



Foto 1.- *Pinus nigra* subsp. *salzmannii* de Puertollano-Cabañas (Sierra de Cazorla) de 130 años de edad. Su diámetro supera los 120 cm, y su altura no rebasa los 8 m. debido a la rotura de la parte superior del tronco.

José Creus Novau
Instituto Pirenaico de Ecología.
Consejo Superior de Investigaciones
Científicas. Jaca (Huesca)

A PROPÓSITO DE LOS ÁRBOLES MÁS VIEJOS DE LA ESPAÑA PENINSULAR: LOS *Pinus nigra* Arnold subps. *salzmannii* (Dunal) Franco DE PUERTOLLANO-CABAÑAS SIERRA DE CAZORLA, JAÉN

RESUMEN

Se describe un rodal de *Pinus nigra* Arnold. subsp. *salzmannii* de la zona de Puertollano-Cabañas en la Sierra de Cazorla (Jaén) que, en este momento, constituye el conjunto de árboles vivos más viejos de España. Se indica su edad, diámetro y relaciones con el clima, destacando aquellas variables que más favorecen o limitan su crecimiento.

INTRODUCCIÓN

En los bosques españoles todavía es posible encontrar algunos ejemplares que pueden catalogarse como «árboles singulares o monumentales». Suelen ser árboles que destacan entre los de su especie, ya sea por su tamaño excepcional o por tener algún aspecto poco frecuente que los singulariza de los demás (forma curiosa, recoger algún testimonio histórico, etc). Su número no es elevado y varía mucho en función de la riqueza y tradición forestales de la zona, pero muy especialmente de la protección ancestral que han podido tener (pública o privada) y que ha evitado su tala. A su supervivencia también ha contribuido la orografía del entorno donde viven, dado que cuanto más accidentada mayor es la dificultad para actuar sobre estas zonas y someterlas a una sobreexplotación forestal, ganadera, etc.

Conscientes de la importancia que tienen estos árboles (que raramente forman bosque), algunas administraciones autonómicas y provinciales han dedicado esfuerzos económicos a una catalogación que suele incluir su ubicación y algunos valores dendrométricos. Ello ha servido para que algunos tengan desde entonces alguna figura legal de protección, cuidados especiales cuando su estado sanitario lo requiere, e incluso protección física para impedir la presencia humana en su entorno cercano. Sin embargo, la mayoría de los catálogos sólo incluyen árboles de gran porte y más ocasionalmente aquellos cuya singularidad suele estar relacionada con algún acontecimiento. Muy excepcionalmente se hace referencia a su edad, quizá por ser un parámetro más difícil de cuantificar. Ello explicaría que en tales catálogos estén excluidos otros árboles cuya singularidad no es precisamente su tamaño. Se trata de ejemplares muy viejos que, unas veces de forma aislada (las menos) y otras formando todavía bosquetes salpican algunos montes españoles. Su edad e interés biológico-evolutivo, como indivi-

duos y como bosque, es evidente y deberían ser motivos suficientes para que estas áreas también tuvieran algún tipo de atención y cuidados, derivados del convencimiento de que su valor científico y patrimonial es muy superior al de su valor maderable y que en estos momentos son una escasa representación de lo que pudieron ser nuestros bosques en el pasado.

LOS MUESTREOS REALIZADOS EN BOSQUES ESPAÑOLES

Los árboles referidos en este trabajo ocupan, por el momento, el primer lugar en cuanto a ser los más viejos conocidos en España. Es posible que puedan existir otros de mayor edad, sin embargo el gran número de muestreos realizados por los montes españoles y sobre las especies consideradas más longevas, permiten pensar que difícilmente lo serán. Así se deduce de los trabajos de campo realizados y lo apoyan la historia y avatares de los montes españoles a lo largo de los siglos.

A lo largo del último decenio, un equipo de personas (CREUS, J., FERNÁNDEZ, A., GÉNOVA, M. y BE-ORLEGUI, M.) ha llevado a cabo varias campañas encaminadas a localizar los árboles más viejos que podrían existir en España, independientemente de su especie, para construir cronologías. Con ellas se trabaja en la reconstrucción del clima del último milenio a partir de la señal climática contenida en el crecimiento radial que casi todos los años experimentan las especies leñosas de la zona templada. A este esfuerzo se han dedicado varios proyectos de investigación financiados por distintos organismos (ICONA, Comunidades Autónomas, INIA, CICYT y Comunidad Europea). Recabada la información necesaria para dirigir los muestreos hacia aquellas zonas potencialmente más adecuadas, se consiguieron muestras de más de 1000 árboles procedentes de más de 40 pun-

Tabla 1.- Observatorio: CAZORLA - NAVA DE SAN PEDRO (Jaén)

