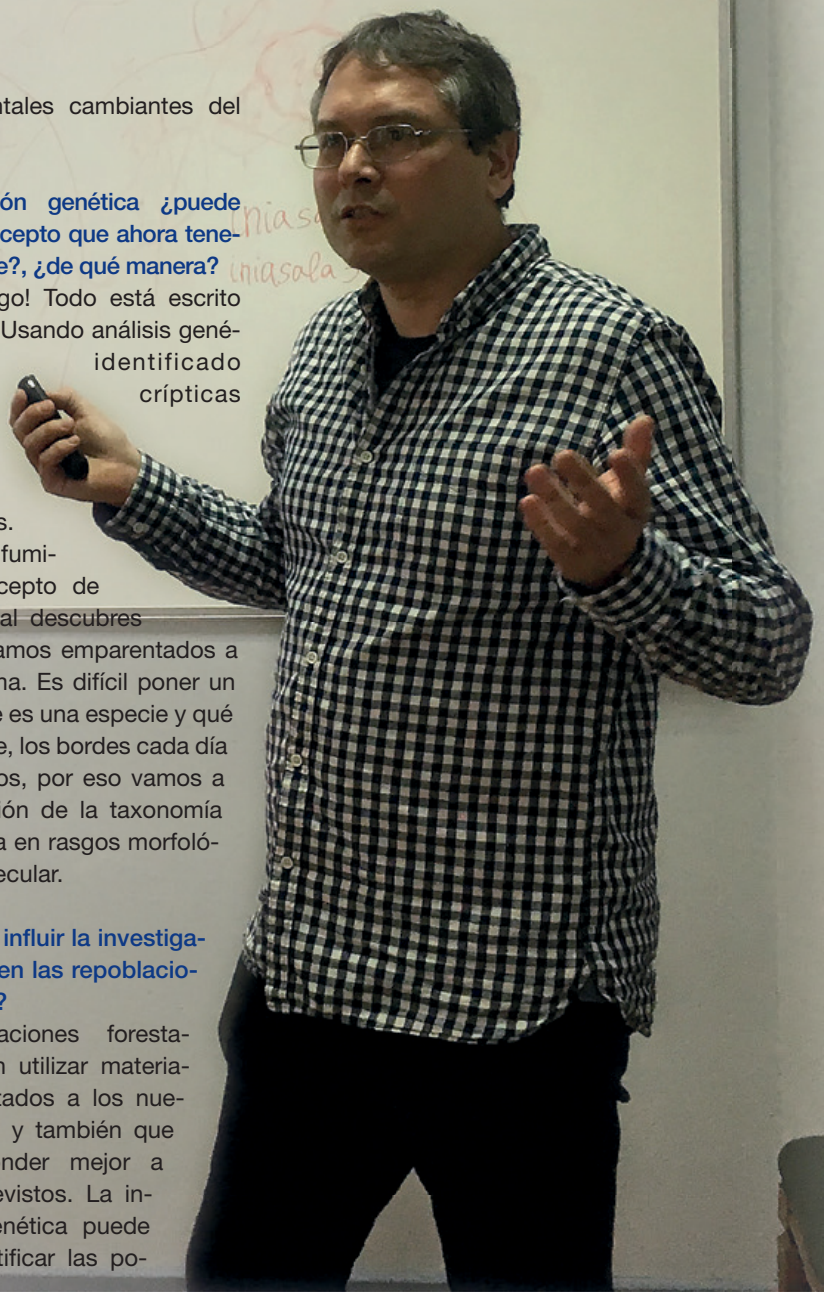
Santiago César González Martínez, director investigador en BIOGECO, Biodiversite, Gènes et Commonautés, del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias de Francia (INRA)

"La investigación genética está difuminando el concepto de especie"

Ismael Muñoz Linares, Ricardo Alía Miranda, Salustiano Iglesias Sauce



La investigación genética está cambiando los paradigmas fisiológicos en los que nos hemos movido hasta ahora. Cada nuevo descubrimiento abre nuevas ventanas de conocimiento que puede ser aplicado a la gestión forestal.

