



Conservación Genética de especies forestales

MONOGRAFÍA DE DIVULGACIÓN
2024

Conservación Genética de especies forestales

MONOGRAFÍA DE DIVULGACIÓN
2024

Catálogo de publicaciones del Ministerio: <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/servicios/publicaciones/>

Catálogo general de publicaciones oficiales: <https://cpage.mpr.gob.es/>

Título: Conservación Genética de especies forestales. Monografía de divulgación.

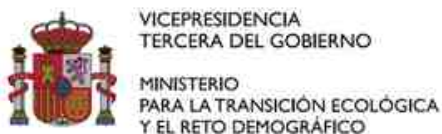
Edición: 2024

Autores/as Marta Callejas Díaz, Francisco Javier Auñón, Ana María López Peralta, Diana Barba Egido, Ricardo Alá Miranda, Delphine Grivet, Felipe Pérez Martín.

Colaboradores/as: Sonia Arribas Lastra, Eduardo Ballesteros Burgos, Fernando del Caño Prieto, César Cardo González, Regina Chambel, Pilar Duránte Jiménez, Carmen García Barriga, José María García del Barrio, David León Carbonero, Arturo Lizasoain Sanz, Laura María Luquero Ramos, Rubén Mondelo Falcon, Virginia Murillo Veguillas, Sven Mutke, Eduardo Notivol Paño, Sanna Olsson, María Elena Pérez Gómez, Laura Prieto Estévez, Rodrigo Pulido Sanz.

Coordinador: Felipe Pérez Martín

Imagen de cubierta: Marta Callejas Díaz



Edita:

© SUBSECRETARÍA

Gabinete Técnico

NIPO: 665-24-084-5 (línea)

NIPO: 665-24-083-X (papel)

Depósito Legal: M-25986-2024

Impresión: Gráficas Muriel





Diseño y maquetación:

Marta Callejas Díaz

Créditos de imágenes©:

Marta Callejas-Díaz, Ana María López Peralta

Dibujos©:

Marta Callejas-Díaz y www.canva.com

Año de elaboración:

2024









Cita: Callejas-Díaz, M., Auñón, F.J., López Peralta, A.M., Barba Egido, D., Alía Miranda, R., Grivet, D. y Pérez Martín, F. (2024). *Conservación Genética de especies forestales. Monografía de divulgación*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Agradecimientos:

A todo el personal de las comunidades autónomas y a los/las agentes forestales y medioambientales por su indispensable apoyo y colaboración en el desarrollo de la Red Nacional de Unidades de Conservación Genética. A todas las personas que han contribuido a la mejora de esta monografía.

Este documento ha sido elaborado por TRAGSA, en el marco de un encargo del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), con una cofinanciación de fondos FEADER al 75%, al estar incluido en el Programa Nacional de Desarrollo Rural 2014 - 2020, dentro de la submedida 15.2, de apoyo al fomento y la conservación de los recursos genéticos forestales y del proyecto europeo FORGENIUS (No. 862221) sobre “Mejora del acceso a la información y los servicios de los Recursos Genéticos Forestales para los usuarios finales”. En la elaboración del documento también ha participado el Instituto de Ciencias Forestales (ICIFOR) perteneciente al Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA), del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

ÍNDICE

	Unidades de Conservación Genética	2
	Recursos Genéticos Forestales	3
	Diversidad genética	
	¿Qué es la diversidad genética?	5
	¿Cómo se mide la diversidad genética?	6
	¿Por qué es importante conservar la diversidad genética?	7
	Estrategias de conservación genética	9
	Conservación dinámica: <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>	10
	Conservación estática: <i>ex situ</i>	11
	Herramientas para la conservación <i>in situ</i> y <i>ex situ</i>	12
	Principales amenazas	14
	Redes de conservación <i>in situ</i>	
	¿Cuál es el objetivo principal?	16
	Red Europea	17
	Red Nacional	18
	Cómo consultar la propuesta de Red Nacional	19
	Aprobación de Unidades de Conservación <i>in situ</i>	
	¿Cómo se eligen las UCGs?	21
	Actores implicados	24
	Pasos a seguir para la aprobación	25
	¿Qué información recogemos en campo sobre cada UCG?	26
	Establecimiento de las redes	27
	Información adicional	
	Difusión	29
	Para saber más...	30

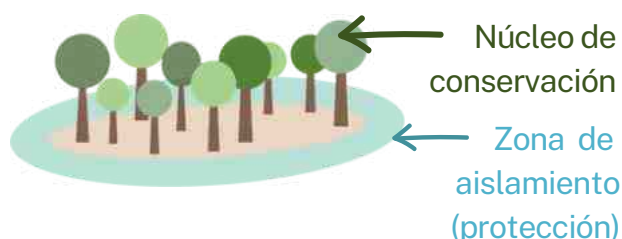


UNIDADES DE CONSERVACIÓN GENÉTICA

DEFINICIÓN

Población constituida por un **grupo de individuos de la misma especie forestal** que ocupa un **área geográfica definida y genéticamente aislada**, en cierto grado, de otros grupos.

