

6.- HONGOS QUE CAMBIARON LA HISTORIA (II)

Luis RUIZ VALENZUELA

Asociación Micológica Lactarius
E- 23007. JAÉN (España)

Lactarius 8: 65-76 (1999). ISSN: 1132-2365.

En el anterior número del boletín de la Asociación Micología Lactarius comenzamos dando a conocer la magnitud y repercusión provocada por la actividad de algunos hongos en nuestra sociedad, repercusión que se traduce, directamente y en la mayoría de los casos, en grandes pérdidas económicas pero que a veces, de forma indirecta, suelen traer consecuencias de carácter social que incluso acaban modificando las políticas de los países.

En el presente número, comentaremos la repercusión que algunos hongos tuvieron en el pasado, protagonizando algún episodio de la historia, así como algunas de las consecuencias que aún hoy representan para nuestra sociedad.

El hongo llorón, *Serpula lacrymans*, intervino en la independencia de América.

Serpula lacrymans (sin.: *Merulius lacrymans*, *Gyrophana lacrymans*), conocido vulgarmente como hongo llorón, pertenece a la familia de las Conioforaceas, orden Afiloforales. Crece sobre la madera formando una costra algodonosa y blanda de color pardo ferruginoso y con bordes gruesos y blancos que puede alcanzar hasta 1 m², desprende un olor agrio muy característico y desagradable. Cuando está en plena madurez se le forman gotas de agua en su superficie, de ahí el nombre de la especie *lacrymans*, ataca la celulosa y provoca la podredumbre de la madera de construcción, es uno de los agentes destructores de la madera más poderoso.

En la naturaleza esta especie crece bajo los troncos de árboles vivos, pudiendo llegar a cubrir superficies muy extensas, reduciendo la madera poco a poco a polvo, se convierte de este modo, en un agente devorador muy rápido que no perdona ninguna especie arbórea (solo se le resiste la teca). Sin embargo también prospera con facilidad sobre la madera muerta de las construcciones, especialmente en sótanos mal aireados, bodegas o interiores de casas de madera situadas en lugares húmedos donde suele detectarse cuando la infección ya está muy extendida y el daño causado es irreparable, además de ser muy difícil de erradicar. Se conoce también como podredumbre seca, por el aspecto frágil y seco que ofrece la madera atacada, aunque este concepto es algo desorientador, puesto que no existe ataque a menos que la madera presente un contenido en agua superior al 20% a partir del cual puede ser que se establezca el hongo que posteriormente debido a su metabolismo produce gran cantidad de agua autopropagándose por zonas de la madera que inicialmente estaban totalmente secas.

Así ocurrió con la flota inglesa en el 1774 cuando se desato la guerra de la independencia de los Estados Unidos. En su lucha contra los ingleses los rebeldes norteamericanos contaban con dos buenos aliados: los barcos franceses y la *Serpula lacrymans*. Los navios británicos de la Royal Navy se encontraban prácticamente corroídos por el hongo llorón, de más de 100 naves con que contaba la marina inglesa solo quedaron medio útiles un total de 35, el resto sucumbieron al ataque del hongo. Con esta derrota, los británicos no solo perdieron la mayoría de sus barcos sino también sus colonias norteamericanas que culmina con la declaración de independencia el 4 de julio de 1776. El peligro de la *S. lacrymans* para las flotas desapareció a partir de 1863, cuando comenzaron a construir los cascos de los barcos de acero. Pero aún sigue causando importantes daños en galerías y pozos de minas, así como en casas localizadas en zonas muy húmedas.

El orden de los Afiloforales comprende tanto especies terrícolas como especies lignícolas. La inmensa mayoría son saprobios y desempeñan un importante papel

en la naturaleza, como descomponedores de la madera muerta. Los árboles muertos son atacados por los Afilofores, reconociéndose dos tipos básicos de descomposición, como consecuencia de la actividad de estos hongos: la podredumbre parda y la podredumbre blanca en virtud al color característico de la madera atacada. En la podredumbre parda, la celulosa de la madera es atacada por el hongo, mientras que la lignina que es parda permanece inalterada. En la podredumbre blanca, tanto celulosa como lignina son atacadas dando un aspecto blanco en la madera. Sin embargo muchos de los hongos pertenecientes a este orden son parásitos importantes de árboles forestales provocando podredumbre de sus raíces o del interior del tronco (duramen). En este sentido pueden provocar grandes pérdidas económicas en poblaciones de arboles tanto cultivados como naturales y como causante de la podredumbre de maderas. Contra estas alteraciones la industria gasta grandes sumas de dinero en sustancias químicas conservadoras de la madera.

