



## Variabilidad Genética – clave en la adaptación al cambio ambiental

### Conclusiones principales

Los seres humanos dependemos de los ecosistemas. Es en nuestro propio interés el actuar y estar vigilantes frente a la pérdida de biodiversidad causada por el hombre y por el cambio climático.

- **La diversidad genética** es la variación a nivel del ADN. Es la base de las diferencias biológicas, tanto entre especies como entre individuos de la misma especie.
- Debido a la diversidad genética, algunos individuos están mejor adaptados para sobrevivir y reproducirse bajo determinadas condiciones, y serán favorecidos por la **selección natural**.
- La diversidad genética incrementa la probabilidad de supervivencia de las especies, sobre todo ante un cambio ambiental. **La diversidad genética es, por tanto, clave para la resiliencia de los ecosistemas** y para la provisión de servicios ecosistémicos.
- Las poblaciones pequeñas y aisladas pierden diversidad genética rápidamente. Así, la gestión debe centrarse en **aumentar de tamaño y conectar entre si las poblaciones** de una misma especie por encima de unos umbrales críticos, para así mantener la capacidad de éstas de adaptarse genéticamente a los cambios ambientales.
- La **cuantificación y seguimiento** de la diversidad genética permite evaluar mejor la salud de las especies, su nivel de variación genética y el intercambio de variación genética entre diferentes poblaciones (flujo de genes), con el fin de mejorar la gestión de la biodiversidad y de los recursos naturales.

### Recomendaciones principales

[Evitar la extinción de las especies](#) y salvaguardar los ecosistemas requiere de actuaciones urgentes e integrales.

- Conservar y restaurar la diversidad genética para mantener la viabilidad de especies y ecosistemas y aumentar su resiliencia al cambio climático.
- Implementar métodos genéticos para analizar y monitorizar la variación genética de especies de especial relevancia por su contribución a los servicios ecosistémicos o por su estado de conservación. Estas herramientas proporcionan a los gestores y responsables políticos información con base científica para la toma de decisiones.
- Mejorar los programas de conservación de especies para que salvaguarden y fortalezcan la diversidad genética. La flora y la fauna se han adaptado a sus ambientes durante cientos de años, y estas adaptaciones genéticas hacen que su supervivencia a cambios ambientales sea más probable.
- Modificar las directrices para la presentación de informes nacionales sobre normativas de la UE, como la [Directiva Hábitats](#), la [Directiva Aves](#), la [Directiva Marco sobre la Estrategia Marina](#) y la [Directiva Marco del Agua](#), para recomendar explícitamente que se evalúe y monitorice la diversidad genética y el flujo de genes en los casos en los que sea relevante.

Foto: Variación adaptativa en el color entre individuos de rana verde europea (*Pelophylax lessonae*). Los individuos oscuros (en los extremos, del norte de Europa) se calientan más fácilmente que los de colores más claros (en el centro, del sur de Europa), lo que representa una ventaja en regiones frías (foto de Per Sjögren-Gulve).

# La Investigación

## La diversidad de especies incrementa la resiliencia

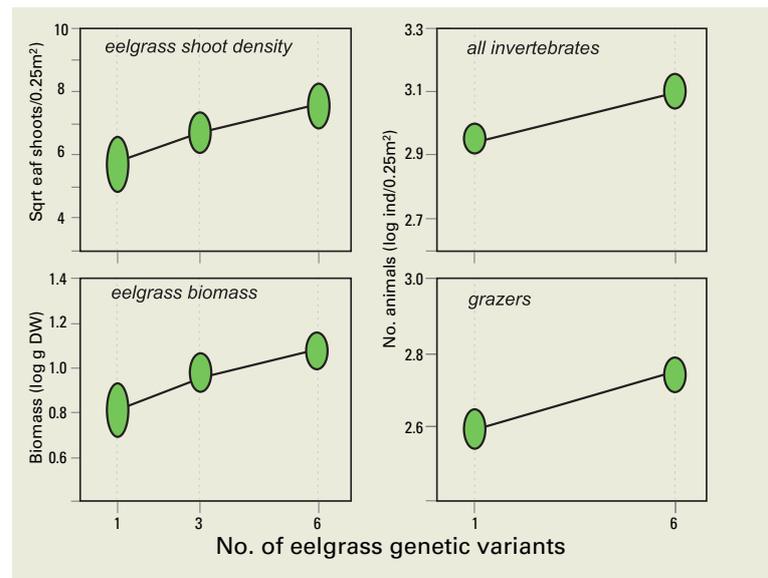
[El mantener ecosistemas intactos y saludables](#) ante los escenarios climáticos que se pronostican será cada vez más importante, si queremos evitar los peores impactos del cambio climático.

