

Conservación y caracterización de poblaciones de tejo

C. Fernández*
D. López*
N. Alonso*
M. Toribio*
J. Alegre*

Características de la especie, propiedades, historia y situación actual

El tejo se encuentra en franca regresión. Los pequeños bosques y manchas que forma esta especie son cada vez menores y están cada vez más aislados. En algunas zonas donde existió una tejeda, sólo queda un nombre local, un topónimo, que atestigua que allí crecieron los tejos. Nombres como Sierra Tejeda, Arroyo de los Tejos o Barranco del Teix son frecuentes en la geografía española, en lugares donde ya no es posible encontrar ni un solo ejemplar de este árbol. Otro ejemplo de la situación que atraviesa la especie lo tenemos en el municipio madrileño de Patones. Se sabe que en esta localidad hubo tejos en un pasado reciente, y existe un texto que así lo atestigua. Sin embargo, tras un exhaustivo trabajo de campo realizado recientemente por miembros de ARBA (Asociación para la Recuperación del Bosque Autóctono), hoy se puede afirmar que el tejo se ha extinguido completamente en los alrededores de Patones. En muchos otros lugares se conservan solamente unos pocos individuos aislados y su desaparición total únicamente ha sido evitada por la gran longevidad de una especie que se encuentra en muchas regiones al borde de su desaparición.

Sin duda, la conservación de las especies vegetales tiene importancia desde un punto de vista ecológico. Este hecho, en sí mismo, justificaría los esfuerzos des-



Detalles de la corteza del tejo y de la brotación sobre madera vieja en el tronco y las ramas

arrollados para lograr la conservación del tejo. Pero además, la desaparición de cualquier especie representa una pérdida de recursos que en muchos casos permanecen inexplorados. El tejo es un buen ejemplo en este sentido. Hasta hace muy pocos años era un árbol apreciado, fundamentalmente, por la calidad de su madera y por su valor ornamental. La situación cambió radicalmente en el año 1971, cuando se identificó en el tejo un compuesto con actividad anticancerígena (el taxol) que convirtió a esta especie en la única fuente de un fármaco ampliamente utilizado en el tratamiento de algunos tipos de cáncer. El descubrimiento del taxol ha dado lugar, en algunos países, a una erosión aún mayor de las poblaciones de tejo, pero descubrimientos como éste también han contribuido a despertar el interés en la conservación del tejo, y en general sobre la necesidad de conservar los recursos naturales.

Taxonomía y descripción

El tejo es una gimnosperma que se encuadra en una familia de plantas muy antigua, las taxáceas. Tiene cierta similitud con las coníferas, otra familia de gimnospermas a la que pertenecen los pinos, abetos, cedros, etc. Sin embargo las ta-

xáceas se distinguen de las coníferas en que su madera y sus hojas no tienen canales resiníferos y en que sus semillas no se encuentran dentro de conos (las piñas), sino que aparecen rodeadas por una envoltura carnosa que les da aspecto de baya.

En la actualidad el género *Taxus* agrupa varias especies muy semejantes entre sí, que se distinguen por su origen geográfi-



Detalles de las hojas y frutos del tejo. En la imagen de la derecha se aprecia la coloración más pálida en la parte posterior de las hojas

* Dirección General de Agricultura. Consejería de Economía e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Madrid.



En la imagen inferior se puede ver la semilla en el interior del arilo

co más que por sus características morfológicas. Algunos de los parientes del tejo europeo (*Taxus baccata* L.) son: el tejo japonés (*Taxus cuspidata* Siebold y Zucc.), el tejo americano (*Taxus canadensis* Marshall) y el tejo del Pacífico (*Taxus brevifolia* Nutt.), característico del oeste de los EE.UU.

El porte o aspecto externo del tejo es bastante variable dependiendo de las condiciones ambientales en las que se desarrolle. En condiciones óptimas de crecimiento son árboles que pueden alcanzar los 15-20 metros de altura, aunque en muchas situaciones sólo adquieren un porte arbustivo. La copa puede ser muy ancha o cónica. La corteza es pardo gri-



Se puede observar el efecto del ramoneo sobre plantas de tejo jóvenes (Puerto de Canencia)

sácea en su parte externa, rojiza en el interior, y se desprende en tiras. Los tejos tienen una gran capacidad para emitir brotes en el tronco y en las ramas, lo que da lugar, con frecuencia, a una ramificación enmarañada y confusa.

