

# Hacia un sello de calidad para plantón injertado de pino piñonero (*Pinus pinea* L.)

Carlos Guadaño Peyrot<sup>1</sup>,  
 María del Cuvillo García<sup>2</sup>,  
 Elisa Fernández-Descalzo<sup>3</sup>,  
 Laura Ojalvo-Ortega<sup>4</sup>,  
 Sven Mutke<sup>5</sup>,  
 Mariola Sánchez-González<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Estudiante de doctorado en Conservación y Uso Sostenible de Sistemas Forestales (Universidad de Valladolid - IUFOR).

Técnico en investigación contratado en el ICIFOR-INIA, CSIC

<sup>2</sup> Máster en Ingeniería de Montes. ICIFOR-INIA, CSIC

<sup>3</sup> Graduada en Ingeniería del Medio Natural. ICIFOR-INIA, CSIC

<sup>4</sup> Graduada en Biología. ICIFOR-INIA, CSIC

<sup>5</sup> Ingeniero técnico forestal, Dr. por la UPM

<sup>6</sup> Dra. ingeniera de montes. ICIFOR-INIA, CSIC

El pino piñonero (*Pinus pinea* L.) ha experimentado una notable expansión en las últimas décadas debido a su valor ecológico y a la creciente demanda internacional de piñones. Esta situación ha impulsado su domesticación con enfoque agroforestal, apoyada en programas de mejora genética, injertos con clones élite y avances tecnológicos como el uso de marcadores moleculares y la selección de portainjertos adaptados a condiciones edafoclimáticas adversas. En España, desde los años 90 se desarrolla un programa de mejora genética que ha permitido registrar 15 clones grandes productores, aunque su disponibilidad comercial aún es limitada frente a la demanda del sector. En este contexto, presentamos unos criterios orientadores, fruto de un proceso colaborativo con expertos del sector, que aspiran a servir como base para el diseño de un futuro sello o certificado de calidad de planta injertada, para tratar de fortalecer y profesionalizar el sector de la producción de piñón mediterráneo.

**Palabras clave:** Injerto, pino piñonero, piñón mediterráneo, calidad de planta, productos forestales no madereros

## 1. INTRODUCCIÓN

El pino piñonero es una conífera mediterránea que ha experimentado una creciente expansión en las últimas décadas dentro y fuera de su área de distribución natural, debido tanto a su papel en la restauración ecológica como a la creciente demanda de piñones en el mercado internacional. Las elevadas propiedades nutricionales del piñón mediterráneo (Mutke *et al.*, 2012; Evaristo *et al.*, 2010) y su limitada producción lo han convertido en un alimento gourmet

de alto precio. Esto ha propiciado un cambio en la gestión de la especie hacia su domesticación, con enfoque agroforestal, acompañado de innovaciones tecnológicas, de programas de mejora genética y de la selección de clones élite para maximizar la producción de fruto.

A pesar de los retos a los que se enfrenta la producción de piñones mediterráneos, como la competencia desigual con otras especies productoras de piñón, la reducción de la producción debido al cambio

climático o la aparición de nuevas plagas invasoras, el sector presenta un futuro prometedor gracias a la frugalidad y tolerancia de la especie a la sequía (Montero *et al.*, 2004), sus optimistas previsiones económicas y la existencia de programas de mejora desarrollados.

La reproducción mediante injerto es un factor clave en la innovación agroforestal del sector. El uso de esta técnica anticipa los ingresos económicos entre 10 y 15 años en comparación con las masas naturales al evitar las etapas juveniles. Los árboles injertados aumentan la eficiencia de la producción de piñas, facilitan la cosecha al encontrarse las piñas a menor altura y permiten el uso de clones élite (Bono y Aletà, 2013; Guadaño *et al.*, 2016; Loewe *et al.*, 2022).

Con el objetivo de la selección de genotipos élite por su producción de fruto, en España se lleva desarrollando desde los años 90 un programa de mejora genética con la colaboración de distintas administraciones y entidades (MITECO, UPM, ICIFOR-INIA-CSIC, IRTA, Junta de Castilla y León, Junta de Andalucía y, recientemente, Junta de Extremadura). Fruto de este programa, en el año 2015 se dieron de alta en el Catálogo Nacional de Materiales de Base 15 clones de pino piñonero (diez como material cualificado y cinco como material controlado) seleccionados por su alta capacidad de producción (Mutke *et al.*, 2007). Actualmente, todos los clones registrados están disponibles comercialmente en algunos viveros, aunque aún en cantidades muy inferiores a la demanda del sector.

