

## CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS DE LAS FRONDOSAS NOBLES EN ESPAÑA

**J. FERNÁNDEZ LÓPEZ<sup>1</sup>, R. DÍAZ VÁZQUEZ<sup>1</sup>, M. A. COGOLLUDO AGUSTÍN<sup>1</sup>, S. PEREIRA LORENZO<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Investigacións Forestais de Lourizán, Dpto. de Producción Forestal, Xunta de Galicia. Apdo. 127. 36080 Pontevedra

<sup>2</sup> Escola Politécnica Superior da Universidade de Santiago de Compostela

fina@inia.es

### RESUMEN

Los principales problemas de conservación de las frondosas nobles son la corta selectiva de los mejores ejemplares, la utilización en plantaciones forestales de semillas procedentes de variedades de fruto y la introducción de variedades cultivadas en las poblaciones silvestres. La delimitación de regiones de procedencias, el establecimiento de recomendaciones de uso de los materiales de reproducción unidos con el fomento de la plantación, son medidas prioritarias en el establecimiento de una estrategia de conservación. Se enumeran las ventajas e inconvenientes de los métodos de conservación *in situ* y *ex situ* para las especies consideradas. Se recomienda la conservación *ex situ* en las áreas en las que las poblaciones están muy mermadas en su variabilidad o bien en áreas en las que es interesante realizar mejora de los materiales de reproducción.

**PALABRAS CLAVE:** Frondosas nobles  
Conservación de recursos  
España

### INTRODUCCIÓN

Durante la última reunión del grupo de Frondosas Nobles de EUFORGEN, celebrada en Gmunden (Austria) en septiembre de 1999, se elaboraron unas recomendaciones técnicas para el desarrollo del programa de conservación de los recursos genéticos de estas especies (Turok, 2000), que se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- La definición de regiones de procedencia y el fomento de la reforestación utilizando materiales de reproducción locales.
- La promoción de medidas selvícolas en rodales manejados, con el objetivo de fomentar la regeneración de frondosas nobles.
- La creación de una red europea de conservación dinámica para cada especie de interés, formada por unos 30 rodales *in situ* o *ex situ*.

- Se recomienda la conservación estática *ex situ* en bancos de germoplasma de propagación vegetativa, crioconservación de tejidos o en bancos de polen, sólo cuando se producen pérdidas de poblaciones debido a una mortalidad elevada.
- Es conveniente difundir conjuntamente la conservación de variedades de fruto y de las poblaciones silvestres para las especies *Castanea sativa* y *Juglans regia* aunque los métodos de conservación a utilizar sean diferentes.
- El establecimiento de mecanismos periódicos de seguimiento de las poblaciones.

Este artículo sobre conservación de frondosas nobles tiene como objetivo plantear las líneas de actuación para el establecimiento en España de una estrategia de conservación de frondosas nobles. Se consideran especialmente el castaño, nogal, cerezo y olmo por ser especies de las que ya existen actividades de conservación ligadas a programas de mejora genética.

## ESPECIES CONSIDERADAS

La red de frondosas nobles de EUFORGEN comprende cerca de treinta especies de árboles y arbustos caducifolios (Eriksson, 2000). Gran parte de estas especies se encuentran en España, por lo que entre dos y cuatro poblaciones españolas de cada especie formarán parte de la red europea. Algunas especies de la red europea no se encuentran en España (*Alnus cordata*, *Acer lobelii*, *Carpinus betulus*, *Ulmus canescens* y *U. laevis*). Al contrario, algunas especies no incluidas en la relación europea se encuentran en España (*Acer opalus*, *A. monspesulanum*, *Fraxinus ornus* o *Sorbus chamaespilus*) y es conveniente considerar si es interesante incluirlas en la estrategia española.

La delimitación de Regiones de Procedencia, Zonas Semilleras o de RIUS, unido al establecimiento de recomendaciones de uso de los materiales de reproducción y el fomento de la reforestación, son medidas con una finalidad fundamentalmente conservadora que tienen como objetivo garantizar la adaptación de las poblaciones a las condiciones ecológicas del medio en el que se plantan.

La delimitación de Regiones de Procedencia de las frondosas nobles no se ha realizado en España, pues la comercialización de los materiales forestales de reproducción de estas especies no ha estado regulada en España hasta la reciente aprobación de la Directiva del Consejo de la UE (Diario oficial de las Comunidades Europeas, 2000). Para el desarrollo de la Directiva en España, que se realizará pronto, será necesario delimitar las regiones de procedencias de todas las especies incluidas en su anexo I, que son *Castanea sativa*, *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula* y *B. pubescens*, *Fraxinus excelsior* y *F. angustifolia*, *Prunus avium* y *Tilia cordata*. Las especies no incluidas en la directiva son *Acer campestre*, *A. platanoides*, *Juglans regia*, *Malus sylvestris*, *Pyrus pyraeaster*, *Sorbus aria*, *S. aucuparia*, *S. torminalis*, *Ulmus glabra* y *U. minor*.

Las unidades básicas a utilizar en la planificación del uso de los recursos genéticos de las frondosas nobles pueden ser las Regiones de Identificación y Utilización (RIUS) (García del Barrio *et al.*, 2000), que en el caso de las especies reguladas en la Directiva Europea se pueden hacer equivalentes a Regiones de Procedencia. En general, las especies que estamos considerando no forman masas puras y pocas veces se encuentran en rodales, por lo que sus materiales de reproducción serán Fuentes Semilleras de la categoría de Mate-

riales Identificados. Un buen método para incrementar la diversidad genética de las nuevas plantaciones, considerado en la Directiva Europea, es mezclar semillas de diferentes Fuentes Semilleras procedentes de la misma Región de Procedencia.

La previsión del fomento masivo de plantaciones de protección de márgenes de ríos, por parte del Plan Hidrológico Nacional, anima a que el establecimiento de regiones de procedencia y de recomendaciones de uso de materiales de reproducción de *Alnus glutinosa*, *Betula sp.* y *Fraxinus sp.*, sean realizados a corto plazo.

### **Castaño**

El castaño es un especie rara en los bosques mixtos de frondosas con *Quercus robur* o *Q. pyrenaica* como especie principal. Sin embargo, ha sido y es ampliamente utilizada en plantaciones monoespecíficas destinadas a la producción de madera, fundamentalmente en monte bajo de alta densidad, y en castañares injertados, destinados a la producción de fruto o de fruto y madera. El interés económico del castaño ha llevado a su expansión tanto dentro del área de distribución como fuera de ella. Además, durante las últimas décadas, se ha producido un incremento de las poblaciones de castaño por regeneración natural, como consecuencia de la disminución del pastoreo y de las rozas y debido al abandono de tierras agrarias, especialmente en condiciones de clima atlántico.

El castaño silvestre se encuentra en poblaciones muy diferentes en cuanto a su origen y dinámica. Se podría pensar que el castaño, presente como especie rara en las masas mixtas de frondosas, es el que se ha mantenido más alejado de la influencia humana y podría, por tanto, representar mejor al castaño autóctono. Por otra parte, el monte bajo, regenerado por brotes de cepa después de cada corta durante sucesivas rotaciones, es un recurso genético muy estancado en su evolución, debido a la falta de recombinación, al no producirse propagación por semilla, y a la escasa presión de la selección natural en los brotes de cepa. Finalmente, las poblaciones de monte alto tienen más posibilidades de evolución; sin embargo, el buen rebrote de cepa del castaño, a cualquier edad, hace inevitable que el castañar sea finalmente una mezcla de fustal de cepa con regeneración natural de semilla (Elorrieta, 1949).

La variabilidad genética de las poblaciones de monte alto y de monte bajo está a su vez muy condicionada por el origen de las semillas de las que proceden, ya que si proceden de variedades injertadas, en vez de semillas de poblaciones silvestres, la variabilidad de las nuevas poblaciones puede ser mínima debido a ese cuello de botella fundacional.

La domesticación del castaño ha consistido en la selección de árboles productores de castañas de buenas características y su propagación clonal por injerto. Es un proceso antiguo que pudo haber ocurrido simultáneamente en la mayor parte de las áreas de castañar (Bruneton, 1984). Aunque la mayor parte de los cultivares fueron seleccionados por la calidad de la castaña, existen cultivares de doble aptitud, de los que se señala la calidad estética, durabilidad y facilidad de aserrado de sus maderas (Elorrieta, 1949).

