest Research* 25(2): 223-233.
- Schweingruber, F.H. 2012. *Tree rings: basics and applications of dendrochronology*. Springer Science y Business Media, Dordrecht (Holland), 275 pp.