

# AVANCES EN EPIDEMIOLOGIA Y MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA DEL BANANO

**Ronald A. Romero**

Dirección de Investigaciones Agrícolas, Corporación Bananera Nacional  
Apartado 6504-1000. San José. Costa Rica

## 1. INTRODUCCION

La Sigatoka negra, o la raya negra de la hoja, es la enfermedad más importante de los cultivos de banano y plátano en Costa Rica y en muchos países a nivel mundial. El agente causal es el hongo *Mycosphaerella fijiensis* MORELET, patógeno que fue reportado por primera vez en Costa Rica en 1979 en el cultivo de plátano en San Carlos. En 1981 ya se encontraba diseminado en toda el área bananera de la costa del Caribe.

El control de la Sigatoka negra representa alrededor del 27% del costo de producción (10), mientras que el costo por hectárea por año asciende a un promedio de U.S. \$ 1 000.00. Las mayores causas de pérdidas provocadas por la Sigatoka negra se deben a la severa defoliación que produce una marcada disminución en el peso y la calidad de los racimos (1) y a un marcado efecto en acelerar la maduración de las frutas, lo cual ocurre durante el transporte a los mercados.

El principal medio de combate de la Sigatoka negra es con fungicidas, ya que el combate cultural por sí solo es insuficiente para obtener niveles satisfactorios de severidad o pérdidas aceptables. De hecho, dadas las exigencias del mercado y la fuerte defoliación causada por la enfermedad, los niveles de control en bananos a nivel comercial deben ser muy altos.

En este resumen se discuten en forma general, algunos aspectos importantes de la epidemiología de la Sigatoka negra, desde la perspectiva de la utilización de sistemas de pronóstico utilizados a nivel comercial y otros a nivel experimental, que podrían ser la base de sistemas de manejo a nivel comercial de la enfermedad en el futuro.

## 2. CICLO DE VIDA DEL PATOGENO

Las infecciones por Sigatoka negra pueden ser causadas tanto por ascósporas como por conidios, ya que ocurre tanto la reproducción sexual como la asexual en el ciclo de vida del hongo. Las esporas son depositadas en las hojas, donde en presencia de una película de agua o una alta humedad relativa germinan, para luego penetrar por los estomas. Las

hifas se ramifican y colonizan los espacios intercelulares, y los primeros síntomas (período de incubación) aparecen entre 12 y 18 días después de la infección, como pequeñas decoloraciones amarillas en forma de puntos en la superficie abaxial de las hojas claro impacto en la epidemiología de la enfermedad.

La emisión foliar en bananos se da entre 7 y 15 días. El proceso de desenvolvimiento de la nueva hoja se inicia con la aparición de la misma en una forma de cilindro, conocida como la hoja candela o cigarro, que paulatinamente se va levantando y abriendo. La apertura de la candela comienza con la parte apical del cilindro, exponiendo primero la superficie abaxial del semilimbo izquierdo de la hoja, formando una estructura cónica en forma de embudo para luego abrir el otro semilimbo. Durante el desarrollo de la hoja esta tiene una posición vertical con respecto al suelo, la cual pasa luego a ser horizontal conforme envejece. La mayor parte de las infecciones ocurren durante el proceso de desenvolvimiento de la hoja candela en la superficie abaxial donde hay mayor cantidad de estomas que en la parte adaxial (9). Además, la hoja candela en posición vertical y de forma más o menos cilíndrica, representa un mejor flanco para el impacto de las esporas del patógeno pues hay menos tensión superficial. Existen también resultados que demuestran que las hojas más jóvenes son también más susceptibles a las infecciones por el hongo de la Sigatoka negra, que las hojas más viejas (8). La emisión foliar cesa al momento de la floración, con lo cual el llenado del racimo, que tarda alrededor de 90 días, debe darse con las hojas existentes en ese momento.

Las plantas adultas por lo general muestran niveles de infección más elevados que las plantas jóvenes, por la disminución paulatina de la tasa de emisión de hojas y el cese de la misma al momento de la floración, lo que no permite la reposición del tejido infectado.

Como se mencionó anteriormente, el cultivo del banano en forma comercial requiere de la coexistencia de plantas en todas las edades para poder satisfacer las necesidades del mercado en forma permanente, con lo cual las plantas adultas se convierten en una importante fuente de inóculo para las plantas jóvenes. Esto, unido a que las hojas no abren en forma sincronizada en la plantación, hace que al

existir fuentes de inóculo en forma constante y condiciones propicias para la liberación de ese inóculo y para el desarrollo de las infecciones, la mayoría de las hojas nuevas en desarrollo sean infectadas en forma considerable.

