

RED EUROPEA DE CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS DE LOS ROBLES MEDITERRÁNEOS

M.^a C. VARELA

Estação Florestal Nacional. Procalfar-Quinta do Marquês. 2784-505-Oeiras. Portugal
mcarolina@mail.telepac.pt

RESUMEN

Los robles mediterráneos, que proporcionan una gran diversidad de productos, juegan un importante papel ecológico y cultural. Sin embargo, los cambios económicos han llevado a muchas especies a un papel secundario. Han sido sustituidas por especies de crecimiento rápido, además de otras amenazas como fragmentación del área, pérdida de poblaciones, deriva genética, etc.

El objetivo de la conservación genética debe ser capturar la diversidad existente y proporcionar las condiciones necesarias para la evolución. Algunos factores a tener en cuenta son el tamaño efectivo (N_e) y la presencia de genes poco frecuentes. Se ofrece una revisión de las metodologías de conservación para distintos casos que pueden darse entre las especies mediterráneas del género *Quercus*: masas manejadas para uso múltiple, poblaciones marginales, especies con o sin programas de mejora. Se propone una estrategia para la situación, frecuente en el Mediterráneo, en que en el bosque se compaginan actividades agrícolas y pastorales. En estos casos, es posible y debe fomentarse la regeneración natural de la masa.

Se menciona también la relevancia de acciones paralelas, como el proceso CORK MARK, en la defensa del uso de los robles mediterráneos.

PALABRAS CLAVE: Robles Mediterráneos
Conservación de Recursos Genéticos
EUFORGEN

INTRODUCCIÓN

Los bosques mediterráneos, densos, diversificados y frecuentemente impenetrables, representan un elemento peculiar a escala europea: el bosque social, humanizado durante milenios. Como observa Orlando Ribeiro (1963), «los hombres del centro y norte de Europa van al bosque, los pueblos mediterráneos viven con los bosques».

Los principales elementos del paisaje rural mediterráneo han sido una agricultura limitada a unos pocos valles abiertos, basada en tenaces técnicas de regadío, y un bosque de usos múltiples con pastoreo intensivo de rebaños trashumantes de pequeño ganado. Una oveja frente a 14 vacas en Alemania o una a 52 en Dinamarca, en contraste con siete ovejas frente a una vaca en Grecia (Ribeiro, 1963) son cifras que reflejan y condicionan

las diferencias estructurales e indelebles entre los montes del Mediterráneo y del resto de Europa.

En el escenario de los bosques mediterráneos, las especies del género *Quercus* detentan una posición única, como se refleja en la designación de *Quercetum* dada a varias asociaciones vegetales. En oposición a Europa central y septentrional, los bosques de nuestra región poseen una gran riqueza en especies, incluyendo hasta 18 especies de robles¹. Un clima extraño a escala mundial, definido por la coincidencia de las estaciones seca y cálida, conlleva que el período de reposo vegetativo de las especies mediterráneas ocurra en verano, mientras que el paisaje invernal es un reino de copas de frondosas perennifolias.

Los bosques de *Quercus* perennifolios manejados a bajas densidades, especialmente *Quercus suber* y *Q. ilex* (una cifra común es menos de 100 árboles por hectárea), en los que se combinan agricultura y pastoreo bajo el dosel, tiene la designación de «montado» (en Portugal) o «dehesa» (en España), una palabra para un uso de la tierra «desconocido para cualquier ciudadano del centro o norte de Europa» (Ribeiro, 1963) y por tanto de difícil traducción.

IMPORTANCIA SOCIAL DE LOS ROBLES MEDITERRÁNEOS

Explotados desde la más remota antigüedad (y, a menudo, sobreexplotados), los bosques mediterráneos fueron fuente de leña, taninos y bellotas para la alimentación humana y del ganado. El pan de bellota, usado hasta la Edad Media, fue común en la dieta humana mediterránea ya en tiempos romanos. Hoy en día, aún juegan un importante papel ecológico y cultural, al proporcionar diversos productos.

AMENAZAS

Los cambios estructurales en la economía han llevado a muchas especies de robles mediterráneos a ocupar un lugar muy secundario. Los productos reclamados por la vida moderna, tales como pasta celulósica y otros usos efímeros de la madera, están forzando la sustitución por especies de crecimiento rápido, reduciendo y ocasionalmente amenazando algunas de las especies de *Quercus*.