Meses	Precipitación (mm)	Temp. media (°C)	Media Máx. (°C)	Media Mín. (°C)	Máx. Absol (°C).	Mín. Absol. (°C)
Enero	154,2	5,1	11,1	-0,9	26,0	-12,0
Febrero	151,2	5,0	10,6	-0,6	25,0	-13,0
Marzo	136,5	6,7	12,7	0,6	28,0	-9,0
Abril	101,2	8,3	14,6	2,0	31,0	-7,0
Mayo	90,4	11,6	19,0	4,2	34,0	-4,0
Junio	43,5	15,9	23,8	8,1	38,0	1,0
Julio	7,4	21,6	31,4	11,8	43,0	4,0
Agosto	10,0	22,3	32,2	12,3	44,0	2,0
Septiembre	43,1	18,9	27,6	10	42,0	4,0
Octubre	81,6	12,5	20,1	4,8	37,0	-3,0
Noviembre	115,7	8,4	15,2	1,5	28,0	-6,0
Diciembre	168,3	5,8	11,8	-0,2	28,0	-11,0
ANUAL	1.103,1	11,8				

tos del territorio español y pertenecientes a varias especies (*Pinus nigra* A., *Pinus sylvestris* L., *Pinus uncinata* R., *Quercus* spp., *Castanea sativa* L. y *Juniperus thurifera*). Una vez estudiada toda esta información (CREUS et al., 1983; CREUS et al., 1990; CREUS et al., 1992, FERNÁNDEZ et al., 1993 y GÉNOVA et al., 1993) y conocedores de las edades de otros árboles muestreados por otros autores (GUTIÉRREZ, 1986; GÉNOVA, 1987; RICHTER, 1988 y PÉREZ ANTELO, 1993) se puede concluir que los *Pinus nigra* de la zona de Puertollano-Cabañas constituyen la población arbórea más vieja de España, hasta ahora conocida.

EL MARCO FÍSICO DE LA ZONA

Entre 1983 y 1996 se realizaron cuatro muestreos en dicha sierra, recorriendo aquellos entornos que reunían mayores posibilidades de albergar árboles longevos. Para ello se contó con la imprescindible autorización de la Dirección del Parque Natural y el asesoramiento de sus Técnicos y Guardería Forestal, que tan amablemente nos acompañó en las primeras campañas. A todos, un especial reconocimiento.

La zona de Puertollano y el pico de Cabañas se encuentran en la parte meridional de la sierra de Cazorla, más concretamente al sur de la sierra del Pozo, que a modo de otra subunidad de relieve queda separada de la anterior por el curso alto del río Guadalquivir. Puertollano es una divisoria situada a 1850 m. de altitud y como su nombre indica presenta una forma predominantemente horizontal que separa la cabecera del Guadalquivir (al norte) y Gadiana Menor (al sur). Al este de Puertollano se encuentra el pico de Cabañas que culmina a 2028 m. Entre ambas altitudes se ubican los citados *Pinus nigra*, formando el conjunto de árboles más viejos de España.

La sierra forma parte del conjunto de la cordillera Bética, concretamente de su parte norte externa, o Subbética. Es un relieve bastante abrupto e intrincado, muy modelado por la acción de las aguas que han puesto de manifiesto en muchos puntos de la sierra su característica estructura plegada. Litológicamente está formada por calizas del Cretácico y en menor medida del Jurásico, cuya fácil disolución ha generado amplias dolinas donde todavía se acumula un profundo suelo y extensos lapiazes que dificultan el asentamiento de la vegetación. Por encima de los 1800 m., la presencia masiva de calizas dolomíticas y el predominio de suelos esqueléticos impide la formación de un bosque continuo, configurado en estructura muy abierta con baja densidad de pies por hectárea en función de dichos afloramientos rocosos (ver Foto 2). Su presencia probablemente también esté condicionada por las duras condiciones climáticas impuestas por la altitud, aunque sin llegar a ser factor limitante.

Entre ambas cotas no existen datos meteorológicos disponibles de un período de tiempo representativo que permitan conocer el clima de la zona. En su ausencia se ha recurrido al observatorio de Nava de San Pedro situado a menor altitud (1290 m.), pero muy próximo al lugar. En la tabla adjunta figuran los valo-

res más representativos de dicha cota, donde la pluviometría anual alcanza los 1103 mm y la temperatura media es de 11,8 °C. (Tabla 1).

Por medio de un gradiente extrapolado desde menores cotas, por encima de los 1800 m. (altitud de Puertollano) se puede estimar una precipitación de 1500-1600 mm/año, con máximos claramente invernales y un período seco que afecta escasamente a los meses de julio y agosto. La nieve hace presencia todos los años, si bien no cubre el suelo de forma continuada toda la época fría. La temperatura media anual probablemente no alcance los 9 °C, con valores medios estivales en torno a los 20 °C y un período de heladas probables que comprende de mediados de septiembre a mediados de junio. Las máximas absolutas probablemente alcancen los 40 °C en agosto y las mínimas absolutas quizá pueden ser inferiores a -14 °C en invierno. En conjunto se trata de un clima oromediterráneo de tipo húmedo (RIVAS MARTÍNEZ, 1986) con abundante disponibilidad hídrica (salvo julio y agosto), a la que contribuyen las frecuentes nieblas que se forman en cualquier época del año y que ayudan a mitigar el déficit que genera la escasa retención edáfica.

