

CENTRO  
NACIONAL DE RECURSOS  
GENÉTICOS FORESTALES  
"PUERTA DE HIERRO"



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

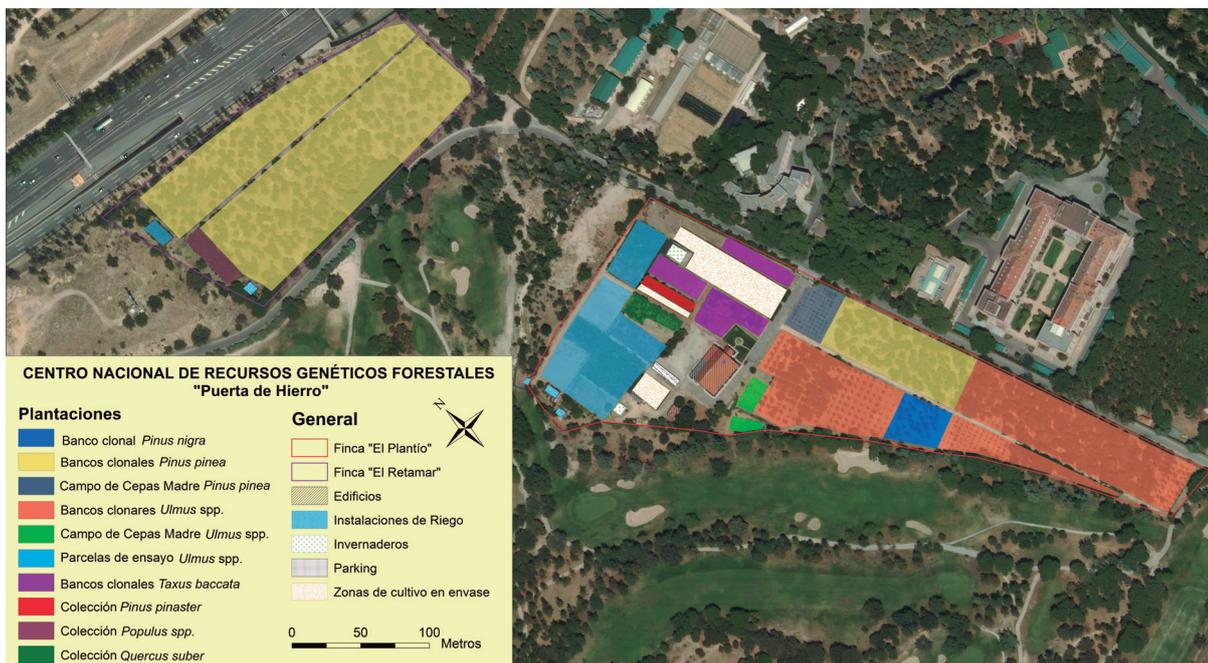
MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN





En los terrenos en los que se asienta el Centro, históricamente se ubicaba una finca de recreo de la monarquía denominada "Plantío de los Infantes", hasta que empezó su uso como vivero forestal, al menos, desde la finalización de la Guerra Civil. La titularidad actual de los terrenos es de Patrimonio del Estado desde 1991, año en el que se excluyeron formalmente estos terrenos y otros aledaños del perímetro del Monte del Pardo. En 2002 se formalizó legalmente la afectación de los terrenos a favor del Ministerio de Medio Ambiente para su uso como Centro de Mejora Genética Forestal, denominación que se usaba en ese momento.

Desde sus inicios como Vivero Central de Madrid hasta ahora, han variado sus objetivos y sus funciones, desde la producción masiva de planta para los servicios forestales hasta la actual situación como lugar de experimentación y desarrollo de programas de mejora y conservación de los recursos genéticos forestales.



## Localización

El Centro Nacional de Recursos Genéticos Forestales (CNRGF) "Puerta de Hierro" se sitúa en la vega del río Manzanares, cercano a la ciudad de Madrid (Carretera de la Co-ruña Km 7,5, salida 8 de la A-6). El clima es genuinamente mediterráneo continental, modulado por la cercanía de la Sierra de

Guadarrama. Durante el invierno es frecuente la llegada de masas de aire frío en el valle del Manzanares. La temperatura media anual es de 14,2 °C, alcanzando máximas de 40 °C y mínimas por debajo de -5 °C, algunos años por debajo de -10 °C. La precipitación anual es de 440 mm."



