

Evaluación de grandes productores de resina y aplicación a programas de mejora genética en *Pinus pinaster* Aiton en España

ALÍA MIRANDA, RICARDO

INIA-CIFOR.

Instituto Mixto Universitario UVA-INIA sobre Gestión Forestal Sostenible.

AUÑÓN, F.J.

INIA-CIFOR.

CHAMBEL, R.

INIA-CIFOR.

RESUMEN

La mejora genética de *Pinus pinaster* para producir resina es un método eficiente de incrementar la productividad de las plantaciones con vistas a hacer rentable este aprovechamiento. Los trabajos realizados en materiales de la procedencia de la Meseta Castellana han demostrado que se puede conseguir una ganancia genética significativa (1.5 veces la producción de resina) mediante la selección de 51 árboles evaluados en ensayos clonales. Se describen los principales resultados obtenidos.

SUMMARY

Forest tree breeding for resin production in *Pinus pinaster* is an efficient method of increasing the productivity of the plantations, and therefore, making profitable this product extraction. Different works with material from the Castilian Plateau have demonstrated that it is possible to obtain a significant genetic gain (1.5 times the average production) by a selected population of 51 trees evaluated in clonal tests. Also, we have included the main achievements in this line of activity.

PALABRAS CLAVE

Pinus pinaster, Selección, Resina, Mejora genética

OBJETIVOS

En esta comunicación pasaremos revista al conocimiento actual sobre la mejora genética para la producción de resina, basándonos en la experiencia acumulada en estudios realizados para la mejora de la producción de resina. Para ello analizaremos tres aspectos esenciales: la selección de grandes productores de resina, el control genético de los caracteres y la ganancia que se espera obtener, para acabar con unas notas sobre cómo se debe efectuar operativamente la mejora genética en *Pinus pinaster*.



<http://www.youtube.com/watch?v=v874CMEx5JE>

Estamos en un entorno cambiante. Esto afecta en al clima, pero también al entorno socioeconómico en el que se planifican los aprovechamientos forestales. La resinación es un ejemplo perfecto de esta situación. En el pasado, la combinación de un entorno socioeconómico autárquico, con métodos de extracción basados en la pericia de los resineros, y de una selvicultura enfocada a la producción de resina, hicieron que este aprovechamiento fuese altamente rentable y un indicador del desarrollo rural en zonas forestales. Sin embargo, los cambios en la realidad socioeconómica española a partir de los años 70, la incorporación de resinas sintéticas, nuevos países y nuevas especies para la producción de derivados de las resinas, junto con pocas innovaciones en el método productivo, llevó rápidamente al abandono de la resinación en la mayoría de los países europeos, quedando residualmente en algunas zonas de España.

¿Es posible la resinación rentable de los pinares de *Pinus pinaster*? Esta pregunta obliga a considerar un nuevo contexto en el que esta producción ha de llevarse a cabo para evitar que la resinación se produzca de forma coyuntural ante un escenario de incremento puntual de los precios, o un aumento del paro en las zonas rurales. Pero, como en cualquier operación forestal, estos cambios requieren tiempo: el operario forestal, los cambios en los sistemas de explotación, los cambios en la gestión forestal y la innovación en productos, así como el uso de materiales genéticamente superiores, requieren tiempo. Lo que es claro, es que solo una nueva resinación, incluyendo avances en muchos de estos campos puede conseguir una rentabilidad a largo plazo en la producción de resina en España.

La mejora genética se ha considerado siempre como uno de los elementos que pueden contribuir a mejorar esta rentabilidad. Sabemos que hay árboles que producen mayor cantidad de resina y que mediante métodos tradicionales (y principalmente con la incorporación de nuevas técnicas) pueden conseguir incrementar significativamente la producción media de nuestros montes. Pero la mejora genética se ha de considerar en un contexto de mejora selvícola para que sea altamente provechosa: métodos de plantación más efectivos, modelos selvícolas enfocados a estas plantaciones, nuevos métodos de extracción más eficientes, entre otras cuestiones. La mejora genética, en plantaciones semi-naturales, pierde su eficacia al reducir la posibilidad de explotar el potencial de los arboles grandes productores de resina. En esta comunicación pasaremos revista al conocimiento actual sobre la mejora genética para la producción de resina, basándonos en la experiencia acumulada en estudios realizados para la mejora de la producción de resina. Para ello analizaremos tres aspectos esenciales: la selección de grandes productores de resina, el control genético de los caracteres y la ganancia que se espera obtener, para acabar con unas notas sobre cómo se debe efectuar operativamente la mejora genética en *Pinus pinaster*.