El castaño está presente en España en 1.109.000 ha (DGCN, segundo inventario forestal) y como especie principal en 227.747 ha. Las superficies más importantes se encuentran en Asturias, Galicia, Cataluña, Castilla-León, Extremadura y Andalucía occidental. La importancia de las superficies ocupadas por el castaño silvestre y el castaño domesticado sigue dos tendencias opuestas en diferentes zonas del área de distribución española: asilvestramiento en el área Norte e intensificación del cultivo de fruto en las áreas Centro y Sur.

Los castañares andaluces están domesticados hasta tal punto que las poblaciones silvestres casi no existen, a excepción de las de Cazalla (monte bajo a turno muy corto) y Sierra Nevada. Esta domesticación tan intensa es muy reciente en la Serranía de Ronda y fue realizada a costa de las poblaciones silvestres, que se han quedado como portainjertos. En general, el aprovechamiento agrícola del suelo impide la regeneración por semilla. Los castañares de Extremadura, Salamanca y Ávila son montes bajos y castañares injertados con alguna excepción, como el famoso castañar de Hervás tratado a monte alto. Los castañares gallegos están en fase de asilvestramiento. En la Galicia costera el castaño domesticado casi desapareció hace unos doscientos años y la regeneración natural es muy activa. En el resto de Galicia domina el castaño injertado, aunque debido al envejecimiento de la población rural se encuentra en diferentes niveles de abandono. En Asturias domina el monte bajo. El castaño domesticado está casi desaparecido, pero aún es posible rescatarlo. En las Guillerías (Girona), la situación es semejante, aunque la pérdida de variedades locales está más avanzada. En el País Vasco y Navarra, el castaño domesticado ha desaparecido casi totalmente y las poblaciones silvestres están afectadas por chancro.

Los tipos de vegetación en el área de distribución española de la especie varían entre el bosque nemoral típico, en Lugo y Asturias (VI y VI(IV)), hasta el bosque mediterráneo ilicino en Andalucía y norte de Extremadura (VI(IV<sub>2</sub>) y IV<sub>4</sub>) (tipos de vegetación de H. Walter en Allué (1990)). La precipitación en este área varía entre 600 y 1.900 mm y el período de sequía entre cero y cuatro meses. La temperatura media en el área de distribución varía entre 9,2 y 16,6 °C, mientras que la media de las mínimas en el mes de media más baja oscila entre -2 y 7 °C. Las masas puras de castaño se encuentran sobre suelos ácidos en manchas discontinuas de cientos o miles de hectáreas, salvo en el norte-noroeste, donde hay una cierta continuidad de las masas de castañar.

Se puede esperar variación clinal en adaptación a la sequía y al régimen térmico entre procedencias situadas en áreas discontinuas, creciendo en diferentes condiciones con respecto al agua disponible y a las necesidades de calor para la brotación. Los primeros resultados de ensayos de procedencias españolas de castaño lo confirman, pues indican una diferenciación importante entre poblaciones en necesidades de calor para la brotación. Esta diferenciación se da no sólo entre poblaciones muy distantes, sino también entre poblaciones cercanas cuando el gradiente térmico y pluviométrico entre ellas es muy fuerte. En cambio, no existe variación entre poblaciones dentro de la misma procedencia cuando el gradiente térmico es escaso. Y esto ocurre a pesar del efecto potencialmente homogeneizador del cultivo de fruto y de la importancia del flujo genético debido al movimiento a larga distancia del polen de esta especie.

Con respecto a la variabilidad genética de *Castanea sativa* en resistencia a *Phytophthora* sp., se puede suponer la existencia de diferenciación entre poblaciones sometidas a diferentes presiones de selección. Una buena parte de las poblaciones más dinámicas de castaño, en cuanto a la importancia de la regeneración natural, se encuentra en áreas donde *Phytophthora* ha estado actuando como fuerza de selección durante unos doscientos años, como ocurre en la Galicia atlántica. En otras áreas (Girona, Cáceres o en la montaña Asturiana), *Phytophthora* tiene menos importancia y en el área andaluza de la especie no ha habido daños. Sí existe variabilidad genética en resistencia a la tinta, pero es de origen no aditivo, la conservación o selección serán problemáticas y será necesario recurrir a la propagación vegetativa para conservar la resistencia.

Las poblaciones más dañadas por *Chryphonectria parasitica* son las de Navarra y el País Vasco, están muy afectadas también las poblaciones asturianas y de Girona. En Gali-

cia, el chancro está causando daños importantes en los castañares de fruto de la provincia de Ourense. El período de convivencia del castaño con el chancro es corto todavía, de forma que quizá no ha habido tiempo para que se produjera selección. La evolución del chancro hacia formas hipo-virulentas abre la posibilidad de que la lucha contra esta enfermedad no se enfoque por vía de la resistencia genética.

### Nogal

El área natural de distribución del nogal se extiende desde el Sureste de Europa a la India. Se considera que el área de origen está en las montañas situadas al Oeste del Himalaya y que se ha extendido por el Sur de Europa desde hace unos 1.000 años a. C. debido al valor de sus frutos. A pesar de ser una especie introducida, la mayor parte de los autores consideran que las poblaciones europeas están adaptadas a las condiciones ambientales en las que crecen y que el acervo genético europeo y asiático están muy diferenciados. Estudios realizados en España indican diferenciación entre poblaciones en crecimiento en altura, necesidades de calor para la brotación y en resistencia a la bacteriosis causada por *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* (Aleta y Ninot, 1997; Fernández y Pereira, 1997).

Las poblaciones europeas de *Juglans regia* se han incluido dentro de la red de conservación por ser consideradas poblaciones adaptadas a las condiciones locales que constituyen el material de partida a utilizar en plantaciones para la producción de madera de calidad.

Los ejemplares de nogal que nos podemos encontrar actualmente en España proceden casi exclusivamente del cultivo. Se cultiva frecuentemente en toda España, en el Norte en los pisos inferiores y en el Sur en las montañas, hasta los 1.500 m. Aparece principalmente en las regiones fitoclimáticas de Allué VI(V), VI(IV)<sub>1</sub>, VI(IV)<sub>2</sub> y VI(VII).

En el Oeste de Europa el nogal se encuentra en forma de individuos aislados o de pequeños grupos en los bordes de las tierras de cultivo, huertos o en las riberas de los ríos, normalmente al lado de las poblaciones. Algunas veces llega a encontrarse en el medio forestal mezclado en masas de otras frondosas, en pies sueltos o golpes, siempre más o menos disperso. En las áreas de suelos más ricos puede aparecer en el seno de los robledales y en bosques mixtos planocaducifolios. En el Pirineo aparece como especie acompañante del temblón (*Populus tremula*), junto con especies como *Fraxinus excelsior*, *Prunus avium*, *Corylus avellana* y *Ulmus glabra*. En el Pirineo ácido catalán también aparece acompañando al aliso (*Alnus glutinosa*).

El nogal es una especie anemófila, productora de un polen muy pesado que se mueve sólo hasta distancias de unos 100 metros. Este hecho, junto con el de que las poblaciones esten formadas por muy pocos árboles, hace suponer que el flujo genético entre rodales es muy bajo. De acuerdo con el esquema de Eriksson (1996, 1998), se puede suponer la existencia de una fuerte diferenciación en caracteres adaptativos entre poblaciones situadas en diferentes condiciones ecológicas. También es lógico suponer que en una especie tan manipulada una gran parte de las diferencias entre poblaciones se deban a efectos fundacionales.

### Cerezo

Aunque puede llegar a formar en España masas puras, *Prunus avium* aparece principalmente salpicado en los bosques de frondosas de la mitad septentrional, en las regiones

Cántabro-Atlántica y Orocantábrica. También aparece en el resto de los principales sistemas montañosos de la Península. En Sierra Nevada sube hasta llegar a la región alpina.