CONTEXTO BOTÁNICO

Según VALLE et al., 1989, la comunidad climática por encima de los 1700 mts. corresponde a un pinar abierto de pino laricio o salgareño (*Pinus nigra* subsp. *salzmannii*), con sotobosque de enebros y sabinas rastroseras en las que destacan *Juniperus communis* subsp. *hemisphaerica* y *Juniperus sabina*., acompañadas de *Daphne oleoides*, *Prunus prostata*, *Ononis aragonensis*, etc. Por degradación del bosque, en las zonas cumbreales con menos suelo y más pedregosas, se desarrollan amplios espinales de *Erinacea anthyllis*, *Genista longipes*, *Astragalus giennensis*, etc., salpicados de *Thymus serpylloides* subsp. *gadorenensis* y *Teucrium polium* en aquellos puntos donde los suelos son más pobres y de menor espesor. En determinadas hondonadas, donde el suelo es más profundo suelen desarrollarse prados de gramíneas tipo festucas y poas, siendo de *Carex flacca* en aquellas puntos donde la humedad es más notoria.

La forma arbórea de este piso oromediterráneo corresponde a *Pinus nigra* A. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco (Regato et al., 1991). Se trata de una especie con pocas exigencias y muy resistente, cualidades ambas que le permiten colonizar zonas con muy escaso suelo (Elena et al., 1991), de sustratos rocosos y escarpados donde puede vivir durante muchos siglos. No obstante, si las condiciones de suelo y humedad son mejores puede alcanzar un extraordinario desarrollo. No son infrecuentes los individuos cuyo diámetro supera los 110-120 cm a 1,30 m. del suelo, sin que ello signifique que sean los más viejos dado que otros de menores dimensiones les pueden superar en edad.

Se trata de la especie de mayor longevidad de todas las muestreadas en España, y en esta zona alcanza una edad muy superior a la de cualquier otro punto

del territorio español. Son muchos los ejemplares que sobrepasan los 500, 600 y 700 años, y con menor frecuencia llegan a superar los 800, 900 y 1000 años. Algunos autores (GAUSSEN, 1949) lo consideran como uno de los pinos europeos más antiguos, del que ya existían formas afines a la actual en el Cretácico en gran parte de la zona costera de la cuenca mediterránea occidental.

Por debajo de los 1600-1700 m. son masas rejuvenecidas, al haber sido explotadas desde el siglo XVII y muy especialmente desde mediados del siglo pasado. Actualmente son muy pocos los que superan los 200 años, salvo algunos singulares que fueron respetados por motivos muy concretos. En estos casos tienen incluso nombre propio.

Por encima de dicha altitud sin duda es espontáneo, ya que no entra en competencia con ningún otro árbol. Se desarrolla en un medio favorable, donde algunos ejemplares superan los 20-25 m. de altura y alcanzan edades varias veces centenarias. La edad máxima obtenida sobre muestra ha sido de 940 años, pero dado que la longitud extraída era inferior a la del radio del árbol, la edad total extrapolada mediante una función de crecimiento alcanza los 1058 años, en el año 1996. Es el árbol más viejo de todos los conocidos en España, incluidas todas las especies muestreadas (ver Foto 1).

Aunque es una edad muy respetable, queda lejos de los 4900 años que tiene un *Pinus aristata* Engelm situado en el monte Wheeler al este de Nevada (E.E.U.U.) a más de 3000 m. de altitud y considerado el ser vivo más viejo del mundo, y de los 1700 años que se citan para un *Pinus nigra* de Anatolia (AKMAN et al., 1978). En el ámbito peninsular, WILLKOMM (1886) ha descrito hallazgos en el Sistema Ibérico y Serranía de Cuenca de numerosos ejemplares de *Pinus nigra* que superaban los 1000 años. Sin embargo, en ninguno de los numerosos muestreos realizados se han podido localizar, si bien cabe la posibilidad de que hayan desaparecido por talas o fuegos. En ambas zonas, la edad máxima encontrada fue de 550 años (FERNÁNDEZ et al., 1993), si bien recientemente se han encontrado ejemplares de 670 años en la Serranía de Cuenca (comunicación del citado autor). Aunque son edades que no alcanzan los *Pinus nigra* de la sierra de Cazorla, colocan a dicha zona con quense en el segundo lugar de España en cuanto a los ejemplares más viejos de dicha especie. Si el orden de longevidad se realiza sin tener en cuenta la especie, el segundo lugar corresponde a un ejemplar de *Pinus uncinata* R. del Parque Nacional de Aigüés Tortes (Lérida) de 670 años de edad sobre muestra de 45 cm extraída en 1989 (CREUS, 1991). Dado que su diámetro supera los 120 cm, se puede afirmar que su edad sobrepasa los 720 años.

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN MUESTREADA

Conviene aclarar que los datos que se comentan a continuación no corresponden a un muestreo aleatorio representativo del conjunto de la población. Más

bien todo lo contrario, dado que la recogida de muestras se hizo de forma muy dirigida a localizar los más viejos. De ahí que en los gráficos 1, 2 y 3 no aparezcan árboles inferiores a cierta edad y diámetro, ya que fueron excluidos desde un primer momento. De manera que cuando se dice que dicho paraje reúne los árboles de mayor edad de España no significa que todos tengan edades como las citadas, tan sólo que forman una población en la que los árboles muy viejos son muy abundantes.