Santiago C. González Martínez es uno de los investigadores nacionales más destacados en esta materia. Tan solo hay un pero, desarrolla su trabajo en Francia. El suyo es un caso tristemente repetido en los últimos años, algunos de los mejores investigadores científicos, formados en España con becas públicas, tienen que marcharse al extranjero para continuar con su carrera profesional, obligados a decidir entre su pasión, asociada a un posible desarraigo, y la comodidad de quedarse en casa pero sin muchas posibilidades de hacer lo que quieren, investigar.

¿A qué nos referimos cuando hablamos de investigación en diversidad genética?

Es un término muy amplio. Lo que hacemos nosotros es utilizar diferentes marcadores moleculares y rasgos fenotípicos para identificar las poblaciones e individuos con mayor diversidad genética. Es decir, buscamos genomas más diferentes o mayor varianza fenotípica, y que, por tanto, puedan adaptarse mejor a las condiciones ambientales cambiantes del futuro.

La investigación genética ¿puede cambiar el concepto que ahora tenemos de especie?, ¿de qué manera?

¡Desde luego! Todo está escrito en el genoma. Usando análisis genéticos se han identificado especies crípticas que morfológicamente parecían las mismas.

Estamos difuminando el concepto de especie. Al final descubres que todos estamos emparentados a nivel de genoma. Es difícil poner un límite entre qué es una especie y qué una subespecie, los bordes cada día son más difusos, por eso vamos a una combinación de la taxonomía clásica, basada en rasgos morfológicos, y la molecular.

¿Cómo puede influir la investigación genética en las repoblaciones forestales?

Las plantaciones forestales necesitarán utilizar materiales bien adaptados a los nuevos ambientes y también que pueden responder mejor a cambios imprevistos. La investigación genética puede ayudar a identificar las po-

blaciones mejor adaptadas a estos ambientes futuros y también las más plásticas, es decir, las que se espera que respondan mejor ante una gran variedad de situaciones ambientales. Además, el uso de material mejorado es una forma de aumentar la resiliencia de las plantaciones sin perder productividad.

¿Podríamos llegar a hacer repoblaciones a la carta conociendo los genomas de cada una de las plantas que se va a utilizar?

No, eso no es viable ahora, quizás en algún momento. Ahora lo que tenemos es un mejor conocimiento de cada lugar de procedencia, de cómo responden a la sequía algunas de las especies más importantes, cómo crecen, qué variación fenológica tienen. Es decir, cada día nos es más fácil encontrar la procedencia adecuada a cada lugar de plantación, la mejor adaptada desde el punto de vista de las condiciones climáticas, presentes o de futuro, o que tenga mayor plasticidad.

Pero, por ejemplo, con respecto a la tolerancia a la sequía conocemos unos pocos genes pero nos faltan otros muchos por conocer, no logramos explicar toda la variabilidad que hay. Todavía estamos lejos de llegar a hacer una repoblación a la carta.

¿Ni siquiera en plantaciones o en selvicultura intensiva?

En algunas especies donde es posible hacer plantaciones clonales intensivas, estoy pensando en eucaliptos y chopos, por ejemplo, sí que estaríamos más cerca de ese escenario porque se trabaja solamente con unos pocos clones muy bien caracterizados y es posible hacer combinaciones que se ajusten muy bien a un determinado ambiente.

¿Qué peligros encierran esas combinaciones de clones o incluso la posibilidad actual de hacer manipulaciones genéticas?

No podemos generalizar y entender la manipulación genética de forma peyorativa. Podemos hacer una modificación muy fina y controlada de forma que sea inocua para el medioambiente, y podemos hacer modificaciones peligrosas que no son éticamente aceptables. Pensando en plantaciones forestales donde las masas conviven con masas naturales no hay posibilidad de contención de esos transgénicos, por lo que hay que pensar con mucho cuidado lo que se hace.

No puedo decir que esté a favor ni en contra; hay que hacer estudios muy serios de las consecuencias para el medio ambiente en cada caso particular. Tenemos que huir de posiciones de ignorancia que niegan la posibilidad de cualquier transgénico y por otro lado está muy justificado ser muy cuidadosos con otros casos que sí pueden ser un peligro para el medioambiente.

