

El castaño y sus procesos de rizogénesis

por

E. VIEITEZ

El castaño, por sus maderas y por sus frutos, ha merecido la atención del hombre desde hace mucho tiempo, sometiéndolo a mejora y cultivo, contribuyendo así a aumentar su área de dispersión y también en muchos casos a hacer difícil la diferenciación entre los castañares autóctonos y los que son consecuencia de la acción del hombre, sobre todo cuando con el transcurso del tiempo retornaron al estado silvestre.

Asia Menor es la cuna del castaño para la mayoría de los autores, de donde pasó a Grecia e Italia primero y después a España. El castaño aparece ampliamente distribuido por numerosos países europeos, siendo la cuenca del Mediterráneo la que constituye la base del área geográfica de esta especie forestal noble. En épocas pasadas, el castaño ocupó toda Europa, llegando hasta las zonas árticas, de donde había de replegarse a consecuencia de las glaciaciones, para refugiarse en las proximidades del Mediterráneo. Posteriormente el castaño de nuevo se expandió hacia el Norte para llegar a los límites actuales su área de dispersión.

Pocas especies como el castaño han sido objeto de controversia, cuando se trata de establecer su carácter autóctono o introducido, siendo una de las principales causas de esta dificultad la fuerte dispersión de que fue objeto, particularmente por el aprovechamiento primario de sus frutos para la alimentación humana y doméstica. Solamente después de la introducción de la patata en Europa, las castañas dejaron de tener la importancia que siempre tuvo en la alimentación humana.

En España, CAMUS (1926) indica que el castaño es espontáneo, especialmente en Galicia, Asturias y Vizcaya, en donde formó grandes

sotos puros o mezclados con robles. Fue abundante en Avila, en Navarra septentrional, Gerona, Serranía de Ronda, Sierra Nevada en Las Alpujarras, Sierra Aracena, etc. Igualmente todo parece indicar que en Portugal y en Italia pudiera ser espontáneo o casi espontáneo. Algunos autores no dudan en el carácter autóctono del castaño en los Vosgos y en el Jura Meridional, así como también en Argelia. Lo cierto es que el haber sido objeto de explotación desde tiempos inmemoriales por parte del hombre ha complicado bastante las cosas en cuanto se trata de establecer las estaciones en donde el castaño es autóctono.

El castaño tiene gran longevidad. Su excepcional capacidad de regenerarse, aún después de las mutilaciones más severas, le confiere la singular capacidad de pervivencia a veces en condiciones increíbles. En la historia del castaño son muchos los ejemplos de árboles pluricentenarios; a veces se le atribuyen edades de hasta 3.000 años, como sucedió con el famoso castaño de Etna, el más grueso de todos, y que la tradición hizo que se conociese con el nombre de «castaño de los 100 caballos», debido a que la reina Juana de Aragón durante un viaje de España a Nápoles se refugio debajo de este árbol, durante una tormenta, con 100 caballeros montados en sus caballos. Tan grande era este castaño, que los habitantes del país habían construido en su tronco una habitación con un horno para secar las castañas.

Ejemplares igualmente excepcionales fueron los famosos castaños de Sancerre (Francia), de 18 m de circunferencia y más de 1.000 años de edad. El de Tortworth (Inglaterra), conocido por «el gran castaño», de 17 m de circunferencia y también milenario, o el de Euston Park (Norfolk), formado por 16 fuertes tallos de 18 m de altura y 6,5 m de circunferencia cada uno. El castaño de la Abadía de los Benedictinos, en el monte Amiata, de 22 m de circunferencia, bajo cuya copa el papa Pío II escribió la Bula «E castanea nostra». El castaño de Mercogliano en la región de Avellino, con 20 m de circunferencia. El castaño de los Organos, en Agua Mansa (Tenerife), con una circunferencia de 10 m, o el castaño del Picato (Lugo), interiormente hueco su tronco, pudiendo cobijarse en el mismo un carro del país con sus vacas y tres personas, pero que fue destruido hace poco «porque causaba daño» con su sombra a los sembrados de centeno próximos. Otros muchos ejemplares de hermosos castaños pudieran ser reseñados como testimonio de su extraordinaria longevidad.