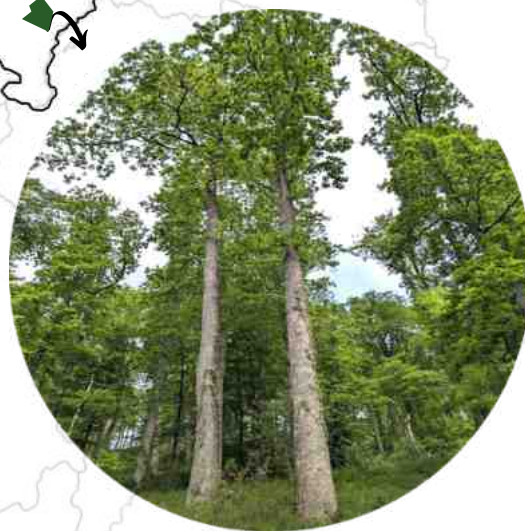
Permiten **conservar la información genética** que tienen los **árboles** de una zona en particular (a esto se le denomina conservación *in situ*).



Ejemplo de dos unidades de roble albar (*Q. petraea*)

Si tenemos una unidad en la **Comunidad Foral de Navarra...**

...y otra en la **Comunidad de Madrid,**



estaremos conservando la **combinación de genes** que tienen estos árboles en **distintos sitios** en los que evolucionan de diferente forma.

Mercator




100 mi

© 2011 Google

RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES

DEFINICIÓN

Constituyen el **material hereditario** que se encuentra dentro de cada **especie arbórea y leñosa**, que tiene un **valor social, científico, ambiental o económico** real o potencial.

En Europa,  **de 140 millones de hectáreas de bosques** están protegidas para **conservar los paisajes**, la **biodiversidad** y los **bienes y servicios** que brindan a las comunidades.

Sin embargo, **muy poca superficie está protegida específicamente para conservar los recursos genéticos forestales...**

Debemos diferenciar:

Conservación de la **biodiversidad**

La biodiversidad es la variedad de la vida en sus diferentes niveles:



Conservación **genética**

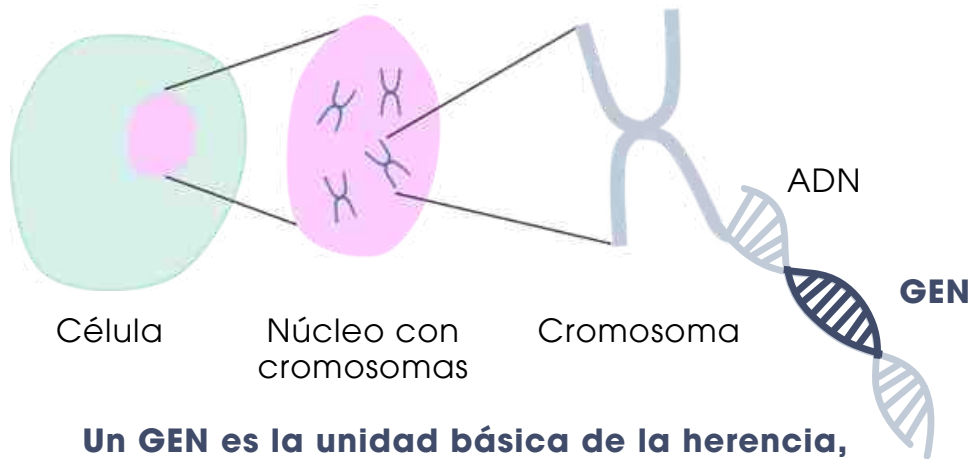
Hace referencia a este nivel en particular



¿QUÉ ES LA DIVERSIDAD GENÉTICA?

diferencias genéticas

Las diferencias existentes en los genes de un individuo a otro.



Un GEN es la unidad básica de la herencia, un segmento de ADN.

GENOTIPO



AMBIENTE



FENOTIPO

Información genética total de un individuo.

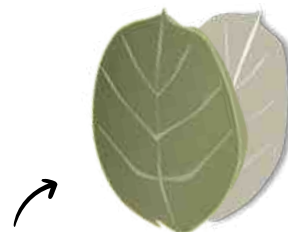
Afecta a la expresión de los genes.

Conjunto de rasgos o características individuales, observables o no.



Ejemplo de hojas de encina (*Q. ilex*), de distinto tamaño y forma.

Aquellos árboles que habitan **sitios húmedos y con recursos**, desarrollan hojas más grandes.



En ambientes secos,

las hojas son más pequeñas para evitar la pérdida de agua.

¿CÓMO SE MIDE LA DIVERSIDAD GENÉTICA?