Parte de la investigación que hacemos se centra en conseguir identificar variaciones genéticas que puedan ser útiles en relación al cambio climático. Por una parte, nos interesa conocer nuestros bosques naturales para saber cuáles son los que van a sobrevivir a los cambios que se puedan producir, y, por otra, los programas de mejora genética van también orientados a producir materiales más resistentes a la sequía y más adaptables a los cambios repentinos de temperatura o a nuevas plagas

¿Cuáles serían sus recomendaciones para los gestores forestales con el fin de aprovechar al máximo la variabilidad genética que encontramos en las poblaciones?

Es necesario invertir tiempo en conocer las poblaciones, ver cuáles son las más diversas, cuáles se podrían ajustar mejor a las condiciones ambientales futuras y cuáles necesitarán una gestión que las ayude a sobrevivir, incluyendo quizás el cambio de procedencia o especie, o medidas para favorecer la regeneración. En general, los bosques ibéricos tienen gran variabilidad genética por lo que, por ejemplo, sistemas de regeneración basados en regeneración natural podrían constituir una garantía de futuro.

¿Qué puede aportar un mayor conocimiento de la diversidad genética de las especies a la hora de elaborar estrategias y programas de adaptación al cambio climático en las masas forestales?

El cambio climático además de ser un proceso muy rápido, que posiblemente no permita los tiempos necesarios para la adaptación por procesos de selección natural, va a traer climas y amenazas (por ejemplo, nuevas plagas y enfermedades) que son desconocidas en las poblaciones actuales. El conocimiento de la diversidad genética de las poblaciones podría ayudar a anticipar las respuestas de dichas poblaciones y, por tanto, la elaboración de estrategias basadas en sus respuestas esperadas. También podría ayudar a producir, mediante mejora genética, montes más productivos y sanos, utilizando todo el potencial natural inexplorado de nuestros montes.

¿Somos capaces de conseguir plantas con mayor capacidad de secuestro de CO_2?

Sí, yo creo que sí. Parte de la investigación que hacemos se centra en conseguir identificar variaciones genéticas que puedan ser útiles en relación al cambio climático. Por una parte, nos interesa conocer nuestros bosques naturales para saber cuáles son los que van a sobrevivir a los cambios que se puedan producir, y, por otra, los programas de mejora genética van también orientados a producir materiales más resistentes a la sequía y más adaptables a los cambios repentinos de temperatura o a nuevas plagas. Estas van a ser las grandes aplicaciones de la investigación genética en el futuro cercano.

Su grupo de trabajo es un referente a nivel mundial. ¿Cuáles son las principales líneas de investigación en las que están trabajando?

El objetivo principal es entender mejor los procesos de adaptación local, incluyendo la escala geográfica en la que tienen lugar. Así, nos preguntamos ¿hay suficiente variación en un monte para adaptarse a las condiciones futuras o hay que traer material genético de otras partes que pueda estar mejor adaptado? Estudiamos también el modelo de adaptación, si necesita de pocos genes o de muchos, con efectos individuales pequeños e incrementales. Y estudiamos por último la escala temporal, es decir, la velocidad a la que se produce dicha adaptación. También intentamos dilucidar los factores clave, climáticos o de otro tipo, que puedan promover las adaptaciones genéticas que observamos en la actualidad, de manera que podamos desarrollar también modelos predictivos.

¿Qué aplicación pueden tener los resultados de estos proyectos de investigación en la gestión forestal?

Nuestra investigación puede ayudar a los gestores forestales a identificar las poblaciones más diversas y mejor adaptadas a condiciones ambientales particulares y, también, proporciona información sobre cómo gestionar los montes de manera que se mantenga y promueva la diversidad genética. Además, nuestra investigación proporciona información de base a los programas de mejora genética, cuyos objetivos están evolucionando de meramente productivos a considerar aspectos relacionados con la resiliencia.

A nivel mundial ¿cuáles han sido los avances tecnológicos y metodológicos más importantes que se han obtenido en los últimos años en su área de trabajo?

Quizás el avance más notable sea la facilidad con la que podemos obtener información genómica en la actualidad. En los últimos años, por ejemplo, se han secuenciado los genomas completos de muchas especies forestales, incluyendo pinos y robles, lo que produce una gran cantidad de información muy útil.

De cara a futuro, ¿qué desarrollos y avances científicos cabe esperar en su ámbito de trabajo?