Dentro del orden de las Afilo-

fores, sin duda alguna, otra familia que cuenta con muchas especies causantes de podredumbre de la madera son las Poliporaceas. Algunos de los géneros más fáciles de reconocer son *Fomes*, *Polyporus*, *Paria*, *Irpex*, *Daedalea*, y *Lenzites*. Las especies del genero *Fomes* viven más o menos de forma saprofítica en las células muertas del duramen de los árboles pero algunas especies se comportan como parásitos graves. Tal es el caso de *Fomes annosum* (Sin.: *Heterobasidium annosum*) que ataca a muchos tipos de frondosas aunque solo tiene gran importancia económica sobre coníferas, provocando la podredumbre de la raíz y tronco en las plantaciones de las mismas en las regiones templadas, especialmente de Europa y América del Norte.

El hongo coloniza rápidamente los tocones recién cortados de las zonas aclaradas y se propaga hacia los pies sanos, los árboles afectados son susceptibles de los embates del viento o bien mueren directamente de pie, por tanto se hace necesario tratar los tocones cortados con agentes químicos como la urea, la creosota y el borato líquido. Pero existe un

control biológico interesante de este hongo por parte de otro Afiloforal, *Peniophora gigantea*, que coloniza rápidamente los tocones cortados de los árboles y no solo compite con *Fomes annosum* sino que además impide su crecimiento, este hecho ha llevado a realizar grandes esfuerzos en el estudio para el control biológico hasta el punto que pueden obtenerse suspensiones líquidas de esporas de su competidor *Peniophora gigantea* en el mercado para el tratamiento de los troncos aclarados e incluso se añaden esporas en el aceite que lubrica las cadenas de las sierras mecánicas, de forma que los tocones queden inoculados con el hongo directamente al ser cortados.

Otras dos especies con cierta importancia, por los daños que provocan, son *Fomitopsis pinicola* (sin.: *Fomes pinicola*, *F. marginatus* y *Ungulina marginata*) y *Laetiporus Sulphureus* (sin.: *Polyporus sulphureus*). La primera por los ataques sobre coníferas fundamentalmente y la segunda por atacar a un gran número de frondosas, muchas de las cuales de uso ornamental en parques y jardines, siendo difícil

de detectar pero haciendo que los árboles afectados sean inestables y peligrosos.

A mediados del siglo XIX el mildiu de la patata causa una gran hambruna en Irlanda

Los conocidos mildius están dentro de un gran orden denominado Peronosporales de la clase Oomicetes. En él se encuentran especies acuáticas, anfibias y terrestres, culminando en un grupo de parásitos obligados y altamente especializados. Los hongos que producen los famosos mildiu pertenecen a este orden, que en la actualidad comprende cuatro familias, entre las cuales Pitiáceas (mildiu de la patata) y Peronosporáceas (mildiu de la vid) son las más relevantes. Algunas de las especies tienen un enorme efecto destructor, de plantas con importancia económica, en las que con frecuencia causan tremendas pérdidas económicas en las cosechas.

Estos hongos, en su mayoría parásitos, presentan un micelio bien desarrollado con hifas bastante robustas que se ramifican libremente, estas últimas cuando invaden una planta huésped pueden ser intercelulares o intracelu-

lares, penetrando en las células por medio de estructuras especializadas denominadas haustorios (*L. haustor* = bebedor) que son verdaderos órganos chupadores que toman de ellas el alimento que necesitan empobreciéndolas y desorganizándolas. A la vez, como estrategia de reproducción asexual, disponen de una alta capacidad de propagación mediante zoosporas o directamente por germinación de sus esporangios infectando a sus huéspedes con extremada rapidez.

Tal es el caso de *Phytophthora infestans* que ha dejado una marca indeleble en la historia de Europa al asolar los campos de patata a mediados del siglo pasado. A decir verdad, la gran hambruna irlandesa de 1845 y 1846, que fue parcialmente responsable de una ola de migración de Irlandeses hacia Estados Unidos, es directamente imputable a este hongo, que, proveniente de los Andes centrales (Perú y Ecuador) parásita a varias especies vegetales de la familia de las solanáceas, especialmente a la patata y el tomate.

