

INSTRUCTIVO PARA LA EVALUACION DE INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis* MORELET)

Preparado por: Ing. Douglas H. Marín, Ph.D.
Noviembre, 2018

Para un adecuado manejo de la Sigatoka negra se requiere tener información del estado actual de la enfermedad en el campo.

Uno de los métodos de evaluación empleados más comúnmente se basa en la escala de severidad desarrollada por Stover (1971), y posteriormente modificada por Gauhl (1989). Este sistema se emplea para estimar de forma visual el área foliar afectada, mostrando lesiones necróticas de los estadios 4 a 6 de la escala de Fouré (1985). Rutinariamente este procedimiento de muestreo se realiza para determinar la intensidad de la enfermedad en plantas próximas a floración, recién florecidas, o bien, en plantas próximas a cosecha, usualmente de 10-11 semanas fisiológicas, de forma aleatoria en el campo (Romero *et al*, 2018).

Tradicionalmente se ha utilizado como estado fisiológico para evaluar las plantas próximas a floración; sin embargo, la proximidad de las plantas seleccionadas es variable, y va a depender de la apreciación de evaluador. Por tanto, se sugiere el uso de plantas recién paridas, en estado de bellota, para asegurar un mismo estado fisiológico en todas las evaluaciones.

En este sistema de evaluación se determina la hoja más joven enferma (HMJE), conocido popularmente como "YLI" de sus siglas en inglés ("Youngest Leaf Infected") y la hoja más joven con necrosis (HMJN) o "YLS" ("Youngest Leaf Spotted"). Estas dos variables representan dos conceptos de importancia epidemiológico como son el Período de Incubación y el Período de Latencia. Las fluctuaciones en estas dos variables, se asocian con el comportamiento de la enfermedad en el campo, y por tanto, se emplean como elementos de juicio para tomar decisiones en la selección del fungicida y los días entre aplicaciones.

Para determinar el área foliar afectada, debe estimarse visualmente el área cubierta por la unión de todos los síntomas de la enfermedad en cada hoja. Para facilitar esta estimación, se sugiere el uso de un patrón o modelo que divide la hoja en proporciones porcentuales como se muestra en la **Figura 1**.

En esta evaluación se consideran todas las hojas presentes en la plantas, excepto la hoja candela, cuando se evalúan plantas jóvenes, y aquellas hojas que se encuentran dobladas ya que no consideran funcionales. La hoja más cercana a la hoja candela se considera la hoja no. 1. El conteo de hojas se facilita considerando la filotaxia de la planta de banano donde las hojas son alternas y opuestas. Por tanto, a partir de las hojas no. 1 y no. 2, se cuentan las hojas impares y pares, respectivamente, contando de

derecha a izquierda, de arriba hacia abajo (**Figura 2**). En el caso de las plantas con fruta, la hoja “capote” es considerada funcional si tiene una longitud mayor a 1 m, y por tanto, se consideraría como hoja no. 1. Si el “capote” es menor tamaño, entonces la hoja no. 1 sería la hoja opuesta al mismo.

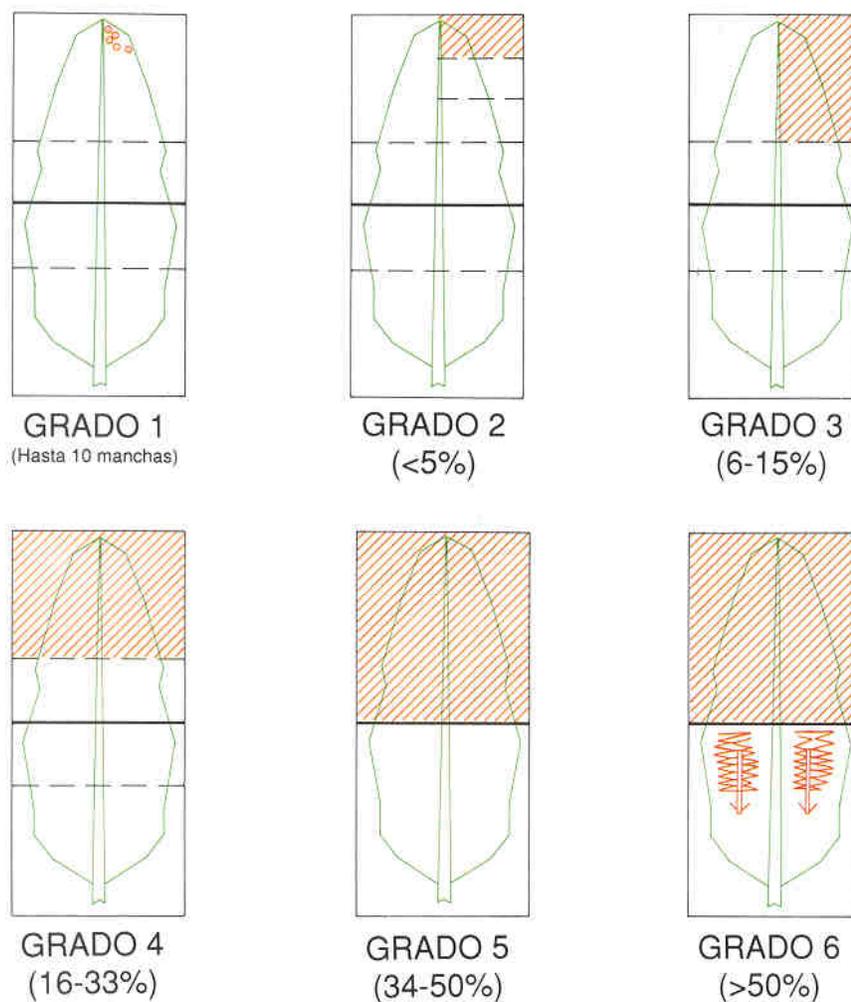


Figura 1. Grados de Severidad de la Sigatoka negra de acuerdo a la Escala de Stover modificada por Gauhl (1989).