Nuestro mayor reto en este momento es ver cómo la información genómica está asociada con los caracteres adaptativos fenotípicos y cómo podemos usar esa información en modelos predictivos que ayuden a mejorar la gestión forestal y adaptarse al cambio climático. Para ello necesitamos nuevas tecnologías y metodologías que permitan el análisis rápido de miles de árboles en condiciones naturales.

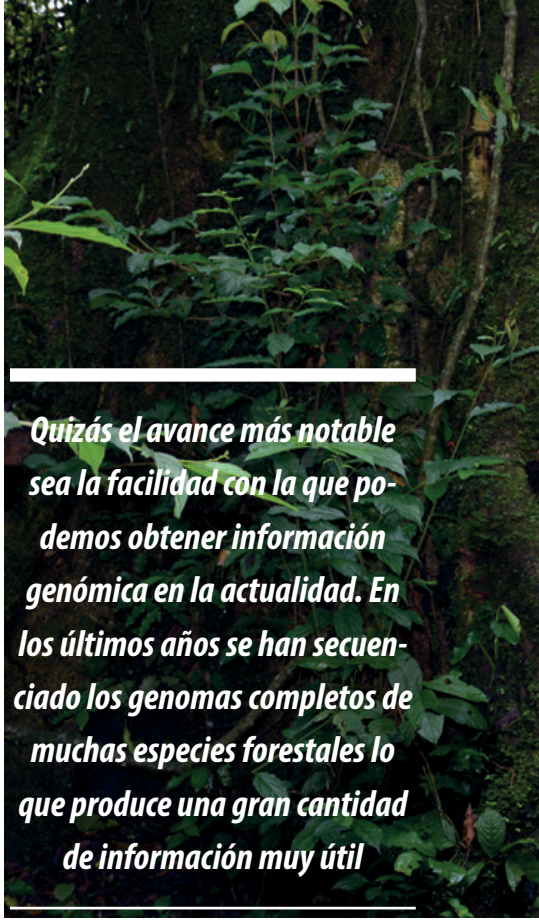
¿Es la investigación forestal un elemento básico en la toma de decisiones de los gestores forestales en otros países?

No siempre, lo que constituye una pérdida de oportunidades. En general, aunque la situación va mejorando, los resultados de investigación no se transmiten de forma adecuada a los gestores y usuarios de los montes. Este es un problema en todos los países donde he trabajado, y tiene su raíz tanto en la falta de profesionales de la comunicación que hagan esa labor como en la limitación de los medios disponibles para que los investigadores hagan su trabajo de forma efectiva.

La investigación ¿se hace en función de las necesidades de propietarios y gestores o tiene sus propios intereses ajenos a las necesidades de gestión?

Hay un poco de todo pero, en general, haría falta una mayor interacción entre investigadores y gestores. En nuestro laboratorio intentamos hacer una investigación aplicada, que sea útil en la gestión del día a día, pero la investigación básica no aplicada es también necesaria para el avance de la ciencia. En Francia está muy diferenciada lo que llaman investigación básica de lo que llaman investigación de servicio. En el instituto donde trabajo hay un lema que dice “hacer investigación útil y bella”, es decir, que además de tener valor científico también ayude a la economía francesa.

¿Cuáles son las diferencias que observa comparando la investigación forestal en España y en Francia, desde el punto de vista de medios, presupuestos y formas de trabajar?



Quizás el avance más notable sea la facilidad con la que podemos obtener información genómica en la actualidad. En los últimos años se han secuenciado los genomas completos de muchas especies forestales lo que produce una gran cantidad de información muy útil

Aquí los investigadores trabajan más relajados, ya que hay más medios materiales y también menor presión para obtener financiación externa. La carrera investigadora está mejor definida y hay mejores oportunidades para obtener puestos permanentes. Además, los horarios de trabajo son más razonables, con lo que favorecen la conciliación entre vida laboral y vida familiar. También, horarios más cortos y más concentrados aumentan la eficiencia durante las horas del trabajo. Siempre cuento esta anécdota; cuando llegué a mi nuevo laboratorio en Burdeos pregunté el horario de trabajo y me dijeron que terminaba a las cinco de la tarde, y que tuviera cuidado porque entre las seis y media y las siete cerraban el laboratorio y ponían las alarmas. Yo les dije que eso no era posible, ya que yo normalmente, en Madrid, trabajaba hasta mucho más tarde. Entonces me dijeron: “Pero, y usted, ¿no tiene familia?”.