## Recursos e Instalaciones

El Centro tiene una superficie total de 7,44 hectáreas divididas en dos parcelas, denominadas “El Retamar” y “El Plantío”, en esta última está situado el edificio principal del centro. Cuenta con un conjunto de infraestructuras adecuadas para la consecución de sus fines, que van desde cámaras de propagación y cultivo in-vitro, laboratorio, invernaderos, umbráculos y eras de cultivo, hasta una pequeña exposición permanente de carácter divulgativa. Los recursos se completan con los materiales, las herramientas, la maquinaria y, lo más importante de todo, el personal especializado que desarrolla los trabajos.



Exposición permanente.



Cámara de cultivo in-vitro.



Invernadero.

## ¿Qué son los recursos genéticos forestales?

“Variación genética de árboles de beneficio potencial o actual para los seres humanos” (FAO).

A lo largo de la historia vital de las especies, la variación genética intraespecífica ha permitido su adaptación a las condiciones del medio. Actualmente esos procesos adaptativos siguen desarrollándose, siendo muy relevantes ante el escenario de cambio climático. La diversidad existente dentro de las especies es uno de los componentes principales de la biodiversidad (Convenio de Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica, 1992) y su conservación y uso sostenible es fundamental.

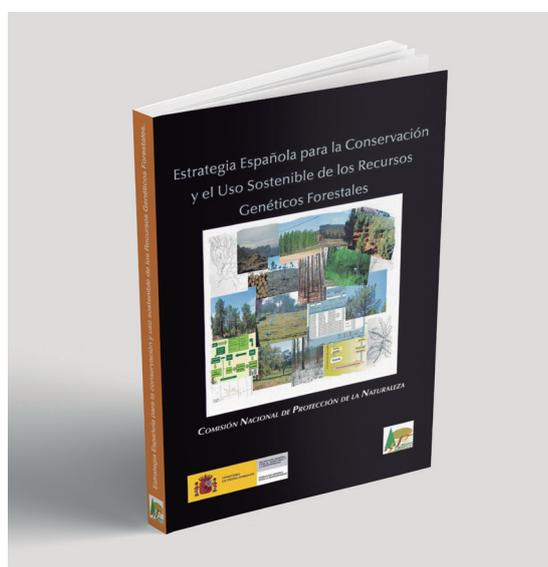
Además, los altos niveles de variación genética existentes dentro de muchas especies arbóreas, pueden ser aprovechados y utilizados beneficiosamente por la sociedad mediante la mejora genética.

Tradicionalmente, se incluye en esta disciplina la producción y el suministro de semillas, plantas y partes de plantas para la reforestación (Materiales Forestales de Reproducción o MFR). La producción, comercialización y uso de los MFR se regulan por un marco normativo desarrollado a distintos niveles: internacional, nacional y autonómico.



## COMPETENCIAS DE LA ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO

- **Velar por el cumplimiento de la Legislación básica en la materia e impulsar su desarrollo** (R.D. 289/2003 sobre comercialización de materiales forestales de reproducción). Entre las tareas derivadas de esta normativa está la delimitación de las **Regiones de Procedencia** y el mantenimiento del **Registro Nacional de Materiales de Base**. Es un registro público con las poblaciones naturales y plantaciones que están autorizadas en España para la producción de MFR.
- **Desarrollo de Programas de mejora genética forestal de interés nacional**. Son el conjunto de actuaciones de selección y cruzamiento dirigidas a la obtención semillas o plantas de calidad genética superior y garantizada para un carácter de selección determinado (producción de madera, corcho, piñón, resistencia a una enfermedad, etc.).
- **Programas de conservación de recursos genéticos forestales**. Son el conjunto de actuaciones dirigidas a preservar la variabilidad genética existente de las especies forestales, para asegurar su persistencia y su capacidad de adaptación futura. Se pueden adoptar dos posibles estrategias: conservación in-situ y conservación ex-situ
- **Desarrollo de la Estrategia Española para la conservación y uso sostenible de los Recursos Genéticos Forestales. (2006)**.
  - Se trata de un documento estratégico que establece los objetivos, los principios orientadores, las herramientas, medidas y planes de actuación necesarios para preservar la capacidad de evolución de los recursos genéticos forestales y garantizar su uso a las generaciones futuras.
  - Una de las herramientas que establece la Estrategia es la **Red de Centros Nacionales de Recursos Genéticos Forestales**, donde se promueven y coordinan actuaciones y estudios en esta materia. Se trata de 4 Centros:
    - > **CNRGF Puerta de Hierro (Madrid)**
    - > CNRGF Serranillo (Guadalajara)
    - > CNRGF Valsaín (Segovia)
    - > CNRGF Alaquás (Valencia)
  - **Coordinación con las Comunidades Autónomas**. Se ha establecido el Comité de mejora y conservación de los recursos genéticos forestales (REGENFOR) para facilitar esta labor.
  - **Venta de semillas**. El objetivo es atender las necesidades, tanto del sector público como privado, de semillas de identidad garantizada y de alta calidad fisiológica y genética. Se considera una actividad estratégica que debe ser desarrollada por el sector público.
  - **Representación internacional** en organismos vinculados con los recursos genéticos forestales, tales como la UE, FAO, OCDE, EUFORGEN (Programa europeo para los RGF).
  - **Colaboración con otros centros, organismos e instituciones**.
  - **Divulgación**.





