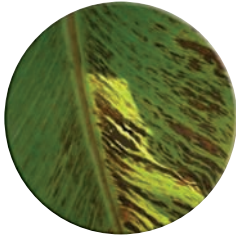


Un hongo, el peor enemigo del plátano



José Enrique Trujillo-Sierra y Cecilia Mónica Rodríguez-García

La industria del banano ocupa uno de los principales lugares en la actividad económica mundial. El hongo *Mycosphaerella fijiensis* infecta al banano haciendo que produzca frutos escasos y de mala calidad, lo cual ocasiona pérdidas millonarias.

Actualmente los estudios de biología molecular y celular de este hongo se realizan con la finalidad de identificar los puntos débiles de su ciclo de vida y así plantear los mejores métodos para combatirlo o controlarlo.

Los hongos: ¿plantas o animales?

Aunque poseen características de ambos, los hongos no son ni plantas ni animales: están clasificados en un reino aparte, el llamado *fungi*, plural del latín *fungus*, seta, derivado a su vez del griego *sphongos*, esponja.

Los hongos son cosmopolitas ya que se encuentran en cualquier lugar del planeta. Existen varios tipos: comestibles, medicinales, alucinógenos y patógenos. Estos últimos ocasionan enfermedades a plantas o animales. En cuanto a su tamaño, pueden ser macroscópicos o microscópicos; ambos los observamos a simple vista. Los primeros frecuentemente tienen forma de sombrilla y los segundos tienen un aspecto parecido a manchas aterciopeladas, mejor conocidas como mohos, que se hallan sobre alimentos en descomposición y objetos de piel localizados en lugares húmedos y sombreados. Para ver su estructura completa se requiere un microscopio (Herrera y Ulloa, 1990).

¿Son importantes los hongos?

En el ámbito ecológico, son importantes porque establecen asociaciones de mutua ayuda con especies vegetales, como los hongos micorrízicos del género *Glomus* con las palmas de Yucatán (Carrillo y colaboradores, 2002).

En el ámbito económico, algunos hongos tienen gran impacto porque son utilizados en la industria farmacéutica para obtener antibióticos, como el hongo *Penicillium notatum*, productor de la penicilina. Otros, porque son fuente nutritiva de alimento y en su cultivo se utilizan subproductos agrícolas como el bagazo de henequén, en el cual crece el hongo rosa nativo de Yucatán, *Volvariella volvacea* (Ancona y Salmones, 1996).

Por último, encontramos a los hongos patógenos como *Mycosphaerella fijiensis*, que ocasiona graves pérdidas económicas en la producción agrícola, al producir la enfermedad llamada “Sigatoka negra”, que infecta las hojas de la planta del plátano, sitio donde se elaboran azúcares y otros compuestos orgánicos necesarios para la formación del fruto. Como consecuencia, se obtienen frutos escasos y de mala calidad.

M. fijiensis y su camino en la selección natural

Mycosphaerella fijiensis ha adoptado dos tipos de reproducción: la sexual y la asexual. Con ello ha perpetuado su especie y mantenido su alta agresividad. En la reproducción sexual, el hongo posee ambos



sexos pero es incapaz de autofecundarse, por lo que necesita de otro hongo de su misma especie que sea compatible para reproducirse y formar su principal fuente de dispersión, las esporas conocidas como *ascosporas* (Conde y colaboradores, 2004).

Estas estructuras pueden esparcirse en un área de varios kilómetros con ayuda del viento y otras condiciones climáticas como temperatura, humedad e índice de lluvias. Por otro lado, en la reproducción asexual intervienen estructuras reproductivas conocidas como *conidióforos*, parecidas a pelos erectos, que emergen de los estomas (estructuras por donde respira la planta infectada) para producir las esporas conocidas como *conidios*, las cuales se dispersan a menor distancia que las *ascosporas* con la ayuda de lluvias y fuertes rocíos (Marín y colaboradores, 2003).

***M. fijiensis* y banano: una relación dañina**

Ambos organismos entran en contacto desde que la espora, estructura sexual o asexual del hongo, se adhiere a la superficie inferior de la hoja (envés) del banano. Posteriormente, la espora germina, como si fuera una semilla; coloniza la superficie de la hoja, penetra por los estomas, invade su interior y exterior, crece y se reproduce, destruyendo las hojas para finalmente diseminarse en la misma planta u en otras.