En el contexto de la domesticación de la especie para su explotación agroforestal, se han desarrollado diversas investigaciones enfocadas en la optimización del sector, como la mejora de la identificación del material genético mediante el uso de marcadores moleculares tipo SNP (Olsson *et al.*, 2025) o los trabajos de selección de portainjertos enfocados a mejorar la compatibilidad del injerto o la adaptación a diferentes condiciones edafoclimáticas y sequía (Guàrdia *et al.*, 2021).

En esta línea, la definición de estándares de calidad de plantones in-



jertados de pino piñonero es una demanda concreta del sector. El proyecto IMFOREST (*Impulso a la bioeconomía forestal a través del desarrollo, la innovación y la gestión sostenible de los recursos forestales no madereros*; <https://imforest.es/>) tiene entre sus objetivos la definición de criterios orientadores que sirvan como base para el futuro desarrollo de una certificación de calidad exterior de la planta injertada. Este certificado o sello de calidad podrá complementar (pero nunca sustituir) a la documentación identificativa y de trazabilidad que exige la normativa referente a la comercialización de materiales forestales de reproducción (Real Decreto 289/2003) y al pasaporte fitosanitario.

Para la definición de estos criterios orientadores, se contó con la participación de viveristas forestales, técnicos de la administración pública y otros asesores, todos ellos con una larga trayectoria en el sector y experiencia en el estudio y manejo de la

especie. La metodología consistió en la celebración de reuniones de trabajo seguidas de una encuesta final elaborada a partir de las opiniones y contenidos discutidos en las propias reuniones. En este artículo presentamos los resultados obtenidos. Esperamos que los criterios orientadores aquí propuestos sirvan como punto de partida para el desarrollo de un futuro sello/certificado de calidad de planta injertada que contribuya a potenciar el sector de la producción de piñón mediterráneo.

## 2. REUNIONES DE TRABAJO

Se llevaron a cabo dos reuniones virtuales con los distintos actores implicados. Estas sesiones constituyeron el primer espacio de encuentro, en el que se presentó el objetivo del trabajo y el contexto necesario para su desarrollo. De manera participativa, se revisaron y discutieron los posibles criterios de calidad para plantón injertado de pino piñonero,





promoviendo el intercambio de ideas y la construcción de consensos.

A partir de las reuniones realizadas se identificó la necesidad del sector en definir una serie de criterios de calidad, tales como: la edad del plantón injertado y del portainjerto, la altura y diámetro de injerto, el volumen mínimo de contenedor, la presencia de ramas en portainjertos y otros parámetros más fáciles de definir, tales como la presencia de heridas y cicatrices. Se señaló también la importancia de considerar las diferencias entre especies utilizadas como portainjerto, concretamente entre pino carrasco (*Pinus halepensis* Mill.) y pino piñonero, dado su distinto comportamiento en términos de uso y producción.

Se identificaron algunas discrepancias entre los distintos participantes. Con el fin de recoger y reflejar adecuadamente las diferentes opi-

niones, se elaboró y compartió una encuesta *online*, lo que permitió una recopilación más eficiente y estructurada de las aportaciones.

### 3. ENCUESTA ON LINE Y COMUNICACIONES

La encuesta se desarrolló con la aplicación *Google Forms*, que cuenta con una interfaz intuitiva y permite el acceso desde cualquier dispositivo, de tal manera que facilita la participación y garantiza el anonimato. La encuesta planteó 17 preguntas (Anexo 1), algunas de ellas cerradas (con opciones múltiples), orientadas a recoger datos cuantificables, y otras abiertas, en las que los participantes pudieron expresar sus opiniones. La encuesta estuvo disponible durante un plazo de cinco semanas, pasado el cual el equipo técnico procedió al análisis de las respuestas. según los

resultados de la encuesta y lo tratado en las reuniones, se elaboró una propuesta preliminar de criterios, que fue enviada por correo electrónico a todos los participantes, con el fin de recabar nuevas observaciones y comentarios. A esta comunicación se adjuntaron dos preguntas adicionales orientadas a avanzar en la puesta en marcha de la iniciativa: (1) si estarían dispuestos a adherirse a los criterios mínimos orientadores propuestos y (2) si conocían a alguna otra entidad que pudiera estar interesada en sumarse al proceso. Esta acción favoreció su participación en la validación y mejora de la propuesta, consolidando así un enfoque colaborativo y transparente.