Variabilidad y selección de grandes productores de resina en *Pinus pinaster*

Los programas de mejora genética tradicionales se basan en la selección de árboles con gran producción para el/los caracteres deseados, su evaluación genética, selección y cruzamiento entre ellos para dar lugar a una nueva generación de mejora. Además de ha de implementar un procedimiento para producir materiales de reproducción (semillas, plantas) mejoradas que puedan ser utilizadas por los usuarios finales (Figura 1).

Pinus pinaster presenta una gran variación en múltiples caracteres de interés que se manifiesta en la existencia de diversas entidades genéticas (Bucci *et al.* 2007), que operativamente se traduce en la existencia de regiones de procedencia en la especie (Alía *et al.* 1996). Dentro de ellas, la Región Meseta Castellana destaca por la gran producción de resina. En esta región existen grandes diferencias en la producción de resina (Nanos *et al.* 2001), con variaciones de cerca de 2 a más de 4kg/árbol y año dependiendo de la zona (Figura 2).

Pero también se ha comprobado una gran variación entre los arboles de un rodal (Tadesse *et al.* 2001a) que ha sido aprovechada para la selección de árboles grandes productores de resina. Esto permitió seleccionar 51 árboles con una producción media de 7.1 kg/árbol, en comparación a una media de 3.7 kg/año de 10 árboles circundantes de similares características, de los 299 inicialmente seleccionados (Figura 3). En la actualidad se ha ampliado esta selección con nuevas incorporaciones (Junta de Castilla y León, CESEFOR).

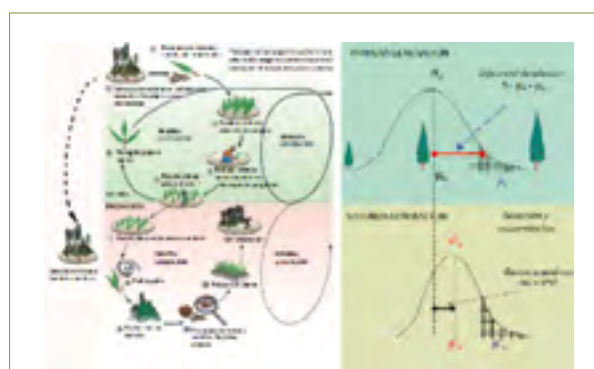


Figura 1. Ejemplo de un programa de mejora genética (Modificado de Neale y Kremer, 2011).



Figura 2. Variación de la producción de resina en la Meseta Castellana (Nanos *et al.* 2001)



Figura 3. Selección de árboles grandes productores de resina en Castilla-León (años, 1997-2001)

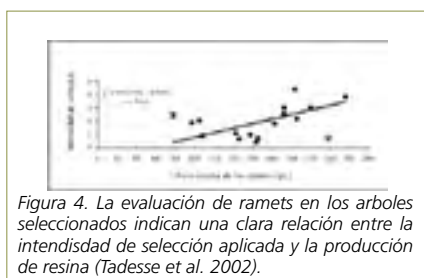


Figura 4. La evaluación de ramets en los árboles seleccionados indican una clara relación entre la intensidad de selección aplicada y la producción de resina (Tadesse et al. 2002).

Evaluación de grandes productores y ganancia genética

Estos árboles fueron instalados en bancos clonales (obtenidos por injerto) y evaluados por microresinación, justificando la superioridad genética en producción de resina (Tadesse et al. 2001b, Figura 4) con un alto control genético (Heredabilidad: $H^2=0.55$), lo que permite estimar una ganancia genética que duplicaría la producción de resina por árbol basada en esta selección (Tadesse et al. 1999, 2001c).

La evaluación de los grandes productores puede beneficiarse de nuevos métodos basados en la inducción de la resina con jasmonato (relacionados con estudios sobre compromisos defensa-crecimiento, Moreira et al. 2012), con vistas a la aplicación a selección genómica tal como se ha realizado en otras especies (Westbrook et al. 2013) que puede permitir incrementar la producción entre 1.5-2.4 veces en un corto periodo de tiempo.

Estrategia para la obtención de materiales mejorados.

Una estrategia para obtener semilla mejorada es a través de huertos semilleros o por cruzamientos controlados en bancos clonales. Este método es eficiente para mejorar los materiales en programas de mejora, pero es costoso en tiempo y dinero (necesidad de instalación de huertos o bancos clonales, espera a la producción de cosechas abundantes, necesidad de realizar cruzamientos controlados). Esta estrategia puede dar lugar a una media de 40 semillas por piña (en cruzamientos controlados) frente a una media

de 70 semillas por polinización abierta. En Castilla y León recientemente se han plantado aproximadamente 4000 plantas procedentes de este tipo de cruzamiento y producidas en el vivero Central.