Los pinos y eucaliptos, no aptos para el pastoreo y la agricultura bajo su cubierta y que requieren labores mecánicas y poco frecuentes, son ejemplos de especies que amenazan no sólo la flora mediterránea, sino también las poblaciones rurales, especialmente en zonas con poco desarrollo industrial capaz de absorber la fuerza de trabajo desocupada.

Las amenazas sobre los robles mediterráneos configuran un mosaico de situaciones a lo largo de su área natural, mostrando patrones muy diferentes para la misma especie.

¹ Se utiliza en este artículo el término «robles» como equivalente de la palabra inglesa «oaks», es decir, para denominar las especies del género *Quercus*, independientemente de su carácter caducifolio o perennifolio. (N. del T.).

Aquellos casos que requieren medidas urgentes de conservación genética pueden por tanto necesitar estrategias concertadas a nivel regional, nacional o internacional.

Ciertamente, en cualquier punto de la región mediterránea hay especies o poblaciones de *Quercus* en peligro debido a la fragmentación, pérdida de enclaves concretos, o poblaciones amenazadas por deriva genética cuando sólo unos pocos árboles consiguen sobrevivir de manera casi clandestina.

OBJETIVOS DE LA CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS FORESTALES

De manera inherente a la actividad humana, e intensificada por ésta, las condiciones ambientales están en permanente cambio. La diversidad genética es el material base con el que las especies cuentan para enfrentar los cambios ambientales. Por tanto, el objetivo último de la conservación genética (Eriksson *et al.*, 1993; Eriksson, 1995) debe ser capturar la diversidad existente y proporcionar las condiciones para la evolución. El mantenimiento de las adaptaciones existentes y la creación de otras nuevas ofrece particular interés de cara a eventuales cambios climáticos y es un punto principal en la conservación genética (Davis, 1988).

TAMAÑO EFECTIVO Y TAMAÑO DE LAS POBLACIONES PARA CONSERVACIÓN GENÉTICA

El tamaño efectivo, N_e (Falconer, 1981), es un parámetro clave en genética de poblaciones y, por tanto, en la conservación genética.

Las metodologías de conservación deben enfocarse hacia la reproducción sexual de las poblaciones o a un cuidadoso uso combinado de la propagación sexual y la vegetativa. Puesto que los árboles forestales muestran frecuentemente una notoria discrepancia entre el tamaño censal, N , y el tamaño efectivo, N_e , debe preferirse N_e para determinar la talla de una población definida como recurso genético.

Los estudios realizados en alcornoque (*Quercus suber*) y encina (*Quercus ilex*) muestran que estas especies tienen grandes diferencias entre el censo y el tamaño efectivo (Varela, 1996; Varela *et al.*, 1999).

Sin necesidad de sofisticadas herramientas ni conocimientos científicos, se puede obtener una apreciación empírica del tamaño poblacional efectivo mediante evaluación visual de la capacidad de floración y fructificación de los árboles individuales en parcelas permanentes, y clasificando la producción como BAJA, MEDIA o ALTA. Debido a la oscilación interanual, el tamaño efectivo debe estimarse a lo largo de varios años, ya que los años veceros (de gran producción) y los de baja producción difieren no sólo en la cantidad total de la cosecha, sino también en el número de árboles que exhiben estructuras reproductivas. En los estudios sobre alcornoque, las diferencias pueden ser de 1 a 3 o incluso de 1 a 4 (Varela *et al.*, 1999).

Teniendo en cuenta que las poblaciones consideradas como recurso genético son estructuras de larga duración, los cálculos del área requerida deben centrarse en un valor

promedio de N_e , conjugado con los patrones de manejo de la especie. Para el alcornoque en Portugal, se aconsejan 5 ha como tamaño mínimo para un rodal considerado como recurso genético, teniendo en cuenta que una población media tiene 80 árboles/ha y que, también como media, sólo el 25 % de los árboles fructifican (categorías MEDIA y ALTA).

Genes poco frecuentes

En una especie diploide, una población de $N_e = 50$ alberga genes de frecuencia tan baja como 1 %. Estos genes «raros» presentan un bajo, aunque específico, interés de cara a la conservación genética forestal por varias razones:

Puesto que la adaptación de las poblaciones se basa en la varianza aditiva (la única transmisible a la siguiente generación) y la varianza aditiva es máxima para los genes de frecuencia cercana a 0,5 (Falconer, 1981), los genes poco frecuentes tienen una pequeña contribución al valor selectivo de la progenie. Por otro lado, la captura de genes poco frecuentes requiere la selección de un gran número de individuos (Varela y Eriksson, 1995).