Considerando los aspectos comentados anteriormente, el tipo de fungicida y el intervalo entre aplicaciones se vuelven factores muy importantes para un control satisfactorio de la enfermedad. Una aplicación de fungicidas no puede cubrir en forma eficiente toda la hoja que se está desarrollando, ni todas las hojas en la plantación, por la desincronización en su emisión y las diferencias de edades en las plantas. Los fungicidas de tipo protector tienen que usarse en forma muy periódica, acorde con el ritmo de emisión foliar, cada 7 días, mientras que los sistémicos y con actividad de posinfección permiten mayores intervalos entre aplicaciones.

#### 4. LOS SISTEMAS DE PRONOSTICO O ADVERTENCIA TEMPRANA EN BANANOS

De los sistemas de pronóstico o advertencia, dos han sido comercialmente utilizados para decidir las aplicaciones de fungicidas en bananos. Ambos fueron originalmente desarrollados para la Sigatoka amarilla. Klein ( 6 ) en Honduras utilizó un método basado en el conteo de estrías amarillas en el semilimbo izquierdo de las hojas más jóvenes de la planta, hojas 2, 3 y 4. Si el número de estrías era de 50 a 100 en la hoja 4 o 3, se recomendaba una aplicación de aceite agrícola, ya que el mismo autor había determinado que el aceite era capaz de parar o retardar en forma significativa el desarrollo posterior de las estrías jóvenes ( 11 ). Con la llegada de la Sigatoka negra a Honduras, el sistema se volvió ineficiente, pues por la mayor agresividad y mayor potencial de inóculo de *M. fijiensis* comparado con *M. musicola*, el primero no podía ser controlado en forma satisfactoria con fungicidas de tipo protector. En 1972, Ganry y Meyer ( 3 ) desarrollaron un sistema basado en mediciones semanales de evaporación Piche, acoplado con la evaluación del desarrollo de los estadios iniciales de los síntomas en las hojas más jóvenes. La tasa de emisión foliar se registra también cada semana y a los estadios de los síntomas se les califica asignando un coeficiente de ponderación de acuerdo con la edad de la hoja donde están presentes, calificando con mayor severidad la presencia de estadios 2 de los síntomas en una hoja 3, que en una hoja 4, por ser la primera más joven. Las sumas de los coeficientes obtenidos de acuerdo con las infecciones y la edad de la hoja, son posteriormente corregidos por los estados de desarrollo de la hoja candela, para conjuntamente con el ritmo de emisión foliar obtener el valor de estado de evolución de la enfermedad, que es la variable utilizada para definir las aplicaciones de fungicidas sistémicos en mezcla o suspensión en aceite agrícola. Este sistema de evaluación de los estadios

tempranos de la enfermedad fue luego adaptado para utilizarse con la Sigatoka negra en Camerún y fue ampliamente utilizado en Costa Rica entre 1988 y 1991 ( 7 ). Tal como se utiliza en Camerún y la experiencia en Costa Rica, el sistema se basa fundamentalmente en la actividad de posinfección de los fungicidas sistémicos aplicados en aceite, sobre los estadios iniciales de la enfermedad. Los resultados obtenidos con este sistema fueron sorprendentes, pues se pudo reducir el número de aplicaciones en un 50% durante tres años. Sin embargo, el sistema se volvió ineficiente a partir de finales de 1991 y principalmente durante 1992, cuando muchas fincas empezaron a mostrar niveles de infección extraordinariamente elevados y pérdidas significativas de la producción. Los valores del estado de evolución se mantenían en forma constante por encima del umbral económico, sin que, como era usual, se notaran los efectos de los tratamientos fungicidas en la disminución de estos valores. Por esta razón, el sistema de pronóstico se abandonó y las aplicaciones continuaron con base en intervalos calendarizados, dependiendo de si el fungicida era protector o sistémico, de las condiciones de lluvia y del estado de infección de la finca, lo cual continúa manejándose de esta manera hasta la fecha.

Uno de los principales factores que hicieron el sistema de pronóstico inoperante, fue el desarrollo de resistencia en la población del hongo, a los dos fungicidas más activos, primero al benomil y posteriormente al propiconazole ( 8 ), lo cual limitó severamente su actividad de posinfección, con lo que muchas infecciones no fueron controladas y pudieron producir gran cantidad de inóculo y en forma persistente, dada la naturaleza perenne del cultivo y a la presencia de condiciones favorables a la enfermedad durante la mayor parte del año.