En el caso de la patata, conocido con el nombre de mildiu de

la patata, *P. infestans* ataca a todas las partes de la planta, excepto a las raíces. En las hojas el hongo produce lesiones necróticas comenzando por los márgenes y el ápice que se extienden a casi la totalidad foliar en los siguientes 57 días tras la infección, de igual manera ocurre en los tallos. Los tubérculos se infectan por las zoosporas liberadas por el hongo al ser lavadas por la lluvia hacia el suelo o por contacto directo con hojas afectadas durante la recolección. El hongo produce una podredumbre firme pardo rojiza por debajo de la piel, además los tubérculos afectados se infectan siempre de forma secundaria por bacterias que provocan podredumbre blanda, de este modo se malogran cosechas enteras.

Especialmente graves fueron las consecuencias en Irlanda hacia el año 1845, donde la patata era cultivada casi en exclusividad, llegando a eliminar todos los demás cultivos. El hongo invadió la isla y se extendió rápidamente por la totalidad de los campos destruyendo las cosechas de patata durante varios años consecutivos. La plaga condenó a la hambruna a casi la totalidad de la po-

blación en la isla (aproximadamente 8 millones de habitantes), más de un millón de personas murieron de inanición y un número mayor se vieron obligadas a emigrar a otras tierras, especialmente los Estados Unidos, por cierto que entre ellos iban los antepasados de la familia Kennedy. Debido al hambre que causó, este hongo fue también indirectamente responsable de la derogación de las leyes del trigo en Gran Bretaña, que imponían grandes impuestos al grano importado para proteger a los granjeros del país. En 1946 fueron derogadas para adquirir grano extranjero y hacerlo asequible a la hambrienta población de Irlanda.

En la actualidad *P. infestas* sigue causando importantes pérdidas económicas en las cosechas hasta tal punto que en Europa se destinan importantes recursos y esfuerzos en investigación y control de la plaga. Se ha conseguido establecer la relación entre condiciones climáticas y enfermedad en muchos países europeos, que utilizan datos meteorológicos para prevenir la probabilidad de epidemias en los cultivos de patata, de este modo

se estima que la temperatura óptima para el desarrollo del hongo y su esporulación está entre los 18 °C y 22 °C con una humedad relativa del 100%. Los sistemas de predicción cada vez están más informatizados; por ejemplo, el Reino Unido ha adoptado un sistema basado en ordenadores que estima la esporulación en relación con datos meteorológicos sinópticos y predice el número de lesiones que se desarrollarán a partir de esas esporas utilizando un periodo de latencia de 48 días según la temperatura.

También, se investiga bastante en la búsqueda de razas de patatas con resistencia específica a *P. infestans*, sin embargo hasta la fecha no se ha tenido éxito. Por el contrario se aplican con gran profusión fungicidas de síntesis química, entre ellos se obtienen buenos resultados en el control de la enfermedad con los ditiocarbamatos, que han sustituido en gran parte como fungicidas protectores a los compuestos cúpricos como el famoso Caldo Bórdeles. Otras medidas preventivas para reducir la infección de los tubérculos en la recolección consisten en desecar el

follaje infectado al menos 14 días antes de cosechar los cultivares.

Existen otras muchas especies de *Phytophthora* patógenas de vegetales con interés comercial que provocan importantes daños en las cosechas, entre ellas podemos citar por su importancia económica *P. fragariae* que produce la enfermedad del corazón rojo de la fresa pudiendo destruir grandes extensiones de plantas y donde aún no se han encontrado métodos eficaces de control de la enfermedad, sino que la única posibilidad consiste en impedir la diseminación de plantas de propagación infectadas para lo cual es indispensable la certificación del material por autoridades fitosanitarias. En el Reino Unido, donde la enfermedad lleva siendo un problema durante más tiempo, se ha conseguido la obtención de cultivares resistentes.

Phytophthora nicotianae ataca a una gran diversidad de plantas pero es sobre el tabaco, produciendo el llamado cuello negro del tabaco, donde puede causar pérdidas importantes. *P. cryptogea* es patógena de una amplia variedad de árboles, arbustos y especies ornamentales afectando

a las raíces y propagándose con rapidez. En viveros, las pérdidas pueden ser elevadas debido a que los métodos de control no son del todo satisfactorios, tan sólo se han conseguido resultados positivos fumigando suelo y sustratos con bromuro de metilo aunque se trata de un producto altamente tóxico. *P. citrophthora* ocasiona daños de consideración sobre cultivos de cítricos.

***Plasmopara viticola* contra la industria vinícola francesa en la segunda mitad del siglo XIX**

Plasmopara viticola es un hongo parásito de la vid (*Vitis vinifera*), pertenece al mismo grupo que *Phytophthora infestans* y al igual que éste tiene una historia bastante interesante que contar.

