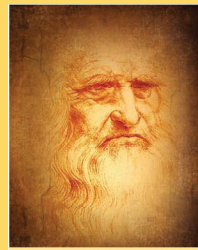


# Conocimiento de la edad de los árboles. Dendrocronología

## Antecedentes

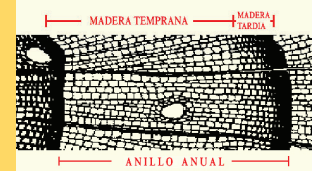
Los antiguos griegos (Teofrasto) y, más tarde, Leonardo da Vinci, ya reconocieron que los árboles forman nuevos anillos de crecimiento cada año



Leonardo da Vinci (1452-1519)

Leonardo incluso llegó a concluir que el ancho relativo de los anillos proporcionaba una medida de la humedad disponible en el momento de su formación

### ¿CÓMO ES UN ANILLO?



La madera temprana se forma en primavera y es más clara, la madera tardía se forma después, es más oscura

## Conocimiento de la edad de los árboles. Dendrocronología

### Índice

#### Antecedentes

Los anillos de crecimiento

El método dendrocronológico

Muestreo

Medición y análisis de los anillos de crecimiento

Estimación de la edad en árboles singulares

Metodologías

Los árboles más longevidades

La edad dendrocronológica de los árboles en España

El Proyecto Árboles: Leyendas Vivas (2003-2006)

Los pinos canarios

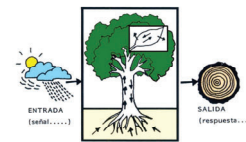
El pinsapo de la Escalereta

Las sabinas de Calatañazor y la sabina de Moral de Hornuez

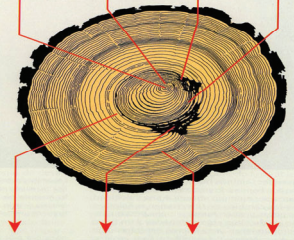
Estimación de la edad. Otras metodologías

La edad de otros árboles? (clones)

## Los anillos de crecimiento



Los anillos de crecimiento se acumulan y presentan variaciones interanuales que constituyen el registro de la historia vital del árbol



LA ESTIMACIÓN DE LA EDAD DE UN ÁRBOL A TRAVÉS DE MÉTODOS DENDROCRONOLÓGICOS ES EL MÉTODO MÁS FIABLE

## Conocimiento de la edad de los árboles. Dendrocronología

### LA EDAD DE LOS ÁRBOLES: ¿CÓMO SE SABE LA EDAD DE UN ÁRBOL?

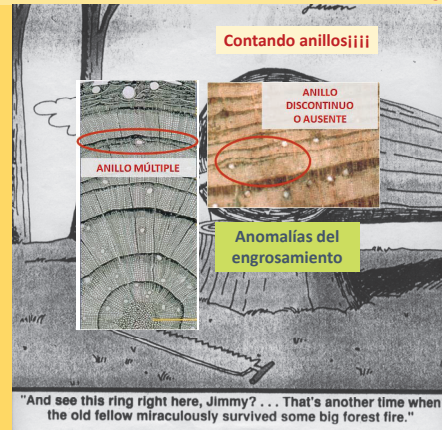


El engrosamiento periódico y concéntrico (anillos de crecimiento) de troncos y ramas es un hecho biológico que se manifiesta en gran parte de los árboles y otras leñosas que habitan en climas estacionales.

DENDROCRONOLOGÍA: CONJUNTO DE MÉTODOS Y TÉCNICAS QUE ANALIZAN LA INFORMACIÓN QUE CONTIENEN LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO DESDE UNA PERSPECTIVA TEMPORAL

## El método dendrocronológico. Muestreo

### Contando anillos



### Anomalías del engrosamiento

"And see this ring right here, Jimmy? . . . That's another time when the old fellow miraculously survived some big forest fire."

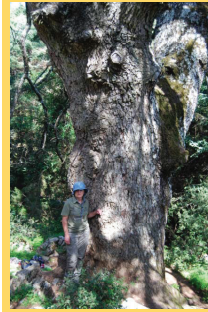
**El método dendrocronológico. Muestreo**



**Estimación de la edad en árboles singulares. Metodologías**

**La muestra es parcial y falta un número desconocido de anillos**

El cálculo de la edad de un árbol singular se realiza en base al número de anillos contenido en la muestra, al que se suma la estimación del número de anillos correspondiente a la parte interna no muestreada.



