

5.- HONGOS QUE CAMBIARON LA HISTORIA (I)

Luis RUIZ VALENZUELA

Asociación "Lactarius".

E-23071 Jaén (España)

Lactarius 6: 88-95 (1997). ISSN: 1132-2365

A lo largo de la historia venimos asistiendo a la transformación vertiginosa de nuestro planeta, el hombre ha venido utilizando el conocimiento y la tecnología a su alcance en cada momento en un empeño continuo por dominar la naturaleza. Tal es la magnitud de sus acciones que hoy en día podemos afirmar, sin riesgo a equivocarnos demasiado, que tiene un dominio casi absoluto de todas las criaturas vivas sobre la tierra.

Pero aquellos organismos a los que el ojo humano no alcanza a ver, denominados microscópicos, y de los que el hombre ha sacado provecho en tantas ocasiones, con frecuencia han escapado a su control, distorsionando su forma de vida y provocando a menudo cambios profundos en la sociedad. Entre estos organismos

se encuentran los hongos, donde los más conocidos son los que se desarrollan formando las setas, aunque los que son de tamaño microscópico han tenido consecuencias históricas mucho más relevantes.

Muchos ha sido los hongos que han traído consecuencias en la política mundial o de algún país, algunos ya se han tratado en este boletín y sólo mencionaremos algunos aspectos de su repercusión social, otros serán abordados con más detalle al no haber sido tratados anteriormente.

Explosión demográfica gracias a la penicilina

Dentro de la compleja división de los hongos, un grupo

importante es el de los llamados Plectomicetes orden Eurotiales, que agrupa a los mohos responsables de la descomposición de muchos alimentos: pan, queso, frutas, etc. Pero fue el género *Penicillium* (Ver *Lactarius n° 4*) quien alcanzó la fama por su repercusión histórica cuando Fleming en 1928 lo descubrió y en 1929 publicó los resultados de su investigación donde observó que el moho producía una sustancia que mataba a las bacterias por disgregación a la que llamó **penicilina**. En 1940 la Universidad de Oxford obtuvo el principio activo de la penicilina bajo la forma de un polvo amarillento y ya en 1941, durante la Segunda Guerra Mundial la penicilina se produjo industrialmente para curar a los heridos de infecciones. Desde entonces se ha conseguido que casi desaparezcan las infecciones quirúrgicas y haya disminuido en un 93% la meningitis, siendo por tanto la **penicilina** responsable de que la población mundial aumentara considerablemente a partir de la segunda mitad de este siglo.

Penicillium notatum y *Penicillium chrysogenum* son actual-

mente las fuentes principales del famoso antibiótico, y se ha conseguido un alto rendimiento en penicilina con nuevas cepas seleccionadas de la segunda especie, sometiénolas a rayos ultravioleta y diferentes mutágenos. Otro antibiótico descubierto más recientemente es la **griseofulvina** obtenido a partir del *Penicillium griseofulvum* que se ha demostrado como el más eficaz en el control de las enfermedades fúngicas de la piel (dermatomycosis), como el pie de atleta.

Pero los *Penicillium* son hongos cosmopolitas presentes en todas partes, sus esporas se encuentran en el aire contaminando todo tipo de alimentos, en este sentido pueden provocar grandes pérdidas económicas al descomponer frutas almacenadas, también pueden crecer sobre cuero y tejidos disminuyendo su valor comercial. Sin embargo la capacidad de otras especies de producir fermentaciones ha sido utilizada por el hombre con fines comerciales, así el *Penicillium roqueforti* es el responsable del sabor del queso de Rochefort, y *Penicillium camemberti* del queso de Camembert.

Otro género de gran importancia por las consecuencias económicas que acarrea dentro del orden Eurotiales es de los *Aspergillus*. Este género presenta cerca de 200 especies la mayoría de las cuales repercuten negativamente en el hombre, al igual que el anterior está distribuido por todo el mundo y el aire de todas partes contiene esporas de este hongo, son capaces de utilizar una variedad enorme de sustancias como alimento ya que son capaces de producir un gran número de enzimas. A decir verdad pueden crecer en cualquier lugar con un poco de materia orgánica y humedad y con frecuencia al hacerlo producen sustancias tóxicas. Una de las toxinas más importante es la **afiatoxina** producida por el *Aspergillus flavus*, fue descubierta en 1960 cuando más de 100.000 polluelos de pavo murieron de una enfermedad, más tarde murieron muchos patos y terneros de la misma enfermedad después de haber consumido harina de cacahuete brasileña que estaba enmohecida por este hongo. Desde entonces **afiatoxinas** también se denomina a otras toxinas producidas por *Aspergillus*, una de ellas se con-

sidera provocadora de cáncer de hígado en seres humanos y animales.