A lo largo del proceso, el correo electrónico fue utilizado como canal de comunicación con los participantes para enviar las convocatorias de las reuniones, instrucciones para la cumplimentación de la encuesta, recordatorios de plazos y resolución de dudas específicas.

## 4. RESPUESTAS

### 4.1. Opinión de los expertos encuestados

La encuesta fue respondida por siete de los profesionales convocados, de los cuales seis estaban vinculados a una institución o entidad pública, y uno, al sector privado.

A la pregunta sobre su experiencia con la producción de planta injertada de pino piñonero, la mayoría manifestó haber participado o participar activamente en algún programa de mejora genética de la especie. Además, tres de los encuestados indicaron que actualmente se dedicaban a la producción de planta injertada.

Cabe destacar que el 100 % de las personas que respondieron a dicha encuesta manifestaron que consideraban positivo establecer criterios de calidad para plantón injertado de pino piñonero. Bajo este enfoque, se recabó información sobre los criterios que, a juicio de los encuestados, deberían establecerse como indicadores de calidad y la edad de la planta a la que deberían definirse. Todos los participantes estuvieron de acuerdo en que, entre los datos que deberían aparecer en la documentación o etiquetado de la planta injertada de piñonero, sería

positivo que se incluyeran la especie utilizada como portainjertos, el número de savias del portainjertos en momento del injerto y la fecha (mes/año) de realización del injerto.

Asimismo, se les consultó si consideraban que la relación entre el volumen del contenedor y la edad de la planta (savias del patrón, independientemente de cuando fuera injertado) podría constituir un criterio válido para evaluar la calidad de la planta, y en caso afirmativo, qué volumen mínimo sería el apropiado para una comercialización de calidad. Hubo consenso en que la relación entre el volumen del contenedor y la edad de la planta patrón debería considerarse como un criterio de calidad, pero no hubo acuerdo en su parametrización. A falta de ensayos específicos, el criterio mayoritario podría servir como criterio orientativo: 2 savias/1 litro; 3 savias/2 litros; > 3 savias/3 litros.

Respecto a la presencia de ramas de la planta portainjertos en el momento de la comercialización, la opinión mayoritaria es que sería un criterio de calidad la eliminación o el despunte de las ramas de la planta portainjertos.

Cuando se consultó sobre los criterios que los participantes consideran indicativos de una buena calidad de planta injertada (Figura 1), la opinión mayoritaria fue que:

- Se debe establecer un diámetro mínimo medido sobre el punto de injerto. A falta de estudios específicos sobre este parámetro, 5 mm de diámetro en la zona de injerto fue el criterio mayoritario.
- La planta comercializada no debe presentar daños tales como cicatrices, desgarros o muñones pronunciados en la planta patrón.

En relación con la posibilidad de establecer un sistema de asignación de calidad por clases mediante una escala (por ejemplo, de 0 a 5), las opiniones estuvieron divididas. Una parte de los participantes consideró que dicho enfoque sería útil y proporcionaría un margen de flexibilidad, aunque uno de ellos sugirió utilizar una escala más reducida (de 0 a 3) para simplificar su aplicación. Por otro lado, varios encuestados manifestaron dudas o rechazaron la propuesta, argumentando que podría dificultar su aplicación, especialmente si se contemplan muchas clases.

#### 4.2. Motivación por adherirse a un futuro sello de calidad

Por el momento, tres profesionales del sector, todos ellos productores de planta injertada, confirmaron estar interesados en adherirse a un sistema de certificación de calidad de tipo voluntario, siempre y cuando este no

repercutiera en el precio de la planta y dicho sello fuera descriptivo y no calificativo.