Los métodos de cálculo se basan en el supuesto de que el crecimiento radial es **concéntrico** y **simétrico**, es decir, que los **centros cronológico y geométrico** del árbol coinciden.

$$Ee \text{ (edad estimada en años)} = \Sigma (Nm + Ne)$$

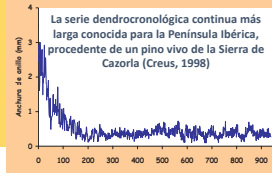
$Nm$  = número de anillos de la muestra

$Ne$  = número de anillos estimados para la zona interior

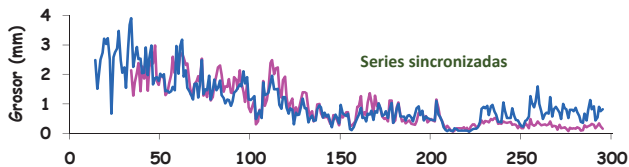
$Ne$  se calcula en función de la longitud del radio  $Lr$  (estimada a partir del perímetro o diámetro), de la longitud de la muestra ( $Lm$ ) y de la anchura del anillo ( $Aa$ ).

**El método dendrocronológico. Medición y análisis de los anillos de crecimiento**

**MEDICIÓN DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO**

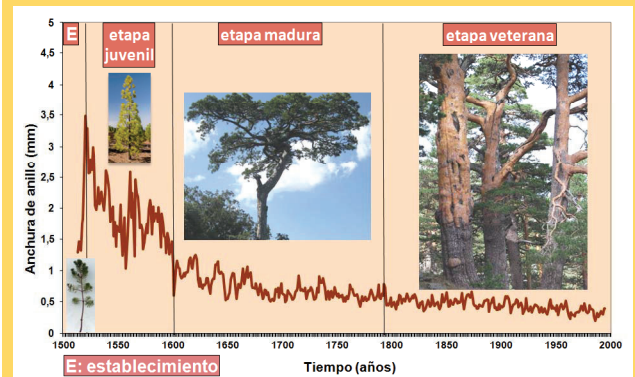


**SOLAPAMIENTO Y SINCRONIZACIÓN DE LAS SECUENCIAS DE CRECIMIENTO OBTENIDAS:** patrones comunes entre varias series de anillos permiten identificar el año exacto en el cual cada anillo fue formado (Douglass, 1914).



**Estimación de la edad en árboles singulares. Metodologías**

**La muestra es parcial y falta un número elevado de anillos**



**El método dendrocronológico. Estimación de la edad en árboles singulares**



**Muestreo: limitaciones del empleo de muestras con barrena de Pressler:**

- ❖ Muchas veces no es posible identificar anillos anómalos (dobles, múltiples, discontinuos o ausentes)
- ❖ Cuando la muestra es parcial y no incluye la médula, falta un número desconocido de anillos debido a que:
  - el árbol es muy grueso (como máximo se comercializan barrenas de 80 cm de largo)
  - la zona interior del tronco del árbol presenta pudriciones
- ❖ Al muestrear por encima de la base del árbol la muestra no recoge los anillos iniciales

**Edad dendrocronológica verificada (2010)**



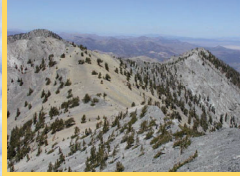
(<http://www.rmtr.org/oldlist.htm>)

**Los árboles más longevos**



Este ejemplar de *Ficus religiosa* es el árbol vivo plantado por humanos más antiguo del mundo (288 aC).

### Los árboles más longevos. *Pinus longaeva*.

Habitán en altitudes por encima de los 3.000 metros, en tierras áridas y rocosas azotadas por gélidos vientos. El tronco está cubierto por una capa gruesa de resina que lo protege de parásitos y de la putrefacción.