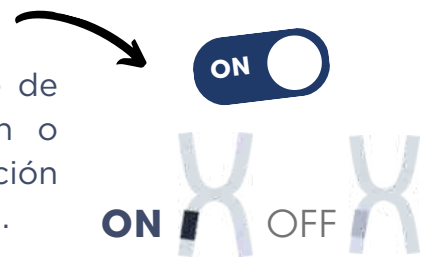
Consiste en determinar y analizar:

- ✓ Cuántas **versiones diferentes del mismo gen** (llamadas **alelos**) están presentes en un grupo de árboles.



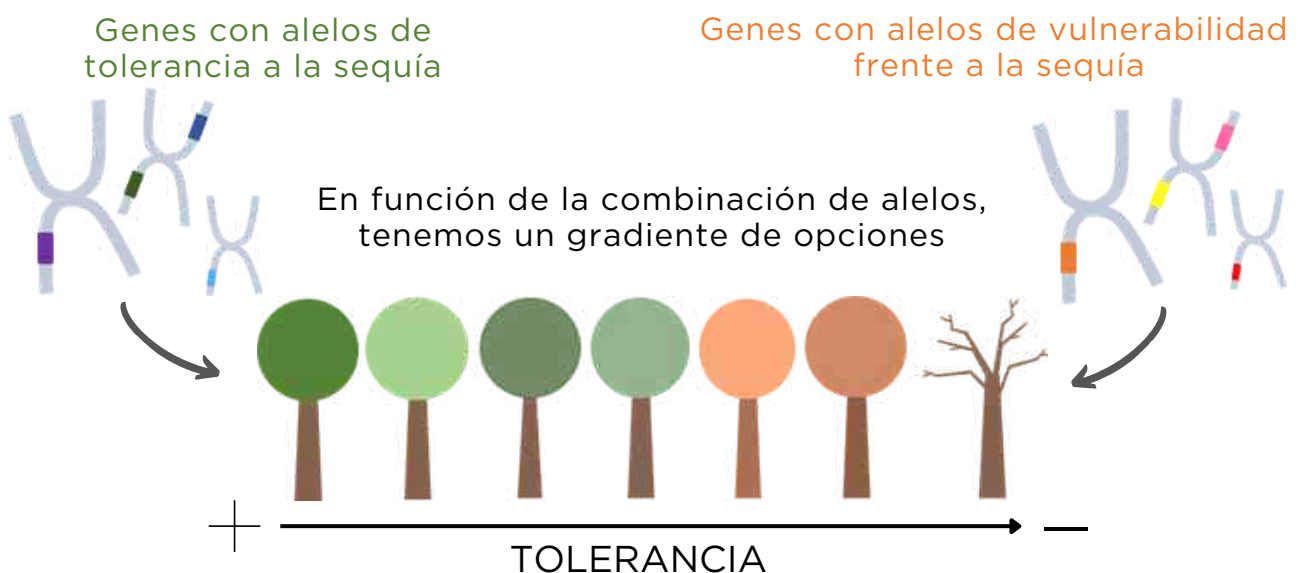
- ✓ Otros factores que pueden regular la expresión de los genes: el **ambiente** o **moléculas** del propio organismo.

Cada célula expresa o activa solo una parte de sus genes. El resto de genes se reprimen o apagan. El proceso de activación y desactivación de genes se conoce como regulación genética.



Ejemplo

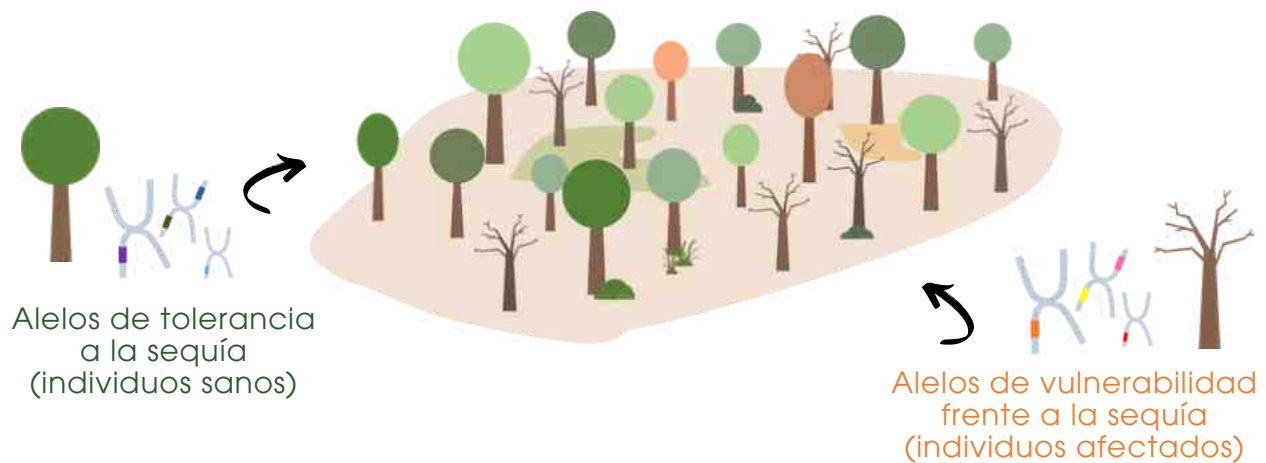
Varios genes pueden **determinar la tolerancia a la sequía** de una planta. Y pueden existir **diferentes alelos para cada gen**.