Una posible vía de mantener una ganancia genética elevada y una producción masiva de plantas en un periodo más corto, puede ser la utilización de técnicas de propagación vegetativa masiva que se han demostrado efectivas en la especie (Majada et al. 2011), y que puede ser utilizada para materiales cualificados y controlados obtenidos de progenitores de familia.

CONCLUSIONES

La producción de resina es un carácter que es un buen candidato para integrarse en un programa de mejora genética, al tener un alto control genético y una gran variabilidad individual.

Se ha comprobado que la selección en campo, y su posterior evaluación genética, ha sido efectiva para disponer de árboles superiores genéticamente que son la base de los programas de mejora. Estos árboles pueden ser reproducidos mediante huertos semilleros o por métodos de propagación vegetativa masiva para dar lugar a plantas mejoradas que puedan ser utilizadas en plantaciones.

Podemos desarrollar estrategias a bajo coste (por ej. Breeding without breeding. Combinando marcadores genéticos y cruzamientos abiertos) que permitan garantizar ganancias genéticas significativas a un coste razonable.

Sin embargo, estas actuaciones, a medio plazo, obligan a definir un marco de colaboración entre los organismos y entidades implicados (entidades de investigación, administraciones de gestión forestal, propietarios, empresas resineras), pues el material obtenido ha de ir enfocado a zonas altamente productivas con modelos de gestión selvícola adaptados a estas nuevas condiciones.

BIBLIOGRAFÍA

- ALIA, R.; MARTÍN, S.; DE MIGUEL, J.; GALERA, R.M.; AGÚNDEZ, D.; GORDO, J.; SALVADOR, L.; CATALÁN, G.; GIL, L.A. 1996. *Las regiones de procedencia de Pinus pinaster Aiton en España*, DGCONA. Madrid. 75 pp
- BUCCI, G.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, S.C.; PROVOST, G.; PLOMION, C.; RIBEIRO, M.M.; SEBASTIANI, F.; ALÍA, R.; VENDRAMIN, G.G. 2007. *Range-wide phylogeography and gene zones in Pinus pinaster Ait. revealed by chloroplast microsatellite markers*. *Molecular Ecology*. 16: 2137-2153
- MAJADA, J.; MARTÍNEZ-ALONSO, C.; FEITO, I.; KIDELMAN, A.; ARANDA, I.; ALIA, R. 2011. *Mini-cuttings: an effective technique for the propagation of Pinus pinaster Ait*. *New Forests* 41:399-412
- MOREIRA, X.; ZAS, R.; SAMPEDRO, L. 2012. *Methyl Jasmonate as Chemical Elicitor of Induced Responses and Anti-Herbivory Resistance in Young Conifer Trees*. *Plant Defence: Biological Control*: 345-362
- NEALE, D.B.; KREMER, A. 2011. *Forest tree genomics: growing resources and applications*. *Nat. Rev. Genetics*. 12: 111-122

- NANOS, N.; TADESSE, W.; MONTERO, G.; GIL, L.; ALIA, R. 2001. *Spatial stochastic modeling of resin yield from pine stands*. *Can. J. For. Res.* 31: 1140–1147
- TADESSE, W.; AUÑÓN, F.; PRADA, A.; NANOS, N.; ALLUÉ, M.; PARDOS, J.A.; GIL, L.; ALIA, R. 1999. *Mejora genética de Pinus pinaster Ait. grandes productores de miera en la meseta Castellana*. *Montes* 58, 1999: 67 – 73
- TADESSE, W.; NANOS, N.; AUÑÓN, F.J.; ALIA, R.; GIL, L. 2001a. *Evaluation of high resin yielders of Pinus pinaster Ait.* *Forest Genetics*. 8(4): 271–277
- TADESSE, W.; AUÑÓN, F. J.; PARDOS, J. A.; GIL, L.; ALIA, R. 2001b. *Evaluación precoz de la producción de miera en Pinus pinaster Ait.* *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales* 10(1):141–150.
- TADESSE, W.; NANOS, N.; AUÑÓN, F. J.; ARRABAL, C.; GARCIA, C.; GIL, L.; ALIA, R.; PARDOS, J. A. 2001c. *Genetic improvement of resin yield from Maritime pine in Spain*. *Forest Chemicals Review*. January–February: 10–16.
- WESTBROOK, J.W.; RESENDE M.E.R.; MUNOZ, P.; WALKER, A.R.; WEGRZYN, J.L.; NELSON, D.; NEALE, D.B.; KIRST, M.; HUBER, D.A.; GEZAN, S.A.; PETER, G.F.; DAVIS, J.M. 2013. *Association genetics of oleoresin flow in loblolly pine: discovering genes and predicting phenotype for improved resistance to bark beetles and bioenergy potential*. *New Phytologist*. 199(1): 89–100



Jornadas II Simposio Internacional de Resinas Naturales. Coca, Segovia
foto: David Rubio