## LÍNEAS DE TRABAJO PRINCIPALES

### Programas de conservación y mejora:

Programa Español de Conservación y Mejora de los Recursos Genéticos de los Olmos Ibéricos. Obtención de individuos resistentes a la grafiosis.

Programa de conservación y mejora de *Quercus suber* L. Ensayo internacional de procedencias.

Programa Nacional de Mejora y Conservación de los Recursos Genéticos de la encina y el alcornoque frente al síndrome de la seca. Obtención de individuos resistentes a la *Phytophthora cinnamomi*. (En desarrollo)

### Programas de mejora:

Programa Nacional de Mejora Genética del Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.) para la obtención de clones élite de grandes productores de piñón.

Programa de mejora genética de *Pinus pinaster* Ait. para la obtención de grandes productores de resina.

Programa de mejora genética de *Quercus* spp. para la selección de ejemplares élite en la producción de bellota (apoyo al programa desarrollado en el CNRGF El Serranillo).

### Programas de conservación de los recursos genéticos forestales:

Programa Nacional de Conservación del Tejo (*Taxus baccata* L.)



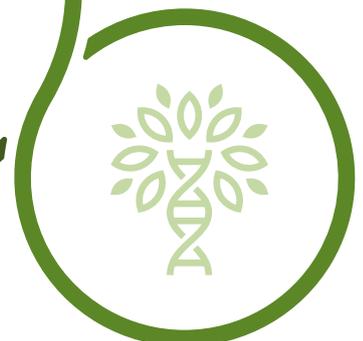
Producción de Tejos.

### PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORA

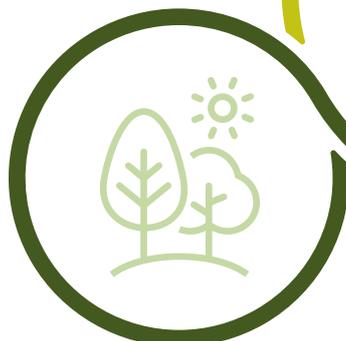


## LÍNEAS DE TRABAJO PRINCIPALES

### PROGRAMAS DE MEJORA



### PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES





## PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORA

### Programa español de conservación y mejora de los recursos genéticos de los olmos ibéricos y la obtención de individuos resistentes a la grafiosis

#### El olmo

El olmo común (*Ulmus minor*), es la especie de olmo más difundida en la península. De manera natural vegetan en suelos húmedos y fértiles típicos de sotos, vegas y riberas, soportando bien otros tipos de suelos de peores condiciones y los ambientes secos estivales. Se ha utilizado como árbol ornamental, de sombra, como soporte para el cultivo de la vid, por su madera y excelente ramón para el ganado. Es una especie muy ligada a la cultura de las poblaciones rurales, siendo su uso tradicional en plazas, parques y paseos una de sus señas de identidad. Tradicionalmente se ha usado su madera para la realización de herramientas, garrotes, vigas, yugos, timones de arados, cureñas de cañones y carretería en general.

#### La enfermedad

La grafiosis es una enfermedad fúngica propia de los olmos causada por los hongos *Ophiostoma ulmi* y *Ophiostoma novo-ulmi*, introducida en Europa a inicios del siglo XX que ha experimentado varias fases epidémicas, sobre todo en el último tercio del siglo XX diezmando las poblaciones de olmos. Provoca la obstrucción de los vasos conductores de savia, y por tanto, la muerte de la parte aérea del árbol.