Las hojas son lineares, planas o un poco enrolladas en los bordes. Su color es verde intenso, oscuro por el haz y algo más pálido por el envés. Su disposición en las ramillas es helicoidal, aunque en apariencia forman dos filas insertas a lo largo de las mismas. Las hojas del tejo son persistentes y muy longevas, pudiendo permanecer sobre el árbol hasta ocho años antes de desprenderse.

El tejo comienza a florecer a los 20 años de edad, aproximadamente. La floración se produce a finales de invierno o principios de primavera. Es una especie dioica, es decir, existen individuos que sólo tienen flores masculinas (árboles macho) e individuos que sólo tienen flores femeninas (árboles hembra).

Tanto las flores masculinas como las femeninas son pequeñas y poco llamativas. Las flores masculinas aparecen en las axilas de las hojas, son globosas y de color amarillento. Las flores femeninas aparecen solitarias en el extremo de un pequeño eje axilar revestido de brácteas, lo que hace que tengan el aspecto de yemas escamosas. Una vez fecundadas, las flores femeninas se transforman en frutos que resultan muy vistosos cuando alcanzan su madurez a finales de verano o en otoño. La parte externa del fruto, denominada arilo, es carnosa, de color rojo brillante, de consistencia mucilaginoso, de sabor dulce y envuelve una sola semilla.

El tejo es una planta muy tóxica para el hombre y, en general, para los animales monogástricos.

Un caballo puede morir tras ingerir 200 gr. de hojas de tejo. Su toxicidad se debe a un alcaloide, la taxina, que está presente en todas las partes de la planta salvo en la parte roja y carnosa del fruto, el arilo. Sin embargo, los rumiantes pueden consumir cantidades elevadas de tejo sin que aparezca ningún síntoma de toxicidad, las vacas y las cabras, por ejemplo, ramonean habitualmente las plantas adultas de tejo. Cuando el pastoreo es intenso no es posible la regeneración natural de las tejedas, ya que el ganado consume los plantones procedentes de la germinación de semillas y, además, el crecimiento de los árboles jóvenes se ve muy limitado.



Grupo de tejos en un bosque de pino silvestre (Puerto de Canencia)

Origen del nombre en latín

El tejo europeo recibe la denominación latina de *Taxus baccata* L. Según algunos autores, el nombre del género, *Taxus*, procede del griego *taxis* (hiler), haciendo referencia a la disposición de sus hojas, que parecen estar insertas en dos filas a lo largo de las ramillas. Según otros autores, el nombre procede del griego *toxikon* (veneno), haciendo referencia a las características venenosas del árbol. Por último, otros autores sostienen que procede del griego *taxon*, que significa arco, y que hace referencia al amplio uso de la madera de tejo para la fabricación de estas armas. El nombre de la especie, *baccata*, deriva del latín *bacca* (baya) y hace referencia a sus frutos carnosos, aunque, en sentido estricto, éstos no son verdaderas bayas.



Individuo de tejo creciendo aislado a orillas del río Manzanares (Parque Regional de la Cuenca Alta del Manzanares)

Área de distribución y hábitat del tejo europeo

El área de distribución natural de esta especie comprende Europa, Azores, Madeira, Norte de África (Marruecos y Argelia) y Asia occidental (Turquía e Irán). Por tanto crece, de forma natural, en un territorio muy amplio. Suele aparecer en enclaves dispersos formando manchas o pequeños grupos de unos pocos individuos en masas boscosas dominadas por otras especies. Convive con robles, encinas, quejigos, hayas, pinos, abetos, pinos, cedros, arces, abedules, acebos y sabinas y, al menos en la actualidad, prácticamente no forma verdaderos bosques.

En las regiones del sur de Europa es ante todo una especie característica de lugares umbríos y frescos. Crece, fundamentalmente, en barrancos, hoces y laderas sombreadas de las regiones de montaña, principalmente sobre terrenos calizos y profundos. Sin embargo, pueden encontrarse tejos tanto en la montaña como en el llano, en toda clase de exposiciones y localizaciones, incluso en terrenos rocosos creciendo entre las grietas de las piedras.

En la Comunidad de Madrid su área natural de distribución comprende prácticamente todas las sierras del norte y el oes-

te. Existen pequeñas poblaciones de tejo, entre otros lugares, en el alto Manzanares, en el valle de la Fuenfría, en Miraflores de la Sierra, en la dehesa de Somosierra y en Montejo de la Sierra.