Una revisión reciente de 46 estudios científicos independientes ha mostrado que la [biodiversidad aumenta la resiliencia de los ecosistemas](#) frente a un amplio rango de eventos climáticos: húmedo/seco, moderado/extremo y a corto/largo plazo. El estudio muestra que, independientemente de los eventos climáticos de los que se trate, las comunidades con baja diversidad (1-2 especies) cambiaban hasta un 50% mientras que las que presentaban alta diversidad (16-32 especies) sólo lo hacían un 25%. Otra revisión global de 85 estudios independientes mostró que [los rendimientos de las cosechas y los servicios ecosistémicos resultaban potenciados](#) cuando había una variedad de especies de polinizadores y de antagonistas de plagas. Hasta un 50% de los impactos negativos de la simplificación del paisaje sobre los servicios ecosistémicos se debían a una falta de biodiversidad entre los organismos que proporcionan estos servicios. La biodiversidad tiene pues impactos positivos sobre los ecosistemas y los servicios ecosistémicos.



## ... y la diversidad genética también

[Una investigación científica](#) ha encontrado que una mayor diversidad genética conlleva un mayor crecimiento y una densidad más alta de individuos en praderas de sebas de mar (*Zostera marina*), incluso durante un verano excepcionalmente caluroso. También tuvo un impacto positivo sobre la comunidad de invertebrados asociada. De manera similar, [otra investigación](#) observó que una mayor diversidad genética y de especies en pastos resultaba en una mayor tolerancia a la sequía y en una mayor productividad.



Las características de un individuo y las variaciones entre individuos residen en el ADN. Esta variación también determina las posibilidades de los individuos de sobrevivir y reproducirse y la capacidad de las poblaciones de adaptarse a cambios en su ambiente. Los individuos con combinaciones de genes favorables sobreviven mejor y/o producen más descendencia. Si las poblaciones no son demasiado pequeñas y no pierden demasiada variación genética, los genes favorables pasarán a las generaciones futuras. En estos casos, las especies nativas que son parte natural de los ecosistemas locales, y que han evolucionado juntas durante cientos de años, pueden ser más capaces de lidiar con los cambios en el clima. Una mayor diversidad genética también proporciona [un seguro frente a cambios ambientales futuros](#), ya que cuantas más combinaciones de genes existan, más opciones estarán disponibles para un futuro incierto. [Una revisión reciente](#) observó que el flujo de genes aportado por la inmigración contribuyó a evitar la extinción de poblaciones de varias especies de animales y plantas. Sin embargo, rara vez se plantea el aumentar el flujo genético como estrategia de conservación. Los autores recomiendan que las acciones para la conservación de poblaciones pequeñas no se limiten a gestionar pobla-

ciones aisladas, sino que se dirijan a la restauración generalizada del flujo de genes.

## Cómo las herramientas genéticas pueden promover la sostenibilidad

Las herramientas genéticas aplicadas a la conservación pueden ayudar en la gestión de los recursos y a mejorar los resultados. [Una evaluación genética de la salamandra tigre \(\*Ambystoma tigrinum\*\)](#) concluyó que las poblaciones de charcas individuales tenían muy poca variabilidad genética. Esto llevó a recomendar la mejora de la accesibilidad de las salamandras a las charcas como medida para alcanzar los objetivos de conservación.