Olmo sano.

#### El vector

Los escolítidos son un grupo de especies de coleópteros que se alimentan y crían en estos árboles. Estos insectos portan las esporas del hongo, transmitiendo la enfermedad en su búsqueda de alimento y/o lugares para reproducirse.



Típicos síntomas de la grafiosis, ramas puntisecas con las hojas aún prendidas.



Galerías reproductivas de escolítidos en un olmo.



El mismo olmo afectado por la grafiosis unos años más tarde.



## PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORA

El Ministerio y la Universidad Politécnica de Madrid iniciaron el programa en 1986, con el estudio de los agentes implicados en el ciclo de la grafiosis, con las primeras prospecciones de olmedas y con la recogida de material

de reproducción de olmos que mantuvieran un buen estado sanitario. Con este material se iniciaron los bancos de conservación, los cuales, finalmente, han servido como población base de mejora.

### PRIMERA FASE:

Durante una **primera fase**, el Programa trabajó en la inducción de la resistencia por medio de la hibridación controlada de los olmos europeos con especies resistentes de olmos asiáticos. De esta manera, se obtuvieron individuos híbridos resistentes mediante sucesivos ciclos de mejora genética clásica. Los caracteres de selección eran la resistencia a la enfermedad y el valor ornamental, tratando que fueran lo más parecidos posibles al olmo común.

### SEGUNDA FASE:

Tras la constatación de la presencia de buenos niveles de resistencia en algunos individuos españoles de la especie *Ulmus minor*, se inició una **segunda fase**, centrando los trabajos en la evaluación de la resistencia de algunos genotipos de esta especie y la realización de cruzamientos controlados entre ellos para lograr nuevas generaciones de mejora.



La resistencia se evalúa en parcelas de ensayo, inoculando artificialmente la enfermedad en los ejemplares a evaluar y comparándolos con testigos cuyo comportamiento frente a la grafiosis es conocido. Los genotipos resistentes que han superado los ensayos han sido autorizados como clones en el Registro Nacional de Materiales de Base y se ha iniciado la fase de producción de réplicas clonales para su uso en plantaciones. De esta manera se obtienen plantas que conservan intactas sus características de resistencia.

de los olmos ibéricos –*Ulmus minor* y *Ulmus laevis*– en la cuenca del río Tajo”, como proyecto demostrativo con una duración de 5 años. Durante estos años se han plantado 16.780 olmos y se ha cumplido el objetivo de establecer comunidades viables y representativas de esta formación vegetal.



**Proyecto Life+**  
**Restauración de los olmos ibéricos**  
*Ulmus minor* y *Ulmus laevis*  
**en la cuenca del río Tajo**

En colaboración con la UPM, la Confederación Hidrográfica del Tajo y varios Ayuntamientos de la Comunidad de Madrid en 2014 se inició el proyecto Life + “Olmos vivos” Restauración

Actualmente se continúa con las prospecciones de campo de individuos sanos para ensayar nuevos ejemplares y aumentar la base genética de la resistencia.