La que un día no lejano fue una gran riqueza, el castaño, tanto por el valor de sus maderas como por sus frutos, se vio gravemente afectada por la aparición de dos enfermedades micológicas que desde principio de siglo causaron la destrucción de millones de castaños. Estas pérdidas no se circunscribieron sólo al castaño europeo (*Castanea sativa*), sino también al americano (*Castanea dentata*). En Norteamérica, la introducción fortuita de *Endothia parasitica*, productora

del «chancro», llegada con la importación, en 1906, de unos ejemplares de castaños japoneses para el Zoológico de Bronx en Nueva York, causó la destrucción de cuatro millones de hectáreas de castañares; prácticamente afectó a toda el área del castaño en Norteamérica. La gravedad de la enfermedad del «chancro» fue tal que se llegó a temer por la desaparición de *Castanea dentata*, lo que afortunadamente no sucedió. Es posible encontrar pies aislados de grandes castaños americanos supervivientes del «chancro» que pudieran presentar resistencia a esta enfermedad. Actualmente un programa de investigación conjunta desarrollado entre las Universidad de Santiago de Compostela y de Virginia (VIEITEZ, 1978), entre otros problemas estudia la resistencia y multiplicación de estos castaños.

La enfermedad de la «tinta» debe su denominación a la coloración negruzca que suelen presentar las raíces de los castaños atacados, coloración que es producida por la reacción que se origina entre los exudados de los tejidos, ricos en taninos, afectados por el hongo, y las sales de hierro del suelo que rodea las raíces enfermas, dando lugar a la formación de la «tinta». Morfológicamente la diferenciación de las dos especies productoras de la enfermedad de la «tinta», *Phytophthora cambivora* y *Phytophthora cinnamomi*, resulta difícil, si bien el comportamiento de las mismas es diferente.

El origen de esta enfermedad no está nada claro. En Europa, el primer país en donde parece ser que se citó fue en Portugal, allá por el año 1833. Algunos autores la suponen introducida de las islas Azores, no faltando quienes admiten que proviene de Asia. El caso es que desde su aparición hasta la fecha, el vecino país perdió casi el 90 por 100 de sus castañares.

Las primeras noticias de la existencia de la enfermedad de la «tinta» en España, parece ser que se remontan al año 1875, fecha que citamos con las reservas que se imponen en estos casos, en los que el esclarecimiento de la fecha exacta de su aparición es difícil. La virulencia de la enfermedad fue tan grande, que desde entonces han desaparecido del 70 al 80 por 100 de los castañares integrantes de la primitiva área natural del castaño. La acción destructora de estos hongos fue particularmente intensa en algunas regiones como Galicia, especialmente en su zona litoral atlántica. Sus especiales características climáticas, temperatura elevada y alto contenido hídrico del ambiente, favorecen el crecimiento y desarrollo de *Phytophthora*. La consecuencia ha sido la casi total desaparición del castaño en estas zonas.

Por lo que se refiere a la enfermedad del «chancro», producida por *Endothia parassitica*, actualmente en España no constituye plaga seria del castaño. Hace unos años surgieron algunos brotes entre castaños japoneses existentes en las Vascongadas (GRAVATT, 1951; SCHAD et al.,

1952). Los servicios forestales actuaron rápidamente, destruyendo estos focos. En los últimos años aparecieron brotes aislados en Andalucía y León y más recientemente en Galicia, pero en la mayoría de los casos los chancros presentan una favorable tendencia a la cicatrización espontánea, lo que sugiere la posibilidad de que nos hallemos en presencia de formas de *Endothia hipovirulentas* que en otros países, como Francia, explican la regresión de esta enfermedad.