Cuando todos o casi todos los miembros de una población tienen los mismos alelos, se dice que esa población tiene **baja diversidad genética** en esos genes (ej. los árboles son vulnerables a la sequía). Por el contrario, **cundo existen muchas versiones diferentes**, la población tiene una **gran diversidad genética** (ej. encontraremos árboles tolerantes y árboles vulnerables).

¿POR QUÉ ES IMPORTANTE CONSERVAR LA DIVERSIDAD GENÉTICA?

Porque la diversidad implica que la especie está bien preparada para enfrentar una perturbación. Si aparece una presión ambiental como, por ejemplo, la sequía extrema o una enfermedad, en una población de árboles con alta diversidad, es más probable que algunos individuos tengan la información genética necesaria para sobrevivir.



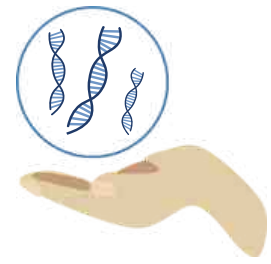
Ejemplo de individuos afectados por la sequía junto a individuos sanos.



Gracias a la **diversidad genética** que encontramos en esta población, algunos **árboles con los alelos de tolerancia a la sequía, podrán sobrevivir y reproducirse.**



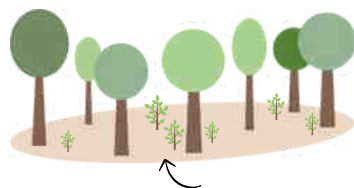
ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN GENÉTICA



Conservación **dinámica o evolutiva**

1

Poblaciones naturales



con capacidad de regeneración

Conservación **estática**

Poblaciones sin descendencia, en declive



No deseable

Conservación ***in situ***

2

Plantaciones



Conservación ***ex situ***

3

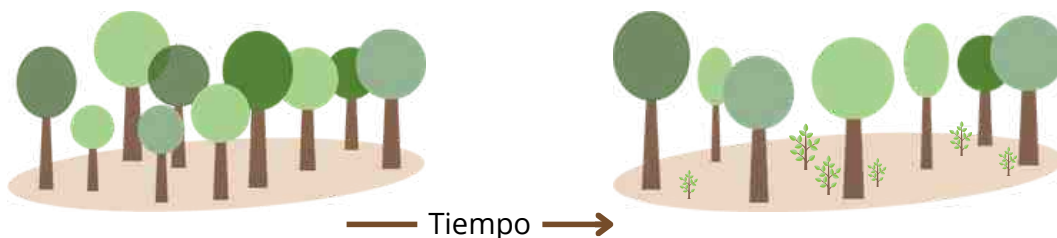
Bancos de **germoplasma**



Dinámica o evolutiva

Permite que vayan apareciendo nuevos genotipos

(combinación de genes) gracias a la reproducción entre individuos.



1 Conservación dinámica *in situ*

Conservación en el **hábitat natural** de una especie.

Mantiene la interacción con otras especies y organismos a largo plazo. Permite que evolucionen según las condiciones cambiantes del ambiente.

- ✓ Regeneración natural
- ✓ Incluir el máximo de alelos posible
- ✓ Cubrir toda la variación genética espacial



2 Conservación dinámica *ex situ*

Plantaciones fuera de su hábitat natural.

Se considera dinámica porque permite que evolucionen según las condiciones de este nuevo ambiente.



Estática

Creación de **colecciones (de semillas, polen, partes de plantas o plantas enteras)**



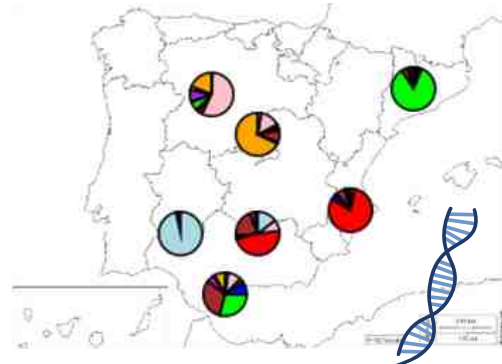
3 Conservación estática *ex situ*





Herramientas para la conservación *in situ*

Red de Unidades de
Conservación Genética
in situ



Ejemplo de variación genética entre
poblaciones de una misma especie.