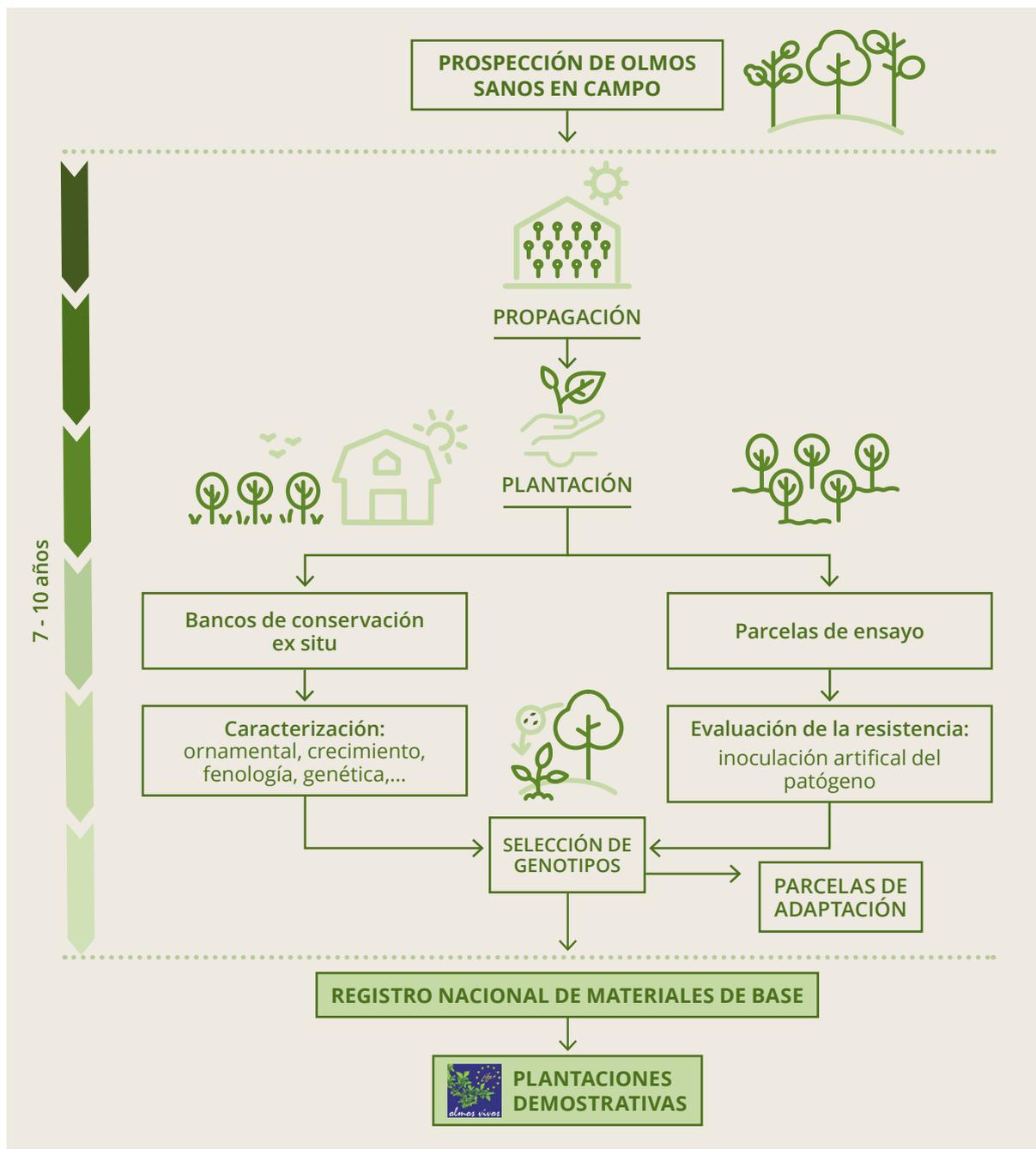


Las parcelas relacionadas con este programa son las siguientes:

- Parcelas de ensayo
- Banco clonal de conservación
- Banco clonal de olmos resistentes
- Colección de referencia
- Campo de plantas madre



Parcelas de ensayo de Olmos en Puerta de Hierro.





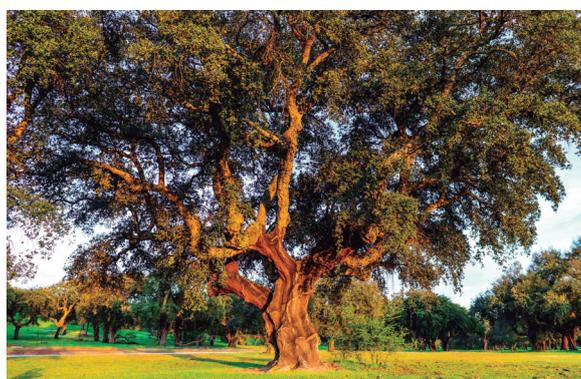
## PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MEJORA

### Programa de conservación y mejora de *Quercus suber* L. Ensayo internacional de procedencias.

Con el objetivo de tener un mejor conocimiento de los aspectos adaptativos y productivos de esta especie, en 1998 se estableció una red internacional de ensayos de procedencias en colaboración con todos los países suberícolas (Italia, Portugal, Marruecos y España). En España, el programa cuenta con tres plantaciones: una en Monfragüe (Cáceres), otra en Selladores (Jaén) y la última en el propio Centro de Puerta de Hierro.

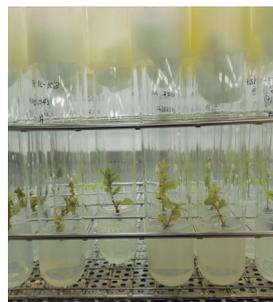
El objetivo principal de la red es estudiar la variabilidad fenotípica y genética de las distintas procedencias con especial atención a sus adaptaciones morfológicas, fisiológicas y de comportamiento frente a la sequía y el frío. Todo ello, con el fin último, de orientar los planes de manejo y conservación de las especies.