Crecimiento y longevidad

El tejo es una planta de desarrollo muy lento. Como es lógico, su velocidad de crecimiento varía con la fertilidad del suelo y las condiciones ambientales. Para las condiciones de Inglaterra, se considera que el perímetro del tronco aumenta en 23 cm cada 30 años. Es, tal vez, la especie más longeva de los bosques europeos, o al menos es tan longeva como la que más. En cualquier caso resulta muy complicado determinar con exactitud la edad de los tejos, debido a la dificultad para contar sus anillos de crecimiento. Suele decirse que el tejo es un árbol sin edad.

En Europa se conservan aún tejos de notables dimensiones: en Inglaterra hay varios ejemplares con troncos de casi cinco m. de diámetro a los que se les calcula una edad de 600 a 700 años. Posiblemente los ejemplares más antiguos de tejo en el continente europeo se encuentren en Escocia y en la Provenza francesa, don-

de existen ejemplares a los que se les atribuye una edad de 2.000 años. En España es notable por su tamaño un tejo existente en un jardín de Puente deume y por su porte piramidal algunos de los tejos del valle de las Batuecas y de la provincia de Gerona. Los ejemplares más notables de la Comunidad de Madrid están sometidos a un régimen especial de protección y figuran en el Catálogo de Árboles Singulares, editado por la Consejería de Medioambiente (ver Tabla 1). Entre ellos, el Tejo del Sestil del Maíllo y el Tejo del Arroyo Barondillo, con perímetros del tronco de nueve metros, pueden considerarse entre los árboles de mayor edad de Europa. El tejo del Real Jardín Botánico destaca por su altura (17 m), aunque se trata de un ejemplar muy joven que solamente tiene unos 100 años de edad.

Usos y tradiciones

Desde los tiempos más antiguos, los tejos han sido considerados árboles sagrados y temibles. Sagrados a causa de su permanente verdor y longevidad, por lo que se les consideraba un símbolo de vida eterna, y temibles, por su toxicidad y su follaje oscuro y sombrío. Fueron árbo-



Tejo centenario del valle de la Fuenfría, con un tronco principal muy envejecido y troncos más jóvenes que brotan de su base

Tabla 1. Tejos singulares de la Comunidad de Madrid

Denominación	Término Municipal	Altura	Diámetro de la copa	Perímetro del tronco a 1,3 m
Tejo del Sestil del Maillo	Canencia	8 m	12 m	9 m
Tejo de La Senda	Canencia	10 m	15 m	4,1 m
Tejo del Real Jardín Botánico	Madrid	17 m	15 m	2,4 m
Tejo del Campo del Moro I	Madrid	15 m	14,5 m	1,7 m
Tejo del Campo del Moro II	Madrid	15 m	10 m	2,1 m
Tejo del Arroyo del Chivato	Manzanares el Real	8,5 m	7 m	3,5 m
Tejo del Hueco de las Hoces	Manzanares el Real	12 m	12 m	1,6 y 3,6 m
Tejo del Arroyo de los Hoyos	Manzanares el Real	14 m	18 m	3,2 m
Tejo de El Chaparral I	Montejo de la Sierra	12 m	14 m	2,9 m
Tejo de El Chaparral II	Montejo de la Sierra	14 m	15 m	2,1 m
Tejo del Arroyo Barondillo	Rascafría	8 m	15 m	9.1 m
Tejo de la Roca	Rascafría	9 m	10 m	1,25; 1,3 y 5,4 m

les sagrados para los druidas, que creían que los tejos ahuyentaban a los duendes y a las brujas durante sus ceremonias sagradas. De hecho, los pueblos celtas construían sus templos y altares cerca de estos árboles sagrados, una costumbre que luego fue heredada por los primeros cristianos. Aún hoy es posible encontrar al pie de tejos centenarios algunas ermitas e iglesias que se edificaron en estos lugares mágicos, siguiendo la tradición celta.

Los tejos han sido muy apreciados por la calidad de su madera. La madera de tejo es de color rojizo con albura amarillenta, no tiene resina, es inodora, muy dura, densa, tenaz, muy resistente, sumamente duradera (imputrescible), elástica y puede ser curvada al vapor. Se tornea bien y acepta el pulimento. Por sus propiedades, y porque permite imitar al ébano, la madera de tejo fue muy utilizada por ebanistas y torneros. Por su flexibilidad y resistencia era la madera preferida para la fabricación de arcos, balistas, lanzas, picas (que los romanos llamaban *taxus*), empleándose también para realizar empuñaduras de puñales, ejes, husos, recipientes e instrumentos musicales. En relación con su durabilidad, se afirma que un poste de tejo dura tanto o más que uno de acero. Lo cierto es que algunos faraones eligieron la madera de tejo para construir sus sarcófagos 2.400 años antes de nuestra era, y aún hoy se conservan, como también se conservan herramientas y armas paleolíticas realizadas con madera de tejo.