El mildiu de la vid como se conoce a *P. viticola* ataca a todas las partes de la planta, especialmente las hojas apareciendo como manchas decoloradas o amarillentas. La infección foliar como tal reduce el grado de productividad de la planta, pero su importancia máxima es como fuente

de propagación para el racimo. En este último comienza el ataque por las uvas más jóvenes, ya que las uvas maduras son menos susceptibles a la infección, aparecen grisáceas y cubiertas con un "polvo de azúcar" causando incluso la caída del racimo.

La humedad elevada y la lluvia favorecen la enfermedad al facilitar considerablemente la dispersión del patógeno; las condiciones ideales son primaveras húmedas, bastante templadas, seguidas de un verano caliente con tormentas frecuentes. En los países más septentrionales con primaveras frescas la enfermedad no tiene importancia, en los países mediterráneos, con un verano seco, la enfermedad sólo presenta riesgos en años determinados en que la lluvia de primavera y verano es más abundante de lo normal. Las condiciones más favorables en Europa son las de las costas atlánticas de Portugal, España y especialmente el SO de Francia.

P. vitícola es un hongo originario de Norteamérica. Probablemente ha estado atacando durante millares de años a las vides americanas, tiempo en el

cual la selección natural ha conducido a un equilibrio de fuerzas entre el parásito y la planta hasta el punto que *P. vitícola* puede desarrollarse sobre la vid silvestre americana sin ocasionarle graves daños. El mismo equilibrio existe entre esta especie vegetal y *Phylloxera (Daktulosphaira vitifoliae)*, un áfido que ataca las raíces, también nativo de este continente. De alguna manera, aproximadamente en 1865, *Phylloxera* fue introducida en Francia y la vid europea (*Vitis vinifera*) que no había tenido oportunidad de evolucionar para dar razas resistentes al insecto, resultó ser extremadamente susceptible a su ataque ocasionándole graves daños. El problema fue resuelto injertando vástagos de *V. vinifera* sobre cepas americanas importadas resistentes al áfido.

Cuando la plaga estaba controlada, hacia 1878 en alguno de los patrones de vides americanas fue importado el hongo del mildiu de la vid y comenzó una nueva plaga aún más virulenta que la anterior ya que el hongo atacaba a las hojas y frutos, muy susceptibles, de las vides europeas. En los años secos esta plaga no resultó muy grave, pero en años

húmedos fue desastrosa por lo que la industria vinícola francesa, que no conocía aún los tratamientos fungicidas, estaba condenada a desaparecer.

Según cuentan los historiadores (Large, 1940), Alexis Millardet, profesor de la universidad de burdeos, paseando por un viñedo observó que las vides que bordeaban el sendero estaban mucho más sanas que las demás, que presentaban los síntomas familiares del mildiu pubescente. Este mismo investigador observó que la hilera externa parecía haber sido rociada con cierta sustancia de aspecto venenosa. Haciendo averiguaciones comprobó que el propietario había envenenado las vides próximas al sendero con una mezcla de sulfato de cobre y carbonato calcico para evitar que la gente le robara las uvas. De este modo Millardet pudo desarrollar en su laboratorio el conocido caldo Bórdeles (mezcla de Bordeaux), el primer fungicida usado en el control de las enfermedades de las plantas.

Los problemas para la industria del vino francesa no acabaron porque mientras estaban ocupados en controlar la Phylloxera y

posteriormente el mildiu, algunos países mediterráneos, creyendo que la industria vinícola francesa estaba condenada, se embarcaron en un programa de plantación de viñas sin precedentes. Como las cepas de las vides americanas resolvieron el problema de la Phylloxera y el caldo bórdeles frenó de forma eficaz el mildiu, se produjo una nueva crisis económica en estos países, debido a la sobreproducción de uva. Sin embargo, es posible que de lo contrario no disfrutásemos en nuestro país de la calidad y la amplia variedad de los vinos que existen en la actualidad.

Las pérdidas se deben a la destrucción o caída de los racimos durante la estación, a una reducción de la calidad de la uva producida y a la infección de hojas y pámpanos que retrasa la maduración de la madera del año siguiente y reduce la productividad de toda la planta a largo plazo.

Hoy en día, en el control de la enfermedad se siguen utilizando los compuestos basados en cobre, pero se están viendo sustituidos o utilizados en combinación con ditiocarbamatos, folpet u otros

compuestos orgánicos de acción protectora. En Francia se dan normalmente cinco o seis tratamientos, pero varía dependiendo de las condiciones climáticas y la región; los más importantes se realizan justo antes y después de la floración para proteger los racimos, y al principio de agosto para proteger la vida de las hojas y asegurar una buena maduración de la madera. Paralelamente, se han desarrollado modelos predictivos, en función de datos meteorológicos, fenológicos y de contenido de esporas en el aire para asegurar un programa óptimo de tratamientos y de paso crear sistemas de alerta que aconsejan a los agricultores cuándo tratar.