Los *Aspergillus* también causan problemas serios en cultivos, almacenes de alimentos, cueros y tejidos, atacando con más virulencia que sus parientes los *Penicillium*, sobre todo en regiones tropicales. Otras especies son patógenas de los animales y humanos, *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, etc., causan enfermedades infecciosas denominadas aspergilosis, entre ellas la aspergilosis en los pulmones es la más grave y aparece con cierta frecuencia en las aves y algunos mamíferos, incluidos el hombre por lo que en el pasado se la confundía con la tuberculosis ya que la sintomatología es muy parecida.

Sin embargo no todo es malo, debido a su alta capacidad enzimática los *Aspergillus* se emplean en varios procesos industriales. Un ejemplo lo tenemos en la producción de ácido cítrico para las bebidas no alcohólicas que solía obtenerse a partir del zumo de limón hasta que se descubrió que *A. niger* lo producía a un coste inferior. También se han

aislado de ellos algunos antibióticos aunque no tan eficaces como la penicilina.

HEMILEIA VASTATRIX y *la costumbre del té de las cinco*

Cuando en 1802 los británicos se apoderaron de Ceilán (actualmente Sri Lanka), ésta estaba dedicada en gran parte al cultivo del café. Los ingleses se aficionaron bastante a esta bebida teniendo asegurada con la conquista de Ceilán hasta 50 millones de kilos al año. Sin embargo las cosas cambiaron drásticamente cuando llegó un hongo, el *Hemileia vastatrix*. Se trata de un hongo parásito, conocido como roya del café, que se instala en las hojas del café donde se desarrolla en forma de manchas amarillas que más tarde se convierten en pardas y ahogan las estomas, debilitando a la planta para su fructificación al impedir su respiración, hasta que acaba por morir.

Las consecuencias fueron graves y en poco tiempo murieron prácticamente todos los cafetos de la isla viéndose obligados los ingleses a sustituirlos por plantaciones de té que, en menos

de 20 años ocuparon toda la superficie de cultivo. De este modo a partir de la plaga el precio del café era elevado por su escasez, en cambio el té cada vez más abundante y barato fue reemplazando las costumbres británicas hasta convertirse en esencia del carácter inglés.

Las royas son hongos Basidiomicetes del orden de las Uredinales y figuran entre los basidiomicetes más importantes desde el punto de vista económico. Existen unas 4.000 especies de royas, todas las cuales son parásitas obligadas de plantas, causando por tanto importantes pérdidas en muchos cultivos. A su vez muchas de estas royas, como por ejemplo la de los cereales se encuentra en todo el mundo, en cualquier lugar donde se encuentre una planta susceptible de ser atacada y además se conoce desde antiguo. En efecto los romanos consideraban que las royas de los cereales son tan importantes que estaban convencidos que un dios, *Robigus*, era el responsable de ellas y celebraban fiestas anuales para propiciarlo.

Actualmente, el *Hemileia vastatrix* se ha convertido en una

formidable arma biológica contra otras especies de royas parientes suya, aplicándose a otros cultivos donde ella no causa daños pero sin embargo por competencia entre especies no deja que se instale al hongo patógeno específico de ese mismo cultivo. Así el *Hemileia vastratix*, que destruyó los cafetales de Ceilán, se ha convertido en un gran aliado de los agricultores en la lucha contra las royas.

Otra especie de roya que causó importantes pérdidas económicas en las cosechas de cereales y aún hoy causa daños de consideración es *Puccinia graminis*. Este patógeno infecta gramíneas susceptibles, como el trigo, la cebada, el centeno, la avena, pero necesita además para completar su ciclo vital de otra especie vegetal diferente, que en este caso se trata del agracejo *Berberis*, lo que se denomina especie heteroica (*Heteros*: diferente, *Oikos*: huésped), por tanto para completar su ciclo vital se desarrolla sobre dos huéspedes diferentes.