Como planta ornamental, en el siglo XVII se descubrió la idoneidad de esta

especie para la poda, debido a la capacidad de rebrote de su madera, por lo que se extendió su uso en jardinería tanto para la formación de setos como para crear figuras geométricas recortadas (topiaria). Su resistencia a plagas, enfermedades, a la polución urbana, y el atractivo de sus frutos durante el otoño, cuyo color rojo vivo destaca sobre el verde oscuro de las hojas, hacen que sea una especie muy apreciada en jardinería. Para este fin se emplean general-

Uso medicinal

Desde tiempos remotos se ha sabido de la toxicidad y de las propiedades medicinales del tejo. Se afirma que los galos envenenaban sus flechas con "zummo" de tejo, y en el sexto libro de la Guerra de las Galias, Julio César relata que Cativolco, rey de un pueblo celta, se quitó la vida con "zummo" de tejo para no caer en poder de los romanos. La medicina tradicional de occidente atribuye a esta planta efectos emenagogo, pectoral, narcótico y abortivo; las tribus

El tejo contiene un compuesto con actividad anticancerígena (el taxol) convirtiéndolo en la única fuente de un fármaco ampliamente utilizado en el tratamiento de algunos tipos de cáncer

mente los híbridos del tejo europeo (*T. baccata*) y el tejo japonés (*T. cuspidata*), que se denominan *Taxus x media*. Dentro de este híbrido se puede elegir entre un gran número de variedades, que difieren entre sí en el porte del árbol, en las dimensiones de las hojas, en el color del follaje y en la tonalidad y dimensiones de los frutos. En la actualidad su uso como planta ornamental ha disminuido. Esto se debe, en parte, a las dificultades que presenta su propagación, pero sobre todo a la lentitud de su crecimiento que hace que el tejo tenga un coste de producción más elevado que el de otras especies que pueden cumplir las mismas funciones.

americanas usaban brebajes de tejo (*T. brevifolia*) para tratar el reumatismo, la fiebre y la artritis; y los japoneses empleaban las hojas de tejo (*T. cuspidata*) para tratar la diabetes y para inducir abortos.

En los últimos años, el tejo ha recobrado importancia como fuente de sustancias para uso medicinal. En 1958 el Instituto Nacional del Cáncer (NCI) de Estados Unidos inició un programa a largo plazo consistente en analizar 35.000 especies de plantas en busca de sustancias con actividad anticancerígena. Como parte de este programa, en 1962 se tomaron muestras de corteza, de hojas y de raíz del tejo del Pacífico (*T. brevifolia* Nutt.) y se mandaron al NCI para su evaluación.

Los extractos obtenidos a partir de estas muestras resultaron tener actividad anticancerígena en experimentos realizados *in vitro* con líneas celulares cancerosas. En 1971 se identificó la sustancia activa presente en los extractos de corteza de tejo y se denominó paclitaxel. Unos años más tarde se identificó su mecanismo de acción, que resultó ser distinto al de otras sustancias anticancerígenas utilizadas hasta entonces. El paclitaxel es efectivo contra el cáncer de ovario y también se utiliza para el tratamiento contra el cáncer de pulmón, bajo el nombre comercial de taxol.

Desde ese momento se comenzaron a talar árboles de tejo de forma masiva, con la finalidad de extraer el taxol a partir de su corteza. Éste es un proceso bastante ineficiente. Se obtienen de 0,1 a 0,2 g de taxol por kg de corteza de tejo que se procesa y, como promedio, un árbol de 100 años de edad produce tres kg de corteza. Se ha calculado que hace falta la corteza de seis árboles de cien años de edad para obtener la droga necesaria para el tratamiento de una paciente con cáncer de ovario durante un año.