El cerezo se encuentra generalmente diseminado en el territorio, en forma de árboles aislados, bosquetes o de poblaciones de entre 10 y 200 pies. Puede aparecer en robledales y bosques mixtos de frondosas. Cuando la cobertura del estrato arbóreo no supera el 80 % o éste es muy diverso en su estructura foliar y de copas, se ve favorecida su entrada junto al avellano (*Corylus avellana*), el bonetero (*Euonymus europaeus*), el sanguino (*Cornus sanguinea*), el aligustre (*Ligustrum vulgare*), el majuelo (*Crataegus monogyna*), el arraclán (*Frangula alnus*), otros cerezos, el endrino y el propio guindo (*Prunus mahaleb*, *Prunus spinosa* y *Prunus padus*). En ocasiones aparece disperso en formaciones de castañar, en acebedas antropizadas, en melojares de *Quercus pyrenaica* y muy raramente, y siempre en escaso número, en hayedos.

Es especie típica de fitoclimas nemoromediterráneos (VI(IV)<sub>1</sub>) y en menor medida VI(IV)<sub>2</sub> y VI(IV)<sub>4</sub> y de nemorales genuinos en el norte VI(V), VI y subesteparios VI(VII). En el Levante y sur llega a aparecer sobre fitoclimas mediterráneos genuinos IV<sub>2</sub> y IV<sub>4</sub> y subnemorales IV(VI)<sub>2</sub>. Prefiere suelos frescos, algo húmedos y calizos que tengan profundidad. Tiene un crecimiento relativamente rápido hasta los cincuenta o sesenta años y no llega a pasar del siglo. Soporta mal la sombra y las heladas tardías, aunque en invierno puede llegar a soportar temperaturas de -2 °C. En las regiones más húmedas es afectado por la cilindrosporiosis (*Blumeriella jaapii*), que como principal efecto limita el crecimiento en diámetro.

Presenta una gran facilidad para la reproducción vegetativa a través de brotes de raíz, destacando la abundancia y la amplitud de los grupos clonales que pueden llegar a ocupar hasta 0,52 ha (Frascaria *et al.*, 1993). La polinización es realizada fundamentalmente por abejas y abejorros en un área de 2 km. La autofecundación es prácticamente inexistente por incompatibilidad con el gametofito tanto entre cultivares de cerezo (Schmidt *et al.*, 1999) como en cerezo silvestre. Debido a que *P. avium* puede producir gametos diploides, su hibridación con *P. fruticosa* (4n) produce híbridos alotetraploides fértiles: *P. cerasus* (Beaver y Iezzoni, 1993). La fructificación comienza a los cinco años, aunque no es abundante hasta los doce, si la copa está soleada.

Hasta ahora se carece de información suficiente sobre la estructuración de la variabilidad genética de esta especie en la Península. Estudios en 14 poblaciones italianas muestran que la mayor parte de la diversidad se concentra dentro de las poblaciones (Ducci y Proietti, 1994). Otros trabajos con poblaciones francesas apuntan en la misma dirección (Frascaria *et al.*, 1993; Ducci y Santi, 1997; Mariette *et al.*, 1997) indicando esto una mayor movilidad entre poblaciones de lo que cabría esperar en una especie de polinización entomógama y dispersión zoocara.

## Olmos

Los olmos son árboles de la familia de las *Ulmaceae*, de gran porte, más de 20 metros de altura, copa amplia y follaje espeso. Las especies autóctonas de la Península Ibérica son el olmo común (*Ulmus minor* Miller) y el olmo de montaña (*Ulmus glabra* Hudson). Como especie introducida y asilvestrada aparece el olmo siberiano (*Ulmus pumila* L.). Debido a su frugalidad esta especie se ha extendido por toda la Península. También se cita la existencia de algunos ejemplares puntuales de olmo temblón (*Ulmus laevis* Pallas) en parques (Segura, 1973).

El olmo común se encuentra presente prácticamente en la totalidad de la Península Ibérica. Habita en fitoclimas mediterráneos genuinos VI(V) y subnemorales IV(VI), llegando a encontrarse en nemoromediterráneos genuinos VI(IV) y escasea en los territorios áridos del sudeste. No suele sobrepasar los 1.200 m de altitud salvo en los sistemas montañosos del sur, encontrándose a 1.500 m en Sierra Nevada. Forma olmedas en llanuras aluviales o terrenos de vega con suelos profundos principalmente en Andalucía, Castilla y León y Castilla-La Mancha, Extremadura y Aragón. Las formaciones riparias a que dan lugar estas olmedas, fisonómicamente eurosiberianas, son muy variadas. Suelen incorporar otras especies de caducifolios como fresnos (*Fraxinus angustifolia*), chopos (*Populus nigra*, *P. alba*), sauces (*Salix alba*, *S. fragilis*) o almececes (*Celtis australis*) y matorrales como *Rubus*, *Rosa*, *Prunus*, *Crataegus*, *Cornus*, *Frangula*, etc.

El olmo de montaña se encuentra como árbol aislado en las montañas de la mitad Norte de España: Pirineo, Cantabria, Huesca, Asturias y Galicia sobre fitoclimas nemorales genuinos VI(V) y nemoroesteparios VI(VII). Aparece fundamentalmente asociado a bosques de carácter eurosiberiano (robleales, hayedos, formaciones mixtas, etc.). También se puede encontrar en los sistemas montañosos del sur de la Península.

La hibridación entre *taxa* es un fenómeno natural en los olmos (Mitterpergher y La Porta, 1991). Es una fuente de gran variación y causa no pocos problemas a la hora de delimitar los rasgos característicos de los *taxa*. En el modelo de continuidad taxonómica de Ipinza (en: Gil, 1990) se sitúan los dos grandes grupos de *U. minor* y *U. glabra* presentando zonas de intersección o solape donde se establecen los notomorfos holándicas. Otra zona de solape también se produce entre las variedades de *U. minor*, concretamente entre la variedad *minor* –la segunda en importancia en España– con la variedad *vulgaris*.

Desde los años cuarenta *Ulmus pumila* se ha introducido ampliamente en las zonas áridas de Rusia, EE.UU. y Canadá para setos de abrigo y en Europa y EE.UU. como inductor de resistencia a la grafiosis (Lester y Smalley, 1972; Gil, 1990; Mitterpergher y La Porta, 1991). La amplia difusión de *U. pumila* en parques, jardines y calles ha dado lugar a una hibridación natural con *U. minor* que ha producido nuevos individuos cuyos caracteres morfológicos aparecen mezclados. El *status* taxonómico de estos individuos depende de la pureza de la línea genética de sus progenitores.

#### *Características de la hibridación entre olmo común y olmo siberiano*

Los estudios de hibridación entre especies de olmos en el marco de la selección de individuos resistentes a la grafiosis son muy numerosos (Heybroek, 1957; Townsend, 1975; Ager y Guries, 1982; Mitterpergher y La Porta, 1991). En general todos los datos apuntan que, excepto para las especies de la sección *Blepharocarpus* (como *Ulmus laevis*), no existen barreras para el cruzamiento o son muy débiles.

El efecto que produce la diferencia de compatibilidad en los cruces se denomina hibridación asimétrica y refleja el comportamiento reproductivo de ambas especie. Esta heterogeneidad en los olmos españoles ha sido puesta de manifiesto en estudios isoenzimáticos y está generada por varias causas. Entre las más destacadas están las diferencias en el comportamiento reproductivo de los individuos. En *U. minor* la reproducción es normalmente vegetativa, por brotes de raíz y sólo produce semillas esporádicamente (30% de sámaras llenas). En cambio en *U. pumila* la reproducción es realizada habitualmente de forma sexual por semilla. Los datos que se disponen de cruces controlados entre *U. minor* y

*U. pumila* indican que la dirección más exitosa en la que puede producirse el cruzamiento es siendo *U. pumila* el progenitor femenino.

Según estudios isoenzimáticos el *U. minor* de la Península, la diversidad genética de Nei y el porcentaje de loci polimórficos es mayor en los híbridos que en las especies parentales. Las frecuencias alélicas y rasgos morfológicos (como la anchura del limbo, el número de dientes o la asimetría basal) presentan valores intermedios en los híbridos, pero otros rasgos como la longitud del limbo y del pecíolo son mayores en éstos que en las especies parentales (Cogolludo *et al.*, 2000).

## PROBLEMAS DE CONSERVACIÓN

El principal problema de conservación de las frondosas nobles, cuya madera es más demandada, es la corta selectiva de los mejores ejemplares. Es posible que la especie más afectada sea el nogal, pues el elevado precio de la madera justifica la búsqueda de buenos ejemplares aislados. En algunas áreas, la eliminación de jóvenes poblaciones por la forestación con especies exóticas también es una amenaza.