La plantación establecida en el Centro se mantiene como parcela de conservación de recursos genéticos y cuenta con una colección compuesta por 19 orígenes geográficos (12 españolas, 2 italianas, 2 marroquíes y 3 portuguesas).



*Quercus suber*.

### Programa Nacional de Mejora y Conservación de los Recursos Genéticos de la encina y el alcornoque frente al síndrome de la seca. Obtención de individuos resistentes a la *Phytophthora cinnamomi*.



En las últimas décadas del siglo XX, se empezó a observar en España la aparición de un número elevado de ejemplares de encinas y alcornoques vegetando con dificultad y que, con frecuencia, acababan muriendo. Esta situación se englobó bajo el término “seca”. Con el paso del tiempo, la “seca” se ha convertido en un término coloquial asociado a un tipo de daño que afecta al arbolado de las dehesas y otros montes de *Quercus*. Tras constatarse que los ejemplares afectados, presentaban pobredumbre radical causada por oomicetos,

en muchos casos producida por el parásito *Phytophthora cinnamomi*, en 2019 se ha iniciado un programa cuyas principales actividades serán las siguientes:

- Estudio de variabilidad poblacional.
- Genotipado, análisis multiómico y búsqueda de marcadores de la reacción planta-patógeno.
- Análisis de muestras de suelo para estudio del patógeno y su interacción con el arbolado.
- Caracterización, identificación y propagación de árboles escape en campo.
- Ensayos de tolerancia.
- Propagación clonal y micropropagación del material evaluado.
- Instalación de poblaciones de conservación y mejora (bancos clonales, huertos semilleros y campos plantas madre) y producción de material forestal de reproducción tolerante.



## PROGRAMAS DE MEJORA

### Programa Nacional de Mejora Genética del Pino Piñonero (*Pinus pinea* L.) para la obtención de clones élite de grandes productores de piñón.



El pino piñonero es una especie típica del bosque mediterráneo. Su área de distribución abarca desde Portugal a Siria y desde la Provenza hasta el norte de África. En la Península Ibérica se encuentran las masas naturales de mayor extensión de toda su área de distribución.

La rusticidad del pino piñonero, la gran variabilidad geográfica y ambiental que muestran sus masas, la demanda creciente de piñón y la importancia económica de este aprovechamiento, motivaron el desarrollo del Programa de Mejora Genética (iniciado en 1989). Aprovechando las ventajas que proporciona la técnica del injerto (control genético, facilidad en la recolección y adelanto de la entrada en producción) esta especie típicamente forestal puede llegar a utilizarse como cultivo frutal, cuyo interés económico tiene evidentes repercusiones sociales. El Programa se basa en la selección de individuos altamente productores y el manejo agroforestal de la especie.



Injertos de *Pinus Pinea* L.

Las etapas del trabajo han sido:

- Delimitación de las regiones de procedencia y establecimiento de ensayos de procedencias.
- Establecimiento de bancos clonales con los individuos sobresalientes seleccionados en monte.
- Evaluación y selección de los clones más productivos (kg de piña/árbol).
- Multiplicación.

Los bancos clonales establecidos con los individuos sobresalientes contienen un total de 331 genotipos, de cuatro regiones de procedencia distintas:

- Cataluña litoral
- Valles del Tietar y Alberche
- La Mancha
- Meseta Norte



En la actualidad, sobre esta población de mejora, se han seleccionado los 15 clones más productivos y se encuentran ya autorizados como materiales de base para la producción de réplicas clonales. Estos clones presentan entre un 10 y un 30 % más en producción de piña, respecto de los datos medios de las parcelas evaluadas.