Con una barrena Pressler se extrajeron dos muestras por árbol, procurando elegir direcciones opuestas y alcanzar su centro. En total se seleccionaron unos 130 árboles, de los que 89 se han utilizado para obtener los resultados que se comentan. Una vez preparadas, secadas y pulidas o cortadas las muestras, se midieron cada uno de los incrementos radiales anuales con un medidor Aniol de precisión 0,01 mm. El número de anillos medidos todavía no indica los años del árbol ya que un porcentaje variable (de hasta el 4-5%) pueden ser falsos (un año puede tener más de un anillo) o ausentes (por no haberse creado). Su detección se realiza con la técnica de sincronización, que permite una datación absoluta de cada anillo al colocarlos en su correspondiente año de formación. Más detalles sobre los aspectos metodológicos pueden consultarse en FRITTS (1976), COOK et al. (1990), etc.

Realizado este proceso, se puede afirmar que en la zona de Puertollano-Cabañas existen al menos 3 árboles que superan los 900 años (939, 921 y 917 años después de sincronizar) y que una vez extrapolados al total de su diámetro según su curva de crecimiento se obtiene una estimación de 1041 años en 1996, 1030 años en 1988 y 1058 años en 1975, respectivamente. La foto 1 muestra el segundo de los árboles citados.

En la fig 1 se ha relacionado la edad medida de los 98 árboles con su respectivo diámetro. En ella se pone de manifiesto que en poblaciones envejecidas apenas existe relación entre ambas variables, expresada a través de una relación lineal muy próxima a cero ($r = 0,0447$). Cuando rebasan los 60-70 cm de diámetro su edad puede ser muy variable y difícil de predecir, dado que puede variar entre los 300 y 700 años, de manera que, con diámetros similares, sus edades pueden variar en la proporción de 1 a 3 en función de las mejores o peores condiciones en que vive (ubicación topográfica, suelo y posibilidad de nutrientes). Cuando son tan viejos, su corteza y estructura de copa son más orientativos de su edad que su propio tamaño. (Tabla 2).

En la Fig. 2 se muestran los tamaños más frecuentes de los árboles seleccionados, indicando un claro predominio (casi el 60%) de los que tenían un diámetro comprendido entre 70 y 90 cm (ver Fig. 2). En cuanto a su edad, más del 50% de los árboles muestreados estaban comprendidos entre 300 y 500 años y casi el 25% entre 600 y 800 años (ver Fig. 3). Analizando los tamaños mínimos asociados a determinada edad se concluye que cuando alcanzan los 50-60 cm de diámetro y están situados en zonas difíciles y con escasos aportes de fertilidad rara vez tienen menos de 300 años.



Foto 2.- Bosque de *Pinus nigra* subsp. *Salzmannii* en la zona central de Cabañas. Se observa su estructura abierta y poca densidad de árboles, dominante en toda la sierra por encima de los 1700 m.

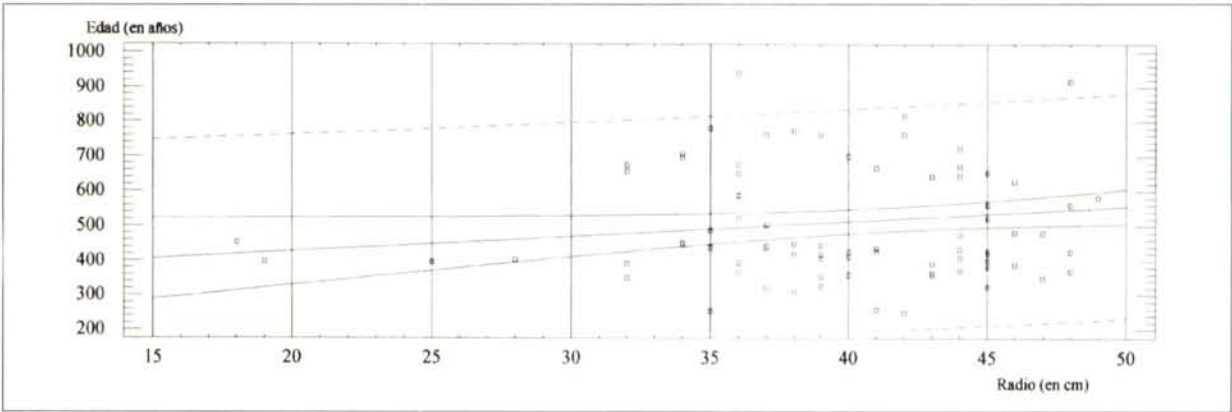


Fig. 1.- Relación entre la edad y grosor de los árboles

Cuando superan los 500-600 años todavía guardan menor relación edad-radio, siendo sus características externas las que más ayudan a distinguirlos. Suelen te-

ner un desarrollo muy escaso de la guía y copas apla-nadas que tienden a la horizontalidad, incluso cierta caída debido a que su ramaje es escaso y muy abati-

Tabla 2.- Estadísticos de la muestra de radios y edad										
	Tamaño muestra	Media	Varianza	Desviac. estándar	Error estándar	Valor mínimo	Valor máximo	Sesgo	curtosis	Coefic. variación
RADIOS	89	41,3	64,6	8,03	0,85	18,0	62,0	0,68	2,56	19,4
EDAD	89	518,7	26904	164,0	17,3	250	939	2,7	-0,57	31,6