La suposición, más que fundada, el que las semillas de las variedades comerciales de fruto de castaño y cerezo son las que se utilizan en los viveros para la producción de plantas destinadas a las forestaciones hace pensar en la necesidad de adoptar medidas para evitarlo. La recogida de semillas de estas dos especies en bosques mixtos no es en absoluto rentable, por lo que en algunas áreas es aconsejable el establecimiento de huertos semilleros.

La introgresión de germoplasma cultivado en las poblaciones silvestres es un factor que puede estar afectando a la variabilidad genética de las poblaciones de especies de doble aptitud. Un buen número de las especies consideradas frondosas nobles son especies de doble aptitud. Las especies *Castanea sativa*, *Prunus avium*, *Pyrus comunis* y *Malus sylvestris* tienen en común que las poblaciones silvestres conviven con cultivares domesticados desde hace muchos siglos, por lo que uno de los factores a considerar en el establecimiento de una estrategia de conservación es la introgresión entre las poblaciones silvestres y las variedades cultivadas. El nogal es también una especie de doble aptitud, pero no ha sido domesticado hasta los últimos años, por lo que la introgresión no puede ser un problema importante.

### **Castaño**

La introgresión del castaño domesticado en las poblaciones silvestres está limitada por la androesterilidad. Se ha señalado que la androesterilidad está regulada por un factor hereditario por vía citoplasmática (Jaynes, 1961; Soyly, 1990). Algunos autores asocian la floración longistaminada (productora de polen abundante) con el castaño silvestre y la falta o escasez de polen con la domesticación (Breviglieri, 1958). Si las cosas fuesen así, la única forma de introgresión del castaño domesticado en el silvestre sería vía semillas de los cultivares, polinizadas con castaño silvestre. Sin embargo, ésta no es la situación general, ya que el grado de androesterilidad de los castañares de fruto españoles es variable: los cultivares gallegos producen poco polen, sólo un 20,4 % de los

cultivares son longistaminados (Pereira *et al.*, 1996), en la Sierra de Aracena también predominan los cultivares con poco polen, y en Asturias, por el contrario, dominan los cultivares longistaminados. Se pueden esperar, en consecuencia, diferentes niveles de introgresión de las variedades injertadas en el castaño silvestre, en función del grado de androesterilidad de los cultivares de la zona y del nivel que haya alcanzado la domesticación en ese sitio.

La introgresión de *C. crenata* en *C. sativa* puede tener lugar a partir de los escasos rodales de esta especie existentes en España (Vizcaya, Pontevedra) o a partir de clones híbridos interespecíficos *C. crenata* × *C. sativa*, muy difundidos en la Galicia costera y media. El período de receptividad de las flores femeninas del castaño europeo dura entre cuatro y cinco semanas: durante la primera semana pueden ser polinizadas por castaño japonés, chino e híbridos, la segunda por híbridos y *C. crenata* y la tercera por *C. crenata* sólo. Se concluye que la probabilidad de introgresión es muy alta. La existencia efectiva de introgresión se está estudiando mediante isoenzimas (Fernández, 1996; Fernández *et al.*, 1995). Sus consecuencias en el valor adaptativo y de calidad de las poblaciones han de ser estimadas, con el objetivo de valorar si la introgresión es positiva, o por el contrario supone un daño a la variabilidad genética de *C. sativa*. Partiendo del conocimiento existente sobre el comportamiento de los híbridos interespecíficos, se puede suponer que la introgresión dará lugar a un incremento notable en resistencia a *Phytophthora* sp., acompañada de caracteres no muy favorables como fustes con escasa dominancia apical o mayor sensibilidad a las heladas de primavera y a la sequía.

#### *Las causas de la pérdida de variedades injertadas*

Cuando la castaña se utilizaba para autoconsumo, la composición varietal de los castañares se diversificaba al máximo con el objetivo de conseguir mayores beneficios, como alargar el período de producción, incrementar la productividad, conseguir buena conservación, contenido en azúcar o facilidad de pelado. El cambio de uso de las tierras, el abandono o las enfermedades han dado lugar a la pérdida masiva de variedades. Por otra parte, la adaptación varietal del cultivo a las demandas del mercado ha sido y es también causa de pérdida de variedades.

La causa más antigua de pérdida de variedades es el cambio de orientación en la explotación de las tierras. En la mayor parte de las zonas donde se ha presentado una alternativa más productiva, el castañar fue sustituido. Son los casos del desplazamiento del castaño por la patata y el maíz en las zonas fácilmente mecanizables (cotas bajas de Galicia), por la vid cuando su precio aumenta (Barco de Valdeorras) o por los pastos en zonas con clara orientación ganadera (Cornisa Cantábrica). Otra situación que se ha dado en Asturias y en Girona, ha sido la transformación de los castañares de fruto en monte bajo, con el objeto de producir madera para las minas o de estacas para las viñas y duelas para toneles.

En las áreas productoras de castaña donde se mantiene o trata de mejorar el rendimiento de los castañares, su estructura varietal se adapta a las demandas del mercado. Para ello, los árboles son reinjertados con una o dos variedades cuyas características suelen ser precocidad o calibre grueso. En Manzaneda (Ourense), los injertadores reinjertan sus viejos castaños con el cultivar Amarelante y en la Comarca de Verín con el cultivar Famosa. En la Sierra de Ronda, los castañares han sido renovados en los últimos veinte años con árboles jóvenes injertados con dos cultivares de excelente tamaño, Temprana y

Pilonga, debido a su buen precio en el mercado. Estos cultivares sustituyeron a otros más antiguos, como Corriente y Capilla. En este proceso de cambio varietal se pierden variedades que pueden ser de interés, bien para utilizar en mejora o incluso para comercializar.

#### *La pérdida de poblaciones en áreas muy afectadas por enfermedades*

Aunque algunas poblaciones están o hayan estado muy afectadas por *Phytophthora* sp. o por *Chryphonectria parasitica*, el castaño no es una especie en peligro de extinción y tampoco puede decirse que algunas poblaciones estén en peligro de extinción. La comparación de inventarios es una prueba de todo lo contrario. La existencia de materiales resistentes a ambas enfermedades en poblaciones de *Castanea sativa* es algo por demostrar. En el caso de encontrar resistencias, los materiales se conservarían en bancos clonales.

#### **Cerezo**

La facilidad que presenta para la hibridación, común a todo el género, provoca un intercambio genético más que probable con las abundantes variedades de cultivo de *P. avium* y *P. cerasus*. Estas variedades ocupaban en 1987 unas 21.000 ha, y se encuentran muy repartidas debido al pequeño tamaño medio de las plantaciones.

Se encuentra cultivado en toda la Península, principalmente en Aragón y Cataluña (Valle del Ebro), Extremadura (Valle del Jerte) y Comunidad Valenciana. Algunas variedades antiguas, como Pico Colorado, Pico Negro o Carne de Vaca están bastante extendidas. Se desconoce si se trata de variedades locales o de introducciones de zonas productoras en el pasado. Estas variedades cultivadas tradicionalmente se mezclan en la actualidad con otras más productivas seleccionadas en otros países, como Francia, Italia o Canadá. Por ejemplo, en la actualidad, las variedades Ambrunesa (Valle del Jerte) y Napoleón (Zaragoza y Jerte) son responsables de más del 50 % de la producción.

#### **La grafiosis**

La enfermedad de la grafiosis (Dutch Elm Disease), causada por el hongo vascular *Ophiostoma ulmi* (Buism.) Nannf., fue identificada por primera vez en España a comienzos de los años treinta. Su presencia fue detectada en los olmos de una población cercana a Madrid (Martínez, 1932). Los efectos de este ataque no fueron tan drásticos en la península como los descritos en el norte de Europa. Sólo sobrevivieron los genotipos capaces de resistir el ataque del hongo, quedando el árbol mutilado, con un alto porcentaje de la copa seco.

A comienzos de los años setenta volvieron a surgir en Europa nuevas manifestaciones de la enfermedad, esta vez causada por el patógeno *Ophiostoma novo-ulmi* Brasier raza NAN, conocida como grafiosis agresiva. Muchos individuos calificados como resistentes fueron incapaces de superarla. A partir de 1978 esta nueva pandemia fue detectada atacando a los olmos españoles (Muñoz y Rupérez, 1980). Los efectos de este ataque fueron mucho más acusados y llevaron a la desaparición de grandes olmedas de *U. minor* en el centro peninsular, así como de muchos de olmos centenarios que adornaban cantidad de plazas, parques y jardines.