La extracción del taxol a partir de la corteza implica la destrucción del árbol y, dado que la demanda de taxol excede la oferta, y que este problema se va a agravar en el futuro, se han comenzado a buscar alternativas para la obtención de taxol de forma más eficiente y sin generar la extinción definitiva de los tejos. En este sentido, se ha descrito la síntesis química del taxol, pero es tan compleja que, por el momento, no es económicamente rentable la producción comercial por este sistema. En la actualidad, un compuesto de actividad semejante a la del taxol (el paclitaxel) se está obteniendo mediante un procedimiento denominado de semisíntesis, consistente en transformar químicamente el precursor 10-deacetilbaccatin III, que puede obtenerse a partir de las hojas. Como material de partida se utilizan las hojas de varias especies del género *Taxus*, entre ellas el tejo europeo. Las hojas, al contrario que la corteza, se pueden recolectar sin destruir las plantas y suponen una fuente más rápidamente renovable de la droga. También se están investigando otras vías que permitan la síntesis continuada de taxol, de paclitaxel y otros taxanos relacionados, en condiciones biológicamente controladas, como

de este amplio periodo de tiempo, fueron convirtiendo al tejo en especie residual a la vez que favorecieron el desarrollo de otras especies, que hoy dominan las formaciones arbóreas, quedando el tejo relegado a pequeñas manchas dispersas. Esto explicaría su amplia distribución actual, en numerosos y pequeños núcleos relictivos dispersos en la mitad norte del planeta, sin que, en la mayoría de los casos, lleguen a formar bosques. Por tanto el declive del tejo obedece, en parte, a causas naturales, considerándose que es una especie que se encuentra en un periodo de regresión evolutiva. Sin embargo, este proceso de regresión natural, que se ha producido de forma lenta y paulatina durante muchos miles de años, está siendo acelerado de forma dramática por la actuación del hombre, y puede dar lugar a la desaparición definitiva de la especie en muchas regiones si no se adoptan medidas eficaces de protección.



Tejo singular del Hueco de las Hoces, en La Pedriza. Su tronco es doble, y su copa tiene 12 m de diámetro

el cultivo *in vitro* de células y tejidos vegetales o su obtención a partir de ciertos microorganismos, con y sin empleo de técnicas de transformación genética.

Motivos por los que es una especie en regresión

Los cinco géneros que constituyen en la actualidad la familia de las taxáceas derivan de la especie fósil *Paleotaxus rediviva*, de la que se han encontrado restos en sedimentos del Triásico con una antigüedad de 200 millones de años. La aparición de las especies actuales de tejo es más reciente. Los tejos debieron ser especies muy abundantes durante el Pleistoceno, el periodo de las glaciaciones cuaternarias. Los estudios de polen fósil indican que en esta época, el tejo, estaba ampliamente distribuido en Europa y, muy posiblemente, era una especie fundamental en los bosques. Los cambios ocurridos en las condiciones climáticas, a lo largo

El proyecto IMIA FP00-03-AG "Caracterización de poblaciones madrileñas de tejo (*Taxus baccata* L.) en base a sus contenidos en taxanos y capacidades morfogénicas". Medidas de conservación.

En las actuales condiciones ambientales el tejo compete mal con otros árboles y se considera que se encuentra en un periodo de declive evolutivo. Las exigencias de humedad edáfica, la lentitud de su crecimiento, las bajas tasas de germinación de sus semillas y la existencia, en esta especie, de pies masculinos y pies femeninos influyen negativamente en su capacidad de adaptación.

La floración de los tejos se produce con regularidad pero no siempre está asegurada la formación de semillas. Para que esto suceda es necesario que los árboles masculinos estén lo bastante cerca de árboles femeninos como para que se pueda llevar a cabo la polinización, producida por el viento. Como las poblaciones de te-

jo están cada vez más aisladas unas de otras, y en muchos casos están representadas por uno o unos pocos individuos, la reproducción de la especie se ve muy dificultada.

Por otra parte el tejo mantiene un follaje denso y verde durante todo el año lo que le convierte en refugio y alimento invernal de numerosas especies animales. Aves, roedores y pequeños carnívoros consumen sus frutos, y los rumiantes (ciervos, corzos, cabras, vacas...) ramonean las hojas que quedan a su alcance. Las pocas semillas de tejo que logran germinar dan lugar a plantas que se desarrollan muy lentamente y son consumidas por los rumiantes tanto domésticos como salvajes. Esto contribuye, también, a que la regeneración natural del tejo es sumamente escasa y a que no aparezcan nuevos árboles, capaces de garantizar la persistencia de las poblaciones a largo plazo.

El proceso de regresión natural, al que parece sometido el tejo, ha sido intensamente acelerado por la acción del hombre. La corta del tejo y la explotación de su madera relegó la especie a pequeños enclaves prácticamente inaccesibles, hasta el punto de que ha sido necesario establecer normas de protección de ámbito europeo, nacional y autonómico. Entre las medidas de tipo legal adoptadas cabe destacar que la Directiva Comunitaria Hábitats (CE, 92/43) considera las tejedas como hábitat prioritario a conservar, "...por ser bosques muy viejos y escasos a nivel europeo y mundial...". En la Comunidad de Madrid, el tejo está protegido por el Decreto 1/3/85, la Ley 14/2/91 y el Decreto 26/3/92. Se incluyó entre las especies vegetales amenazadas, y está prohibido su arranque, corta, recogida o desenraizamiento, así como el corte de sus ramas o cualquier actuación que pueda contribuir al deterioro de la especie.

