

## Etiología y Epidemiología de las Especies (Basado en el Análisis Filogenético) de *Colletotrichum* y Botryosphaeriaceae de Papaya y Mango

**Sami Jorge Michereff**, Professor Associado, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitopatologia; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, 52171-900 Recife, Estado de Pernambuco, Brasil. Correspondencia: sami@depa.ufrpe.br

En el año 2011, la India fue el mayor país productor de mango a nivel mundial (15,8 millones de toneladas), México ocupó la sexta posición (1,8 millones de toneladas) y Brasil la séptima posición (1,2 millones de toneladas) entre los productores. Sin embargo, México es el mayor exportador mundial de esta fruta (275 mil toneladas), seguido por India (260 mil toneladas), Tailandia (144 mil toneladas) y Brasil (124 mil toneladas). En relación a papaya, en el 2011 Brasil produjo 1,85 millones de toneladas y ocupó la segunda posición entre los productores a nivel mundial, siendo superado por India (4,18 millones de toneladas). En el 2010, Brasil exportó apenas 1,34 % de la producción de papaya. Por otro lado, México fue el principal país exportador (121 mil toneladas), aunque ha sido el sexto productor mundial, con el 34,2 % de la producción brasileña. En el Brasil, las principales áreas de cultivo de mango y papaya están localizadas en la región Nordeste. El Vale do São Francisco, en la región semiárida, es responsable por el 74 % de la producción brasileña de mango. En relación a la papaya, en el Nordeste son cultivados 21,8 mil hectáreas y producidas 1,2 millones de toneladas, principalmente en regiones con buenas condiciones de humedad.

Las enfermedades causan severas pérdidas en la producción, comercialización y exportación del mango y papaya. En el Brasil, las principales enfermedades en la fase de poscosecha son la antracnosis y la pudrición del pedúnculo, siendo registradas pérdidas de hasta el 100% en la fase de comercialización. La antracnosis, causada por especies de *Colletotrichum*, es la principal enfermedad del mango y de la papaya en el Brasil, debido a que limita la productividad y reduce la calidad de las frutas, afectando directamente la exportación de las mismas. La antracnosis perjudica varias partes del mango y de la papaya, incluyendo las hojas jóvenes, las panículas florales y las frutas. Los mayores daños ocurren en las frutas, por la formación de manchas oscuras irregulares en la cáscara, las cuales pueden coalescer y alcanzar toda la superficie del fruto. La pudrición del pedúnculo es causada por un complejo de hongos, resaltando los miembros de la familia Botryosphaeriaceae, es una de las enfermedades más preocupantes del mango y de papaya en el Brasil. Los patógenos colonizan la inflorescencia, y por último el tejido del pedúnculo del fruto algunas semanas después del florecimiento. La infección del fruto permanece quiescente hasta la maduración del fruto. Las frutas infectadas presentan áreas difusas de tejido encharcado, inicialmente en la región del pedúnculo, proyectándose en dirección a la

porción media de la fruta. En estados avanzados es común observar el crecimiento micelial con posterior producción de picnidios alrededor de la lesión.

En los últimos años, varias nuevas especies de *Colletotrichum* y Botryosphaeriaceae han sido detectadas como patógenos en mango y papaya. La identificación de *Colletotrichum* fue previamente basado en la morfología y en menor extensión en la asociación con el hospedero. Un procedimiento polifásico, usando el análisis de secuencias combinadas de multilocus, asociada con datos morfológicos, es ahora recomendado para la identificación precisa de especies del género. En el caso de la antracnosis, *C. gloeosporioides* era considerada, hasta recientemente, la especie más importante causando antracnosis en mango y papaya a nivel mundial. Sin embargo, en el 2010 fue demostrado que esta especie no era un patógeno común en frutos en los trópicos, inclusive en mango y papaya. Por ejemplo, en Brasil la antracnosis del mango era atribuida exclusivamente a *C. gloeosporioides*, pero un estudio filogenético realizado con 143 aislados obtenidos de pomares de la región Nordeste reveló una nueva realidad (Lima et al., 2013). En ese estudio, las secuencias parciales del gen gliceraldeido-3-fosfato deshidrogenasa de todos los aislados fueron amplificadas, como una mensuración inicial de la diversidad genética. Una submuestra de 47 aislados, seleccionada para representar la gama de diversidad genética (haplótipos) y origen geográfico, fue secuenciado usando los genes parciales de la actina,  $\beta$ -tubulina, calmodulina, glutamina sintetasa y de la región rDNA-ITS. El análisis de las secuencias multilocus, juntamente con el minucioso examen de las características fenotípicas, reveló que cuatro especies previamente descritas (*Colletotrichum asianum*, *Colletotrichum fructicola*, *Colletotrichum tropicale* y *Colletotrichum karstii*), y una nueva especie, denominada *Colletotrichum dianesei*. Solo *C. asianum* y *C. karstii* han sido previamente descritas en mango, en cuanto las otras especies representan el primer registro en mango a nivel mundial. *Colletotrichum dianesei* fue la especie aislada con mayor frecuencia (51,1 %), indicando ser la especie predominante en mango en el Nordeste brasileño.

