

PONIENDO EN CLARO

El hombre y la resina de pino: desde su uso pasado hasta la actualidad con especial atención en España

Santiago Michavila Puente-Villegas¹, Víctor Moreno-González¹, David Labarga Varona¹, Ezequiel Martínez Vera² y José Luis Acebes Arranz³

1. Graduado en Biología. Trabajo de Innovación Docente de Fisiología Vegetal Aplicada. Universidad de León.
2. Estudiante de Biología. Trabajo de Innovación Docente de Fisiología Vegetal Aplicada. Universidad de León.
3. Profesor Titular del Departamento de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Área de Fisiología Vegetal, Universidad de León.

La resina de pino es una sustancia viscosa y pegajosa, constituida por una mezcla compleja de diferentes tipos de terpenos. Se produce en las células resiníferas y, tras ser expulsada al exterior del árbol por un estrés biótico o abiótico, se endurece y protege al pino contra patógenos y fitófagos. La resina en condiciones anóxicas puede fosilizar formando el ámbar. El hombre conoce y utiliza las múltiples aplicaciones que tiene la resina desde tiempos bíblicos. España, que fue uno de los países con mayor importación de resina entre los siglos XVI y XIX, pasó a ser uno de los principales países productores y exportadores a partir del XIX. Sin embargo, a finales del siglo XX la resina española dejó de ser económicamente competitiva, lo que provocó la práctica desaparición de su aprovechamiento en favor de otros países emergentes como China. Con la llegada del siglo XX se está viviendo un nuevo resurgir del oficio como motor de desarrollo de zonas rurales, lo cual favorece además la protección de los extensos pinares españoles. Este resurgimiento está respaldado por la cada vez mayor demanda europea de productos derivados de la resina.

Palabras clave: ámbar, España, historia, pino, resina.

Introducción

Todos los pinos del planeta tienen, en mayor o menor medida, al menos una cosa en común: la presencia de una sustancia de consistencia viscosa, pegajosa y de aspecto blanquecino. Incluso el más inexperto rápidamente se atrevería, con gran acierto, a llamar resina a dicha sustancia. Aprovechando dicho logro, el inexperto también llamaría pino a todas aquellas plantas que producen resina y que, además, van acompañadas de hojas aciculares (en forma de aguja). Sin embargo, este es un error típico, puesto que si bien es cierto que todos los pinos producen resina, no todas las plantas que producen resina son pinos.

Forma de mencionar este artículo: Michavila, S., Moreno-González, V., Labarga, D., Martínez, E., Acebes, J.L. 2017, El hombre y la resina de pino: desde su uso pasado hasta la actualidad con especial atención en España. AmbioCiencias, 15, 21-30. ISBN: 1998-3021 (edición digital), 2147-8942 (edición impresa). Depósito legal: LE-903-07.

Existen otras especies con las que comparten dicha característica y que, incluso, no presentan hojas aciculares como es el caso de las pistáceas.

De manera general, la resina está formada por una mezcla heterogénea de diferentes tipos de terpenos (Arrabal *et al.*, 2014). Los principales precursores de los componentes de la resina se sintetizan por la vía del acetato/mevalonato (citosólica) y por la vía independiente del mevalonato (plastídica) (Trapp y Croteau, 2001). La primera de las vías mencionadas da lugar a sesquiterpenos y triterpenos, mientras que la segunda origina monoterpenos, diterpenos y tetraterpenos. Los terpenoides que finalmente formarán parte de la resina son originados por las *terpenoide sintasas* específicas de cada uno, a partir de los precursores originados en cada vía (Trapp y Croteau, 2001).

La resina se produce constitutivamente, aunque también puede inducirse su formación por un estrés biótico (fitófagos y patógenos), o abiótico (roturas y elevadas temperaturas), en unas células especializadas que se denominan células resiníferas (Álvarez, 2015). En el caso de los pinos, tras producirse la resina, dichas células la expulsan a la luz del conducto que ellas mismas conforman, quedando allí almacenada a gran presión (Krokene y Nagy, 2012). Los conductos se conocen como canales resiníferos y se encuentran dispersos longitudinal y transversalmente por todo el pino. Esta organización histológica no se encuentra en todos los grupos de plantas que producen resina, ya que algunas especies tienen las células resiníferas repartidas por todo el árbol pero de manera aislada (Trapp y Croteau, 2001). Tras una herida, la resina es liberada al exterior para proteger la lesión hasta que cicatrice. Una vez fuera de la planta, por un proceso conocido como resinificación, se oxida en contacto con el aire y la parte volátil (monoterpenos y sesquiterpenos principalmente) se evapora lentamente, mientras que el residuo sólido (diterpenos y ácidos resínicos mayoritariamente) se endurece protegiendo la herida (Trapp y Croteau, 2001). Todo este proceso contribuye a la protección del pino por medio de la acción defensiva de los terpenos (Castells, 2015).