**Prometheus (4.844 años)** fue cortado en 1964 sin conocer su elevada edad

<http://www.bookofdaystales.com/prometheus-cut-down/>

### La edad dendrocronológica de los árboles en España

ESPECIE	REGIÓN	Cronología	Edad máxima (2015)	Referencia
<i>Pinus nigra</i>	Béticas	-----	<b>954</b>	CREUS, 1998
<i>Pinus uncinata</i>	Pirineos	1260-2006	<b>755</b>	DORADO-LIÑÁN et al., 2012
<i>Pinus sylvestris</i>	Sistema Central	1513-2005	<b>503</b>	GÉNOVA, 2012
<i>Pinus canariensis</i>	Canarias	-----	<b>508</b>	GÉNOVA et al., 2017
<i>Quercus robur</i>	Cantábrica	1523-2003	<b>492</b>	SOUTO-HERRERO et al., 2017
<i>Abies alba</i>	Pirineos	1578-1999	<b>437</b>	MACÍAS et al., 2006
<i>Juniperus thurifera</i>	Ibérico Sur	1681-2010	<b>331</b>	ESPER et al., 2015
<i>Abies pinsapo</i>	Béticas	1690-1999	<b>315</b>	GÉNOVA, 2007

### La estimación de la edad en árboles singulares El Proyecto Árboles: Leyendas Vivas (2003-2006)

Las muestras dendrocronológicas fueron obtenidas en su mayor parte por el equipo de muestreo en campo del Proyecto Leyendas Vivas, utilizando la barrena de Pressler. La preparación y medición de las muestras fueron llevadas a cabo por Estefanía Muñoz y Mar Génova, utilizando las instalaciones y el equipo del laboratorio de Dendrocronología de la Universidad Politécnica de Madrid (Génova, 2009).

### Los árboles más longevos. *Fitzroya cupressoides*.



*Fitzroya cupressoides* es una conífera endémica de las cordilleras de la Costa y de los Andes en el Sur de Chile y áreas próximas de Argentina.

La madera del alerce es muy valiosa, lo que motivó su intensa explotación desde el siglo XVI.

El alerce más viejo procedía de un tocón de un árbol cortado en 1975 (**3613 años**)

[https://en.wikipedia.org/wiki/Alerce\\_Costero\\_National\\_Park](https://en.wikipedia.org/wiki/Alerce_Costero_National_Park)

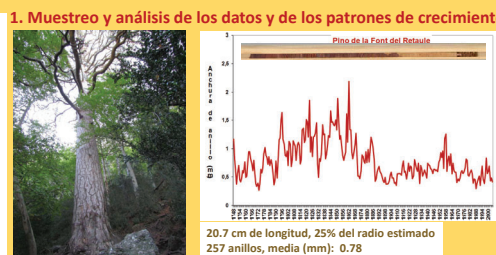
Destaca por su tamaño y longevidad, alcanzando diámetros de hasta 5 m y alturas de 50 m y pudiendo vivir más de **3600 años**, aunque el árbol vivo más longevo se acerca a los **2250**.

### El Proyecto Árboles: Leyendas Vivas (2003-2006)

#### Método

Se realizaron estimaciones de la edad de 36 ejemplares singulares de:

- Alnus glutinosa*
- Castanea sativa*
- Crataegus monogyna*
- Fagus sylvatica*
- Ficus carica*
- Juglans regia*
- Juniperus cedrus*
- Juniperus thurifera*
- Pinus canariensis*
- Pinus halepensis*
- Pinus nigra*
- Pinus pinaster*
- Pinus pinea*
- Pinus sylvestris*
- Pyrus communis*
- Quercus faginea*
- Quercus pyrenaica*
- Quercus robur*
- Taxus baccata*
- Tilia platyphyllos*

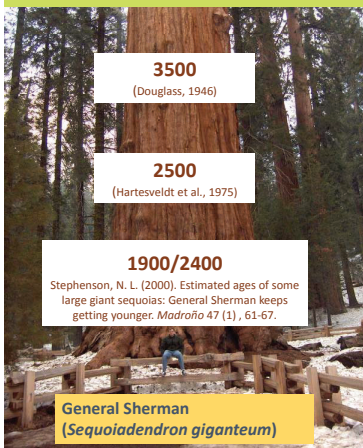


Pino de la Font del Retaule (*Pinus nigra*)  
Catalogado como Árbol Monumental en Cataluña  
33 m de altura y 5 m de perímetro (80 cm de radio)

#### 2. Localización de la información disponible en la bibliografía

Fulé, P. Z., Ribas, M., Gutiérrez, E., Vallejo, R., & Kaye, M. W. (2008). Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest, eastern Spain. *Forest Ecology and Management*, 255(3-4), 1234-1242.