En algunos casos, es necesaria la combinación de
ambas herramientas



Herramientas para la conservación *ex situ*:

Banco Nacional de Germoplasma
Forestal y de Flora Silvestre (físico)



ubicado en

Red de Centros Nacionales de Recursos Genéticos Forestales

Banco de Germoplasma Forestal
y de Flora Silvestre *en Red*,

herramienta de coordinación y
cooperación entre:

Gestores

Usuarios

Conservadores

Investigadores



PRINCIPALES AMENAZAS



La **diversidad genética** permite **hacer frente a estas perturbaciones.**

Las respuestas de los árboles serán las que determinen la composición futura de los bosques afectados. Es por ello que aquí tratamos de adelantarnos a estos posibles escenarios y conservar toda la diversidad genética posible de cada especie.



REDES DE CONSERVACIÓN *in situ*

¿CUÁL ES EL OBJETIVO PRINCIPAL?

Conservar de forma dinámica la **diversidad genética de las especies** presentes en todo el territorio EUROPEO...

...con el mínimo de poblaciones posible.



Y es así como se han seleccionado unidades representativas de cada especie, en su rango de distribución, **basándose en estudios genéticos existentes**.

RED EUROPEA

Esta iniciativa paneuropea que impulsa el Programa Europeo



* **EUFORGEN** es un programa de cooperación internacional que promueve la conservación y el uso sostenible de los recursos genéticos forestales en Europa, como una parte vital de la gestión forestal sostenible.

pretende proteger los bosques de Europa mediante la creación de una **Red Europea de Unidades de Conservación Genética de especies forestales**.



* **EUFGIS** es un sistema de información georreferenciada sobre la conservación de los recursos genéticos forestales.

www.forgenius.eu

Proyecto europeo que mejora la información para la conservación y manejo de los bosques.

Este trabajo es clave para la adaptación de los bosques al cambio climático y para su evolución futura.



Aquí puedes consultar los requisitos mínimos paneuropeos para las unidades.

PROPUESTA de Red de UCGs *in situ*

 Desarrollada por MITECO + ICIFOR-INIA-CSIC.

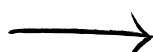
En la siguiente **propuesta se han priorizado 20 especies forestales**, aunque en total serán **62 las especies** para las que habrá que definir y aprobar unidades de conservación.



Tanto las Unidades como la Red que conforman están reguladas por el Real Decreto 159/2022, de 1 de marzo, sobre conservación de los recursos genéticos forestales y de la flora silvestre.

CÓMO CONSULTAR LA PROPUESTA DE RED NACIONAL

➤ Escanea el siguiente código QR:



Visor SIG

👤 App desarrollada por
Francisco Javier Auñón
(ICIFOR-INIA-CSIC)

*En algunos dispositivos la propia cámara puede leer este código.

Si no es tu caso, puedes utilizar 'Google Lens' (en Android) o instalar un lector de códigos QR.



➤ O bien a través del siguiente enlace:

[Propuesta de Red de UCRGF \(arcgis.com\)](https://arcgis.com)



¿CÓMO SE ELIGEN LAS UNIDADES DE CONSERVACIÓN?

Estos son los **5 requisitos** que debe cumplir cada unidad y que establece el



Real Decreto 159/2022, de 1 de marzo, sobre conservación de los recursos genéticos forestales y de la flora silvestre.

a) Naturaleza

El grupo de árboles debe ser de origen autóctono, es decir, **procedente de la zona en la que vive.**



Población autóctona

b) Tamaño

Debe ser suficiente para **asegurar la reproducción** e intentar que la **mayoría de los alelos** (las distintas opciones de los genes) estén presentes en el futuro.