El ámbar

Una vez en el exterior del árbol, la resina parcialmente endurecida puede caer al suelo y quedar enterrada. Allí, continuará el proceso de resinificación y, posteriormente, podrá ser desenterrada por la erosión. En este momento, la esorrentía superficial puede arrastrarla hasta zonas de estuarios donde se producirá un nuevo enterramiento, comenzando la ambarización si el enterramiento es en condiciones anóxicas. Dicho de otro modo: la resina se fosiliza. Este proceso puede durar de 2 a 10 millones de años y finaliza con la formación del ámbar

(Peñalver, 2012).

El ámbar ha sido un recurso fundamental en el conocimiento del pasado del planeta, pues en multitud de ocasiones se han encontrado en su interior pequeños animales o restos de plantas conservados en perfectas condiciones, manteniendo incluso partes blandas. Así, en el ámbar del Mesozoico se han encontrado en excelentes condiciones plumas y proto plumas de dinosaurios, colas de lagartos y pelos de mamíferos. Por otro lado, en el ámbar del Cenozoico (cuando la resina era más fluida y abundante), se han encontrado artrópodos e incluso pequeños vertebrados. Llamamos especialmente la atención algunos artrópodos cubiertos de polen, o insectos hematófagos en cuyo tubo digestivo había nematodos parásitos de vertebrados, así como algunas aves pequeñas perfectamente conservadas (**Fig.1**).



Figura 1. A) Pieza de ámbar fósil con restos muy bien conservados de un pollo Enantiornithine. B) Esquema detallado de los restos encontrados. C) Reconstrucción artística del pollo que quedó atrapado dentro de la resina hace unos 99 millones de años (tomado de Forssmann, 2017).

Historia del aprovechamiento de la resina

La resina cuenta con múltiples aplicaciones. La primera referencia escrita al respecto se recoge en el Génesis, en el cual se indica que Noé embadurnó de resina su arca para impermeabilizarla (Nieto Ojeda *et al.*, 2007). En el antiguo Egipto era un compuesto utilizado en los procesos de momificación y, además, se

utilizaba para elaborar pinturas. Plinio y Dioscórides también detallan en sus escritos que la resina era usada como impermeabilizante, emoliente y cicatrizante, calmante del prurito genital o, incluso, como cera depilatoria de hombres (Delgado Macías, 2015). También, su carácter inflamable permitió que se utilizara como fuente de iluminación además de con fines bélicos (Uriarte Ayo y Sebastián Amarilla, 2003).

Su aprovechamiento por parte del hombre continuó con especial importancia a partir del siglo XVI para el calafateado de los barcos, gracias a la demanda de las grandes potencias marítimas como la española, la inglesa o la holandesa (Delgado Macías, 2015). Los países nórdicos eran los principales productores de resina ya que ésta se extraía tras calentar la madera o el propio pino por medio de pegueras (**Fig.2**), sin tener que recogerse la exudada por los pinos vivos mediante heridas (**Fig.3**) (Uriarte Ayo y Sebastián Amarilla, 2003). A principios del siglo XIX, la llegada de la construcción naval metálica provocó una decadencia en el uso de la resina como impermeabilizante (Coppen y Hone, 1995). Desde ese momento, gracias a la aparición de la industria química, la resina encontró un importante nicho industrial que ha mantenido hasta la actualidad. En esta industria se empezaron a utilizar los productos obtenidos tras la destilación de la resina: colofonia (70%), aguarrás (20%) y restos de agua y pez (10%). De ellos se obtenían diluyentes, ceras, insecticidas, creosota, barnices o, incluso jabón, entre otros muchos productos. Los jabones creados con colofonia fueron sustituyendo a los duros y malolientes jabones de sebo, y a los muy viscosos obtenidos con aceite (Delgado Macías, 2015). Para la destilación de la resina, ésta tenía que extraerse directamente de los pinos vivos recogiendo en recipientes tras resbalar por la



Figura 2. Ejemplar de *Pinus sylvestris* L. de Duruelo de la Sierra (Soria), con una peguera antigua en su base utilizada para sacar resina por medio del calentamiento del pino con fuego.

cara de los troncos. Dicho método es el que se mantiene en la actualidad (**Fig.3**). El cambio en el procedimiento de obtención provocó que la producción se desplazara hacia países de zonas más cálidas del Mediterráneo y Norteamérica (Uriarte Ayo y Sebastián Amarilla, 2003).