Guardan un especial interés las olmedas de Madridejos (Toledo) por el retraso y la lentitud con que allí ha llegado la enfermedad de la grafiosis. Olmedas próximas como las Camuñas y La Guardia, han sido arrasadas en un período inferior a tres años desde 1992. Los olmos de Madridejos no han presentado, sin embargo, síntomas de grafiosis agresiva hasta 1996, y la evolución ha resultado ser lenta.

#### *La hibridación con olmo siberiano*

La introducción en España del olmo siberiano es antigua, al menos desde finales del siglo XVIII. La primera referencia a *U. pumila* se tiene en 1818 en una reedición de la «Agricultura General» de Gabriel Alonso de Herrera (Gil, 1990) donde describe el olmo siberiano adornando los plantíos y paseos de los Sitios Reales. Quizá la introducción se produjo con anterioridad, ya que en la época de Felipe II consta que fueron traídos un gran número de especies y variedades de árboles procedentes de las regiones bajo el dominio de la corona española o de los países con los que mantenía relaciones (Gil, 1990).

Este material cuya aclimatación está totalmente comprobada y que híbrida con las variedades nativas originando un gran número de genotipos ha sido producto de una gran difusión a partir de los años cincuenta. En la actualidad el olmo siberiano y sus híbridos, por su crecimiento y resistencia a la grafiosis, han desplazado a las especies nativas en muchos lugares urbanizados.

## ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN A SEGUIR

Las estrategias de conservación de las variedades domesticadas y de las poblaciones silvestres son diferentes. La conservación de variedades de fruto es siempre una conservación estática en bancos de germoplasma de propagación vegetativa, que en España está promovida por el Programa Nacional de Conservación y Utilización de Recursos Fitogenéticos del MAPA y en Europa está regulada por el Reglamento CE núm. 1467/94 del Consejo. También es interesante la conservación en plantaciones *in situ*.

### **La conservación de poblaciones silvestres**

La guía técnica de conservación de frondosas nobles de EUFORGEN recomienda que la red europea de conservación de cada especie esté constituida por unas 30 poblaciones manejadas, formada cada una de ellas por más de cien árboles de la especie objeto de conservación y unas 5 a 10 poblaciones grandes en reservas naturales. En especies de presencia común recomiendan la conservación *in situ* y para especies raras, de las que es difícil encontrar poblaciones de más de 100 individuos, se recomienda conservación *ex situ*, reuniendo en plantaciones unos 100 individuos de la misma región (Eriksson, 1996).

#### *La conservación dinámica ex situ*

Salvo algunas excepciones, las poblaciones de las frondosas nobles en el área española están constituidas por muy pocos ejemplares. El número de árboles por hectárea de

cerezo, arce, fresno, olmo, en mezclas con robles, quejigo o haya, suele ser tan reducido que para constituir poblaciones de conservación con unos 100 árboles es necesario juntarlos en poblaciones artificiales. Las poblaciones de nogal, en general en medio agrario, no suelen pasar de 5 a 20 ejemplares dispersos por tierras de labradío contiguas. El castaño es una excepción, pues su manejo ha llevado a la existencia de grandes poblaciones, algunas de las cuales reúnen condiciones para ser elegidas como poblaciones de conservación.

Pero, además del reducido tamaño de las poblaciones de frondosas nobles, hay otros factores que aconsejan la utilización de poblaciones *ex situ*:

- Conjugar la conservación con la mejora en especies de interés económico a promocionar en plantaciones (Fernández y Alía, 1999).
- Incrementar la diversidad genética de poblaciones cuya variabilidad interna está muy afectada por deriva genética. La reunión, en una población artificial de unos 50 a 100 individuos no emparentados que se cruzan, da lugar a un incremento notable en la varianza genética aditiva de la población, y por tanto de su capacidad de adaptación de su potencial evolutivo. Estas condiciones no se producen de forma natural en las especies no sociales.
- Incrementar la diversidad genética de poblaciones que, aun teniendo tamaño adecuado, unos cien individuos, tienen poca variabilidad genética, bien porque las poblaciones están constituidas por clones, situación usual en *Prunus avium*, bien por el efecto uniformizador de la introgresión de cultivares injertados de la misma especie, como puede pasar en poblaciones castaño y quizá también en las de cerezo.

#### *La conservación ligada a la mejora*

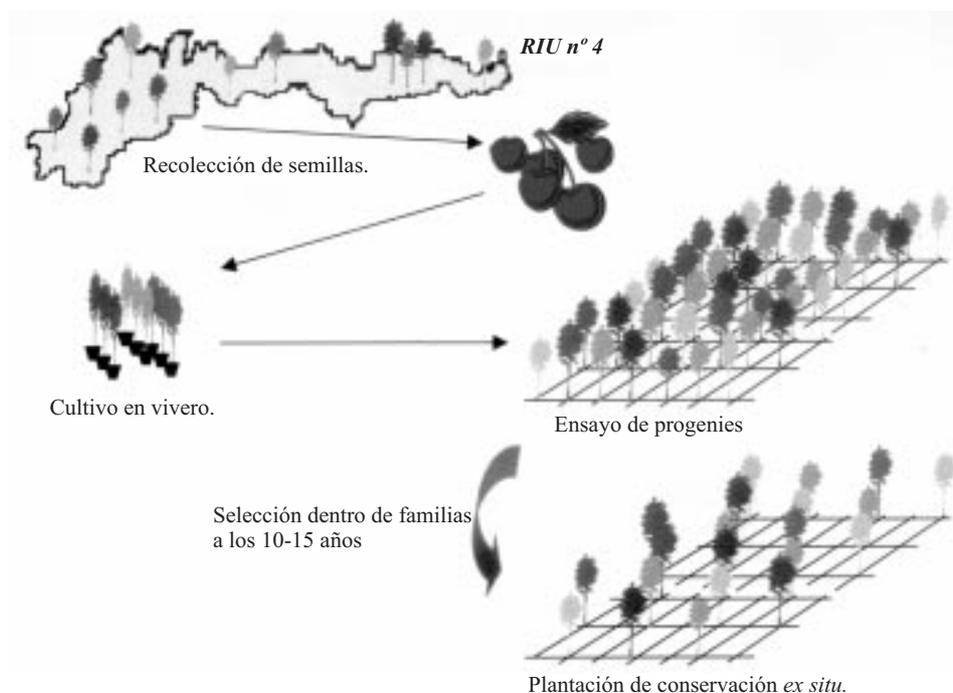
Una gran parte de las frondosas nobles producen madera de elevado valor y es interesante la promoción de su uso en plantaciones sobre suelos de calidad, utilizando materiales mejorados. Con este objetivo se está realizando selección en especies como *Castanea sativa*, *Juglans regia* o *Prunus avium*. Los ensayos de progenie de polinización abierta, en los que se han incluido materiales de una determinada región, pueden ser utilizados en el futuro como plantaciones de conservación, una vez que se haya extraído la información y materiales necesarios para el programa de mejora (Fig. 1).

Para la transformación de un ensayo de progenie en plantación de conservación se han de considerar dos aspectos:

- La selección de los árboles que han de quedar en la plantación de conservación se realizará con criterios de máxima diversidad: selección dentro de familias.
- La intensidad de selección ha de ser muy alta con la finalidad de reducir el tamaño de la población a unos 100 árboles, ya que las poblaciones de tamaño pequeño evolucionan de forma más rápida que las grandes.

#### *Conservación ex situ de poblaciones dañadas*

Para la reconstrucción de poblaciones muy dañadas se pueden recoger semillas con el criterio de reunir diversidad genética e instalar plantaciones con o sin diseño de ensayo de progenies.