### Estimación de la edad. Métodos dendrocronológicos



**3500**  
(Douglass, 1946)

**2500**  
(Harteveldt et al., 1975)

**1900/2400**  
Stephenson, N. L. (2000). Estimated ages of some large giant sequoias: General Sherman keeps getting younger. *Madroño* 47 (1), 61-67.

**General Sherman (*Sequoiadendron giganteum*)**

Está considerado como el ser vivo con mayor cantidad de biomasa de la Tierra.

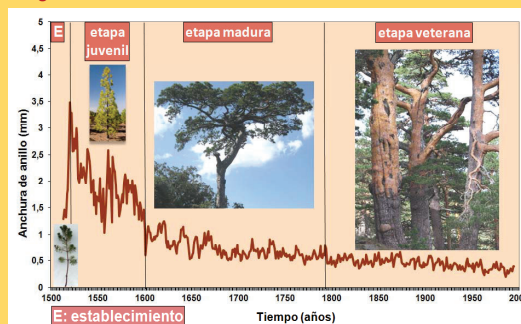
**83,8 m** de altura (no es el más alto que es una secuoya de 115,5 m), **perímetro de tronco de unos 31 m** y **unos 11 m** de diámetro en la base.

¿Son los árboles más grandes los más viejos o son los que tienen un mayor crecimiento?

Utilizando la información parcial de muestras de barrena lo más largas posibles y datos completos de la misma especie y entorno, se puede estimar con bastante fiabilidad la edad de ejemplares monumentales

### El Proyecto Árboles: Leyendas Vivas (2003-2006)

#### 3. El grosor de los anillos en función de la edad: modelos de crecimiento



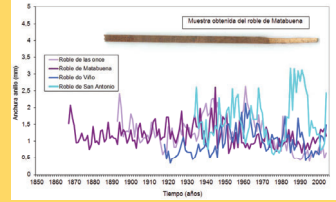
## El Proyecto Árboles: Leyendas Vivas (2003-2006)

EJEMPLAR	Especie	Radio estimado (cm)	Muestra obtenida	Edad estimada (años)
Roble do Viño	<i>Quercus robur</i>	117	Longitud (cm): 9 N.º anillos: 87 Anillo medio (mm): 0.97	<b>677</b>
Carballo de San Antonio	<i>Quercus robur</i>	106	Longitud (cm): 15 N.º anillos: 71 Anillo medio (mm): 1.62	<b>544</b>
Roble de Matabuena	<i>Quercus pyrenaica</i>	81	Longitud (cm): 16 N.º anillos: 138 Anillo medio (mm): 1.16	<b>538</b>
Roble de las Once	<i>Quercus faginea</i>	54	Longitud (cm): 15 N.º anillos: 112 Anillo medio (mm): 1.23	<b>292</b>

### Robles

#### Referencias

Creus et al. (1995). Cambio climático en Galicia. Xunta de Galicia, 184 pp.  
 Rozas V., 2001. Dinámica forestal y tendencias sucesionales en un bosque maduro de roble y haya de la zona central de la Cornisa Cantábrica. *Ecología*, 15: 179-211.  
 Rozas V., 2004. Análisis estructural y dendrocrológico del roble (*Quercus robur*) en las carbayedas de Tragamón y de la Isla, Gijón (Asturias). *Ecología*, 18: 127-145.  
[www.dendrocronologia.com](http://www.dendrocronologia.com)