Figura 3. En la fotografía se muestra un nido de trepador azul (*Sitta europaea* L.) en una cara antigua cicatrizada, justo por debajo de un recipiente que recoge la resina de la nueva cara trabajada por el método actual.

El aprovechamiento de la resina en España

A principios del siglo XIX España empezó a ser un país productor tras la construcción de la primera fábrica en Hontoria del Pinar (Burgos). A ésta le siguieron más fábricas por toda España, las cuales acabaron consolidándose mayoritariamente constituyendo La Unión Resinera Española (LURE) a finales del siglo XIX (Hernández Muñoz, 2009). La LURE se consiguió afianzar a nivel nacional e internacional, favoreciendo la expansión de la industria resinera en España (Delgado Macías, 2015). Esto llevó a España a ser el tercer país productor de resina a nivel mundial, por detrás de Francia y EEUU, a principios del siglo XX (**Fig.4**). Incluso durante la Guerra Civil se continuó extrayendo resina de los pinares, aunque no hay un buen registro de dicha época (**Fig.4**) (Picardo Nieto y Pinillos Herrero, 2013). Después, la producción continuó aumentando hasta tal punto que se continuó exportando resina a pesar de la política autárquica de autoabastecimiento impuesta por el régimen, ya que la producción superaba con creces la demanda industrial. Dicho período expansivo culminó con el máximo histórico de producción en 1961 (**Fig.4**) (Uriarte Ayo, 2005). A partir de entonces, el sector español entró en una decadencia paulatina, hasta su práctica desa-

parición a principios de la década de los 90 (**Fig.4**). La competencia con países menos desarrollados con gran potencial forestal, el auge del petróleo y el encarecimiento de la mano de obra provocado por el éxodo rural, provocaron que la resina española dejara de ser un producto económicamente competitivo a nivel mundial (Uriarte Ayo y Sebastián Amarilla, 2003). Este hecho trajo consigo grandes perjuicios a muchos pueblos españoles que dependían directamente del aprovechamiento de la resina (Perez *et al.*, 2013).



Figura 4. Producción de resina en España desde 1920 hasta 2010 (tomado de Picardo Nieto y Pinillos Herrero, 2013).

Desde principios del siglo XX se intenta recuperar el oficio resinero en España, con el principal aval de que es un importante motor de desarrollo rural. Dicha iniciativa también se respalda por la importante demanda de productos resinosos en Europa. Esto se debe a que a partir de ellos se obtienen tintas de impresión, adhesivos, colas para papel, emulsificantes para caucho, goma de mascar, pinturas plásticas, soldaduras electrónicas, fragancias y aromas para perfumes, plastificantes de materiales biodegradables, aditivos para films alimentarios y otra multitud de productos (**Fig.5**) (Soria Ballesteros y Sanz Crespo, 2009). Por ello, en 2003 se puso en marcha un programa de apoyo iniciado en Castilla y León, en el que también colaboraba la fundación Centro de Servicios y Promoción Forestal y de su Industria de Castilla y León (CESEFOR). Más adelante se unieron otros programas de Desarrollo Local en Castilla-La Mancha, Andalucía y Extremadura e, incluso, en Portugal y Francia (Picardo Nieto y Pinillos Herrero, 2013).