#### 4.3. Aspectos prioritarios de investigación sobre el tema

Para cerrar la encuesta, se planteó una pregunta orientada a identificar los intereses del sector en relación con futuras líneas de investigación. Los encuestados manifestaron la necesidad de promover los siguientes estudios, algunos relacionados con cuestiones planteadas durante las reuniones de trabajo:

- La selección y mejora genética de portainjertos, incluyendo programas específicos y el uso de material clonal.
- estudio de la influencia del patrón sobre la producción, incluyendo el uso de injertos heteroplásticos.
- Investigaciones en selvicultura orientada a la producción de fruto.
- Evaluación de la resistencia de clones frente a daños bióticos.

### 5. REFLEXIONES FINALES

#### 5.1. Interés en el desarrollo de un sello de calidad

El desarrollo de esta iniciativa se valora positivamente por parte del equipo técnico implicado al haberse

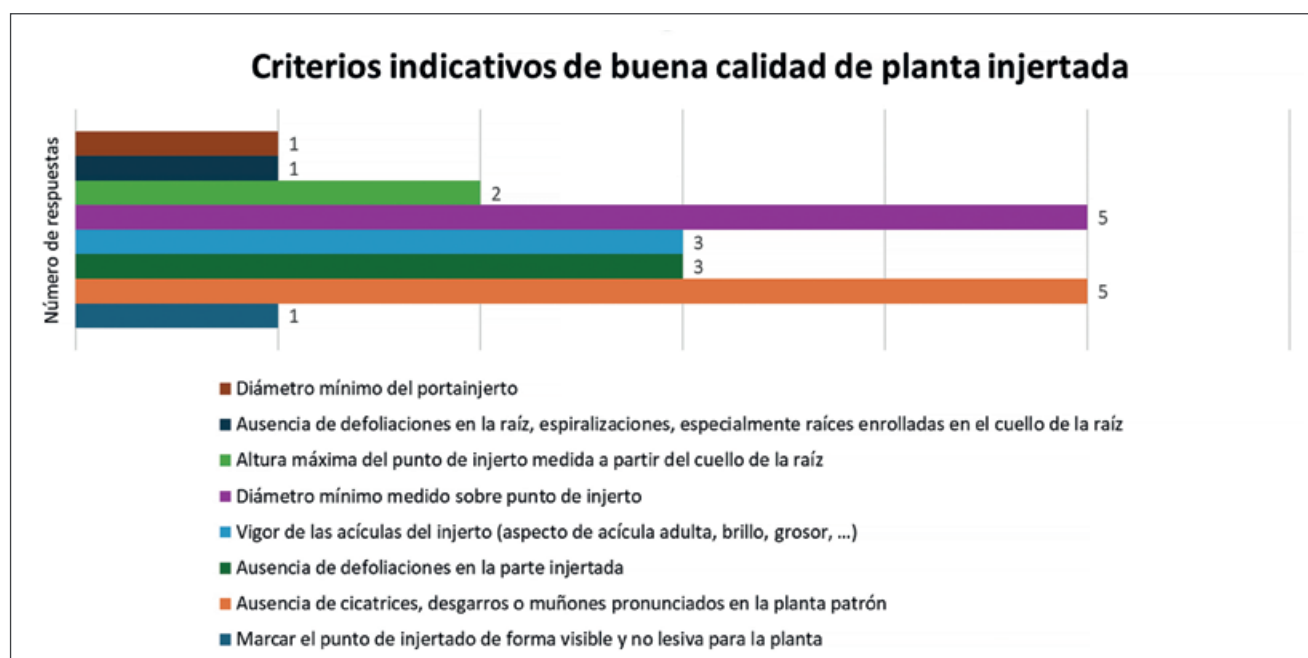


Fig. 1. Respuestas registradas sobre los criterios indicativos de buena calidad de planta injertada





cumplido con los objetivos propuestos. El nivel de participación alcanzado en las reuniones de trabajo fue muy satisfactorio, ya que la gran mayoría de las entidades y profesionales invitados a participar así lo hicieron. Hay que subrayar que en la actualidad el número de entidades (ya sean públicas o privadas) que producen planta injertada de pino piñonero en

España es muy reducido. Aunque la participación en la encuesta fue del 50 %, permitió obtener una visión más precisa sobre los aspectos prioritarios a considerar y ayudó en la definición final de los criterios orientadores, resultado de este trabajo.

El alto nivel de participación en las reuniones demuestra el interés que suscitó esta iniciativa en el sector y el consenso en la utilidad de definir unos criterios mínimos de calidad para la comercialización de planta injertada destinada a la producción de piñón mediterráneo.