## Los pinos canarios (*Pinus canariensis*)



### El pino del Molino del Viento (Tenerife)

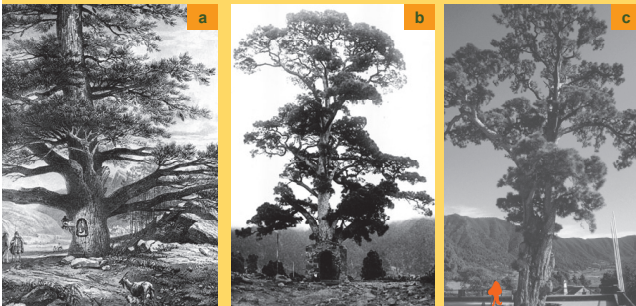


253 anillos (1757-2009)

Edad estimada: **356/ 439 años**  
(Génova, 2010)

## Los pinos canarios (*Pinus canariensis*)

### El pino de la Virgen de El Paso (La Palma)



Diversas imágenes del **Pino de la Virgen** a lo largo del tiempo. a: Reproducción de la lámina dibujada por Berthelot (1880). b: Reproducción de una fotografía anónima conservada en el Museo Canario y fechada a principios del siglo XX. c: Imagen reciente.

Génova M. & Santana C. (2006). Crecimiento y longevidad en el pino canario (*Pinus canariensis* Smith.). *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos forestales*, 15 (3): 296-307.

## Los pinos canarios (*Pinus canariensis*)

### El pino Seco



### El pino de La Lajilla



## Los pinos canarios (*Pinus canariensis*)

### Los pinos de Vilaflor (Tenerife)



El pino de Casandra (G. Canaria)

El pino de Pílancones (G. Canaria)



### El pino de Pílancones

9% anillos ausentes

Génova, M.; Santana, C.; Martínez, B. (2017)

## Los pinos canarios (*Pinus canariensis*)

EJEMPLAR	Radio (cm)	Tipo de muestra	Nº anillos conocido	Edad estimada (min. /max., media)
Virgen de El Paso	120	Barrena (32 cm)	344	775/ 824, 800
Dos Pernadas Vilaflor	134	Barrena (23 cm)	230	739/ 823, 781
Gordo de Vilaflor	143	Barrena (16 cm)	128	696/ 805, 750
Casandra	78	Barrena (16 cm)	188	530/ 854, 692
Molino del Viento	83	Barrena (42 cm)	253	356/ 439, 398
Pilancones	83	Barrena (30 cm)	207	<b>360</b>
Gáldar	51	Sección	178	328
Seco	35	Sección	202	202
La Lajilla	65	Secciones	466	466
Pilancones	76	Secciones	508	<b>508</b>

(Génova 2009, 2010, 2017; Génova y Santana 2006)

## El pinsapo de la Escalereta

Con los datos dendrocronológicos disponibles se realizó una estimación de la edad de este árbol monumental, teniendo en cuenta que no se pudieron extraer muestras del ejemplar

Etapas	Nº árboles analizados	Grosor medio de anillo estimado (mm)			Radio medio estimado (mm)		
		G <sub>1</sub> (mínimo)	G <sub>2</sub> (medio)	G <sub>3</sub> (máximo)	R <sub>1</sub> (mínimo)	R <sub>2</sub> (medio)	R <sub>3</sub> (máximo)
1. EJ: Establecimiento y juvenil (0 - 100 años)	26	1,84	2,7	3,56	184	270	356
2. EM: Etapa madura (100-500 años)	13	0,76	1,2	1,64	152	240	328
3. EV: Etapa veterana (>500 años)	1	—	0,8	—	—	—	—

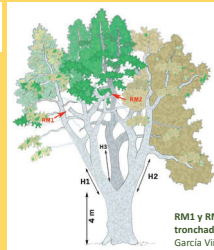
Edad estimada  
 $EPE = EJ + EM + EV$   
 $EPE_a = 892$  años  
 $EPE_b = 675$  años  
 $EPE_c = 457$  años



De acuerdo a nuestra experiencia y dada la situación en umbría y cercana a curso de agua temporal y gran desarrollo del ejemplar (posiblemente en situación dominante durante toda su vida) nos inclinamos a estimar su edad entre **457 y 675 años**

## El pinsapo de la Escalereta

El 23 de noviembre de 2001 fue declarado monumento natural de Andalucía



RM1 y RM2: ramas tronchadas más gruesas García Viñas et al. (2015).