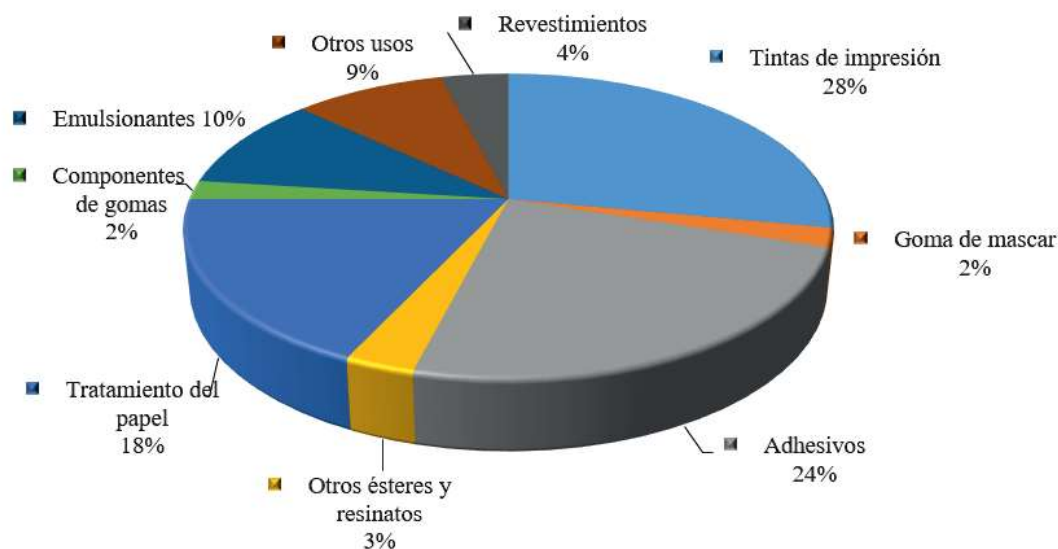


Figura 5. Usos a los que se destinó el consumo mundial de colofonia en el año 2007 (datos tomados de Soria Ballesteros y Sanz Crespo, 2009).

Perspectivas del sector en España

Aunque el Programa lanzado a principios de siglo ha conseguido importantes avances, el sector todavía se enfrenta a grandes dificultades. Éstas siguen siendo parecidas a las que llevaron el oficio a su extinción en España a finales del siglo pasado: los países menos desarrollados que provocaron que la resina española no fuera económicamente competitiva, continúan introduciendo su producto a menor coste en el mercado internacional; también están llevando a cabo grandes plantaciones de pinos mejorados para la producción de resina; y los derivados del petróleo aún continúan remplazando, en parte, a los derivados de la resina como materia prima (Picardo Nieto y Pinillos Herrero, 2013).

Sin embargo, el desarrollo industrial de los principales países productores también conlleva que aumente su demanda interna, de manera que en los últimos años cada vez exportan menos. En España, aunque no al nivel que lo hacen países como China o Brasil, también se están llevando a cabo algunos programas de mejora de *Pinus pinaster* Aiton, la especie mediterránea resinera por excelencia. Principalmente estos programas tratan de aumentar la producción de resina y no tanto su calidad, ya que las resinas españolas tienen una calidad elevada (Delgado Macías, 2015). Con las reservas de petróleo disminuyendo, es necesario empezar a utilizar productos naturales que tengan menores tiempos de renovación. En el caso de la resina de pino, además serían un motor de desarrollo rural fijando población en aquellas zonas donde se pueda resinar (Picardo Nieto

Algunas estimaciones pronostican que en España se podrían producir, razonablemente, unas 45.000 t/año, aunque con una buena gestión sería factible que aumentara la producción hasta las 75.000 t/año. Esta planificación del aprovechamiento daría trabajo de manera directa a unos 6.000 resineros (Picardo Nieto y Pinillos Herrero, 2013). La temporalidad del oficio no podrá ser ampliada, puesto que los pinos requieren unas condiciones de calor para producir resina. De hecho, si se resinaran en invierno, se dañarían gravemente. Sin embargo, existen alternativas de trabajo para los resineros durante los meses fríos, como pueden ser los aprovechamientos forestales o los tratamientos silvícolas; prácticas que ya se están llevando a cabo en muchas comarcas con un exitoso resultado. Además, esta combinación de trabajo implicaría la conservación de nuestros pinares resineros, ya que desde su abandono, los devastadores incendios se han multiplicado considerablemente debido al aumento del combustible disponible (**Fig.6**). Esto se ve reflejado en los datos peninsulares de los incendios forestales en la década 2000-2010, donde el número de incendios en pinares de esta especie ha supuesto el 27% total de los incendios ocurridos en toda España (Picardo Nieto y Pinillos Herrero, 2013). A estas cifras hay que añadir las 11 víctimas humanas ocurridas en el verano de 2005 en el incendio de la antigua zona resinera de Guadalajara que arrasó algo más de 10.000 ha.



Figura 6. Fotografía de un incendio ocurrido en un pinar de pino resinero (*Pinus pinaster* Ait.) de Cañamares (Cuenca).

