



## 6º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

---

**6CFE01-182**

---

Montes: Servicios y desarrollo rural  
10-14 junio 2013  
Vitoria-Gasteiz



---

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales  
Vitoria-Gasteiz, 10-14 junio de 2013  
ISBN: 978-84-937964-9-5  
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

## La Red Nacional de Ensayos Genéticos: una herramienta para la monitorización de la diversidad genética

CHAMBEL, M.R.<sup>1</sup>, NOTIVOL, E.<sup>2</sup>, BARBA, D.<sup>1</sup>, DEL CAÑO, F.<sup>1</sup>, CLIMENT, J.<sup>1,3</sup> y ALÍA, R.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ecología y Genética Forestal, INIA-CIFOR Ctra La Coruña Km 7.5 28040 Madrid

<sup>2</sup> Unidad de Recursos Forestales, Centro de Investigación y Tecnología Alimentaria de Aragón Avda Montañana 930 50059 Zaragoza

<sup>3</sup> Instituto Universitario de Gestión Forestal Sostenible Uva-INIA

### Resumen

La diversidad genética es un componente esencial de la biodiversidad. Mientras que las actuales técnicas de secuenciación permiten evaluar la diversidad genética neutral a un bajo coste, la evaluación de la diversidad genética en caracteres cuantitativos (de gran importancia adaptativa) constituirá en un futuro próximo la principal limitación pues sigue necesitando ensayos en ambiente común y condiciones ecológicas contrastadas, además de un seguimiento permanente.

La Red Nacional de Ensayos Genéticos Forestales (GENFORED), creada al amparo de la Estrategia Española de Conservación y Uso sostenible de la diversidad genética, tiene como misión: servir de nexo entre los equipos involucrados en la gestión de ensayos, promover el uso de protocolos comunes, consensuados y científicamente validados y fomentar el uso compartido de datos, mejorando su rentabilidad y difusión.

Así, esta Red ha permitido calcular la diversidad existente a nivel poblacional, parámetros de diferenciación entre poblaciones, así como niveles de diversidad intrapoblacional. La combinación de forma eficiente de estos datos con los obtenidos a partir de marcadores moleculares ofrece la posibilidad de constituirse en el método más eficaz para la monitorización de la diversidad genética a nivel nacional o europeo.

### Palabras clave

Diversidad adaptativa, infraestructuras I+D, ensayos de ambiente común.

### 1. Introducción

Los ensayos de ambiente común, ya sean ensayos en campo o ensayos de corta duración en vivero o invernadero, constituyen actualmente la única forma de evaluar la diversidad genética de los caracteres cuantitativos (NEALE y KREMER, 2011) y por ello son una herramienta fundamental para el uso correcto de la diversidad genética dentro de una política de gestión forestal sostenible. La Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de los Recursos Genéticos Forestales (JIMENEZ et al. 2009) plantea como una de las herramientas para su puesta en funcionamiento la implementación del sistema nacional de evaluación y seguimiento de los recursos genéticos, en el que se integra la Red Nacional de Ensayos Genéticos Forestales (GENFORED). Esta red se ha constituido formalmente en el año 2010 mediante la colaboración del CITA y del INIA-CIFOR del con otras instituciones como MAGRAMA, SERIDA, UPM y Servicios Forestales de varias comunidades autónomas (Castilla y León, Madrid, Comunidad Valenciana, Aragón, Andalucía). Los datos incluidos en

GENFORED permitirán también aportar la información para la base de datos sobre ensayos genéticos de evaluación contemplados en el desarrollo de la ley de patrimonio natural.

La longevidad de la mayor parte de las especies forestales mediterráneas hace que sea relevante el seguimiento y mantenimiento de los ensayos de campo durante un largo plazo, superior a la vida profesional de un investigador medio. Por este motivo es especialmente necesaria una infraestructura estable de compilación y gestión de la información y la adopción de criterios comunes de medición y mantenimiento, que permitan maximizar la rentabilidad de los datos obtenidos.

## 2. Objetivos

Los objetivos de la Red Nacional de Ensayos Genéticos Forestales son:

1. Servir como nexo de unión entre los distintos equipos científicos y técnicos involucrados en la instalación y gestión de ensayos genéticos de especies forestales a lo largo de la geografía española.
2. Facilitar el intercambio de información y la aplicación de protocolos comunes, consensuados y científicamente validados de instalación y seguimiento.
3. Asegurar la transferencia correcta de información entre el equipo investigador, los técnicos responsables del mantenimiento y los usuarios finales de la información generada.
4. Fomentar el uso compartido de los datos, mejorando su rentabilidad y la difusión de los resultados.