Las acciones encaminadas a lograr la conservación de especies vegetales, ya sean acometidas por organismos oficiales o por organizaciones no gubernamentales, persiguen como mínimo el mantenimiento de los recursos existentes, es decir la conservación de las poblaciones naturales que aun perduran. Esta es la finali-

dad con la que se dictan las normas de protección que, generalmente, suelen ir acompañadas con el inventario y catalogación de las poblaciones, con limitaciones en la explotación y el uso forestal y con la ejecución de repoblaciones. Es lo que se denomina conservación "*in situ*". Por otra parte en algunos programas de conservación se contempla también la creación y el mantenimiento, de colecciones de material vegetal que permitan preservar genotipos y complejos genéticos fuera de su lugar de origen. Esto se reali-

ción de la población rural y los cambios en el uso del suelo están produciendo un incremento notable en masas forestales formadas por especies consideradas, en muchas zonas, relicticas. Este es el caso del acebo, del haya o del abedul que están mostrando una elevada capacidad de regeneración natural. Desgraciadamente no sucede lo mismo con el tejo. Su escasez, su aislamiento y la falta de regeneración le convierten en una especie sumamente vulnerable. En la Comunidad de Madrid existen poblaciones de tejo con



En la imagen de la izquierda se observan brotes epicórmicos, formados a partir de la madera vieja. En la imagen de la derecha se muestra una estaquilla recién enraizada

za mediante la creación de reservas de semillas (bancos de germoplasma) o mediante el establecimiento de plantaciones de individuos idénticos a los de las poblaciones de origen, obtenidos mediante técnicas de propagación vegetativa (bancos clonales). Uno de los objetivos de esta conservación, "*ex situ*", es garantizar la reposición de las poblaciones en su lugar de origen asegurando para el futuro una distribución espacial y una diversidad genética cuando menos semejantes a las actuales, aunque algún accidente, por ejemplo un incendio, las destruyese.

En los últimos años, con el abandono de actividades agrícolas y ganaderas, ha disminuido la presión ejercida sobre terrenos de vocación forestal. La disminu-

riesgo de desaparición, con lo que ello supone en cuanto a erosión de recursos fitogenéticos. Con el fin de preservarlas, en la primavera de 2000, el Instituto Madrileño de Investigación Agraria y Alimentaria (IMIA), perteneciente entonces a la Consejería de Medio Ambiente, inició un proyecto de investigación que incluye entre sus objetivos la conservación "*ex situ*" y la caracterización de poblaciones madrileñas de tejo (Proyecto FP00-03AG).

Se emplea una metodología de trabajo habitual en programas de esta naturaleza que incluye:

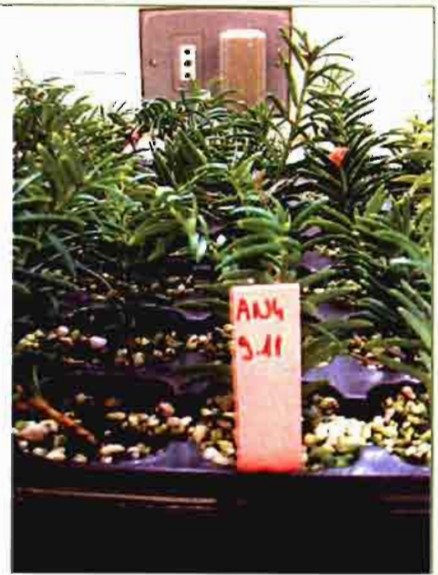
1. La recolección de material vegetal en las poblaciones naturales, identificando y etiquetando cada uno de los individuos de los que se toma el material.



2. La clonación de cada uno de los individuos empleando técnicas tradicionales de propagación vegetativa (estaquillado).
3. El cultivo en vivero de los clones.
4. El establecimiento en campo de bancos clonales con material identificado y caracterizado.

En la actualidad disponemos de 31 clones de tejo procedentes de siete poblaciones distintas, que se cultivan en nuestro vivero. Al mismo tiempo que se realiza este trabajo, de conservación, se han iniciado estudios de caracterización. En este sentido hemos llevado a cabo un estudio de los factores que afectan al desarrollo de raíces en estacas de tejo procedentes de poblaciones naturales.