Al dañar mecánica o químicamente las estructuras celulares, los hongos provocan una serie de síntomas característicos de una enfermedad. Por otro lado, las plantas en ocasiones pueden responder a la infección del hongo liberando sustancias tóxicas que detienen su crecimiento e invasión. Así pues, se establece una

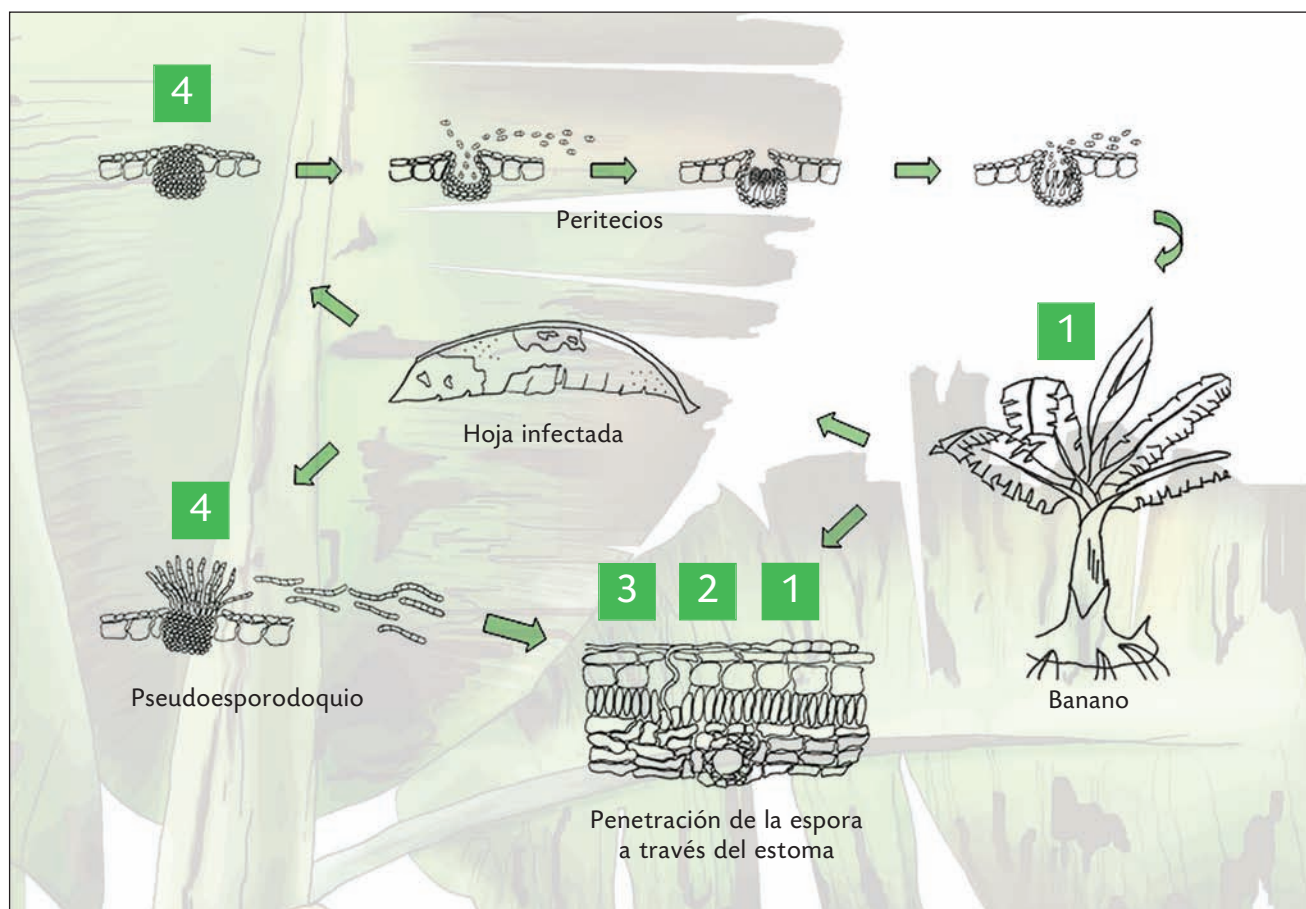


Figura 1. Ciclo de infección. 1) La espora (ya sea ascospora o conidio) se adhiere a la superficie inferior de las hojas jóvenes (parte abaxial) con ayuda del aire o la lluvia; 2) las esporas germinan produciendo un filamento, conocido como hifa; 3) las hifas penetran al azar los estomas, se ramifican e invaden el tejido; y 4) se forman en la cavidad subestomática estructuras reproductoras que posteriormente producirán las esporas de infección.

interacción celular y bioquímica que podemos seguir mediante estudios citológicos y bioquímicos.