Otros métodos de control tienen una importancia práctica limitada. Un buen drenaje del suelo tenderá a no favorecer la germinación de las esporas en primavera, la poda suele utilizarse para disminuir la susceptibilidad de la planta. Por otra parte, se trabaja en la mejora de cultivares de alta calidad resistentes al mildiu o la búsqueda de híbridos parcialmente resistentes, sin embargo hasta el momento los éxitos han sido muy limitados. Aunque en la naturaleza existen espe-

cies resistentes de *Vitis* (*V. riparia*, *V. rupestris*) tienen poca calidad vitícola.

Dado que el control suele ser eficaz, en la actualidad las pérdidas debidas a esta enfermedad en Europa son bajas; sin embargo los costes de control son importantes. El uso de fungicidas dedicados al mildiu tiene un puesto principal a escala mundial y se considera una de las pocas enfermedades que por sí misma compensa el desarrollo de un nuevo producto.

P. halstedii (sin.: *P. helianthi*) es otro fitopatógeno que entre muchos de sus huéspedes tiene al girasol (*Helianthus annuus*). Provoca la enfermedad conocida como mildiu del girasol y las consecuencias se traducen en un ataque sistemático de todos los tejidos del huésped causando enanismo en el vegetal, clorosis de las hojas, capítulos pequeños sin semillas y en definitiva una vida corta de la planta cultivada. Trabajos intensos de selección han conseguido variedades de girasol resistentes a *P. helianthi*, y junto al desarrollo del fungicida sistémico metalaxil se consiguió en un principio controlar al mil-

diu; sin embargo, como ha ocurrido con otros muchos mildiu, también han aparecido formas más virulentas del patógeno resistentes al compuesto.

En la misma familia (Peronosporaceas) existen otros hongos fitopatógenos de interés económico, entre ellos *Peronospora tabacina*, denominado mildiu del tabaco o moho azul es el principal causante de pérdidas en los cultivos de tabaco (*Nicotiana tabacum*). Por ejemplo, en 1979 el moho azul destruyó más del 95% de la cosecha de tabaco en Cuba y en Estados Unidos que se consideraba una enfermedad secundaria de los semilleros causó pérdidas económicas por valor de 250 millones de dólares. Actualmente, la aparición de cultivares resistentes y fungicidas eficaces, como acilalaninas, metalaxil y ditiocarbamato, hacen que los daños debidos al moho azul estén disminuyendo. *Bremia lactucae* parásita a la lechuga pero también produce daños de importancia comercial en escarola, alcachofa y ornamentales, *Pseudoperonospora cubensis* lo hace en cultivos de pepino, melón, sandía y calabacín sobre todo en la región mediterránea.

BIBLIOGRAFÍA

- AINSWORTH, G.C., JAMES, P.W. & HAWKSWORTH, D.L. (1971). *Dictionary of the fungi*. Commonwealth Agricultural Bureau C.A.B. Kew, 663 pp.
- ALEXOPOULOS, C.J. & MIMS, C.W. (1979). *Introductory Mycology*. Ed. John Wiley & Sons. New York, 607 pp.
- ALEXOPOULOS, C.J. & MIMS, C.W. (1988). *Introductory Mycology*. Ed. John Wiley & Sons. New York, 607 pp.
- BOLD, H.C., ALEXOPOULOS, C. J. & DELEVORYAS, T. (1989). *Morphology of Plants and Fungi*. Harper & Row Publishers, Inc. New York, 911 pp.
- ENCICLOPEDIA SALVAT DE LAS CIENCIAS (1972). *Biología, Botánica*; Tomo 18. Ed. Salvat. Barcelona, 362 pp.
- LARGE, E.C. (1940). *The advance of the fungi*. In Alexopoulos.
- MORENO, G., GARCÍA MANJÓN, J.L. & ZUGAZA, A. (1986). *La guía de Incafo de los hongos de la Península Ibérica*. Tomo I y II. Ed. Incafo. Madrid, 1.276 pp.

6.- HONGOS QUE CAMBIARON LA HISTORIA (II).

SMITH, I.M.; DUNEZ, J.; PHILLIPS, D.H. ; LELLIOTT, R.A. & ARCHER, S.A. (1992). *Manual*

de enfermedades de las plantas. Ed. Mundi Prensa. Madrid, 671 pp.