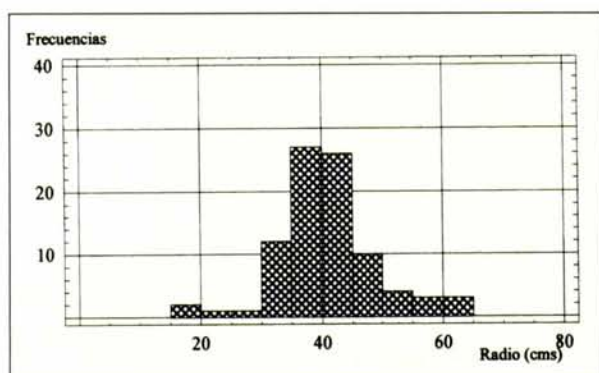


Fig. 2.- Frecuencias relativas del radio de los árboles

do. Su corteza se vuelve más lisa y fina, con poco resalte entre escamas, mostrando cierta tendencia al crecimiento nudoso, incluso en espiral, cuanto mayor es su edad. Su crecimiento radial medio a lo largo de una vida de 800-900 años llega a ser muy pequeño (0,4-0,5 mm/año), variando entre 1,5-2 cm/año en sus primeros años y los 0,05 mm/año cuando se alcanzan dichas edades.

El estado sanitario de estos árboles parece bueno. Dada la edad que tienen es un aspecto muy destaca-

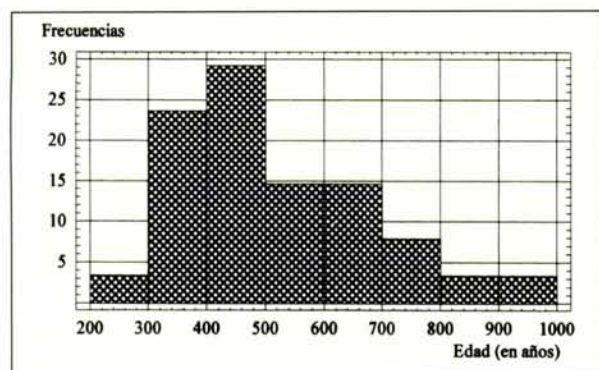


Fig. 3.- Frecuencias relativas de la edad de los árboles

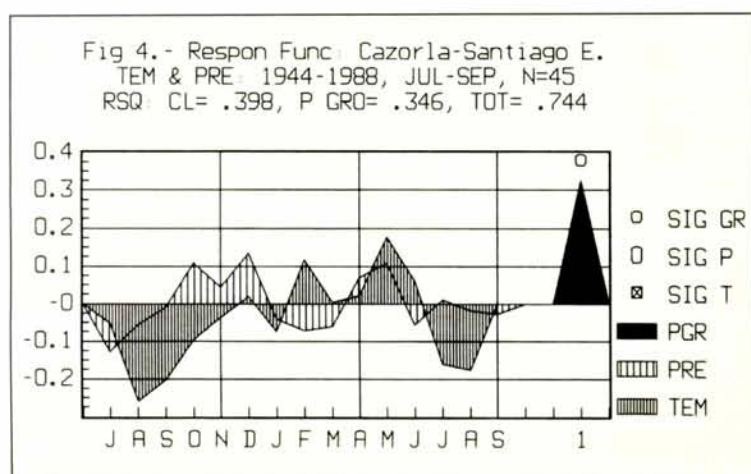


Fig. 4.- Relación entre los crecimientos radiales anuales de los *Pinus nigra* estudiados en Cazorla (Jaén) y los datos climáticos del observatorio de Santiago de la Espada (Jaén). Como predictores se ha utilizado los valores de precipitación (PRE) y temperatura media (TEM) mensuales, entre 1944 y 1988, además del crecimiento del año anterior (PGR) durante los mismos años. Dichas variables se han ordenado en períodos de tiempo, «años biológicos», que van desde julio del año anterior hasta septiembre del año en curso con el fin de incluir en el año «t» la influencia de los valores climáticos del año «t-1». Su significación estadística viene expresada por un pequeño signo colocado en la vertical de la variable, caso del crecimiento del año anterior. Según el modelo obtenido (Función respuesta), el clima (RSQ CL) explica el 0,398 de la varianza total del crecimiento y el crecimiento del año anterior 9P GRO) EL 0,346. Entre ambos se explica una varianza (TOT) de 0,744.

ble para el conjunto de una población tan longeva como la referida. Salvo excepciones muy concretas (entre ellos uno de los que superan los 1000 años) la podredumbre de sus troncos, valorada con muestra tomada a 130 cm, es prácticamente nula. Aun en los casos en que existen indicios, no significa que forzosamente su final esté próximo, ya que el porcentaje de madera muerta puede llegar a compensar la reducción de la eficiencia fotosintética de sus acículas y prolongar durante muchos años su vida. En algunos individuos, y a veces no son los más longevos, se aprecian heridas por roturas que sí pueden ser peligrosas como desencadenantes de procesos destructivos del árbol, suficientes como para impedirles que sigan viviendo muchos años y no puedan superar las máximas edades hasta ahora encontradas. En este caso, la edad de los citados tres árboles más viejos podría llegar a ser el techo biológico de esta especie en España.

LA VENTANA CLIMÁTICA DE *Pinus nigra* EN CAZORLA

Una vez medida la anchura de cada uno de los anillos y localizados los falsos y los ausentes, se estandarizaron las muestras de cada árbol según una función de crecimiento para eliminar la tendencia biológica de cada árbol dependiente de su edad. Por medio de funciones exponenciales decrecientes y splines cúbicos se transformaron los crecimientos anuales en índices relativos en los que se ha eliminado la mayor parte del ruido no climático (ver Fig. 5).