Ante estos hechos conviene dirigir los trabajos de selección de castaños, no sólo la obtención de ejemplares resistentes a la enfermedad de la «tinta», sino también al «chancro». En Francia se ha declarado oficialmente la existencia de esta enfermedad a finales del cincuenta. La invasión procede de Suiza e Italia. La gran facilidad de propagación de la enfermedad del «chancro» posibilita enormemente su dispersión.

El problema de la desaparición del castaño no es exclusivo de España, sino que afectó con caracteres igualmente graves a todos los países incluidos en su área de dispersión geográfica. Así, en los Estados Unidos la aparición de la «tinta» se remonta a finales del siglo pasado, siendo la causa principal de la desaparición de los castañeros americanos en los estados de Mississippi, Alabama, Georgia, Tennessee, Virginia, Maryland y las Carolinas del Norte y del Sur. A partir del año 1906, a la acción destructora de *Phytophthora*, se sumó la grave enfermedad del «chancro», principal responsable de la regresión experimentada por el castaño en los estados septentrionales. La rapidez de su propagación fue tan grande, que han bastado algo más de cincuenta años para que resultase afectada casi toda el área del castaño en Norteamérica.

En Francia ha bastado medio siglo de presencia en su territorio de la enfermedad de la «tinta» para que sucumbiese algo más del 60 por 100 de sus castañeros. En este país el castaño tiene una notable importancia, ya que constituye la base de gran número de industrias que se benefician de su tanino y fabrican magníficas pastas de papel de imprimir, además de toda la importancia que supone en la industria de la transformación de la castaña, que han hecho de Francia el primer país exportador de derivados de las castañas. Por el problema planteado por la presencia de la «tinta», este país ve complicado el porvenir de sus castañeros con la llegada a su territorio de *Endothia parassitica* aparecida a finales de la década de los cincuenta, si bien actualmente está en regresión por la lucha biológica desarrollada contra este hongo y la existencia de formas hipovirulentas.

Y así podríamos continuar con los restantes países en donde crecen los castaños. Italia, padece la «tinta» desde hace muchos años y desde 1938 el «chancro», haciendo que la gravedad de aquella enfermedad

quedase relegada a un segundo plano. Suiza, Yugoslavia, Grecia... no se han librado de estas dos enfermedades tampoco.

La lucha contra las enfermedades del castaño se orientó hacia la obtención de ejemplares resistentes a la enfermedad de la «tinta», del «chancro» o a ambas enfermedades, mediante adecuadas hibridaciones de castaños europeos o americanos con progenitores chinos o japoneses (*C. mollissima* y *C. crenata*), portadores de genes recesivos que determinan aquella resistencia.

Sin embargo, el gran problema en la regeneración del castaño fue la necesaria propagación vegetativa de los ejemplares resistentes, debido a la falta de capacidad rizogénica de las estaquillas de castaño (GALLÁSTEGUI, 1925; STOUTMYER Y CLOSE, 1946; URQUILJO, 1952; SCHAD et al., 1952; VIEITEZ, 1952; GRAVES Y NIENSTAEDT, 1953). El mecanismo de rizogénesis en especies leñosas constituye uno de los puntos oscuros de la moderna Fisiología Vegetal. Su importancia, fundamental y aplicada, atrajo la atención de numerosos autores.

Generalmente es aceptado que la rizogénesis puede estar gobernada por: *a*) Hormonas o cofactores de enraizamiento (HESS, 1961); *b*) Presencia o ausencia de inhibidores de enraizamiento (BARLOW et al., 1961; COYAMA, 1962); *c*) Características anatómicas del anillo de esclerenquima, cuya ausencia o discontinuidad facilitarían el enraizamiento (BEAKBANE, 1961; CIAMPI Y GELLINI, 1963; GOODIN, 1965; KACHECHEBA, 1975; NELSON, 1978).