Debe destacarse que el MITECO ha mostrado su intención de incluir en la normativa de etiquetado la especie utilizada como portainjertos, el número de savias de la planta patrón en el momento de injerto y la fecha del mismo. Lo que supone un avance importante en cuanto a la información disponible para el usuario (y por lo tanto, una mejora en la calidad del producto), fruto de las reuniones celebradas y con amplio respaldo de los participantes.

## 5.2. Propuesta de criterios de calidad

La propuesta final sobre los criterios orientadores de calidad es el resultado de un proceso colaborativo orientado a la construcción de consensos. Sin embargo, en algunos casos no fue posible establecer valores exactos. Por ejemplo, en lo referente a la relación entre el volumen del contenedor y la edad de la planta patrón o en la definición de un diámetro mínimo en el punto de injerto, únicamente se plantearon valores de referencia. Estudios futuros podrían contribuir a evaluar la pertinencia de estos criterios y, en su caso, precisar los valores o intervalos más adecuados.

Cabe señalar que en dos aspectos concretos —la altura máxima del punto de injerto y la eliminación de ramas en la planta portainjertos—, la propuesta final no se basó estrictamente en la posición mayoritaria del grupo.

A continuación, se presenta una lista con los criterios propuestos y los comentarios asociados a cada uno de ellos:

**Inclusión en el etiquetado la siguiente información:** especie uti-

lizada como portainjerto, número de savias del portainjerto en momento del injerto y fecha (mes/año) de realización del injerto.

**Edad límite de aplicación de criterios de calidad para planta injertada:** el criterio mayoritario coincidió en enfocar la definición de los criterios de calidad para edades tempranas (hasta los 2-3 años tras el injerto). El motivo es que actualmente la demanda (muy superior a la oferta) se centra exclusivamente en planta joven para el establecimiento de plantaciones productivas o campos de cepas madre.

**Volumen contenedor:** los participantes estuvieron de acuerdo en que la relación entre el volumen del contenedor y la edad de la planta patrón debería considerarse como un criterio de calidad, pero sin consenso en su parametrización. A falta de ensayos específicos, el criterio mayoritario podría servir a modo orientativo provisional: 2 savias/1 litro; 3 savias/2 litros; > 3 savias/3 litros.

**Eliminación de las ramas de la planta portainjerto:** la opinión mayoritaria coincidió en considerar como criterio de calidad la eliminación o el despunte de las ramas de la planta portainjerto. El límite de tiempo tras el injerto para la eliminación total de las ramas del portainjerto sería difícil de fijar, ya que estaría condicionado por el grado de desarrollo de la planta injertada. Sí hubo consenso en que marcar en el tallo el punto sobre el que se realizó el injerto sería una buena práctica que facilitaría el manejo posterior por parte del usuario. Finalmente, el criterio orientador propuesto respecto a este punto es que una planta comercializada de calidad debería estar libre de ramas o brotes del portainjerto, al igual que sucede con otros frutales injertados comercializados. La planta injertada debe tener la suficiente capacidad de desarrollo sin necesidad de depender de ramas del portainjerto. Por otro lado, la presencia de ramas de la planta patrón puede generar problemas para el usuario, como por ejemplo su prevalencia sobre la parte injertada (y por tanto, productora de fruto) si no se hace un correcto seguimiento y limpieza de ramas. Además, la pre-



sencia de ramas de los portainjertos puede generar errores en la identificación mediante marcadores moleculares (en casos de sospecha de fraude, por ejemplo) si se recoge material de esas ramas en vez de las de la parte injertada para su posterior análisis en laboratorio.

**Ausencia de cicatrices, desgarrros o muñones pronunciados en la planta patrón:** la opinión mayoritaria fue que la planta comercializada no debe presentar este tipo de daños.

**Diámetro mínimo medido sobre punto de injerto:** la opinión mayoritaria coincidía en establecer un diámetro mínimo como criterio de calidad. A falta de estudios específicos sobre este parámetro, 5 mm de diámetro en la zona de injerto en el momento de este es la medida que obtuvo mayor respaldo.