La información genética puede ayudar a hacer más efectivas las decisiones de gestión ambiental. La acronecrosis está causada por un hongo exótico que diezmó las poblaciones de fresnos en tan solo quince años. [Un estudio](#) mostró que con la información genética precisa se puede llegar a predecir correctamente la sensibilidad de los individuos de fresno a este patógeno. Esto ayudará a los gestores a seleccionar árboles resistentes para la restauración de los bosques. Otros estudios han demostrado que las herramientas genéticas permiten identificar qué árboles serán [más capaces de adaptarse a un clima](#)

[más cálido](#), lo que tiene un gran potencial para aliviar las consecuencias negativas que se pronostican del cambio climático. Enfoques similares se pueden aplicar para decidir qué variantes genéticas introducir en distintos sitios ante distintos escenarios de cambio climático, para aumentar así la resiliencia de los bosques.

Los estudios de simulación indican que, sin una selección genética de los pies madre, el crecimiento de *Quercus lobata* en California a finales de este siglo será, en promedio, negativo, mientras que utilizando árboles seleccionados genéticamente se obtendría un crecimiento neto positivo.

Las técnicas genéticas han ayudado a salvar especies en peligro como la pantera de Florida (*Puma concolor coryi*). A principios de los años 90, solo quedaban 20-25 panteras y muchas presentaban anomalías cardíacas y baja calidad espermática debido a una escasa variación genética y a la endogamia. Basándose en datos genéticos, se seleccionaron ocho pumas de Tejas (*P. c. stanleyana*) para ser trasladados a Florida con el objetivo de introducir material genético nuevo y favorable y restaurar el flujo histórico de genes entre las dos subespecies. Una evaluación científica demostró que esta intervención genética, junto con otras acciones de gestión, consiguió [disminuir los defectos genéticos y aumentar el tamaño de la población](#).

Figura: Porcentaje de cambio esperado en las tasas de crecimiento relativo de *Quercus lobata* para el año 2080.