Los genes pueden ser poco frecuentes debido a efectos sistemáticos (como la selección) o a efectos estocásticos. Si una población ha sido repentinamente y dramáticamente reducida, por ejemplo, por glaciaciones que aislaron un pequeño bosque, o acciones humanas como urbanismo, uso agrícola del terreno o sustitución de especies, la población se ha vuelto pequeña por razones no selectivas. Bajo estas condiciones, genes con importancia adaptativa pueden haberse vuelto raros debido a causas no relacionadas con su valor selectivo.

METODOLOGÍAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS ROBLES MEDITERRÁNEOS

Conservación genética y explotación económica

El interés económico es un punto clave para la preservación de las especies. Si una especie está manejada de manera sostenible por propósitos productivos, la conservación genética se dirigirá entonces a las poblaciones marginales, cuya importancia se justifica más adelante.

Gracias a los robles, el vino ha cruzado la frontera entre bebida y exquisitez, y gracias al largo almacenamiento permitido por el corcho del alcornoque, el vino ha alargado su «vida» en el tiempo y el espacio. Pero es también en madera de roble donde el vino se refina y se enriquece en exquisitez de sabores. Las pequeñas producciones de aromas y gustos peculiares son cada vez de mayor interés para la industria del vino, abriendo posibilidades a los robles mediterráneos para su uso económico. Es chocante ver vinos y licores mediterráneos importando barriles y madera de roble del otro lado del mar, mientras algunas de nuestras especies antiguamente usadas para este propósito están ahora abandonadas.

Con todo, el uso económico no es factible para muchas especies. Cuando el mantenimiento de la diversidad genética de una especie no puede asegurarse por la existencia de rodales explotados económicamente, son necesarias medidas científicas de conservación.

Conservación genética bajo regeneración natural en manejo de uso múltiple

La explotación para varios usos, combinando actividades agrícolas y pastoreo, es algo común en muchos bosques de *Quercus* del Mediterráneo. La regeneración natural, armonizada con actividades bajo la cubierta del bosque, es posible y deseable.

Al invertir la mayor parte del crecimiento fisiológico en crear un profundo sistema radical que proporcione agua para afrontar la dureza de los veranos mediterráneos, las plantas procedentes de regeneración natural desarrollan un sistema radical dramáticamente diferente de las plántulas comerciales envasadas, en las que el envase raramente tiene más de 20 cm de altura. Estas plantas comerciales a menudo muestran tasas decepcionantes de supervivencia tras la plantación, lo que es debido a la irregularidad climática, pero también al poco profundo sistema radical inherente al envase.

Más allá de los beneficios fisiológicos, la regeneración natural también implica ventajas económicas. Es una técnica que debe fomentarse siempre que no existan restricciones en el hábitat. Los costes están normalmente limitados a claras selectivas y algunos transplantes ocasionales para un mejor espaciamiento.

Un modo de combinar la conservación con la regeneración de los rodales puede llevarse a cabo como se describe a continuación:

Un método apropiado para la conservación genética y la perpetuación del rodal, mientras se permiten actividades complementarias como pastoreo o agricultura, es dividir un área en varias parcelas que se acotan rotativamente durante un período dado (Fig. 1).

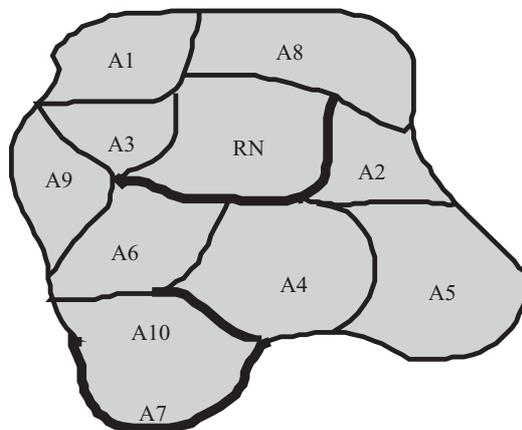


Fig. 1.—Modelo para conservación genética combinada con regeneración natural de los rodales

Model for genetic conservation combined with natural regeneration of stands

An: Parcela acotada durante un período dado para proteger las plántulas de la destrucción inherente a actividades como agricultura o pastoreo, mientras que la superficie restante continúa siendo usada para estos usos.