La mayor parte de la información disponible sobre la propagación vegetativa del tejo procede de estudios que abordan el tema desde el punto de vista de la producción de planta ornamental. Por tanto, son estudios realizados sobre variedades comerciales de tejo, es decir sobre un material muy homogéneo tanto desde el punto de vista de sus condiciones de desarrollo (plantas madres some-



La imagen de la izquierda muestra el aspecto de las instalaciones de propagación. En la imagen de la derecha una bandeja con estaquillas de tejo durante el proceso de enraizamiento

nes naturales y el mantenimiento de un alto grado de diversidad genética.

Para estudiar la capacidad de enraizamiento del tejo se emplearon algo más de 4.000 estaquillas. De ellas, cerca del 90 % eran estaquillas con un pequeño talón que procedían de brotes jóvenes

las hojas del tercio inferior y se aplicó un tratamiento inductor del enraizamiento con AIB a una concentración de 5.000 ppm. El estaquillado se efectuó en un invernadero con ambiente controlado en el que la humedad relativa se mantuvo próxima al 80 %, y la temperatura entre 25 y 30° C. El periodo de enraizamiento tuvo una duración de seis meses.

Cuando el estaquillado se realizó en primavera, de media, enraizaron el 21 % de las estaquillas de talón tomadas de cada individuo. En el otoño, que es una época más favorable para el enraizamiento del tejo, se obtuvo un enraizamiento medio individual del 50 %.

Tanto en otoño como en primavera los resultados variaron ampliamente en función de la población de origen del material (ver Tablas 2 y 3). Los porcentajes de enraizamiento obtenidos con estaquillas de talón, en primavera, oscilaron entre el cinco por ciento para población AP y el 38 % para la población AT, en otoño, los porcentajes oscilaron entre el 32 % de la población AN y el 89 % de la población MS.

La capacidad de formar raíces está asociada a la población de origen del material y la época del año, pero existen también notables diferencias entre individuos dentro de una misma población. Por ejemplo, en la **Tabla 1** puede observarse que en primavera para la pobla-

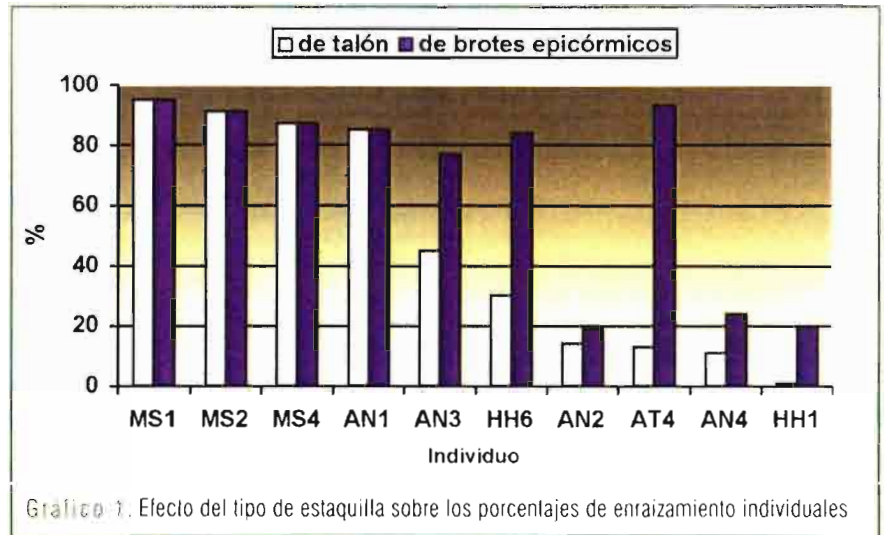
Fueron árboles sagrados para los druidas, que creían que los tejos ahuyentaban a los duendes y a las brujas durante sus ceremonias sagradas

tidas a condiciones especiales de cultivo o material juvenil cultivado en vivero), como desde el punto de vista genético (cada variedad es un clon formado por material genéticamente idéntico y seleccionado, entre otras características, por su elevada capacidad de enraizamiento). Son trabajos en los que no se aborda el estudio de factores que como el lugar de origen del material, la edad de los árboles o su genotipo no tienen interés, ya que no afectan a la producción comercial de planta con fines ornamentales. Sin embargo, la influencia de estos factores no puede evitarse cuando lo que se pretende es la conservación de poblacio-