Dichos índices son necesarios para conocer el entramado de relaciones que existe entre el crecimiento anual, independizado de la edad del árbol, y las variables climáticas como predictoras de aquel. Tales relaciones se han calculado por medio de una regresión en componentes principales en la que el crecimiento del año anterior también actúa como variable independiente. Este tipo de análisis salva el problema de multicolinealidad de las variables climáticas, al transformar las variables independientes (clima) en un nue-

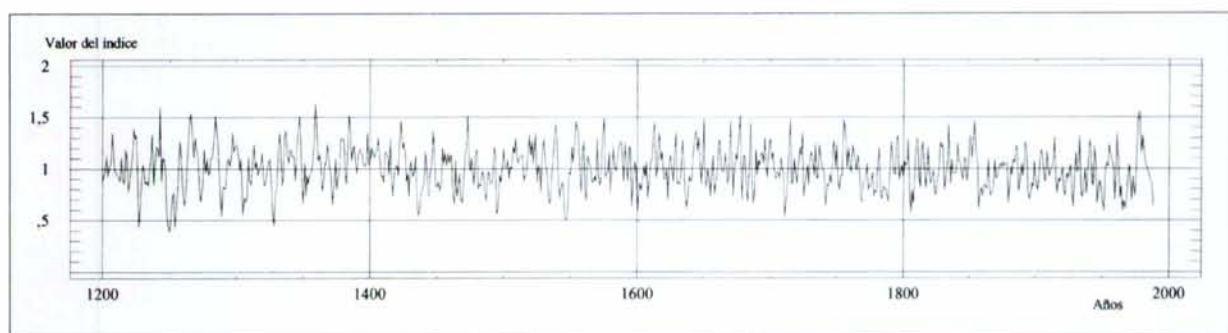


Fig. 5.- Índices de crecimiento, referidos a 1, entre los años 1200 y 1988

vo conjunto de variables ortogonales, o vectores propios, con las que se realiza la regresión, utilizando luego los vectores que aportan mayor varianza explicada. Dichos vectores son una representación de las variables climáticas y se caracterizan por ser independientes entre sí y por contener la misma información que las originales. Para hacer comparables todos los coeficientes obtenidos en la regresión se procede a su estandarización mediante el producto de dichos coeficientes con la relación entre la desviación típica de cada variable independiente y la de la variable dependiente (DRAPER et al, 1981).

Dado que el proceso estadístico requiere un mínimo de 40 años de datos climáticos que deben actuar de predictores, se ha elegido el observatorio de Santiago de la Espada para conocer la ventana climática de dichos árboles (o su respuesta frente al clima), situado algo más al norte en la misma sierra, pero con una buena serie de datos meteorológicos. En la figura 4 están representados los resultados del análisis, ponderados según el coeficiente que les afecta, e indicando qué variables climáticas son las que más influyen en el crecimiento, tanto de forma positiva como negativa. Este conjunto de relaciones indican que el 0,74 % de la varianza que tiene el crecimiento viene explicada por el comportamiento del clima y el crecimiento del año anterior. La r de 0,86 supera la significación de 0,01 según el tamaño de la muestra utilizada ($N=45$).

De su interpretación hay que destacar la gran influencia positiva, estadísticamente significativa, que ejerce el crecimiento del año anterior, expresando la importancia que tiene una posible acumulación de nutrientes sobre el crecimiento del año siguiente. Esta fuerte inercia del año que precede es muy común en gran parte de las especies, hasta el punto que siempre se introduce como una variable independiente más en el análisis estadístico.

Aunque el resto de las variables climáticas no son estadísticamente significativas en la función respuesta (ver pie de Fig. 4), su importancia relativa permite conocer algunos aspectos de como inciden sobre el crecimiento. El factor térmico viene expresado, fundamentalmente, por la influencia positiva que ejerce la temperatura suave a final de invierno y primavera, y por la negativa de las altas temperaturas estivales. Las primeras indican el efecto beneficioso que para el cre-

cimiento suponen las temperaturas benignas de las primaveras adelantadas y que además persistan suaves hasta mayo-junio. Cuando en julio-agosto alcanzan valores elevados entonces ejercen una influencia negativa al provocar la ralentización, incluso cese, de la actividad cambial. En este momento se agravan las condiciones al coincidir con el inicio del estrés hídrico causado por la aridez estival y la presencia de suelos con muy reducida capacidad para retener la escasa humedad disponible.

Las precipitaciones de final de invierno y comienzos de primavera (febrero y marzo) suponen una influencia negativa para el desarrollo de *Pinus nigra*, no tanto por las lluvias en sí, como porque las de estos meses van asociadas a tipos de tiempo fríos y quizá nivosos que, lógicamente, se oponen a las temperaturas suaves que sí favorecen la preparación del inicio de la actividad vegetativa del árbol. Por el contrario, las lluvias de finales de primavera (abril-mayo) son un factor positivo para el desarrollo dado que no representan descensos térmicos importantes y en cambio aportan la humedad necesaria en un momento de gran necesidad hídrica. Es más, su presencia ayuda a atemperar y retrasar la entrada de los calores caniculares que a partir de julio ralentizan el crecimiento secundario.