Radio estimado: 81 cm

### LONGEVIDAD DEL PINSAPO

Año 1928. Luis CREALDES. El pinsapo y el abeto de Marruecos. I.N.I.E. Sierra Bermeja y Nieves. Cádiz	300 años.
Región la longevidad envejecida	4 y 5 siglos
Año 1938. IZQUIERDO, GONZÁLEZ. Tratado general de Silvicultura, Valencia, como I. Cree que el pinsapo pertenece al grupo IV	170-300 años
Estimación:	487 años
Año 1950. DIONISIO SOTO. Tajo de Castro, Gualajara, Cádiz	436 años
Año 1968. ENAUQUE SOTO. Sierra Bermeja, Gualajara, Cádiz	370 años
Año 1968. DIONISIO SOTO. Talaridán, Marruecos, Cádiz	275 años
Año 1969. DIONISIO SOTO. Barrero Alto de Las Peñuelas, Gualajara, Cádiz	190 años
Año 1974. Comunicación verbal, de M. AL. BOUJAMA y DIONISIO SOTO, cedón en Tazoo, Marruecos, aproximadamente	Soto, 1998

## Las sabinas de Calatañazor



**SABINA DE CALATAÑAZOR**  
 CAMPIAN DEL CATALOGO DE ARBOLES SINGULARES DE CASTILLA Y LEÓN

LA SABINA DE CALATAÑAZOR  
 Dedicada al Sr. D. Juan de los Rios y a su familia.  
 Dedicada al Sr. D. Juan de los Rios y a su familia.  
 Dedicada al Sr. D. Juan de los Rios y a su familia.

## El pinsapo de la Escalereta

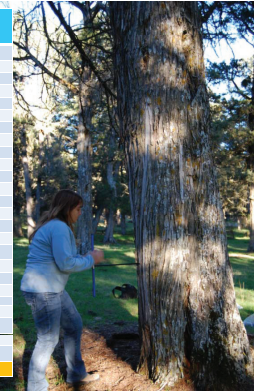
Sierra de las Nieves (Málaga)  
 315 años (1690-1999). Génova (2007, 2013)



## Las sabinas de Calatañazor

Se estudiaron 25 árboles de los que se extrajo, al menos, 2 muestras con barrena de Pressler. El muestreo se realizó en 2 campañas de campo (05/2004 y 07-10/2012)

ID	RD (cm)	LME (cm)	Nº	Contorno	H (m)	RA	EE (años)	Particularidades
2207	19	18,8	121	1802-2012	1,1	6	121	no
2208	27	13,0	120	1804-2003	14,0	93	211	si
1877	25	22,7	193	1800-2012	2,0	18	251	no
204	32	14,4	144	1800-2003	18,6	109	251	si
1944	32	21,8	215	1802-2012	8,1	48	250	no
181	32	20,0	204	1707-2012	7,0	44	260	no
1817	31	20,5	244	1708-2011	9,5	18	262	no
264	35	20,7	249	1754-2002	4,3	25	274	no
187	38	17,0	350	1804-2003	21,0	124	274	si
180	37	15,2	350	1804-2003	21,8	128	278	si
180	36	16,2	320	1876-2003	21,8	161	287	si
1844	31	20,8	207	1806-2012	12,2	72	279	no
1818	27	22,1	256	1707-2012	4,9	26	282	no
200	42	18,6	338	1800-2003	24,8	186	298	si
180	38	15,8	355	1805-2003	23,2	131	299	si
1870	36	16,2	320	1876-2003	21,8	161	297	si
2025	28	13,6	220	1703-2012	15,4	81	301	si
2017	34	20,0	274	1718-2011	6,0	33	307	no
185	38	17,0	373	no	20,1	134	307	si
1870	40	15,8	347	1807-2003	27,0	219	310	si
1870	35	18,1	211	1800-2010	18,8	106	317	si
1823	35	12,8	398	1805-2003	22,6	124	323	si
1810	31	21,0	219	1702-2010	20,0	105	321	si
180	40	15,5	323	1801-2003	19,5	122	340	si
1844	31	8,0	385	no	28,0	165	340	si
1889	31	9,0	313	1800-2012	20,0	242	355	si
Media	34,32	17,07	278,6	1738-2012	24,46	242	284	