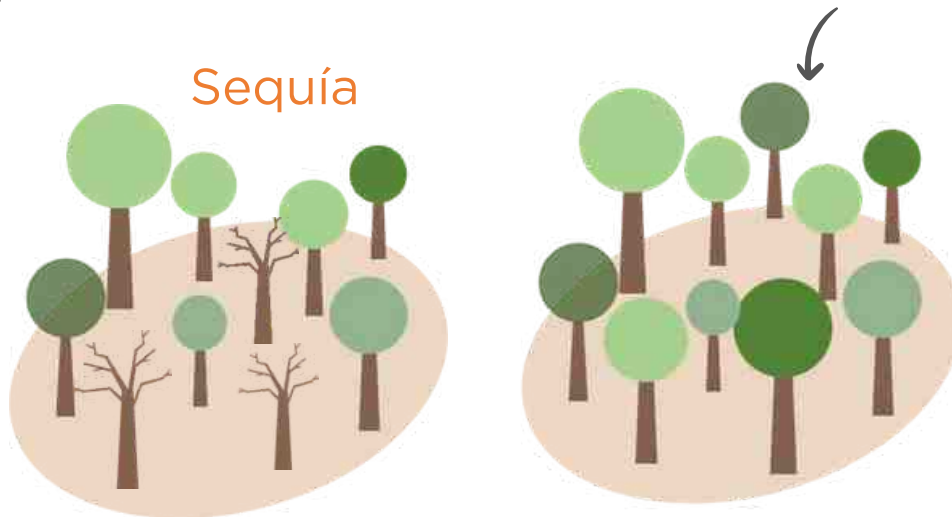


Suficiente nº individuos reproductores
o con semillas



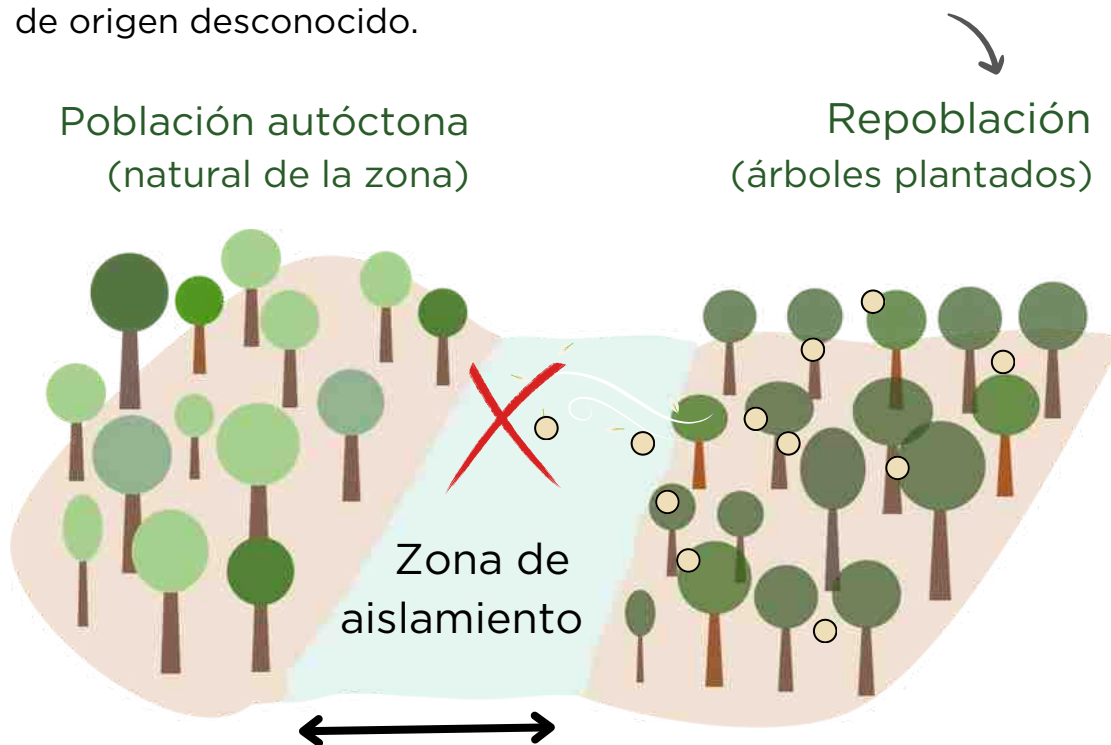
c) Valor

Población que **aporta un valor al conjunto de unidades** de la misma especie ya aprobadas. Por ejemplo: presenta mayor tolerancia a la sequía.



d) Aislamiento

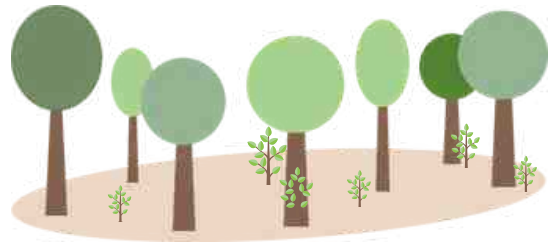
El **núcleo de conservación debe estar protegido** frente a introgresión genética por parte de poblaciones no autóctonas o de origen desconocido.



Para ello, se delimitará una zona tampón de tamaño suficiente alrededor del núcleo de conservación

e) Regeneración Natural

Capacidad para tener descendencia, clave para conservar la diversidad genética y los procesos evolutivos que tienen lugar en esa población.