Se han seleccionado los **15 clones más productivos**

Entre un **10 y un 30 % más en producción de piña**



## PROGRAMAS DE MEJORA

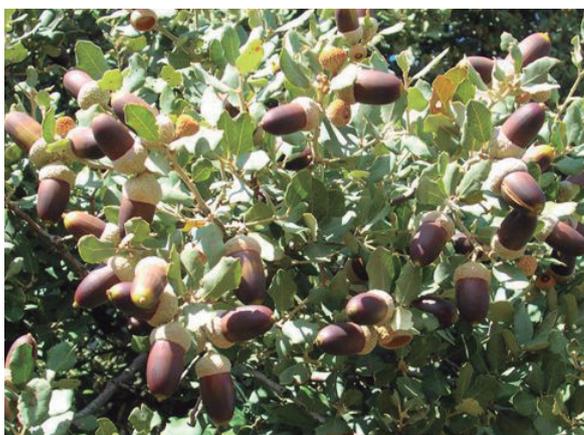
### **Programa de mejora genética de *Pinus pinaster* Ait. para la obtención de grandes productores de resina.**

El Centro cuenta con una pequeña plantación con ejemplares de *Pinus pinaster* establecida en colaboración con Instituto Nacional de Investigación Agraria (I.N.I.A.). Está constituida por 3 progenies obtenidas por cruces controlados de ejemplares de gran producción de resina de origen Coca (Segovia). La plantación se utiliza como ensayo para dos estudios distintos: la evaluación de la producción de resina, por un lado, y por otro, el estudio de la genómica comparativa de la especie, ya que aporta información de la estructura y variabilidad genética de las masas del centro de España.



### **Programa de mejora genética de *Quercus* spp. para la selección de ejemplares élite en la producción de bellota (apoyo al programa desarrollado en el CNRGF El Serranillo).**

12



Con el objeto de mejorar la producción de bellotas para alimentación animal, el Ministerio inició un programa de mejora para la selección de ejemplares sobresalientes de diversas especies del género *Quercus*, clonación y evaluación de su potencial productivo.

Aprovechando la existencia de la parcela de ensayo de procedencias internacionales de *Quercus suber*, se han realizado labores de selección de ejemplares, clonación y evaluación de la aptitud al injerto.





## PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN

### Programa Nacional de Conservación del Tejo (*Taxus baccata* L.)

El tejo es una conífera que habita de zonas montañosas, con ambientes frescos y húmedos. Se distribuye por casi todas las cadenas montañosas de la Península y Baleares (Mallorca), siendo más frecuente en la mitad norte. Raramente forma tejas en sentido estricto, siendo más común encontrar ejemplares aislados o formando rodales dentro de otros tipos de bosques. Muchas de sus poblaciones, sobre todo las más meridionales, están en un estado de deterioro preocupante, con variadas amenazas globales y locales que pueden poner en peligro su continuidad. Esto ha provocado que en varias CCAA sea considerada una especie amenazada.

Teniendo en cuenta esta situación, la **Estrategia Española para la conservación y uso sostenible de los Recursos Genéticos Forestales** considera al tejo como especie prioritaria y el Ministerio inició en el año 1992 un programa para la conservación de sus recursos genéticos, que incluye: el inventario, la

caracterización ecológica, la multiplicación de genotipos y el establecimiento de bancos de conservación exsitu. Estas colecciones pueden ser utilizadas para producir material de origen garantizado para su reintroducción.

En la actualidad el programa cuenta con una colección de más de 400 ejemplares, que se conservan en tres lugares distintos: Puerta de Hierro (Madrid), Valsaín (Segovia) y Lourizán (Pontevedra).



Tejo (*Taxus baccata*). El fruto es una cubierta carnosa (arilo) que recubre a la semilla.

### Especies arbóreas con programas de mejora

*Pinus pinaster* Ait.



*Pinus pinea* L.



*Quercus* spp.



*Ulmus minor* Mill.





## PRODUCCIÓN Y ABASTECIMIENTO DE MATERIAL FORESTAL DE REPRODUCCIÓN

El Centro cuenta con dos plantaciones autorizadas para la producción de material forestal de reproducción:

- Campo de plantas madre para la multiplicación vegetativa de clones de *Ulmus minor* incluidos en el Registro Nacional de Materiales de base por su resistencia a la grafiosis.
- Campo de plantas madre para la multiplicación por injerto de los genotipos de *Pinus pinea* catalogados como grandes productores de piña.

### Técnicas de multiplicación vegetativa

**Estaquillado:** Técnica de propagación vegetal asexual, consistente en reproducir una planta completa a partir de una parte de otra planta. Este proceso se puede potenciar mediante la aplicación exógena de reguladores de crecimiento (hormonas vegetales). El método principal empleado es el de estacas de tallo de madera dura, utilizado principalmente para la reproducción de los olmos resistentes a la grafiosis, mientras que el estaquillado de los brotes más tiernos de crecimiento anual se emplean para la propagación de genotipos de *Taxus baccata*.