Puccinia graminis durante su ciclo desarrolla cuatro tipos de esporas dependiendo de las es-

tructuras donde se forman y la naturaleza de éstas. En un principio se manifiesta la infección en los cereales a finales de primavera o principios de verano, ésta se caracteriza porque los tallos y hojas se cubren de pequeñas pústulas, formando líneas de color rojo herrumbroso, que pronto se abren por desgarramiento de la epidermis de la planta parasitada, dejando al descubierto un polvillo compuesto por multitud de esporas denominadas Urediniósporas. Este tipo de esporas, al estar en condiciones de germinar cuando maduran, se encargan de extender la infección del hongo a lo largo del periodo de crecimiento de la planta, alcanzando en poco tiempo una gran magnitud. Un campo de cereal que se encuentre intensamente infectado presenta el color rojo-herrumbre característico, que en castellano antiguo se llamaba royo, y de ahí el nombre de estos hongos de royas y, por extensión, de las enfermedades que provocan.

A medida que el periodo de crecimiento progresa, esto viene a ser cuando va madurando el grano, se van formando otro tipo

de esporas, las Teliósporas. Las pústulas que forman se denominan telios y representa la fase color negra de la roya, permanecen aletargadas durante el invierno sobre el rastrojo de los campos hasta la primavera. Cuando germinan emiten basidios y liberan Basidiósporas que son transportadas por el viento donde, si caen sobre el agracejo y tienen humedad podrán germinar, si no lo hace sobre este arbusto el tubo germinativo muere pronto por carencia de alimento. Las Basidiósporas que infectan al agracejo por el haz de la hoja forman ostiolas (Ostiolum: puerta pequeña), en los cuales se desarrollan paquetes de hifas diferentes genéticamente que exudan un néctar a través de este ostiolo donde los insectos al libarlo de unos a otros van intercambiando a la vez hifas de distinta composición genética por lo que favorecen de este modo un intercambio sexual y la formación de un micelio binucleado dentro de la epidermis de la hoja. A partir de este micelio por el envés de la hoja se forma otra estructura denominada ecios que libera ecioesporas. Estas últimas rompen la epidermis del envés de la hoja

y salen al exterior donde van a infectar al cultivo de gramíneas, poco después de la germinación de estas esporas se forman los uredinios, comenzando el ciclo de nuevo con la formación de las Urediniósporas de ese rojoherrumbre característico.

La relación entre el agracejo y *Puccinia graminis* era sospechada ya por los agricultores a inicio del siglo XVII, los agricultores franceses observaron que el trigo cultivado donde *Berberis* era abundante, era gravemente atacado por la roya. En 1660, fue promulgada la ley Rouen en Francia, donde se ordenaba la erradicación del agracejo cuando se encontrara próximo a los campos de trigo. Debieron de pasar dos siglos hasta que De Bary en 1865 demostró la relación entre el hongo parásito y el agracejo. También en 1918 el gobierno de los Estados Unidos lanzó una campaña extensiva a través del Departamento de Agricultura para erradicar el agracejo como único medio lógico de interrumpir el ciclo vital del parásito y de reducir la incidencia de la roya en los campos de cereales. Sin embargo actualmente se sabe que

incluso con una erradicación total del agracejo no se consigue la desaparición total de la roya, pues en zonas cálidas, donde se cultive cereal el hongo puede sobrevivir durante el invierno en la fase *uredinióspora* e infectar el trigo directamente a la primavera siguiente.

Existen muchas otras especies de royas con repercusión económica puesto que todas son patógenas de vegetales. Dentro del género *Puccinia* tenemos: *P. coronata* (roya de la avena), *P. asparagi* (roya de la esparragera), *P. malvacearum* (roya de la malva); dentro del género *Uromyces*: *U. pisi* (roya de los guisantes), *U. caryophyllinus* (roya de los claveles), *U. appendiculatus* (roya

de la judía), *U. fabae* (roya de las habas); para el género *Gymnosporangium* destacamos: *G. juniperovirginianae* (roya que ataca al enebro y al manzano), *G. globosum* (ataca al enebro, espino albar, peral y manzano). Por último mencionar el género *Cronartium* en concreto *C. ribicola*, que ataca al pino blanco americano de importancia económica. Este hongo al igual que *P. graminis* necesita un segundo huésped para completar su ciclo de vida, que en este caso es el grosello, por lo que fitopatólogos de la United States División of Forestry han llevado a cabo la erradicación de los groselleros en ese país.