En el castaño se da la circunstancia que concurren los tres posibles factores que gobiernan la rizogénesis. Las estaquillas procedentes de ejemplares maduros o adultos son incapaces de enraizar, contienen inhibidores de crecimiento solubles en agua, detectables por el ensayo biológico sensible al ABA, del crecimiento de secciones de coleóptilos de avena (ARESES y VIEITEZ, 1970). También presentan inhibidores de enraizamiento, detectables por el test de *Phaseolus vulgaris*, localizándose en Rf 0.02-1.00 en cromatogramas desarrollados con IAW. Este inhibidor(s) es de naturaleza hidrosoluble y desaparece de las estaquillas lavadas en agua corriente desde noviembre hasta marzo (VIEITEZ et al., 1966), siendo notable que hallazgos similares son mencionados por NAUNDORF (1949) en las estaquillas de cacao y por SPIEGEL (1954) en las estaquillas difíciles de enraizar de vid. Las bajas temperaturas — 10° C, actúan sobre este inhibidor(s), inactivándolo frente al AIA 10⁻⁵M, en el ensayo de *Phaseolus vulgaris* (GESTO et al., en prensa). La acción del frío por períodos superiores a dos meses hace desaparecer el inhibidor(s), surgiendo en las estaquillas la presencia de promotores de enraizamiento, como los alcoholes vanílico, salicílico y coniferílico no presentes en las estaquillas frescas (VÁZQUEZ, 1980).

En su fase juvenil el castaño, que enraiza con facilidad, contiene dos cofactores de enraizamiento localizados en los Rf 0,0-0,2 y 0,8-1,0

de los cromatogramas desarrollados con IAW. Ambos son sinergistas de la acción rizógena del AIA 10^{-5} M, presentando su máxima acción a los tres meses de edad, desapareciendo después a los cinco-seis meses de edad. Es probable que los cofactores de enraizamiento C-1 y C-2 actúen protegiendo al AIA de su destrucción, aumentando con ello el nivel hormonal disponible para la estimulación de formación de raíces en las estaquillas juveniles.

Es sabido que el fenómeno de la etiolación favorece la formación de raíces en los renuevos aporcados en acodo bajo (SOLIGNAT, 1954; SHREVE y MILLER, 1972), pero lo más notable es que los renuevos aéreos pueden ser inducidos a enraizar por etiolación local con papel de aluminio, siendo fácil provocar la formación de raíces incluso en los ápices de las ramas (VIEITEZ y VIEITEZ, 1974). La etiolación constituye una ayuda valiosa para el estudio del mecanismo de la rizogénesis del castaño, tanto por la fácil aplicación como por la rapidez en las respuestas. El hecho de una acción local sugiere que la luz actúa negativamente, como inhibidor de la rizogénesis, siendo posible que sea operada a través del fitocromo.

La ausencia de la luz producida por la envoltura de aluminio en la etiolación, sugiere la formación de sustancias promotoras de rizogénesis de carácter no móvil, lo que concuerda con HEUSER (1975), de que para la formación de raíces son necesarios componentes no móviles, además de ciertos compuestos promotores de enraizamiento.

Las características anatómicas del castaño, son favorables al enraizamiento durante su fase juvenil, presentando esclerénquima extra axilar formado por hebras de fibras separadas por pequeños grupos de células parenquimáticas, mientras que las estaquillas procedentes de castaños maduros no enraizables tienen un anillo continuo, a veces ondulado, de esclerénquima, siendo frecuente la presencia de un segundo anillo de fibras en las paredes muy engrosadas.

Entre los fisiólogos hay un acuerdo general de que la iniciación de las raíces en las plantas leñosas es un proceso muy complejo gobernado por varios factores, como acabamos de ver, y que pueden actuar como limitantes de un modo individual hasta el extremo de que la sustancia ideal de enraizamiento no llegue a ser aislada nunca y que el mecanismo de la formación de raíces igualmente requiera de la intervención de varios factores, móviles e inmóviles, hormonas, cofactores e inhibidores, interactuando con sistemas enzimáticos en concentraciones adecuadas y en células específicas.