## 3. Metodología

### 1. Descripción de los ensayos y material vegetal

La red está compuesta por 58 sitios de ensayo de 8 especies forestales distribuidos a lo largo de la geografía española (Tabla 1), en la que están representadas poblaciones de gran parte de Europa y del Norte de África (Figura 1). Incluye ensayos de procedencias, de procedencias-progenies, de progenies y clonales (Figura 2). Varios de estos ensayos incluyen poblaciones actualmente amenazadas o diezmadas por incendios forestales, plagas o enfermedades y alteraciones abióticas asociadas al cambio climático.

Tabla 1. Localización, edad y número de entradas genéticas de los ensayos incluidos en GENFORD

| Especie                 | Tipo de ensayo          | Sitios de ensayo | Localización  | Edad                     | Nº de entradas genéticas            |
|-------------------------|-------------------------|------------------|---|--------------------------|-------------------------------------|
| <i>Pinus sylvestris</i> | Procedencias            | 6                | Huesca<br>Granada<br>León (2 sitios)<br>Teruel<br>Segovia         | 22 años                  | 22 procedencias                     |
|                         | Progenies               | 2                | Segovia   | 24 años                  | 50 progenies                        |
| <i>Pinus pinea</i>      | Procedencias            | 5                | Castellón<br>Toledo<br>Valladolid (2 sitios)<br>Burgos            | 17 años                  | 34 procedencias                     |
| <i>Pinus halepensis</i> | Procedencias            | 6                | Madrid (2 sitios)<br>Zaragoza (2 sitios)<br>Valencia<br>Castellón | 16 años                  | 56 procedencias                     |
|                         | Procedencias /Progenies | 2                | Valladolid<br>Zaragoza  | 18 años                  | 148 progenies de<br>32 procedencias |
| <i>Pinus nigra</i>      | Procedencias            | 8                | Burgos (3 sitios)<br>León (3 sitios)<br>Palencia<br>Segovia       | 17 años                  | 21 procedencias                     |
| <i>Pinus pinaster</i>   | Procedencias            | 6                | Ciudad Real (3 sitios)<br>Cáceres (2 sitios)<br>Toledo            | Finalizado a los 32 años | 52 procedencias                     |
|                         | Procedencias /Progenies | 5                | Asturias (3 sitios)<br>Orense<br>Zaragoza                         | 9 años                   | 250 progenies de<br>26 procedencias |
|                         | Progenies               | 2                | Ávila<br>Cáceres  | 21 años                  | 98 progenies                        |
|                         | Progenies               | 1                | Burgos  | 12 años                  | 56 progenies                        |
|                         | Progenies               | 2                | Segovia   | 17 años                  | 99 progenies                        |
|                         | Clonal                  | 4                | Asturias<br>Madrid<br>Cáceres<br>Portugal                         | 3 años                   | 534 clones                          |
| <i>Fagus silvatica</i>  | Procedencias            | 2                | La Rioja<br>Burgos  | 15 años                  | 32 procedencias                     |
| <i>Quercus ilex</i>     | Progenies               | 3                | Cáceres<br>Madrid<br>Valencia                                     | 3 años                   | 156 progenies de<br>26 procedencias |
| <i>Quercus suber</i>    | Procedencias            | 1                | Cáceres   | 15 años                  | 32 procedencias                     |
|                         | Procedencias            | 2                | Cáceres<br>Jaén   | 15 años                  | 20 procedencias                     |
|                         | Procedencias /progenies | 1                | Jaén  | 15 años                  | 68 progenies de<br>3 procedencias   |

## 2. Bases de datos

La red está coordinada por el el CITA e INIA-CIFOR, instituciones responsables por la creación de los protocolos de seguimiento de los ensayos, la estandarización de mediciones y la creación y mantenimiento de las bases de datos.

Se ha creado una base de datos para guardar los datos obtenidos en la medición de las parcelas, que se completa complementa con una aplicación SIG que permite conocer la localización de los ensayos y los sitios de origen de los materiales ensayados. Se ha creado una página web [www.genfored.es](http://www.genfored.es) desde la cualquier interesado puede acceder libremente a la aplicación gis y a las estadísticas básicas de todas las variables medidas en los ensayos de la red. El acceso a los datos completos incluidos en la base se hace mediante una clave que los coordinadores atribuirán a cada investigador participante. La introducción de datos en la base se podrá hacer también *on-line*. Para ello se ha creado un software paso-a-paso capaz de importar los datos desde los formatos más habituales (Excel y Access).