Las lluvias de otoño vuelven a ser decisivas para el árbol, ya sea favoreciendo la continuidad del crecimiento al atemperar las temperaturas, o reactivando la actividad fotosintética si es que los fuertes calores estivales y la falta de humedad hubieran interrumpido el crecimiento del cambium. En este último caso suponen la posibilidad de aumentar las reservas acumulables al tener lugar un incremento de la producción respecto de las pérdidas por respiración. Algunos autores argumentan que estas reservas son utilizadas en la siguiente estación de crecimiento (GORDON et al, 1968), explicando así la dependencia de un año respecto del anterior y que el crecimiento del año anterior se tome como variable independiente para explicar el crecimiento del año en curso.

En la figura 5 se ha representado la secuencia de índices de crecimiento desde el año 1200. Se trata de la cronología estándar, formada por 20 muestras (seleccionadas según su mejor sincronización y mayor longevidad) pertenecientes a 16 árboles, elegidas

DIVULGACIÓN

de entre los 130 disponibles. A pesar de no ser un trabajo únicamente dendrocronológico, a continuación se indica el valor de algunos parámetros más significativos para caracterizar el conjunto de la cronología:

Sensibilidad Media	0,17
Desviación estándar	0,21
Autocorr. 1er. orden	0,48
Variabilidad común entre todas las muestras	0,382
Variabilidad común entre árboles	0,378
Variabilidad común entre muestras de un árbol	0,636
Concordancia poblacional	0,907
Tasa señal-ruido	9,715

Cabe destacar que la sensibilidad media y el valor de autocorrelación de primer orden son ligeramente inferiores a las de otras cronologías cercanas, mientras que las variabilidades presentan valores muy semejantes (GÉNOVA, 1994). Por el contrario, la concordancia poblacional (que nos indica el grado de representatividad que tiene la cronología respecto de la hipotética cronología que represente la población), al igual que la tasa entre señal-ruido (que estima la validez estadística de las posibles variaciones del clima) son muy elevadas. Ambos parámetros corroboran la solidez y representatividad de la cronología, además de la consistencia de los datos que de ella pueden obtenerse.

En la citada gráfica (Fig. 5) puede observarse la secuencia temporal de los índices que la forman (referidos al valor 1), destacando los años, o grupos de años, caracterizados por crecimientos elevados (y por tanto mayormente relacionados con los años climáticos descritos como favorables para el crecimiento), intercalados por otros que tuvieron crecimientos menores y que debemos asociar a años en que predominaron condiciones climáticas opuestas a las anteriores. Su simple observación visual nos informa de la sucesión de determinadas características climáticas desde comienzos del siglo XIII.

CONCLUSIONES

La zona de Puertollano-Cabañas reúne el conjunto de árboles más viejos de España, no sólo por acoger los 3 árboles de mayor edad conocida y que superan los 1000 años, sino también por el elevado número que superan los de 600 y 800 años. Su estado sanitario general permite pensar que su vida aún puede prolongarse mucho, de manera que merece la pena dedicar medios y cuidados cuando las circunstancias lo requieran, dado el interés biológico que tiene una población tan vieja.

La influencia del clima en el crecimiento indica que el desarrollo de *Pinus nigra* en Puertollano-Cabañas está muy controlado por las temperaturas benignas de



Isidoro Sánchez S.A.
TOPOGRAFIA

El sueño de un topógrafo

Descubra lo último en tecnología electrónica, láser, software y GPS para aplicaciones forestales.



DISTRIBUIDOR DE:

SOKKIA

Trimble

INTERGRAPH

CONOZCA NUESTROS CURSOS DE MANEJO

ISIDORO SÁNCHEZ S.A.

Ronda de Atocha, 16. 28012 Madrid
Tel: (91) 467 53 63. Fax: (91) 539 22 16

ENAC
Entidad Nacional de Acreditación
CALIBRACIÓN
N.º 06010117

R
ER-006.294

primavera y su prolongación hacia comienzos del verano. En este momento los valores térmicos elevados representan un freno al crecimiento, máxime si la falta de agua disponible es notoria y las precipitaciones no aportan la humedad necesaria. El crecimiento se reanuda cuando, una vez superada la canícula estival, siguen otoños húmedos y térmicamente suaves que facilitan la reactivación de la actividad fotosintética.

En la actualidad, el crecimiento radial de los árboles más viejos está por debajo de los 0,05 mm/año.

Su situación dentro del Parque Natural de las sierras de Cazorla, Segura y Las Villas les supone una garantía de supervivencia. Sin embargo es bueno conocer su existencia y localización para que las administraciones se sientan más comprometidas en su defensa. Muchas son las razones, frecuentemente expresadas, que justifican su cuidado y protección, pero a modo de ejemplo baste decir que los árboles tienen una gran capacidad para guardar de forma integrada las condiciones del entorno en que han vivido, así como la historia biológica del bosque. En este sentido deben considerarse como auténticos registros vivos de la evolución ambiental del último milenio, al almacenar una información pasada y que siguen almacenando según pasan los años. Algún día cercano los avances científicos permitirán extraer toda esa información.