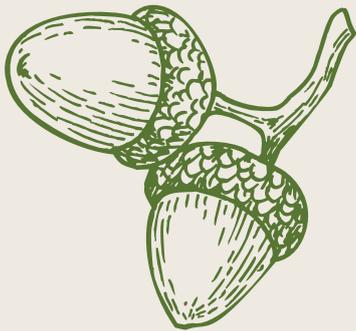
**Injertado:** Es una técnica de propagación vegetativa consistente en unir una porción de tejido procedente de una planta (injerto o púa) sobre otra ya asentada (planta patrón o portainjertos) de tal manera que sus tejidos se unan, crezcan y se desarrollen como una sola planta. En el Centro se utiliza principalmente el método de injerto por sustitución de yema terminal. Las especies con las que se ha trabajado han sido *Pinus pinea*, *Pinus pinaster*, *Pinus nigra* y *Quercus suber*.



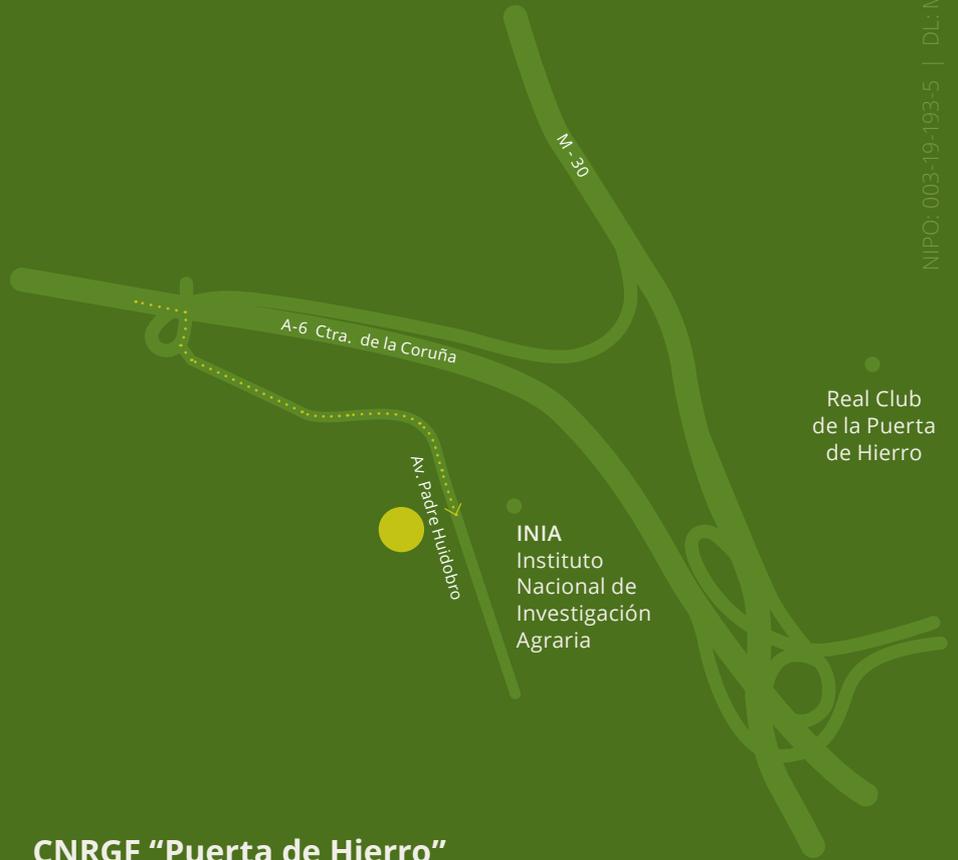
**Micropropagación:** Consiste en la multiplicación mediante la utilización de técnicas de cultivo in vitro de tejidos vegetales. El cultivo in vitro posibilita cultivar cualquier porción de material vegetal, que se denomina explanto, sobre un medio de cultivo definido, en condiciones asépticas. Modificando ese medio de cultivo puedes dirigir el crecimiento hasta lograr regenerar plantas completas. En el centro se utiliza la técnica de la organogénesis in-vitro para la multiplicación de genotipos de olmos de interés.







Hipódromo  
de la Zarzuela



Real Club  
de la Puerta  
de Hierro

## CNRGF "Puerta de Hierro"

Carretera de la Coruña Km 7.5. 28040 MADRID



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