A todo lo comentado anteriormente hay que sumar el hecho de que Europa se sitúa como el principal importador de productos resinosos del mundo, al importar en torno a 300.000 t al año (Picardo Nieto y Pinillos Herrero, 2013). Si las estimaciones de producción realizadas para España se suman a las de Portu-

gal, Francia y Grecia, gran parte de esa cantidad anual importada podría verse cubierta por productos con origen en Europa. Aunque todavía hay que mejorar muchos aspectos para volver a situar la resina española como un producto competitivo económicamente, programas como el iniciado en Castilla y León o estrategias enfocadas a fomentar la bioeconomía por parte del Consejo de la Industria Química Europea, pueden ser de gran ayuda para fijar las bases del aprovechamiento en España y en Europa (Picardo Nieto y Pinillos Herrero, 2013).

Conclusiones

El aprovechamiento de la resina está históricamente relacionado con el desarrollo del hombre, siendo utilizada desde tiempos bíblicos hasta la actualidad. España ha jugado un papel relevante en gran parte de esta historia, pero lo que de verdad importa ahora es su papel en el futuro próximo. Dentro de un marco europeo común, la producción de resina en España puede ayudar a cubrir parte de esa gran demanda comunitaria junto a otros países como Portugal o Francia. Esto traería consigo la recuperación de muchas zonas rurales que tan ligadas han estado con el oficio, así como el mantenimiento de los pinares y su protección frente al fuego.

"No hay que llenar toda España de plantaciones de pinos, pero allí donde corresponda que estén, habría que hacer lo posible para que su resina sea extraída y aprovechada sosteniblemente".

Bibliografía

- Álvarez, R. 2015. Estructuras secretoras. En *Citología e Histología de las plantas*, pp. 96-97, EOLAS Ediciones León, España.
- Arrabal, C., García-Vallejo, M. C., Cadahia, E., Cortijo, M. y Fernández de Simón, B. 2014. Seasonal variations of lipophilic compounds in needles of two chemotypes of *Pinus pinaster* Ait. *Plant Systematics and Evolution* 300: 359-367.
- Castells, A. A. 2015. The role of terpenes in the defensive responses of conifers against herbivores and pathogens. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Coppen, J.W. y Hone, G. A. 1995. Gum naval stores: turpentine and rosin from pine resin. En *Non Wood Forest Products-2*, pp. 3-17, Natural Resources Institute, Roma, Italia.
- Delgado Macías, J. L. 2015. Del bosque a la fábrica. Técnica y ciencia de la resina de pino en la España contemporánea. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, España.

España.

- Hernández Muñoz, L. 2009. Breve reseña histórica de la resinación en España. El antiguo oficio de resinero, pp. 5-8, Hojas Divulgadoras - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Pesca, Madrid, España.
- Krokene, P. y Nagy, N. E. 2012. Anatomical aspects of resin-based defences in pine. *Pine resin: biology, chemistry and applications* 661: 67-86.
- Nieto Ojeda, R., Tiscar Oliver, P. A. y Otero, Gallego, F. 2007. El aprovechamiento resinero. En *Manual de aprovechamientos resineros*, pp. 211-242, Rufino Nieto Ojeda, Madrid, España.
- Peñalver, E. 2012. Ámbar: La historia de un material que ha fascinado a la humanidad. Instituto Geológico y Minero de España, Libros de la Catarata, Madrid, España.
- Perez, S. O., Robredo, F. G., Tellez, E. A. y Belda, C. F. 2013. Effects of the crisis in the resin sector on the demography of rural municipalities in Spain. *Forest Systems* 22(1): 39-46.
- Picardo Nieto, Á. y Pinillos Herrero, F. 2013. La resinación en España y en el mudo: situación y perspectivas. En *II Simposio Internacional de Resinas Naturales*, pp. 30-54, Segovia, España.
- Soria Ballesteros, E. y Sanz Crespo, A. 2009. Resineros del siglo XXI. En *La resina: herramienta de conservación de nuestros pinares*, pp. 35-38 Madrid, España.
- Trapp, S. y Croteau, R. 2001. Defensive Resin Biosynthesis in Conifers. *Annual Review Plants Physiology Plant Molecular Biology* 52: 689-724.
- Uriarte Ayo, R. 2005. Los años 1960-1973: Expansión económica y crisis de la industria resinera. En *La Unión Resinera Española (1936-1986)*, pp. 51-66, Universidad del País Vasco, España.
- Uriarte Ayo, R. y Sebastián Amarilla, J. A. 2003. En *Historia y economía del bosque en la Europa del sur (Siglos XVIII-XX)*, Prensas Universitarias de Zaragoza, España.
- Forrsmann, A. (2017) http://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/actualidad/descubierto-pajaro-conservado-ambar-mas-completo_11601/10 (Acceso 1/09/2017).