RN: parcela para actividades humanas, agricultura permanente, o reserva natural.

Área de cada parcela: suficiente para contener un tamaño efectivo (N_e) de 50.

Período de acotamiento: suficiente para incluir al menos tres años veceros.

La conservación genética y, consecuentemente, la regeneración natural del rodal está asegurada si se divide en parcelas en las que la superficie, N_e , y el período de acotamiento están planificados:

- Área suficiente para contener un tamaño efectivo (N_e) de 50.
- Período de acotamiento suficiente para abarcar al menos tres años veceros.

Conservación genética de poblaciones pequeñas y marginales

Como se ha señalado anteriormente, en las poblaciones de pequeño tamaño pueden existir genes con un papel importante en la supervivencia que se hayan vuelto poco frecuentes. Las poblaciones pequeñas y marginales, normalmente sin interés para la mejora o para la recogida comercial de semilla, pero susceptibles de contener genes importantes para la adaptación, deben ser tratadas bajo una metodología especial.

Las medidas encaminadas a incrementar el tamaño efectivo (N_e) son el primer paso para contribuir a la preservación física y genética de las poblaciones.

Es común en la región mediterránea que las poblaciones pequeñas se encuentren sobrepastoreadas, lo que impide su regeneración natural. El acotamiento durante un período de tiempo acorde con la biología reproductiva de cada especie, acompañado de financiación compensatoria a los ganaderos, sería en algunas situaciones suficiente para garantizar la conservación genética.

Puede ser necesario también la recolección de semilla para plantaciones locales. En caso de que la fructificación o N_e sean demasiado bajos, la alternativa como fuente de semilla deben ser poblaciones de perfil ecológico similar.

Especies incluidas en programas de mejora

En especies para las que existe un programa de mejora es fácil establecer una estrategia de conservación genética de «*core populations*» haciendo uso del Sistema de Mejora de Poblaciones Múltiples (*Multiple Population Breeding System*) (Namkoong, 1984; Namkoong, 1987; Eriksson *et al.*, 1993), siempre que, complementariamente, sean tenidas en cuenta las poblaciones marginales.

Con el fin de incluir un amplio espectro de genes adaptativos deben incluirse varias subpoblaciones de diferentes perfiles ecológicos. Hay que evitar posteriores cruzamientos entre ellas, y las poblaciones deberían estar sometidas a diferentes fuerzas selectivas, bien de origen antrópico o natural.

Especies sin programas de mejora

Para especies de interés económico, pero sin programas de mejora genética, el suministro de semilla es un factor muy importante para asegurar la conservación genética. La definición de regiones de procedencia es un requerimiento básico para mantener las adaptaciones naturales (Stern y Roche, 1974; Varela, 2000). La selección de rodales semilleros, con el fin de asegurar un suministro armónico de semilla con características económicas importantes y alta diversidad genética, es también un modo de asegurar el manejo de la especie a la vez que llevar adelante la conservación genética.

Los rodales semilleros deben tener un aceptable estado sanitario y contener un número de árboles adultos que asegure a lo largo de los años un N_e de 50, como mínimo. Por tanto, las masas de pequeño tamaño no deberían ser seleccionados para este uso, mientras que la semilla de años de poca producción no es recomendable para plantaciones comerciales.

«CORK MARK»

Muy dependiente del uso para taponés para vino (Varela, 1999), la cadena económica del alcornoque y el corcho puede estar amenazada en todos sus componentes. Al ser una especie de requerimientos ecológicos similares a otras especies como pinos y eucaliptos, el alcornoque podría experimentar una masiva sustitución si el corcho pierde su valor económico al ser sustituido por materiales plásticos.

Aunque muy diferente, un proceso como la CORK MARK, centrado en la defensa del uso del corcho y la consecuente contribución para el manejo sostenible y duradero de la especie, es una medida que indirectamente ayuda a la conservación genética.

CONCLUSIONES

Siempre que sea posible, la conservación genética debe conjugarse con las actividades humanas, especialmente con la explotación económica.

En una región como la mediterránea, donde el bosque ha sido usado intensivamente durante milenios, surgen fácilmente los conflictos si no se tiene en cuenta el uso antrópico del territorio. Las comunidades rurales afectadas manifestarán su antipatía ante cualquier medida de protección, llevando a ganaderos y otros sectores al uso de fuegos intencionados, un arma fácil en esta región.