En el aspecto de desarrollo de transferencia de resultados de investigación, ¿qué diferencias ve entre Francia y España? ¿De qué forma están vinculadas en Francia las empresas forestales y la investigación?

En mi limitado conocimiento de

En Francia está muy diferenciada lo que llaman investigación básica de lo que llaman investigación de servicio. En el instituto donde trabajo hay un lema que dice "hacer investigación útil y bella", es decir, que además de tener valor científico también ayude a la economía francesa

este tema (es posible que haya sistemas parecidos en algunas regiones españolas que no conozco), creo que la mayor diferencia es que en Francia hay cooperativas de investigación forestal y centros tecnológicos que están participados directamente por las empresas y los propietarios forestales. Estas cooperativas, por ejemplo la que trabaja en la mejora genética del pino negral, tienen entidad propia, con su presupuesto y objetivos. De esta manera, tanto empresas como

Se ha reducido mucho la financiación para la investigación y se ha incrementado la burocracia a niveles insoportables. España forma muy buenos investigadores y luego no les da las condiciones necesarias para hacer su trabajo, con lo que acaban yéndose

investigadores están "en el mismo barco" y la comunicación es efectiva. También una buena parte de la financiación procede de las Regiones y, en este caso, hay que incorporar siempre empresas y otros usuarios finales de los montes para que aprueben un proyecto de investigación.

¿Qué problemas ve para el desarrollo de la investigación en nuestro país?

Estamos pasando por una fase muy mala en España. Se ha reducido mucho la financiación para la investigación y se ha incrementado la burocracia a niveles insoportables. En particular, es muy duro para los investigadores jóvenes que ven que no hay básicamente oportunidades para estabilizarse en España y que o dejan la investigación o terminan por irse. Yo, personalmente, no lo entiendo, España forma muy buenos investigadores y luego no les da las condiciones necesarias para hacer su trabajo, con lo que acaban yéndose. No tiene sentido.

¿Es necesario salir fuera de España para realizar investigación forestal?

En España se hace muy buena investigación con muy pocos recursos, es realmente notable. Pero, tristemente, como decía antes, las condiciones de trabajo son mucho peores que en otros sitios como Francia y la labor de investigación está, en general, menos valorada. Siempre es bueno pasar un par de años en el extranjero, formándose en otros entornos, pero debería ser posible volver y desarrollar tu trabajo en el país que te ha formado.

¿Qué aspectos destacaría de la investigación forestal europea con respecto a otros países del mundo?

Creo que la investigación forestal europea, al menos en mi campo, está en muy buena situación con respecto al resto del mundo. Somos realmente líderes en muchos aspectos de la misma y hay mayor diversidad de aproximaciones, considerando también la gran diversidad de situaciones que se encuentran en nuestro continente y el gran interés que despiertan las aplicaciones forestales como motor de la bioeconomía europea.

Teniendo en cuenta que la distribución de las especies forestales supera muchas veces las fronteras entre países, ¿qué papel desarrollan las redes de colaboración paneuropeas y qué podría hacerse para mejorarlas?

Las redes colaboración paneuropeas, como en nuestro campo EVOLTREE (una red de genómica y genética forestal) y EUFORGEN (una red de conservación de recursos genéticos forestales) son muy importantes y funcionan bien, aunque dependen básicamente de la buena voluntad de sus participantes y de una pequeña contribución financiera de los países que las conforman. Estaría bien extenderlas a países limítrofes, que también podrían ser muy importantes como fuentes de material genético bien adaptado a condiciones ambientales futuras en Europa (como Marruecos o Turquía). También sería una mejora contar con un poco de financiación adicional, para poder incrementar la inversión en acciones de movilidad, investigación cooperativa, etc.

Teniendo en cuenta que la investigación forestal se desarrolla y financia generalmente por organismos públicos, ¿qué opinión tiene de la política de datos abiertos?

Yo soy un firme defensor de la política de datos abiertos. La investigación pública se paga con el dinero de todos, por lo que debería poder ser accesible por cualquier ciudadano que tenga un interés en el tema.