**Fig. 1.—Transformación de un ensayo de progenies de polinización abierta en una plantación de conservación mediante selección intensa realizada con el criterio de mantener la máxima variabilidad genética**

*Transformation of an open pollinated progeny test in a conservation plantation after selection with objectives of maximise genetic variability*

#### *El muestreo para instalar poblaciones ex situ*

La recogida de semillas o de plantas, para constituir una población *ex situ* se realizará en la región de procedencia o equivalente, con el criterio de que el parentesco entre ellos sea mínimo. En algunos casos se puede realizar selección fenotípica. En general, se utilizará sólo el criterio de diversidad, bien porque se trate de especies sin interés económico o bien cuando, aun habiendo interés en realizar selección, no se producen ganancias mediante selección fenotípica. Se puede suponer que la selección de árboles superiores de la mayoría de las especies del grupo es poco eficaz, ya que los fustes de la mayoría de las frondosas caducifolias está muy afectado por las condiciones de competencia en las que se desarrollan, condiciones que suelen ser muy irregulares.

La promoción de la reforestación, utilizando materiales de reproducción locales, puede ser un método de conservación dinámico muy activo cuando las semillas proceden de huertos semilleros instalados con criterios de máxima diversidad. Además este procedimiento puede garantizar una buena calidad de las plantaciones. En algunas especies, nogal por ejemplo, puede ser incluso el único método factible.

### *La conservación dinámica in situ*

La conservación en poblaciones *ex situ*, de la forma descrita, está justificada en especies de interés económico o con problemas graves de conservación. Parece lógico que la conservación de especies que no se utilizan en plantaciones como *Sorbus*, *Malus*, *Pyrus*, etcétera, o incluso de cerezo y castaño en áreas en las que no se utilizan en plantaciones, se realice en poblaciones *in situ*. La falta de terrenos de propiedad pública en los que instalar las plantaciones de conservación obliga a elegir las poblaciones de conservación en masas ya existentes.

Parece, por lo tanto, que el establecimiento de la red de conservación debería ir precedido por un estudio detallado de espacios de propiedad pública, entre ellos los espacios naturales protegidos y los LICs (Lugares de Interés Comunitario de la Red Natura 2000). Los criterios de elección de algunos de estos espacios como poblaciones de conservación pueden ser:

- Importancia de las especies objeto de conservación de cada espacio. Esta información se podría incorporar a las Fichas descriptivas de los Espacios Protegidos del Banco de datos de la Naturaleza dependiente del MIMAM.
- Las poblaciones elegidas cubrirán el rango de variación ecológica de la especie en España.
- Se considerará la posibilidad de utilizar tratamientos selvícolas dirigidos al incremento de la regeneración con frondosas (Rotach, 1999). Otra posibilidad es la no gestión. En cualquier caso, el seguimiento periódico de la evolución de las poblaciones dará una información muy interesante sobre la dinámica de las especies en los ecosistemas y, por tanto, sobre la eficacia de la conservación.

Cuando la densidad de la especie objeto de conservación es muy baja, se puede utilizar la plantación de materiales no emparentados, con lo cual estamos hablando de una situación intermedia entre la conservación *in situ* y *ex situ*.

### **Castaño**

En España, desde hace una década, se han estado estudiando las variedades locales de fruto y establecido varios bancos de germoplasma financiados fundamentalmente por el Programa Nacional de Conservación de Recursos Fitogenéticos (Tabla 1). Se han establecido ensayos de procedencias de toda el área española y ensayos de progenies de Asturias y Galicia (Fernández *et al.*, 1999).

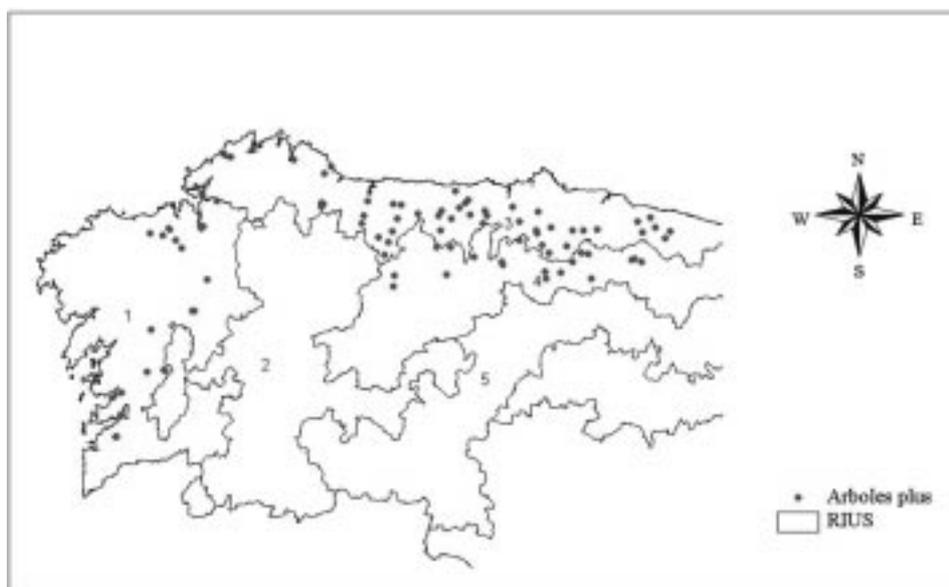
Unas cinco o seis poblaciones españolas, elegidas cubriendo el rango de variación de *Castanea sativa* en España, deberán formar parte de la red europea (Tabla 3). Una propuesta de poblaciones a elegir podría incluir tres poblaciones *in situ*: un área con *Phytophthora* sp., un área afectada por chancro en condiciones de clima mediterráneo y una población de monte alto poco afectada por patógenos. La conservación *ex situ* se podría realizar en dos áreas con interés en la selección de materiales de reproducción en clima atlántico (Fig. 2) y en un área en la que las poblaciones silvestres están muy merma-  
das en clima mediterráneo.

**TABLA 1**  
**BANCOS DE GERMOPLASMA DE CULTIVARES LOCALES INJERTADOS**  
**Y DE ÁRBOLES SUPERIORES DE *CASTANEA SATIVA***

*Germplasm banks of Castanea sativa plus trees and fruit cultivars in Spain*

Banco de germoplasma	Tipo de material	Localización	Superficie (ha)	Espaciame.	N.º de clones	N.º cultivares	N.º repeticiones/clon	Orígenes geográficos
BG2 Sergude <sup>1</sup>	Cultivares injertados	Santiago de Compostela	2	9 × 9	102	49	2	Galicia
Lourizán <sup>1</sup>	Cultivares injertados	Pontevedra	1	9 × 9	29	15	2	Galicia
Lourizán Vivero	Cultivares injertados	Pontevedra	–	2 × 0,5	65	17	4	España
Asturias	Cultivares injertados	Villaviciosa	–	2 × 0,5	298	66	4	Asturias
BG1 Lourizán	Árboles superiores	Pontevedra	–	2 × 0,5	37	–	4	Costa Atlántica gallega (RIU 1)

<sup>1</sup> Banco de germoplasma del Programa Nacional de Conservación y Utilización de recursos fitogenéticos.  
 BG1: Banco de germoplasma destinado a la producción de material vegetativo formado por árboles colocados a un espaciamiento reducido y renovados mediante podas.  
 BG2: Banco de germoplasma formado por árboles a mayor espaciamiento para evaluación y caracterización previa al paso a BG1. Presencia de cultivares/clones referencia.



**Fig. 2.**—El origen geográfico de las familias de polinización abierta incluidas en varios ensayos de progenie de *Castanea sativa*. Algunos de ellos podrían ser transformados en plantaciones de conservación  
*Origin of open pollinated families included in several progeny tests of Castanea sativa. Some of them could be transformed in conservation plantations*

### **Nogal**

En España se han realizado selecciones forestales de nogal en el IRTA de Mas Bové y en el CIFA Lourizán (Tabla 2). Se han instalado diversos ensayos de progenie y huertos semilleros que están en evaluación. Estos dispositivos pueden ser utilizados en el programa de conservación, fundamentalmente mediante la difusión de semillas de huertos semilleros creados con criterios de diversidad y ganancia en calidad de madera y/o fruto (Fig. 3).

### **Cerezo**

Desde 1996 se vienen realizando en España acciones para la conservación de los recursos genéticos del cerezo silvestre. Se han realizado una serie de prospecciones, principalmente en las regiones Cántabro-Atlántica y Orocantábrica, en las que se han seleccionado ejemplares según criterios fenotípicos. Se han reproducido más de 200 individuos que recogen una muestra de la variación de la especie en su área septentrional. Igualmente se han recogido semillas de ejemplares sobresalientes de las comunidades de Galicia y Asturias, cultivándose las progenies en los viveros del CIF de Lourizán.