Las poblaciones marginales de especies forestales precisan procedimientos especiales. Aquellas susceptibles de contener adaptaciones especiales deben ser objeto de medidas para incrementar su tamaño efectivo, manteniendo su identidad genética. Si hay sospechas de deriva genética irreversible, el incremento de la población debe efectuarse solamente a través de la importación de material genético que haya evolucionado bajo condiciones ecológicas muy similares.

Para formar la «core collection» de una especie deben seleccionarse varias poblaciones con 50 entradas genéticas, a lo largo de un amplio rango de condiciones ambientales, y preferiblemente a través de establecimiento *ex situ*.

La conservación genética se lleva a cabo fácilmente en especies con programas de mejora mediante el Sistema de Múltiples Poblaciones de Mejora (Namkoong, 1984; Eriksson *et al.*, 1993), siempre que se incluyan poblaciones marginales de modo complementario.

SUMMARY

Mediterranean Oaks. EUFORGEN Genetic Conservation Network

Mediterranean oaks play an important ecological and cultural role, since they provide diversified goods. However, economic changes has driven many species into a secondary role. They have been substituted by faster growing species, in addition of other threats as fragmentation and lost of populations, genetic drift, etc.

Capturing the existing diversity and providing conditions for evolution is the goal of gene conservation. Some factors that must be taken into account are the effective size (N_e) and the presece of rare genes. A review of conservation methodologies for different cases found within mediterranean *Quercus* species is presented: multiuse managed forests, small and marginal populations, species with o without breeding programmes. A strategy is proposed for the frequent situation in which agriculture and grazing activities are carried out under the forest canopy. In these cases, natural regeneration is possible and must be promoted.

The relevance of indirect actions in the defence of use of mediterranean oaks, such as CORK MARK process, is also remarked.

KEY WORDS: Mediterranean oaks
Genetic Resource Conservation
EUFORGEN

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DAVIS M., 1988. Toward an understanding of the global change. National Academy Press, Washington, DC.
- ERIKSSON G., 1995. Some conditions of significance for forest trees gene conservation. In: *Quercus suber* Network. (Compilers) E. Frison, MC Varela, J. Turok. EUFORGEN Rome, Italy 1995.
- ERIKSSON G., NAMKOONG G., ROBERDS J., 1993. Gene conservation of forest trees for uncertain futures. For. Ecol. Manag. Vol. 62, pp. 15-37.
- FALCONER D.S., 1981. Introduction To Quantitative Genetics. Second edition Longman - London, New York.
- NAMKOONG G., 1984. A control concept of gene conservation. *Silvae genetica* 33: 160-163.
- NAMKONG G., 1997. Managing the genetic variance. In Perspectives of forest genetics and tree breeding in a changing world. IUFRO World series. Vol. 6.
- RIBEIRO O., 1963. Portugal o Mediterrâneo e o Atlântico. Esboço de relações geográficas- 6.ª edição Liv. Sá da Costa editora, Coleção «Nova Universidade» 1991- 1.ª ed.
- STERN K., ROCHE L., 1974. Genetic of forest ecosystems. Springer Verlag. Berlin, New York. 330 pp.
- VARELA M.C., OLIVEIRA P., BRÁS R., BARROS I., MEIERROSE C., 2000. Réproduction et hybridation entre chêne vert et chêne liège- en préparation.
- VARELA M.C., ERIKSSON G., 1995. Multipurpose Gene Conservation in *Quercus suber*-. A Portuguese example. *Silvae Genetica* 44.
- VARELA M.C., 1996. Overview on ongoing research on *Quercus suber* in Portugal. Proceedings of the workshop on inter and intraspecific variation in European oaks: Evolutionary implications and practical consequences. Brussels (BE) 15-16 June 1994. pp. 277-294. Agro-Industrial Research Division DG XII- E.2 EUR 16717 EN. Office for Official Publications of the European Communities. Brussels. Luxembourg, 1996.
- VARELA M.C., 1999. Cork and cork oak system UNASYLVA 197, pp. 42-45.
- VARELA M.C., REFORÇO I., BRÁS R., MEIERROSE C., 1999. Flowering and fructification studies in *Quercus suber* and *Quercus ilex* in Portugal- poster in Congress of the European Society for Evolutionary Biology. Spain, Barcelona August 1999.
- VARELA M.C., 2000. Regiões de proveniência para o sobreiro (*Quercus suber* L.) in Portugal - Dir. Geral das Florestas, Min. da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, Lisboa. (In press.)