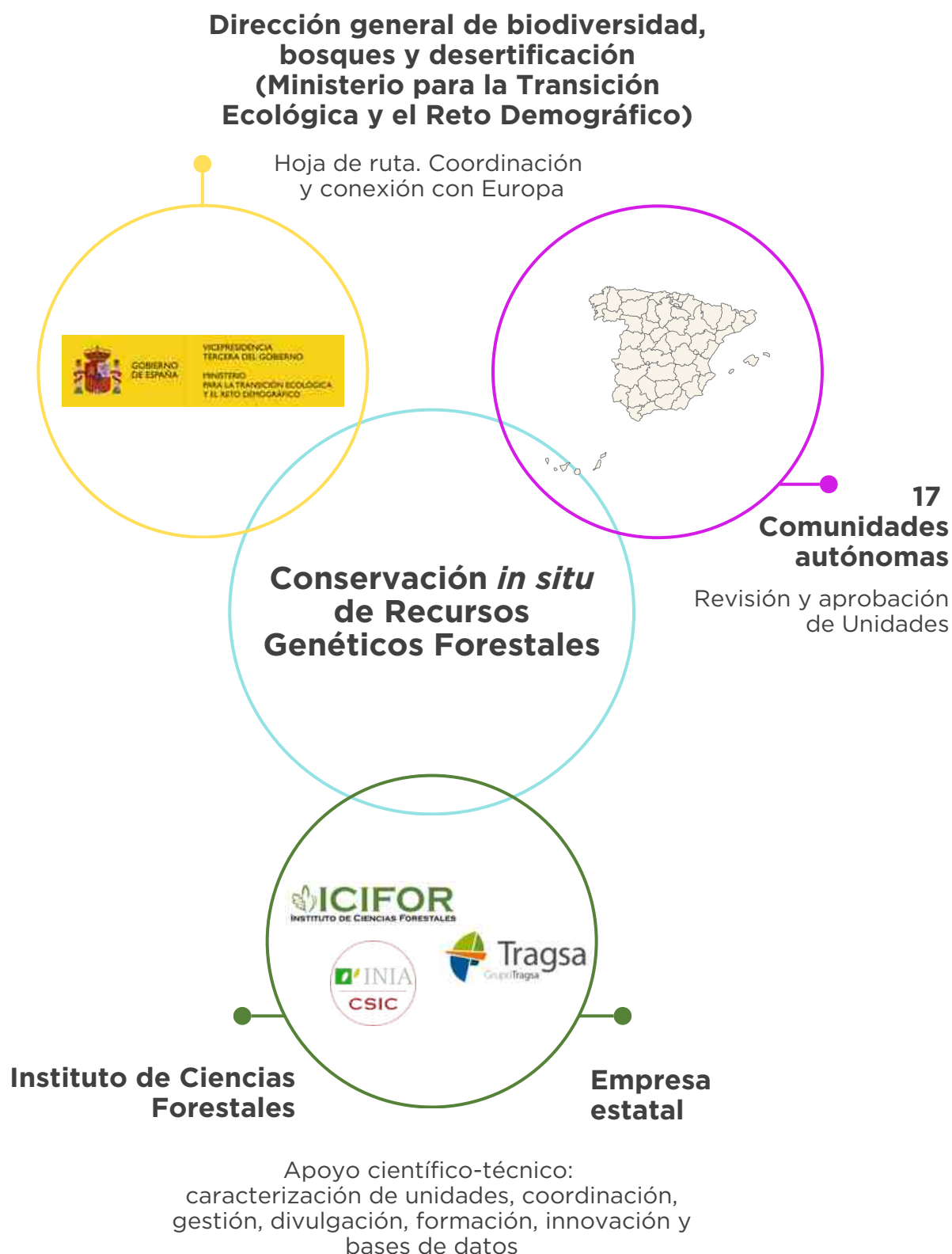


La intensidad de la selección natural es mayor en etapas tempranas de vida (semilla y regenerado).



ACTORES IMPLICADOS

Principales actores involucrados en el establecimiento de la Red Española de Unidades de Conservación Genética

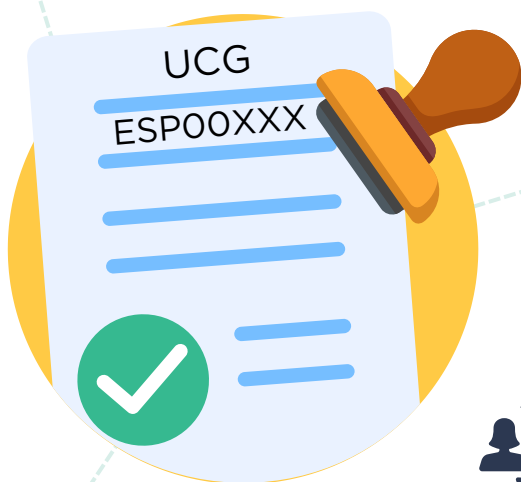


PASOS A SEGUIR PARA LA APROBACIÓN



1

Revisar la propuesta de Unidades de Conservación Genética (CC.AA.)



2

Visitar las Unidades



(apoyo científico-técnico de MITECO, CSIC-INIA y TRAGSA)

3

Reunir toda la información

- Propiedad (consentimiento)
- Taxones protegidos
- Directrices de gestión (coherentes y ajustadas al plan de gestión vigente)

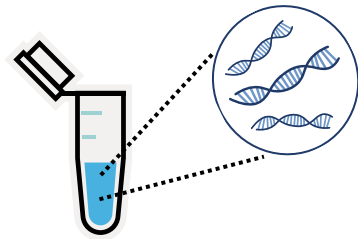


RD 159/2022, de 1 de marzo

¿QUÉ INFORMACIÓN RECOGEMOS EN CAMPO SOBRE CADA UCG?

CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES

Permite describir la diversidad de una especie en todo el territorio, en cada población y también proporciona información sobre árboles individuales.