tomados de las ramas bajas de los árboles, y el resto eran estaquillas realizadas a partir de un tipo especial de brotes que se origina en la madera vieja, y que reciben el nombre de brotes epicórmicos. El material se recolectó durante el año 2000, en dos épocas distintas. La primera recolección se realizó en la primavera, durante el mes de mayo, y la segunda en el otoño, durante el mes de noviembre. La recolección de este material fue supervisada por la Dirección General del Medio Natural, y para llevarla a cabo se contó con la inestimable colaboración de los agentes forestales. En ambos tipos de estaquilla se eliminaron

ción AN enraizaron, de media, el siete por ciento de las estacas que se tomaron de cada árbol, si bien hubo árboles para los que no se obtuvo ninguna estaca enraizada mientras que en otros la tasa de enraizamiento fue del 20 %. En otoño (Tabla 3) para los mismos individuos de la población AN se obtuvieron tasas de enraizamiento del 12% y del 72 % respectivamente. A este nivel individual, uno de los factores que parece relacionado con la capacidad de enraizamiento de los tejos es el sexo del árbol. Para los machos se obtuvieron, tanto en primavera como en otoño, tasas de enraizamiento que fueron casi el doble de las obtenidas para las hembras. No se apreció sin embargo un efecto importante de la edad de los árboles. Los resultados obtenidos con individuos centenarios o con individuos muy jóvenes no resultaron significativamente distintos.

Para individuos con capacidad de enraizamiento elevada, superior al 80 %, el empleo de uno u otro tipo de estacilla (ver Gráfico 1) no dio lugar a diferencias significativas en las tasas de enraizamiento. Sin embargo para los árboles con baja capacidad de enraizamiento la utilización de brotes epicórmicos, para la elaboración de las estaquillas, incre-



mentó las tasas de enraizamiento de forma muy notable.

En esta fase del proyecto se ha creado "ex situ" una colección de material clonal, identificado, procedente de diferentes poblaciones de tejo de la Comunidad de Madrid. Se ha detectado un efecto muy notable de la población y el genotipo de la planta donante sobre la capacidad de enraizamiento, lo que resulta interesante para el desarrollo posterior de programas de reforestación que utilicen el estaquillado como vía de propagación. En este sentido se deberá

ser muy cuidadoso en el control de las procedencias individuales durante el proceso de propagación para evitar que las plantas obtenidas, para repoblación, procedan mayoritariamente de un número muy limitado de individuos, lo que daría lugar al empleo de material con escasa diversidad genética. Por último, el empleo de brotes epicórmicos puede resultar especialmente interesante en la propagación de individuos recalcitrantes, ya sea para ejecutar trabajos de repoblación o para el establecimiento "ex situ" de setos con material de características juveniles, que permitan obtener tasas de multiplicación aceptables.

Tabla 2. Estaquillado de primavera. Valores medio, máximo y mínimo de los porcentajes de enraizamiento obtenidos para los árboles de cada una de las poblaciones, empleando estaquillas de talón.

Población	Número de árboles	Porcentaje de enraizamiento individual		
		Medio	Máximo	Mínimo
AP	5	5	12	0
AN	3	7	20	0
FG	4	21	64	4
HT	6	27	71	1
AT	5	38	75	12

Tabla 3. Estaquillado de otoño. Valores medio, máximo y mínimo de los porcentajes de enraizamiento obtenidos para los árboles de cada una de las poblaciones empleando estaquillas de talón

Población	Número de árboles	Porcentaje de enraizamiento individual		
		Medio	Máximo	Mínimo
AP	5	46	70	29
AN	5	32	86	6
FG	5	42	61	17
MS	4	89	98	85
AT	3	47	52	39

Los autores, agradecen la colaboración del Servicio de Guardería Forestal y de la Asociación para la Recuperación del Bosque Autóctono (ARBA) en la localización y muestreo de las poblaciones de tejo y en especial desean agradecer a D. Alfredo Cuevas su dedicación y profesionalidad durante los trabajos de propagación y de mantenimiento de las colecciones. Celia Fernández coordina el proyecto IMIA FP00-03AG: "Caracterización de poblaciones madrileñas de tejo (*Taxus baccata* L.) en base a sus contenidos en taxanos y propiedades morfogénicas". Para más información consultar la obra de S. Cortés, F. Vasco y E. Blanco: "El libro del tejo (*Taxus baccata* L.). Un proyecto para su conservación" editado recientemente por ARBA, y el trabajo de Alegre et al. "Conservación y caracterización de poblaciones de *Taxus baccata* L. en la Comunidad de Madrid. Primeros resultados sobre su capacidad de enraizamiento". III Congreso Forestal Español.