La identificación morfológica de las especies de Botryosphaeriaceae es complicada, porque los teleomorfos de muchas especies raramente son encontrados en la naturaleza y los anamorfos muchas veces presentan superposición de características morfológicas. El análisis filogenético de los genes de la región ITS asociada a otros genes, principalmente, factor de elongación (EF1- $\alpha$ ) y  $\beta$ -

tubulina, ha sido aplicada con éxito para discriminar especies crípticas y elucidar las relaciones filogenéticas en Botryosphaeriaceae. Estudios basados en las secuencias de los genes ITS y EF1- $\alpha$  llevaron a la identificación de especies crípticas dentro del complejo de especies *L. theobromae* y actualmente 17 especies son reconocidas en *Lasiodiplodia*. En el caso de la muerte descendente y de la pudrición del pedúnculo, diversas especies de Botryosphaeriaceae han sido asociadas al mango a nivel mundial, siendo *L. theobromae*, *Botryosphaeria dothidea*, *Neofusicoccum parvum* y *Neofusicoccum mangiferae* las prevalentes. En el Brasil, estas enfermedades eran atribuidas exclusivamente a *L. theobromae*, pero estudios realizados recientemente con 235 aislados de Botryosphaeriaceae obtenidos de mango en el Nordeste brasileño (Marques et al., 2013 a,b), usando la combinación de análisis morfológicos y análisis filogenéticos basados en los genes ITS y EF1- $\alpha$ , revelaron que la pudrición del pedúnculo era causada por siete especies de *Lasiodiplodia* (*L. crassispora*, *L. egyptiaca*, *L. hormozganensis*, *L. iraniensis*, *L. pseudotheobromae*, *L. theobromae* y *Lasiodiplodia* sp.), seis de otras especies conocidas de Botryosphaeriaceae (*B. dothidea*, *Botryosphaeria mamane*, *Fusicoccum fabicerianum*, *N. parvum*, *Neoscytalidium dimidiatum* y *Pseudofusicoccum stromaticum*) y una nueva especie (*Neofusicoccum brasiliense*). Hasta el 2012, solamente *L. theobromae* había sido descrita en papaya a nivel mundial. Entretanto, un estudio realizado en el 2013 con 166 aislados de *Lasiodiplodia* obtenidos de papaya en el Nordeste brasileño (Neto et al., 2013), usando la combinación de análisis morfológicos y filogenéticos basados en los genes ITS y EF1- $\alpha$ , reveló que la pudrición del pedúnculo del papaya era causado por cinco especies de *Lasiodiplodia*, siendo tres previamente descritas (*L. hormozganensis*, *L. pseudotheobromae* y *L. theobromae*) y dos especies nuevas (*L. brasiliense* y *L. marypalme*). *Lasiodiplodia theobromae* fue la especie más predominante (69.9 %) y las otras especies representan el primer registro en papaya a nivel mundial.

La epidemiología y el manejo de la antracnosis y de la pudrición peduncular en mango y papaya vienen siendo investigados hace muchos años, pero la obtención de buenos niveles de control aún es un desafío. Esa situación levanta la duda a si esas varias nuevas especies de *Colletotrichum* y Botryosphaeriaceae detectadas en mango y en papaya tienen la misma sensibilidad cuando se consideran los aspectos epidemiológicos y las medidas de manejo adoptadas. Por lo tanto, es importante establecer si estas tienen una especificidad de hospedero, o poseen una amplia gama de hospederos, si existe variabilidad en la virulencia en función de variedades y de las condiciones ambientales, así como si existe sensibilidad diferencial a fungicidas. En ese contexto, son presentados estudios de casos de epidemiología comparativa de especies de *Colletotrichum* y de *Lasiodiplodia* predominantes en mango y papaya en el Nordeste brasileño y los posibles reflejos sobre las medidas de manejo adoptadas.

#### Referencia Bibliográfica

- Lima, N.B.; Batista, M.V.A.; Morais Junior, M.A.; Barbosa, M.A.G.; Michereff, S.J.; Hyde, K.D.; Câmara, M.P.S. (2013). Five *Colletotrichum* species are responsible for mango anthracnose in northeastern Brazil. Fungal Diversity (accepted). DOI 10.1007/s13225-013-0237-6
- Marques, M.W.; Lima, N.B.; Morais Junior, M.A.; Barbosa, M.A.G.; Souza, B.O.; Michereff, S.J.; Phillips, A.J.L.; Câmara, M.P.S. (2013a). Species of *Lasiodiplodia* associated with mango in Brazil. Fungal Diversity (accepted). DOI 10.1007/s13225-013-0231-z
- Marques, M.W.; Lima, N.B.; Morais Junior, M.A.; Michereff, S.J.; Phillips, A.J.L.; Câmara, M.P.S. (2013b). *Botryosphaeria*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium* and *Pseudofusicoccum* species associated with mango in Brazil. Fungal Diversity (accepted).
- Neto, M.S.B.; Assunção, I.P.; Lima, G.S.A.; Marques, M.W.; Lima, W.G.; Monteiro, J.H.A.; Michereff, S.J.; Phillips, A.J.L.; Câmara, M.P.S. (2013). Species of *Lasiodiplodia* associated with papaya stem-end rot in Brazil. Fungal Diversity (accepted).