### **Olmos**

La Dirección General para la Conservación de la Naturaleza (DGCONA), promovió en 1986 un programa para el control de la grafiosis en colaboración con la ETSI de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid (Ipinza y Gil, 1989; Solla *et al.*, 2000). El objetivo primordial de este programa es obtener genotipos resistentes que posean un valor estético lo más análogo posible a los olmos ibéricos.

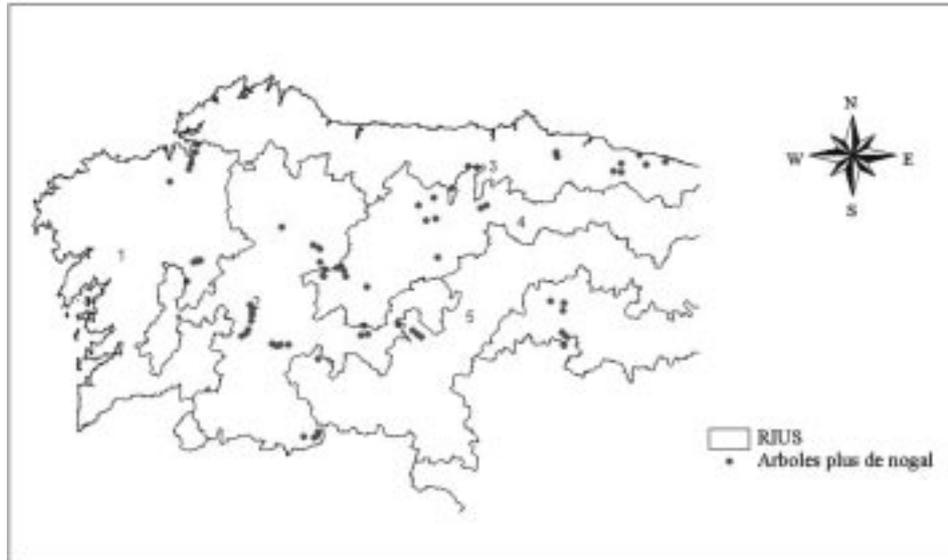
En la actualidad se cuentan con diversas colecciones distribuidas por el territorio nacional que, además de rescatar parte del patrimonio genético de los olmos ibéricos, constituyen una población de mejora (*ex situ*) de olmos nativos, olmo siberiano, híbridos y clones resistentes obtenidos en otros centros de mejora. La de terminación precoz de la susceptibilidad, la respuesta fisiológica a la misma, estudios del desarrollo embrionario o de la diversidad genética son líneas actuales de investigación (Díez y Gil, 1998; Solla, 2000; Cogolludo *et al.*, 2000). Existe, además, una estrategia a *largo plazo* que persigue la obtención de individuos híbridos (asiático y europeo) cuyo fenotipo refleje, en cuanto a estética y forma se refiere, los típicos de olmos ibéricos, *U. glabra* y *U. minor* var. *vulgaris*, pues son los que constituyen parte importante del patrimonio cultural.

**TABLA 2**  
**BANCOS DE GERMOPLASMA DE *JUGLANS REGIA* EN ESPAÑA**  
*Juglans regia* germplasm banks in Spain

Organismo	Tipo de dispositivo	Tipo de material	Localización	Origen geográfico	Superficie	Espaciamiento	N.º de clones	N.º repeticiones/clon
<b>IRTA Mas Bové</b>	Banco de germoplasma BG1	- Selección fenotípica para fruto.	Mas Bové Constantí (Tarragona)	Mayoritariamente: Catalunya	3.000 m <sup>2</sup>	7 × 4 m	40	2
	Banco de germoplasma BG2	- Conservación variabilidad de <i>J. regia</i> autóctono.		Galicia Levante español	7.000 m <sup>2</sup>	7 × 6 m	70	2
<b>CIFA Lourizán Xunta de G.</b>	Banco de germoplasma BG1	Selección fenotípica por calidad de fuste	Lourizán (Pontevedra)	Galicia Asturias León	600 m <sup>2</sup>	2 × 1 m	67 injertados de 74 árboles superiores	2-4

BG1: Banco de germoplasma destinado a la producción de material vegetativo formado por árboles colocados a un espaciamiento reducido y renovados mediante podas.

BG2: Banco de germoplasma formado por árboles a mayor espaciamiento para evaluación y caracterización previa al paso a BG1. Presencia de cultivares/clones referencia.



**Fig. 3.—Procedencia geográfica de los árboles superiores de *Juglans regia* incluidos en el banco clonal del CIFA Lourizán. Sus progenies están creciendo en diferentes ensayos.**

*Provenance of *Juglans regia* plus trees included in the clonal bank of CIFA Lourizán. Their progenies are growing in different trials.*

### PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

Los datos de los Inventarios Forestales Nacionales son una fuente muy valiosa para la producción de información más detallada sobre distribución geográfica de cada especie, con indicaciones sobre áreas centrales y marginales.

- El estudio de la variabilidad adaptativa entre y dentro de poblaciones en el rango de variación española de cada una de las especies que se están utilizando en plantaciones. Se pueden iniciar los estudios con ensayos que incluyen un número reducido de procedencias, elegidas por estar en condiciones climáticas muy diferentes. Hay estudios iniciados en castaño y nogal. Los ensayos de procedencias dan la información más valiosa para organizar la estrategia de conservación de una especie, pero su establecimiento y persistencia en el terreno es difícil debido a la ausencia de terrenos a disposición de los centros de investigación. La evaluación juvenil en ensayos realizados en vivero, invernadero o fitotrón, permiten el estudiar, en períodos comprendidos entre unos meses hasta pocos años, la variabilidad en caracteres adaptativos tan importantes como necesidades de calor para la brotación, la regulación de la formación de la yema terminal en otoño, o la resistencia a diferentes enfermedades.
- El estudio de la variabilidad en marcadores moleculares e isoenzimas de todas las especies del grupo con los objetivos de conocer áreas de mayor o menor diversidad y diferenciar poblaciones de diferentes orígenes evolutivos.

- En especies de doble aptitud es conveniente contar con información sobre la relación genética entre las poblaciones silvestres y las domesticadas, con la finalidad de elegir las poblaciones de conservación. La introgresión de las variedades cultivadas en las poblaciones silvestres, vía polen o semillas, puede ser muy importante en castaño y cerezo.

### SUMMARY

#### Forest genetic resource conservation of noble hardwoods in Spain

The main problems with the conservation of Noble Hardwood species are the following: selective cutting of the best trees, utilization of fruit-variety seeds in forest plantations, genetic introgression of cultivated varieties in wild populations. Priorities for establishing a conservation strategy are: the demarcation of provenance regions, the establishment of recommendations for the use of reproduction material, together with a fostering of planting efforts. The advantages and disadvantages of the *in situ* and *ex situ* conservation methods are listed for the species under consideration. *Ex situ* conservation is recommended for areas with populations whose variability has been reduced or in areas where the improvement of reproduction material is of interest.

**KEY WORDS:** Noble Hardwoods  
Genética conservation  
Spain

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGER A.A. y GURIES R.P., 1982. Barriers to interspecific hybridization in *Ulmus americana*. *Euphytica*, 31: 3, 909-920.
- ALETA N., NINOT A., 1997. Field evaluation of *Juglans regia* selected clones from seedling populations of Mediterranean and Atlantic Spanish Coast. In III International Walnut Congress. Alcobaca 1995. Gomes-Pereira (ed). *Acta Horticulturae* 411: 63-67.
- ALLUÉ ANDRADE J.L., 1990. Atlas fitoclimático de España. Taxonomías. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, INIA: 221 pp.
- BEAVER J.A. IEZZONI A.F., 1993. Allozyme inheritance in tetraploid sour cherry (*Prunus cerasus* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 118 (6): pp. 873-877.
- BREVIGLIERI N., 1958. Ricerche sulla biologia florale e di fruttificazione della *Castanea sativa* e *Castanea crenata* nel territorio dei Vallombrosa. En: *Studio monografico sull castagno nella provincia di Lucca*: 15-45.
- BRUNETON A., 1984. *Le pain de bois*. Eché, 533 pp.
- COGOLLUDO M.A., AGÚNDEZ D., GIL L., 2000. Identification of native and hybrids elms in Spain using isozyme gene markers. *Heredity*, 85(2): 157-166.
- DIARIO OFICIAL DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS, 2000. Directiva 1999/105/CE del Consejo, de 22 de diciembre de 1999, sobre la comercialización de materiales forestales de reproducción.
- DÍEZ J., GIL L., 1998. Effects of *Ophiostoma ulmi* and *Ophiostoma novo-ulmi* culture filtrates on elm cultures from genotypes with different susceptibility to Dutch elm disease. *European Journal of Forest Pathology*, 28(6): p. 399-407.
- DUCCI F., PROIETTI R., 1994. Alloenzyme variability in wild cherry (*Prunus avium* L.) in Italy. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, 25-26: pp. 81-104.