### La sabina de Moral de Hornuez



08/02/2002



06/03/2008



19 m de altura y 5,18 m de perímetro

Incluida en el **Catálogo de Especímenes Vegetales de Singular Relevancia** de la Junta de Castilla y León

El 8/02/2010 se publica la noticia de la caída de la sabina después de un vendaval

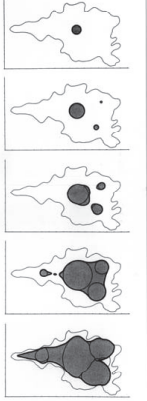


### Estimación de la edad. Otras metodologías

Entre 1400-1600 años

Debreczy, Z., & Rácz, I. (1997). El árbol del Tule: the ancient giant of Casaca. *Arnoldia: The Magazine of the Arnold Arboretum*, 57(4), 3-11.

Es el árbol con el mayor diámetro de tronco del mundo.  
3000 años (Villaseñor, 1892)



### La sabina de Moral de Hornuez



82 cm de radio



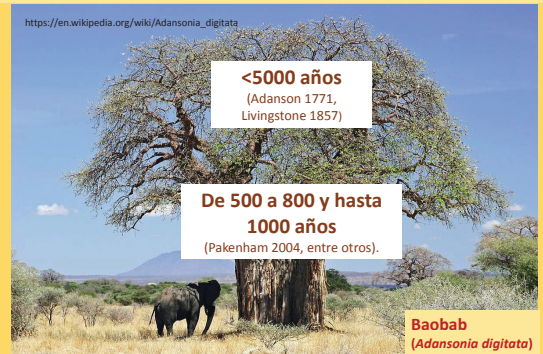
2,26 m de perímetro, 36 cm de radio máximo

Su edad sería al menos el doble de la de la rama, es decir unos **600 años**.

270 anillos de crecimiento en 29 cm, edad estimada en **316 años**

### Estimación de la edad. Otras metodologías

[https://en.wikipedia.org/wiki/Adansonia\\_digitata](https://en.wikipedia.org/wiki/Adansonia_digitata)



<5000 años  
(Adanson 1771, Livingstone 1857)

De 500 a 800 y hasta 1000 años  
(Pakenham 2004, entre otros).

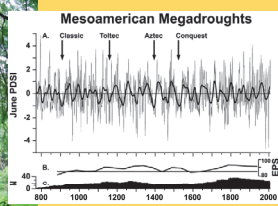
**Baobab**  
(*Adansonia digitata*)

No presenta anillos de crecimiento definidos que, además, no pueden utilizarse para estimar la edad de grandes árboles, porque pueden dejar de ser visibles en ciertas áreas del tronco y por la presencia de grandes huecos internos.

### Estimación de la edad. Otras metodologías

#### Árbol del Tule (*Taxodium mucronatum*)

Propia de comunidades riparias, es la especie más longeva de México



1,238-year tree ring Chronology (Stahle et al., 2011)

Uno de los problemas frecuentes para determinar la edad es la presencia de pudriciones y ahuecamientos en el tronco y ramas principales

### Estimación de la edad. Otras metodologías

<https://www.flickr.com/photos/sverreb/2286925446>



El "Gran Árbol" tenía un diámetro máximo en la base de 12 m y una altura de 32 m.

La única técnica posible para determinar la edad de los baobabs viejos es la datación por radiocarbono  
Patrut et al. (2007). Radiocarbon dating of a very large African baobab. *Tree Physiology*, 27(11), 1569-1574.

10 muestras de madera en diferentes posiciones fueron analizadas  
Se obtuvo una datación máxima de 1220 (± 50) años cal BP y una edad estimada en 1350-1500 años.

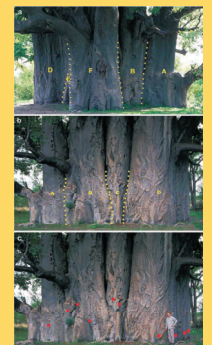


Photo: R. Wittmann.