Este sistema de pronóstico se ha utilizado también en parcelas de plátano, donde los resultados son muy satisfactorios, inclusive hasta la fecha, principalmente si el sistema de siembra de plátano es anual o bianual, dado que la uniformidad en el crecimiento de las plantas favorece mucho el control de los niveles de inóculo, y porque el plátano es menos susceptible a la Sigatoka negra que el banano ( 8 ), lo cual hace que responda a los tratamientos fungicidas en mejor forma que el cultivo de banano. Jiménez ( 5 ) demostró en el cultivo del plátano, que las variaciones en el nivel de infección de la hoja 4 correlaciona con la duración acumulada de las lluvias durante las primeras cuatro semanas anteriores a la fecha de evaluación de la enfermedad y que dicha variable puede ser utilizada para pronosticar el momento de hacer las aplicaciones de fungicidas en este cultivo. Este sistema de pronóstico es una derivación del sistema de Ganry y Meyer, descrito anteriormente.

En un estudio reciente a nivel de campo ( 8 ), se desarrollaron modelos de predicción del período de incubación y de latencia, con el objeto de que estas variables puedan ser utilizadas en lugar de la hoja más joven

enferma y la hoja más joven necrótica, comúnmente utilizadas a nivel comercial para evaluar el estado del control y el nivel de infección pero que, por su naturaleza, son extemporáneas para decidir sobre el tipo de fungicida o la dosis de aceite a emplear. El modelo de predicción de la duración del período de latencia muestra potencial para ser utilizado en la práctica, dado que la validación del mismo demostró su capacidad de predecir con precisión dicho período. Este modelo está en proceso de validarse a escala comercial.

Chuang and Jeger ( 2 ) desarrollaron un modelo para pronosticar la tasa de progreso de la Sigatoka negra en Taiwán, basado en valores previos de la incidencia de la enfermedad y en el número de días con humedad relativa <sup>3</sup> 90% y la lluvia acumulada en las semanas precedentes. El sistema de pronóstico desarrollado por estos autores dió valores de precisión considerados bastante aceptables, sin embargo, su utilización a nivel comercial no se ha dado.

Otros modelos han sido desarrollados en forma mecánica para explicar y predecir las condiciones de infección y de desarrollo de la enfermedad, en condiciones de laboratorio y de cámaras de crecimiento. Se ha encontrado que el óptimo de temperatura para el desarrollo de las infecciones es entre 25 y 28 °C , con un período de mojadura de la hoja de 18 h, el cual es especialmente importante para infecciones causadas por ascósopras, que son la principal fuente de inóculo ( 4 ).

La disponibilidad de información epidemiológica generada recientemente sobre la Sigatoka negra, debe permitir, en el futuro, un manejo más eficiente de la misma, que envuelva mejores prácticas de manejo cultural para reducir el inóculo y mejores estrategias de utilización de los fungicidas.

## 5. LITERATURA CITADA

1. Chuang , T. Y. 1981. Chemical control of banana leaf spot caused by *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. Plant Prot. Bull. (Taiwan) 23:87-94.
2. Chuang, T. Y. y Jeger, M. 1987. Predicting the rate of development of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*) disease in southern Taiwan. Phytopathology 77: 1542-1547.
3. Ganry, J. y Meyer, J. P. 1972a. La lutte controlée contre le Cercospora aux antilles. Bases climatiques de l' avertissement. Fruits 27: 665 - 676.
4. Jácome, L. H. y Schuh, W. 1992. Effects of leaf wetness duration and temperature on development of black Sigatoka disease on banana infected by *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. Phytopathology 82: 515-520.
5. Jiménez, F. 1994. Etudes agrometeorologiques appliquees a la lutte contre la Sigatoka noire (*Mycosphaerella fijiensis*) du bananier plantain (Musa AAB). These Docteur . Institut National Agronomique Paris-Grignon. 128 p.
6. Klein, H. H. 1960. Control of Cercospora leaf spot of bananas with applications of oil spray based on the disease cycle. Phytopathology 50: 488-490.
7. Marín, D. y Romero, R. A. 1992. El combate de la Sigatoka negra. Boletín No. 4 Departamento de Investigaciones. CORBANA. Costa Rica.
8. Romero, R. A. y Sutton, T. B. 1995. Dynamics of fungicide-resistant populations of *Mycosphaerella fijiensis* and epidemiology of black Sigatoka of bananas. PhD thesis. Department of Plant Pathology, NCSU, Raleigh. 113 p.
9. Soto, M. 1985. Bananos cultivo y comercialización. LIL. San José. 648 p.
10. Stover, R. H. 1986. Disease management strategies and the survival of the banana industry. Annu. Rev. Phytopathol. 24:83-91
11. Stover , R. H. 1990. Sigatoka leaf spot: Thirty years of changing control strategies. Pages 66-74 in: Sigatoka Leaf Spot Diseases of Bananas. R. A. Fullerton and R. H. Stover, eds. Proceedings of an international workshop held at San José, Costa Rica. INIBAP. France.