**Altura máxima del punto de injerto:** una de las opiniones, aunque no generalizada, fue la consideración de que la altura máxima del punto de injerto debería ser un criterio indicativo de calidad, y, por tanto, sería conveniente aportar un valor orientativo fruto de la experiencia. Además, ensayos en curso apuntan a que se trata de un factor que afectaría a la producción de piña. Sin embargo, teniendo en cuenta que uno de los métodos de cosecha de piña se basa en el uso de máquinas vibradoras, que requieren una zona libre de ramas en la base del tronco, no parece que establecer una altura máxima como criterio de calidad tenga importancia, al menos mientras no haya resultados de ensayos específicos que lo avalen.

### 5.3. Hacia un sello de calidad: necesidad y proyección futura

La producción de platones injertados de *Pinus pinea* representa una innovación estratégica para el sector del piñón mediterráneo, tanto por su potencial productivo como por el valor genético que puede incorporar. En este contexto, establecer un sello de calidad específico para esta tipología de planta es una respuesta a una demanda del sector, con implicaciones técnicas, comerciales y ecológicas.

Finalmente, esperamos que los criterios orientadores aquí propuestos sirvan como punto de partida para el



desarrollo de un futuro sello/certificado de calidad de planta injertada que contribuya a potenciar el sector de la producción de piñón mediterráneo.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Esta publicación es parte del proyecto IMFOREST -Impulso a la bioeconomía forestal a través del desarrollo, la innovación y la gestión sostenible de los recursos forestales no madereros-, que cuenta con el apoyo de la Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición

Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU.

Asimismo, extendemos nuestro agradecimiento a todas las entidades y profesionales que han participado en esta iniciativa, así como a aquellas que han manifestado su interés en adherirse y apoyar la propuesta final de los criterios orientadores para el desarrollo de un sello de calidad para plantón injertado de pino piñonero.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bono, D., Aletà, N. (2013). Cone yield evaluation of a grafted *Pinus pinea* L. trial. *Options Mediterr. A Mediterr. Stone Pine Agrofor*, 105, 35-41.
- Evaristo, I., Batista, D., Correia, I., Correia, P., Costa, R. (2010). Chemical profiling of Portuguese *Pinus pinea* L. nuts. *J. Sci. Food Agric.*, 90: 1041-1049. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3914>
- Guàrdia, M., Teixidó, A., Sanchez-Bragado, R., Aletà, N. (2021). An Agronomic Approach to Pine Nut Production by Grafting Stone Pine on Two Rootstocks. *Agriculture*, 11(11), 1034. <https://doi.org/10.3390/agriculture11111034>
- Guadaño C., Iglesias S., León D., Arribas S., Gordo J., Gil L., Montero G., Mutke S. (2016). Establecimiento de plantaciones clonales de *Pinus pinea* para la producción de piñón mediterráneo. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Monografías INIA: Serie Forestal N.º 28. ISBN: 978-84-7498-565-8.
- Loewe-Muñoz, V., Del Río, R., Delard, C., Balzarini, M. (2022). Enhancing *Pinus pinea* cone production by grafting in a non-native habitat. *New Forests*,

53(1), 37-55. <https://doi.org/10.1007/s11056-021-09842-5>

Montero, G.G., Martínez, F., Alía, R., et al. (2004). El Pino piñonero (*Pinus pinea* L.) en Andalucía: ecología, distribución y silvicultura. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía, Sevilla. ISBN: 84-95785-94-3.

Mutke, S., Iglesias, S., Gil, L. (2007). Selección de clones de pino piñonero sobresalientes en la producción de piña. *Invest. Agr.: Sist. y Recur. For.* 16:39-51.

Mutke, S., Calama, R., González-Martínez, S., Montero, G., Gordo, F.J., Bono, D., Gil, L. (2012). Mediterranean Stone Pine: Botany and Horticulture. In *Horticultural Reviews*; Janick, J., Ed.; John Wiley & Sons Inc.: Hoboken, NJ, US. Volume 39, pp. 153-201.

Olsson, S., Macaya-Sanz, D., Guadaño-Peyrot, C., Pinosio, S., Bagnoli, F., Avanzi, C., Vendramin, G.G., Aletà, N., Alía, R., González-Martínez, S.C., Mutke, S., Grivet, D. (2025). Low-input breeding potential in stone pine, a multipurpose forest tree with low genome diversity. *G3 (Bethesda)*. May 8;15(5): jkaf056. <https://doi.org/10.1093/g3journal/jkaf056>