A nivel celular, podemos observar cómo penetra el hongo en la planta, cómo crece dentro y fuera de ésta, y qué células de la planta son afectadas directamente por el crecimiento del hongo invasor. A nivel bioquímico, podemos saber cuáles son las sustancias tóxicas producidas por el hongo durante su invasión y cuáles por la planta en respuesta a dicha invasión.

Desafortunadamente, con este tipo de estudios no es posible deducir, a nivel genético, cuáles son los genes del hongo que le permiten reconocer a la planta y adherirse a su superficie, así como cuáles son los genes que le permiten penetrar en la planta e invadirla, y por último, qué genes de la planta se activan o inactivan ante la invasión del hongo.

La importancia de conocer la biología y la genética de cualquier hongo microscópico que ocasione daños a cultivos de importancia económica, como *M. fijiensis*, radica en que estos conocimientos nos permitirán identificar los puntos débiles del hongo para generar diversas estrategias de combate o control.

La batalla contra el enemigo nativo

Dentro del programa de plátano del Centro de Investigación Científica Yucatán (CICY), uno de los proyectos de investigación se enfoca al estudio de la interacción de *Mycosphaerella fijiensis* con el banano en su etapa inicial; esto es, desde que las esporas llegan a la superficie de la hoja del banano hasta la penetración del hongo en la planta.

El aislamiento y la identificación de los genes del hongo y del banano que se expresan en esta etapa inicial de la interacción nos permitirán realizar otros estudios para identificar, en parte, los puntos críticos del hongo en la etapa inicial infectiva (adhesión y penetración) y la respuesta de la planta ante dicho patógeno. Posteriormente, con la información generada podremos realizar estudios biotecnológicos para contrarrestar la enfermedad, como por ejemplo producir plantas de banano que puedan defenderse al ataque de *M. fijiensis*.

Bibliografía

- Ancona, L. y D. Salmones (1996), "Uso del bagazo de henequén fermentado en el cultivo de *Volvariella volvacea*", *Revista mexicana de micología*, 12, 115-118.
- Carrillo, L., R. Orellana y L. Varela (2002), "Study of the mycorrhizal association in three species of native palms on the Yucatan peninsula, Mexico", *Palms*, 46(1), 39-46.
- Conde, L., B. Canto y A. James (2004), "La vida sexual de los hongos (y su clave molecular)", *Ciencia*, 55(4), 64-69.
- Herrera, T. y M. Ulloa (1990), "El Reino de los hongos", *Micología básica y aplicada*, Universidad Nacional Autónoma de México/Fondo de Cultura Económica, 2ª ed., México, 206-281.
- Marín, D. H., R. H. Romero, M. Guzmán y T. B. Sutton (2003), "Black Sigatoka: an increasing threat to banana cultivation", *Plant Dis*, 87(3), 208-222.

José Enrique Trujillo-Sierra egresó del Instituto Tecnológico Agropecuario No. 2, en Conkal, Yucatán, como licenciado en biología con especialidad en agroecología. Realizó su tesis de licenciatura en el Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY) con un tema relacionado con la línea de investigación sobre la interacción molecular planta-patógeno con el modelo *Musa acuminata-Mycosphaerella fijiensis*. Imparte clases de biología, ecología, química y geografía a nivel medio superior. volvariella@hotmail.com

Cecilia Mónica Rodríguez-García egresó de la Universidad Autónoma de Chapingo como ingeniera agrónoma. Realizó su maestría en botánica en el Colegio de Postgraduados de Montecillos, y su doctorado en ciencias en el Institut Nationale Agronomique Paris-Grignon y en el INRA de Francia. Es investigadora del Centro de Investigación Científica de Yucatán y responsable del proyecto "Aislamiento e identificación molecular de genes que se expresan durante la infección temprana de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano (*Musa acuminata*), cultivar enano gigante". koyi@cicy.mx