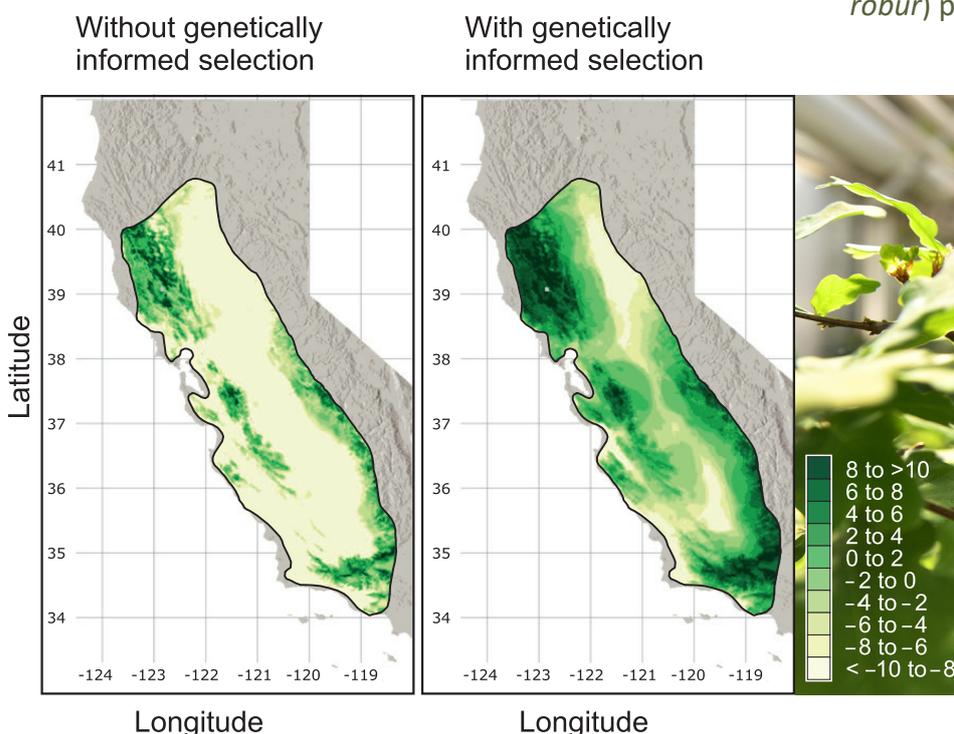
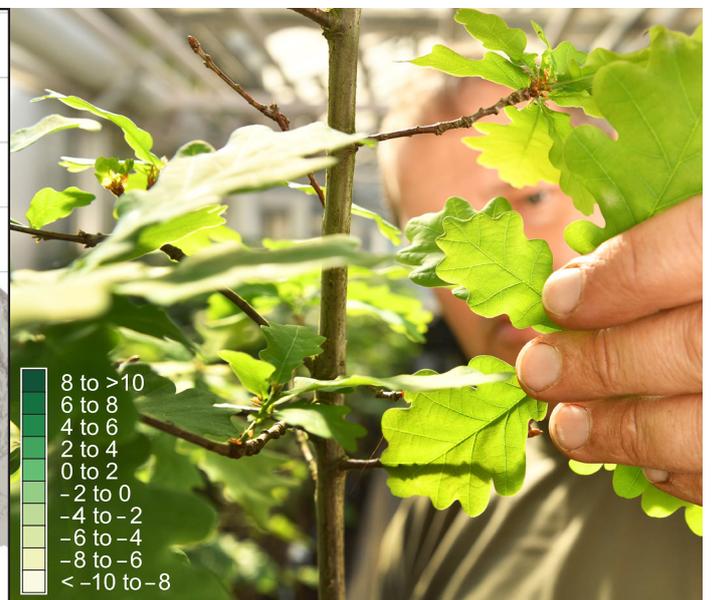


Foto: selección genética de roble europeo (*Quercus robur*) para ayudar a la adaptación al cambio climático.



# Recomendaciones para la gestión y la política

Este informe ha sido elaborado en el marco de la Acción [COST G-BIKE](#), en la que participan más de 120 investigadores y profesionales de 42 países. La [IUCN](#) ha llegado a conclusiones similares sobre los trabajos de gestión y conservación ambiental para la década 2020-2030. Para mantener y restaurar la capacidad de adaptación de nuestros ecosistemas y sus servicios, los gestores y los políticos han de prestar una mayor atención a la diversidad genética y al potencial de adaptación de las especies naturales (no comerciales). Esto implica un mayor uso de las técnicas genéticas para mejorar la conservación de las especies. Se recomienda extender la monitorización y evaluación de la diversidad genética en todos los países de la UE mediante la modificación de las directrices para la evaluación del estado de las especies en el marco de la [Directiva Hábitats](#), la [Directiva Aves](#), la [Directiva Marco sobre la Estrategia Marina](#) y la [Directiva Marco del Agua](#).

[La diversidad genética y el flujo de genes no deberían ser ignorados](#) u obviados por más tiempo en la implementación de las directivas y los tratados para la conservación de la biodiversidad y para la acción climática. Es necesario considerar explícitamente la variación y el flujo genético en las especies en las acciones que se acometan a partir del año 2020. A continuación, se listan una serie de recomendaciones para la utilización de herramientas genéticas en el marco de las actuales directivas.