### La edad de otros ¿árboles? (clones)

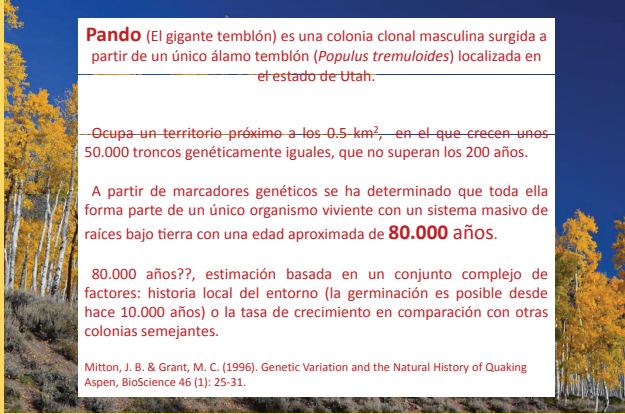
**Pando** (El gigante temblón) es una colonia clonal masculina surgida a partir de un único álamo temblón (*Populus tremuloides*) localizada en el estado de Utah.

Ocupa un territorio próximo a los 0.5 km<sup>2</sup> en el que crecen unos 50.000 troncos genéticamente iguales, que no superan los 200 años.

A partir de marcadores genéticos se ha determinado que toda ella forma parte de un único organismo viviente con un sistema masivo de raíces bajo tierra con una edad aproximada de **80.000 años**.

80.000 años??, estimación basada en un conjunto complejo de factores: historia local del entorno (la germinación es posible desde hace 10.000 años) o la tasa de crecimiento en comparación con otras colonias semejantes.

Mitton, J. B. & Grant, M. C. (1996). Genetic Variation and the Natural History of Quaking Aspen, *BioScience* 46 (1): 25-31.



Native Conifers of Tasmania. Parks and Wildlife Service

### La edad de otros ¿árboles? (clones)

**Muchas gracias por su atención**

*Lagarostrobos franklinii*, Mount Read, Tasmania  
Se trata de un clon constituido por varios ejes masculinos que se han reproducido vegetativamente, con una edad estimada de unos **10.500 años**.



### La edad de otros ¿árboles? (clones)

**Jurupa Oak** (*Quercus palmeri*).

Se trata de una colonia clonal que ha sobrevivido aproximadamente **13.000 años** a través de la reproducción vegetativa.

La edad se ha estimado por su tamaño y las estimaciones del crecimiento anual de múltiples poblaciones.

May, M., Provanca, M., Sanders, A., Ellstrand, N., & Ross-Ibarra, J. (2009). A Pleistocene Clone of Palmer's Oak Persisting in Southern California PLoS ONE, 4 (12).



**Old Tjikko** (*Picea abies*).

Los ejes no viven más de 600 años pero restos antiguos y vivos de sus raíces fueron datados por radiocarbono (**9.550 años**).

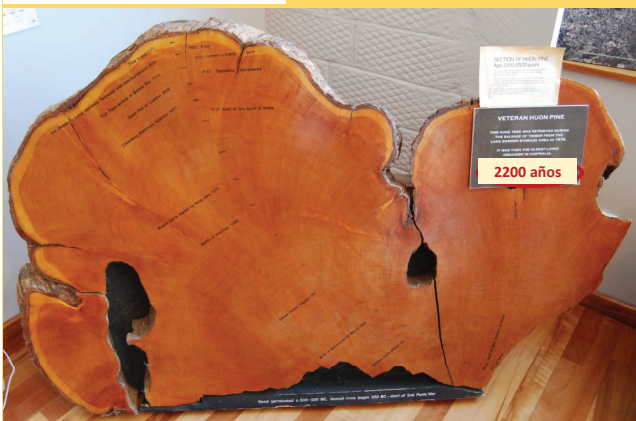
En Suecia, serían imposibles árboles mucho más viejos porque las capas de hielo cubrieron el país hasta el final de la última glaciación, hace alrededor de 11.000 años.

Oberg, L., & Kullman, L. (2011). Ancient subalpine clonal spruces (*Picea abies*): sources of postglacial vegetation history in the Swedish Scandes. *Arctic*, 183-196.

Native Conifers of Tasmania. Parks and Wildlife Service

### La edad de otros ¿árboles? (clones)

*Lagarostrobos franklinii* (Huon pine, Tasmania)



**2200 años**