## 3. Protocolo de uso de la información

Los datos incluidos en GENFORED están sujetos a un periodo de carencia de cinco años tras cada medición durante los cuales su uso queda reservado para la institución que los originó. Finalizado este periodo, los investigadores interesados deben cursar una petición a las instituciones coordinadoras de la red en la que especifiquen los objetivos del trabajo que pretenden realizar y las mediciones necesarias. De esta forma se evita el solape entre trabajos de distintos grupos investigadores.

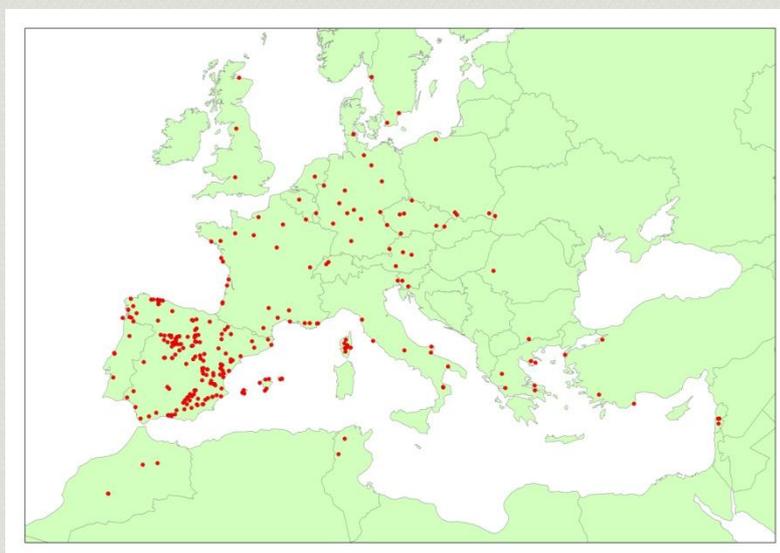


Figura 1. Localización de las poblaciones representadas en los ensayos de GENFORED