## [METAS DE AICHI Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE \(ODS\) DE NACIONES UNIDAS](#)

Metas de Aichi 5, 6, 7, 12, 13: *evitar la pérdida, degradación y fragmentación de hábitats; agricultura, acuicultura, pesca y sector forestal sostenible; biodiversidad; diversidad genética.*

ODSs NU 11, 13-15: *ciudades y comunidades sostenibles; acción climática; vida bajo el agua; vida en tierra.*

La utilización de métodos y aproximaciones genéticas a través de colaboraciones científicas incrementará sobremanera las probabilidades de éxito.

## [ESTRATEGIA DE LA UE DE BIODIVERSIDAD 2020](#)

Objetivo principal y Acciones 9 y 10: *mantener la biodiversidad; conservar los ecosistemas; diversidad genética en agricultura; conservación de la biodiversidad y desarrollo rural.*

El conocimiento, la evaluación y la monitorización genéticas son claves para una conservación, restauración y gestión eficientes.

## [ESTRATEGIA DE LA UE DE INFRAESTRUCTURA VERDE](#)

Esta estrategia destaca “la necesidad de datos fiables y consistentes”, incluyendo datos sobre la conectividad funcional entre áreas de la red Natura 2000.

Los análisis y seguimientos genéticos son fundamentales para comprobar si las poblaciones locales están o han estado

conectadas genéticamente, y si las infraestructuras verdes están cumpliendo su función, permitiendo y favoreciendo los movimientos y el flujo de genes.

## [7º PROGRAMA DE ACCIÓN CLIMÁTICA DE LA UE 2020](#)

Artículo 2a, 2e, 2i: *objetivo principal proteger, conservar y mejorar el capital natural; mejorar las bases de conocimiento y evidencias de las políticas ambientales; aumentar la efectividad para afrontar los retos ambientales y climáticos.*

El conocimiento, los métodos y la monitorización genética juegan papeles clave en la mitigación efectiva de los retos ambientales y climáticos que afrontan las especies y ecosistemas que constituyen el capital natural.

## [ESTRATEGIA FORESTAL DE LA UE \(2019\)](#)

*Mantener la biodiversidad; mantener, mejorar y restaurar la resiliencia de los ecosistemas forestales; infraestructura verde.*

Los efectos positivos de la variabilidad genética sobre la capacidad adaptativa de árboles y bosques se ilustran en el [informe de orientaciones políticas de BiodivERsA](#), que responde directamente a la exigencia de la estrategia: “la diversidad genética debe ser mejorada y los recursos genéticos en peligro protegidos.”

## [POLÍTICA PESQUERA COMÚN DE LA UE \(2014\)](#)

*Pesca y acuicultura ambientalmente sostenible; prácticas que no dañen la capacidad reproductora de las poblaciones de peces; enfoque prudente que reconozca el impacto de la actividad humana sobre todos los componentes del ecosistema.*

Las poblaciones de peces que sean demasiado pequeñas y endogámicas tendrán menor reproducción y resiliencia. La monitorización genética y la gestión basada en evidencias científicas son importantes para la resiliencia de especies y ecosistemas.

G-BIKE es una red científica financiada por la Cooperación Europea en Ciencia y Tecnología (COST), referencia CA18134. Participan más de 120 investigadores de 42 países.

Este informe de orientaciones políticas está publicado por G-BIKE, y es parte de una serie destinada a informar a los gestores y los responsables de políticas sobre resultados importantes de la investigación genética relacionada con la biodiversidad y resiliencia de los ecosistemas.

Contacto: [Cristiano.vernesi@fmach.it](mailto:Cristiano.vernesi@fmach.it)

Página web: [www.cost.eu/actions/CA18134](http://www.cost.eu/actions/CA18134)

Facebook: [www.facebook.com/gbikecost/](https://www.facebook.com/gbikecost/)

Twitter: @gbike\_cost: [twitter.com/gbike\\_cost](https://twitter.com/gbike_cost)

### Enlaces relevantes de socios:

ConGRESS [congressgenetics.eu](http://congressgenetics.eu)

Baltgene [bambi.gu.se/baltgene](http://bambi.gu.se/baltgene)