Además, las poblaciones con especies longevas suelen tener una gran variabilidad genética interna, dado que en una misma población pueden convivir generaciones seleccionadas bajo condiciones ambientales distintas. Ello las hace mucho más estables, al menos con mayor capacidad de respuesta frente a alteraciones ambientales excepcionales que ya han podido vivir, y sobrevivir. Razones que contribuyen a aumentar su interés científico y a justificar una atención y cuidados especiales. Por estos y otros motivos, no es exagerado calificarlos de auténticos tesoros vivos. ■

BIBLIOGRAFÍA

- AKMAN, Y., BARBERO, M. y QUÉZEL, P.; 1978.. Contribution à l'étude de la végétation forestière d'Anatolie méditerranéenne. *Phytoecologia*, 5 (2): 189-276.
- COOK, E. & KAIRIUKSTIS, L.; 1990. *Methods of dendrochronology*. Kluwer Academic Publishers, Londres. 394 p.
- CREUS, J. Y PUIGDEFÁBREGAS, J.; 1983. *Climatología histórica y dendrocronología de Pinus nigra* A., VIII Reunión Bioclimatología C.S.I.C., Zaragoza, 12-128.
- Creus, J., Montserrat, J., Fernández, A., Martí, C.; 1990. *Evolución ecológica durante el Holoceno y climática del último milenio en el área mediterránea española*. Informe Lucdeme-Icna, 450 p.
- CREUS, J.; 1991. *Tendencia secular de la temperatura de mayo en el Pirineo Oriental*. Notes de G. Física, Universidad de Barcelona, 20-21, 41-49 p.
- CREUS, J.; GÉNOVA, M., FERNÁNDEZ, A. y PÉREZ, A.; 1992. *New dendrochronologies for Spanish Mediterranean zone*. In: Bartholin et al eds. *Proceedings of the International Dendrochronological Symposium*. Lunqua, 34, 76-78.
- DRAPER, N. & SMITH, H.; 1981. *Applied regression analysis*. Jhon Willey and Sns.
- ELENA, R. y SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 1991. Los pinares españoles de *Pinus nigra* Arn. Una síntesis ecológica. *Monografías Inst. Nac. Invest. Agrar.*; 81: 5-110.
- FERNÁNDEZ, A., GÉNOVA, M., CREUS, J. y GUTIÉRREZ, E.; 1993. *Estudio fitoclimático de la serranía de Cuenca en los últimos 300 años*. Actas del Congreso Español de Lourizán, I, 93-98.
- FRITTS, H.; 1976. *Tree rings and climate*. Academic Press, London, 567 p.
- GAUSSEN, H.; 1949. *L'influence du passé dans la repartition des gymnospermes de la péninsule Ibérique*. XVI Congrès Int. Géol. Lisboenne.
- GÉNOVA, R.; 1987. *Análisis y significado de los anillos de crecimiento de dos especies forestales: Pinus uncinata y Pinus sylvestris en la península Ibérica*. Facult. Biol. Univ. Barcelona, 491 p.
- GÉNOVA, M., FERNÁNDEZ, A. y CREUS, J.; 1993. Diez series medias de anillos de crecimiento en los sistemas Carpetano e Ibérico. *Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales*. Vol 2 (2), 151-172.
- GÉNOVA, M.; 1994. *Dendroecología de Pinus nigra Arnold. subsp. salmannii (Dunal) Franco y Pinus sylvestris L. en el Sistema Central y en la Serranía de Cuenca (España)*. Tesis Doctoral Inédita, Universidad Autónoma de Madrid.
- GORDON, J. & LARSON, P.; 1968. The seasonal course of photosynthesis, respiration and distribution of ^{14}C in young *Pinus resinosa* trees as related to wood formation. *Pl. Physiol.*, 43, 1617-1624.
- GUTIÉRREZ, E.; 1986. *Dendrocronología de Fagus sylvatica, Pinus uncinata y Pinus sylvestris en Catalunya*. Facul. Biol. Univer. Barcelona, 478 p.
- PÉREZ ANTELO, A.; 1993. *Dendrocronología de Quercus petraea, Quercus Pyrenaica W. y Quercus robur L., sus nothotaxones y Castanea sativa M. en Galicia*. Fac. Biol. Univ. Auton. Madrid, 483 p.
- REGATO, P., ELENA, R. y SÁNCHEZ PALOMARES, O.; 1991. Estudio autoecológico comparativo de *Pinus nigra* sbsp. *salzmannii* de la península Ibérica y otras subespecies de la región circummediterránea. *Investigación Agraria*, 0, 49-59.
- RICHTER, K.; 1988. *Dendrochronologische und dendroklimatologischeuntersuchungen und kiefern (pinus ssp) in Spanien*. Tesis doctoral, Univ. Hamburgo, 298 p.
- RIVAS MARTÍNEZ, S.; 1986. *Mapa de series de vegetación de ICONA*. Instituto para la Conservación de la Naturaleza. Madrid.
- VALLE, F.; GÓMEZ, F., MOTA, J. y DÍAZ DE LA GUARDIA, C.; 1989. *Parque natural de Cazorla, Segura y las Villas, Guía botánico-ecológica*. E. Rueda, Madrid, 354 p.
- WILLKOMM, M.; 1886. *Die vegetation der Erde Y. Grundzüge der Pflanzenverbreitung auf der Iberische Halbinsel W. Engelmann*. Verlag. Leipzig.