Recogemos hojas para análisis genético

Medimos características del árbol

y lo marcamos



ESTABLECIMIENTO DE LAS REDES

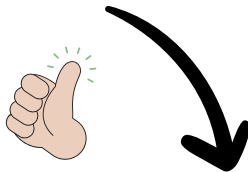
Si las unidades de conservación genética cumplen todos los requisitos:

UCG

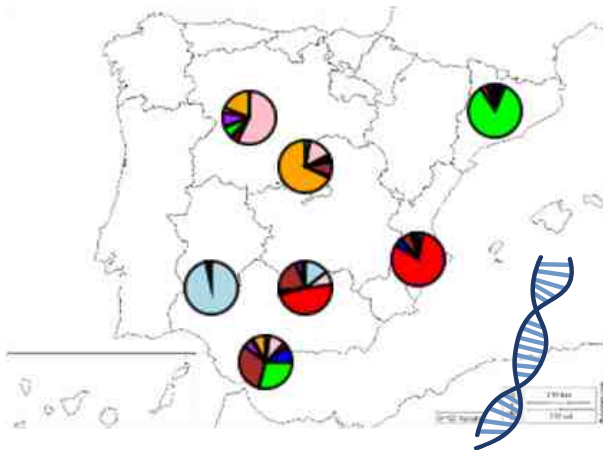


Serán **aprobadas por las CC.AA.**

e incluidas en el Registro y Catálogo nacionales por el MITECO



Pasando a formar parte de la **Red española,**



y una vez comunicadas a



formarán parte de la **Red Europea**
(Base de datos EUFGIS)





DIFUSIÓN



Para consultar online esta información de forma resumida, puedes descargar un **tríptico divulgativo** sobre las Unidades de Conservación Genética.

➤ Mediante la siguiente ruta:

- > **Web Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico**
 - > Biodiversidad y Bosques
 - > Política forestal (en el cuadro de ‘Temas de Interés’)
 - > Recursos Genético Forestales
 - > Normativa sobre conservación de Recursos Genéticos Forestales
 - > Conservación *in situ* de Recursos Genéticos Forestales
 - > Tríptico divulgativo

➤ Clicando [aquí](#)



➤ O escaneando el siguiente código QR:



PARA SABER MÁS...



- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2010). Estrategia Española para la Conservación y el Uso Sostenible de los Recursos Genéticos Forestales. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/recursos-geneticos/geneticos-forestales/rgf_estrategias_conservacion.html
- EUFORGEN. (2008). Pan-European minimum requirements for dynamic genetic conservation units of forest trees. http://portal.eufgis.org/fileadmin/templates/eufgis.org/documents/EUFGIS_Minimum_requirements.pdf
- EUFORGEN. (2021). Forest Genetic Resources Strategy For Europe. European Forest Institute. https://www.euforgen.org/fileadmin/templates/euforgen.org/upload/Publications/Thematic_publications/FGR_Strategy4Europe.pdf
- FAO. (2013). Plan de acción mundial para la conservación, la utilización sostenible y el desarrollo de los recursos genéticos forestales. <https://www.fao.org/3/i3849s/i3849s.pdf>
- FAO. (2014). Primer informe sobre “El estado de los Recursos Genéticos Forestales en el mundo” (segundo informe en prep.). <https://www.fao.org/3/i3827s/i3827s.pdf>
- Forest Europe (Proceso paneuropeo para la protección de los bosques en Europa). (2020). Estado de los bosques europeos. <https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/politica-forestal/planificacion-forestal/forest-europe/index.html>
- Koskela, J. et al. (2013). Translating conservation genetics into management: Pan-European minimum requirements for dynamic conservation units of forest tree genetic diversity. *Biological Conservation*, 157, 39-49.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes. *Boletín Oficial del Estado*, 280, de 22 de noviembre de 2003. <https://www.boe.es/eli/es/l/2003/11/21/43/con>
- Comisión Europea. (2021). Nueva Estrategia de la UE en favor de los Bosques para 2030. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0572&from=EN>
- Real Decreto 159/2022, de 1 de marzo, sobre conservación de los recursos genéticos forestales y de la flora silvestre. *Boletín Oficial del Estado*, 59, de 10 de marzo de 2022. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/159>



La presente monografía de divulgación recorre de forma sencilla y accesible algunos conceptos básicos sobre diversidad genética, así como también las principales estrategias, herramientas y acciones que se están impulsando actualmente en materia de conservación genética de especies forestales, centrándose principalmente en la conservación *in situ*.

Las acciones relacionadas con la conservación genética *in situ* en el marco del Plan Nacional de Conservación de Recursos Genéticos Forestales y la implementación del Real Decreto 159/2022, de 1 de marzo, son principalmente la puesta en marcha y desarrollo de la Red Nacional de unidades de conservación genética in situ (UCGs) y la coordinación con la Red Europea.