BIBLIOGRAFÍA

- ARESES, M.^a L., y VIEITEZ, E. —1970— *An. Edafol. Agrobiol.*, XXIX, 9-10: 625-630.
BARLOW, H. W. B.; HANCOCK, C. R., y LACEY, H. I. —1961— *Proc. 4th Inst. Conf. Plant Growth Regulation*. Iowa State University Press, Amer.

- BEAKBANE, A. B. —1961— *Nature, Lond.*, 192, 4806: 954-955.
- CAMÚS, A. —1929— *Les Chataigniers. Monographie des Genres Castanea et Castanopsis*. Paul Lechevalier, Ed. Paris.
- CIAMPI, C., y GELLINI, R. —1963— *Nuovo G. Bot. Ital.*, 70: 62-74.
- COYAMA, N. —1962— *Forest. Exp. Sta. Bull.*, 145, Tokyo.
- GALLÁSTEGUI, C. —1926— *Bol. R. Soc. Esp. His. Nat.*, 26: 88-94.
- GESTO, M.^a D. V.; VÁZQUEZ, A., y VIEITEZ, E. —1977— *Phys. Plant.*, 40: 265-268.
- GESTO, M.^a D. V.; VÁZQUEZ, A., y VIEITEZ, E. —1981— Changes in the rooting inhibitory effect of chestnut extracts during cold storage of cuttings. *Phys. Plant.* (en prensa).
- GOODIN, J. R. —1965— *Nature*, 208: 504-505.
- GRAVATT, F. G. —1951— Blight on chestnut and oaks in Europe in 1951. *The Plant Disease Reporter*, 36: 111.
- GRAVES, H., y NIENSTAEDT, H. —1953— *44th Ann. Rept. North Nut Grow Assoc.*, 136-144.
- HESS, C. E. —1961— *Plant Physiol.*, 36 (Suppl.): XXI (Abstract).
- HEUSER, CH. W. —1975— *Act. Horticulturae*, 56: 251-261.
- KACHECHEBA, J. L. —1975— *Hortic. Res.*, 14: 57-67.
- KOLEVSKA-PLETIKAPIC, B. —1969— *Naturwissenschaften*, 56: 469.
- NAUNDORF, J. —1949— *Las Fitohormonas en Agricultura*. Ed. Salvat.
- NELSON, S. H. —1978— *Can. J. Plant Sci.*, 58: 605-609.
- SCHAD, C.; SOLIGNAT, J.; GREUTE, J., y VENOT, P. —1952— *Ann. Inst. Nat. Re. Agron.*, 369-458.
- SHREVE, L. W., y MILLER, N. W. —1972— *Plant Propagator*, 18: 3-7.
- SPIEGEL, P. —1954— *Bull. Res. Council Israel*, 4: 176-183.
- STOUTMYER, V. T., y CLOSE, A. W. —1946— *Proc. Am. Soc. Hort.*, XLVIII.
- URQUIJO, P. —1952— *An. Inst. Nac. Inv. Agron.*, 1: 317-323.
- VÁZQUEZ, A. —1980— *Abstr. 2nd Congress FESPP*, Santiago de Compostela, página 761.
- VIEITEZ, E. —1952— *An. Edaf. Fis. Veg.*, XI, 2: 185-209.
- VIEITEZ, E. —1978— *Identificación y propagación de castaños resistentes*. Proyecto III.0360 de Investigación Cooperativa Hispano-Norteamericana entre las Universidades de Virginia (Estados Unidos) y Santiago de Compostela.
- VIEITEZ, E., y VIEITEZ, A. M.^a —1974— *An. Adafol. y Agrobiol.*, XXXIII, 11-12: 955-965

*Departamento de Fisiología Vegetal.
Universidad de Santiago.*