- DUCCI F., SANTI F., 1997. The distribution of clones in managed and unmanaged populations of wild cherry (*Prunus avium* L.). Canadian Journal of Forest Research, 27 (12): pp. 1998-2004.
- ELORRIETA J., 1949. El castaño en España. IFIE, núm. 48. 303 pp.
- ERIKSSON G., 1996. A policy suggestion for conservation of Noble Hardwoods genetic resources in Sweden. Noble Hardwoods Network, Report of the first meeting, 24-27 March 1996, Scherode, Germany: 147-154.
- ERIKSSON G., 1998. Sampling for genetic resources populations in the absence of genetic knowledge. Noble Hardwoods Network, Report of the Second meeting, 22-25 March 1997, Lourizán, Spain: 61-75.
- ERIKSSON G., 2000. Conservación de frondosas nobles.
- FERNÁNDEZ J., 1996. Variabilidad isoenzimática, morfológica y selección clonal en *Castanea sativa* Miller, *C. crenata* Sieb. et Zucc., *C. mollissima* Blume e híbridos interespecíficos. Tesis doctoral. Univ. Polit. Madrid.
- FERNÁNDEZ J., ALETA N., ALÍA R. (en publicación). Forest Genetic Resources Conservation of *Juglans regia* L. Noble Hardwoods Network. Report of the Fourth Meeting. Gmunden, Austria, October 1999.
- FERNÁNDEZ J., ALÍA R., 1999. Chestnut (*Castanea sativa*). European long-term conservation strategies. Noble Hardwoods Network, Report of the Third meeting, 13-16 June 1998, Sagadi, Stonia: 21-27.
- FERNÁNDEZ J., MIRANDA M.E., PEREIRA S., 1995. Isozymes in the management of a foundation stock of chestnut hybrid clones. In: Pardos, J.A., Ahuja, M.R., Elena Roselló (Edts). Biotechnology of trees, IUFRO-INIA, Valsain Spain 18-22 October 1993. Investigación Agraria, Sistema y Recursos Forestales, fuera de serie núm. 4: 131-136.
- FERNÁNDEZ J., PEREIRA S., 1994. Inventario y distribución de los cultivares tradicionales de castaño (*C. sativa* Mill.) en Galicia. Monografías INIA, Serie de Recursos Naturales, núm. 87, 271 pp.
- FERNÁNDEZ J., PEREIRA S., 1997. Genetic control of growth in *Juglans regia* seedlings from open families of different provenances. III international Walnut Congress. Alcobaca 1995. Gomes-Pereira (ed) Acta Horticulturae 411. 69-75.
- FERNÁNDEZ J., PEREIRA S., DÍAZ R., BLANCO M.E., 1999. La variabilidad de los recursos genéticos de *Castanea sativa* en España. Actas del Congreso de Ordenación y Gestión Sostenible de Montes, Sala de Plenarios, ISBN 84-931244-1.
- FRASCARIA N., SANTI F., GOUYON P.H., 1993. Genetic differentiation within and among populations of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and wild cherry (*Prunus avium* L.). Heredity, 70 (5): pp. 634-641.
- GARCÍA DEL BARRIO J.M., DE MIGUEL J., IGLESIAS S. (en publicación). Regiones de Utilización de Identificación de Material de Reproducción. DGCONA, INIA, ETSIM.
- GIL L. (Ed), 1990. Los olmos y la grafiosis en España. Icona. Madrid.
- HEYBROEK H.M., 1957. Elm breeding in the Netherlands. Silvae Genetica, 6: 112-117.
- IPINZA R., GIL L., 1989. Mejora genética del olmo frente a la grafiosis en España. En: Pardos, J.A. Ed., Mejora genética de especies arbóreas forestales, pp. 394-410. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid.
- JAYNES R.A., 1961. Genetic and cytological studies in the genus *Castanea*. Ph.D. diss. Yale Univ.
- LESTER D.T., SMALLLEY E.B., 1972. Response of *Ulmus pumila* and *Ulmus pumila x rubra* hybrids to inoculation with *Ceratocystis ulmi*. Phytopathology. 62: 848-852.
- MARIETTE S., LEFRANC M., LEGRAND P., TANEYHILL D., FRASCARIA LACOSTE N., MACHON N., 1997. Genetic variability in wild cherry populations in France. Effects of colonizing processes. Theoretical and Applied Genetics, 94 (6-7): pp. 904-908.
- MARTÍNEZ J., 1932. La grafiosis del olmo. Montes e Industrias, 19: 499-503.
- MITTEMPERGHER L., LA PORTA N., 1991. Hybridization studies in the Eurasian species of Elms (*Ulmus* spp.). *Silvae genetica*, 40: 237-243.
- MUÑOZ C., RUPÉREZ A., 1980. La desaparición de los olmos. Bol. Serv. Plagas, 6: 105-106.
- PEREIRA S., FERNÁNDEZ J., 1996. Los cultivares autóctonos de castaño (*Castanea sativa* Mill.) en Galicia. Monografías INIA, 99, 533 p.
- PEREIRA S., FERNÁNDEZ J., MORENO-GONZÁLEZ J., 1996. Variabilidad morfológica en cultivares de castaño (*Castanea sativa* Mill.) en Galicia: valores descriptivos. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales, 11 (2): 213-237.
- ROTACH P., 1999. *In situ* conservation and promotion of Noble Hardwoods: silvicultural management strategies. European long-term conservation strategies. Noble Hardwoods Network, Report of the Third meeting, 13-16 June 1998, Sagadi, Stonia: 39-50.
- SCHMIDT H., TOBUTT K.R., ALSTON F.H., 1999. On the genetics of incompatibility in sweet cherries. Acta Horticulturae., 484: pp. 233-237.
- SEGURA A., 1973. De flora soriana y circunsoriana. *Pirineos*, 109: 35-49.
- SOLLA A., 2000. Mejora genética de *Ulmus minor* Miller frente a la grafiosis. Tesis Doctoral. ETSI de Montes, Madrid.

- SOLLA A., BURÓN M., IGLESIAS S., GIL L., 2000. Spanish Program for the Conservation and Breeding of Elms Against DED, pp. 295-303. En: The Elms. Breeding, Conservation and Disease Management (Ed.) Christopher P. Dunn. Kluwer Academic Pub. Lisle, IL. USA.
- SOYLU A., 1990. Heredity of male sterility in some chestnut cultivars (*Castanea sativa* Mill.) XXIII Int. Congr. Florence.
- TOWNSEND A.M., 1975. Crossability patterns and morphological variation among Elm species and hybrids. *Silvae genetica*, 24: 18-23.
- TUROK J., 2000. Technical guidelines for Gene Conservation and Management of Noble Hardwoods Genetic Resources.

**ANEXO**

**Foto 1.—El castañar gallego de Hervás, en el NE de Cáceres, reúne condiciones como para formar parte de la red de conservación de castaño**

*The Hervás chestnut forest, in the north-east of Cáceres, has suitable characteristics to be included in the chestnut conservation population network*



**Foto 2.—En Galicia, las variedades injertadas se conservan fundamentalmente en la montaña oriental. Su despoblamiento está dando lugar al abandono de los castañares injertados y a la pérdida de variedades**

*In Galicia, the local grafted varieties are preserved in the eastern mountains. Chestnut orchards are leaved because of rural depopulation, This also causes loss of varieties*



**Foto 3.**—Rodal de *Juglans regia* en las riberas del Sil  
*Juglans regia stand by Sil river*



**Foto 4.**—*Prunus avium* en mezcla con roble y abedul en la montaña lucense  
*Prunus avium in mixture with oak and birch in Lugo*