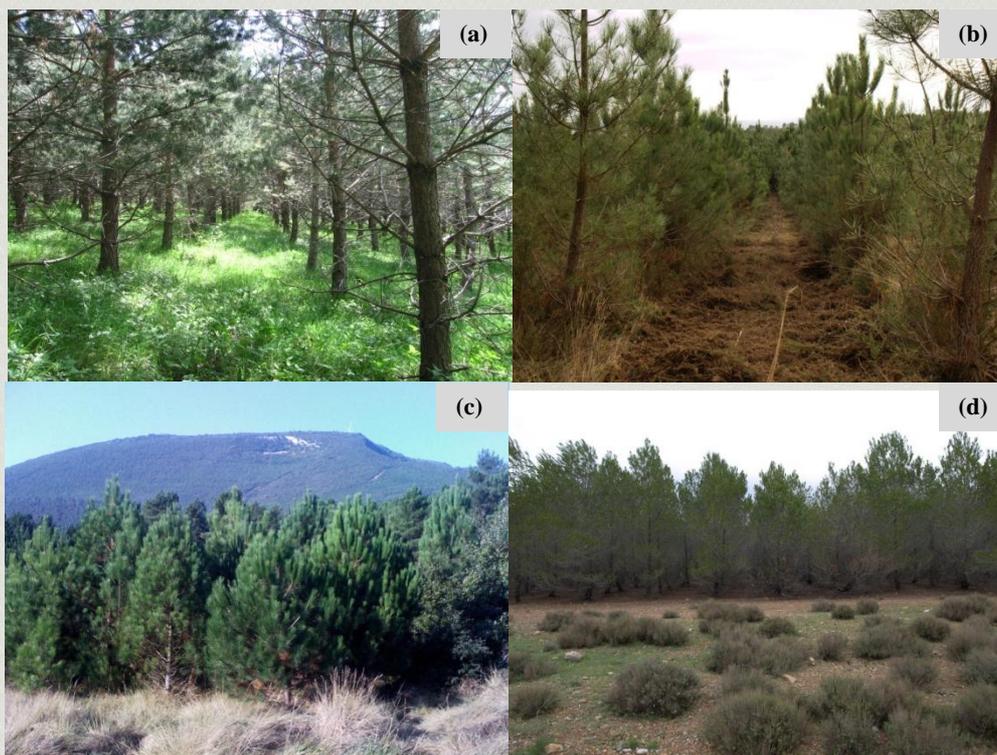


Figura 2: Algunos ensayos incluidos en GENFORED: (a) ensayo de procedencias de *Pinus sylvestris* localizado en Aragües (Huesca); (b) ensayo de procedencias/progenies de *Pinus pinaster* situado en Amerca (Ourense); (c) ensayo de procedencias de *Pinus nigra* situado en Trespaderne (Burgos); (d) ensayo de procedencias de *Pinus halepensis* situado en Altura (Castellón).

#### 4. Producción científica y técnica relacionada con GENFORED

El número creciente de artículos científicos publicados en los últimos años que utilizan datos obtenidos en los ensayos que conforman GENFORED (para un total de 48 incluidos en el SCI) demuestra la importancia y el potencial científico de esta red (Figura 3). Además se han presentado más de 120 comunicaciones a congresos nacionales e internacionales y se han defendido 14 tesis y hay otras cinco en curso.

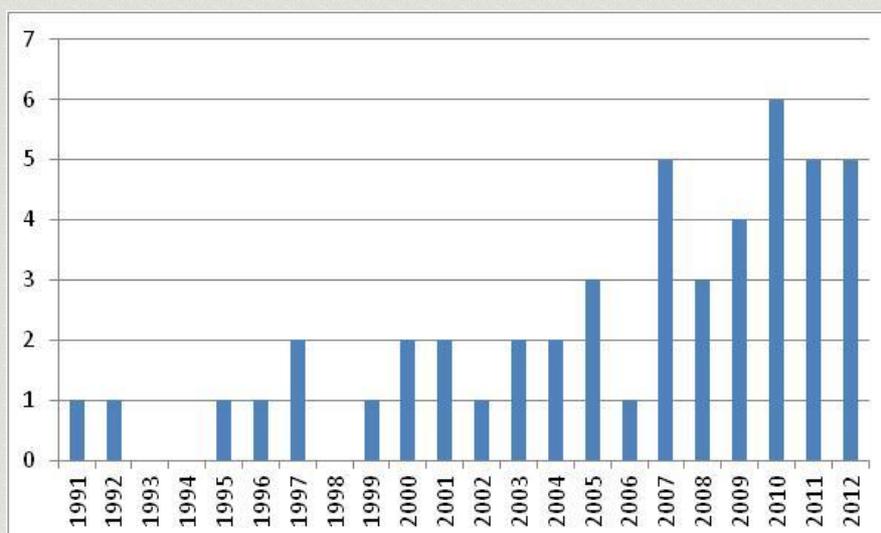


Figura 3: Número de artículos científicos publicados con datos obtenidos en los ensayos de GENFORED

#### 4. Perspectivas

Desde la constitución de GENFORED, se ha despertado un interés creciente dentro de iniciativas internacionales, tales como la red de excelencia Evoltree, la acción coordinada Treebreedex, y recientemente el proyecto de infraestructuras Trees4Future. Además, distintas acciones COST han incorporado información de GENFORED entre sus materiales.

Se espera que en un futuro inmediato se incorporen nuevas instituciones a la Red, aumentando el número y la representatividad de los ensayos. Varios centros de investigación, universidades y empresas han mostrado explícitamente su interés en este sentido. Pero este crecimiento deberá afrontar costes cada vez mayores de mantenimiento tanto de las bases de datos como de los propios ensayos, para lo cual se deberán buscar fuentes de financiación externas o incluso algún mecanismo de auto-financiación.

#### 5. Bibliografía

JIMENEZ, P.; DÍAZ-FERNÁNDEZ, P.M.; IGLESIAS, S.; PRADA, A.; GARCÍA DEL BARRIO, J.M.; ALBA, N., ALÍA, R.; 2009. Estrategia Nacional para la conservación y uso sostenible de los recursos genéticos forestales: un marco para coordinar las actividades del gobierno central y comunidades autónomas en España. *Forest Systems* 18 13-19.

NEALE, D.B.; KREMER, A.; 2011. Forest tree genomics: growing resources and applications. *Nature Reviews Genetics* 12 111-122.