A continuación se presenta una serie de planillas donde se ilustra como se estiman las diferentes variables utilizadas en la evaluación de la Sigatoka negra.

Para determinar el número de hojas por planta (H/P), se contabiliza el número total de hojas evaluadas por cada planta, ilustrado con el número en negrita y la casilla coloreada de amarilla, y se divide por el número total de plantas (**Cuadro 1**).



Figura 2. Conteo de hojas en la evaluación de Sigatoka negra.

Cuadro 1. Estimación del número de hojas por planta.

P	Posición de la hoja															H/P	YLI	YLS	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
1									1	2	2						11		
2											1	2					12		
3										1	2	3					12		
4										1	1	2	3				13		
5								1	1	2	2						12		
El número en cada casilla indica el grado de severidad de acuerdo con la Escala de Stover modificada por Gauhl (Figura 1).												Total	60						
												Promedio	12.0						

Otra de las variables estimadas para Sigatoka negra es la hoja más joven enferma (HMJE) o “YLI” de sus siglas en inglés. Esta variable se identifica como la primer hoja (más joven) que muestra síntomas visibles de la enfermedad, la cual usualmente se identificará con el grado 1 de la escala. La hoja más joven se identifica con el número en negrita y la casilla coloreada en color naranja (**Cuadro 2**). El número total de hojas se divide entre el número de plantas evaluadas, cuyo promedio representa la hoja más joven enferma.

Cuadro 2. Estimación de la hoja más joven enferma.

P	Posición de la hoja															H/P	YLI	YLS	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
1									1	2	2							9	
2											1	2						11	
3										1	2	3						10	
4										1	1	2	3					10	
5									1	1	2	2						9	
El número en cada casilla indica el grado de severidad de acuerdo con la Escala de Stover modificada por Gauhl (Figura 1).															Total	49			
															Promedio	9.8			

De igual forma se estima la hoja más joven con necrosis (HMJN) o “YLS”. Esta hoja se identifica como la hojas más joven que muestra el grado 2 de la escala, ya que se considera que cuando se alcanzan más de 10 manchas y menos del 5% del área afectada, habría presencia de síntomas del estadio 6 de la escala de Fouré. La hoja más joven con necrosis se identifica con el número en negrita y sombreado con color verde (**Cuadro 3**). El número total determinado se divide entre el número de plantas evaluado, y cuyo promedio indicará la hoja más joven con necrosis.

Cuadro 3. Estimación de la hoja más joven con necrosis.

P	Posición de la hoja															H/P	YLI	YLS		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
1									1	2	2									10
2											1	2								12
3										1	2	3								11
4										1	1	2	3							12
5									1	1	2	2								11
El número en cada casilla indica el grado de severidad de acuerdo con la Escala de Stover modificada por Gauhl (Figura 1).															Total		56			
															Promedio		11.2			

Tanto la hoja más joven enferma como la hoja más joven con necrosis son indicativos del progreso de la enfermedad. Cuánto más joven es la hoja, mayor es el nivel de infección presente. La evaluación de la fluctuación de ambas variables permite estimar el comportamiento de la enfermedad, y tomar las decisiones apropiadas sobre las medidas de control.

Finalmente se determina el porcentaje de hojas enfermas, para lo cual se contabiliza el número de hojas en cada grado. Para ello se determina el total de hojas por grado, y se calcula el porcentaje respectivo dividiendo esta suma entre el número total de hojas presente (**Cuadro 4**).

Cuadro 4. Estimación del porcentaje de hojas enfermas por cada grado de la escala.

P	Posición de la hoja															0	1	2	3	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15					
1									1	2	2						8	1	2	
2											1	2					10	1	1	
3										1	2	3					9	1	1	1
4										1	1	2	3				9	2	1	1
5									1	1	2	2					8	2	2	
El número en cada casilla indica el grado de severidad de acuerdo con la Escala de Stover modificada por Gauhl (Figura 1).																Total	44	7	7	2
																Porcentaje (%)	73	12	12	3

El porcentaje de hojas infectadas por tanto será la suma de cada uno de los grados presentes (grado 1 al 6), o bien, por el resultado de la sustracción de 100 menos el porcentaje de hojas en grado 0. No obstante, esta variable subestima la severidad de la enfermedad dado que no refleja el porcentaje de área afectada.

$$\% \text{ Hojas Infectadas} = \sum \% \text{ Hojas Infectadas por grado (1-6)}$$

$$\% \text{ Hojas infectadas} = 12 + 12 + 3 = 27$$

$$\% \text{ Hojas Infectadas} = 100 - \% \text{ Hojas Sanas (Grado 0)}$$

$$\% \text{ Hojas Infectadas} = 100 - 73 = 27$$

La utilización de una variable que consolide los diferentes grados de severidad refleja de mejor forma el nivel de infección presente en la plantación. En la industria bananera se han empleado diferentes variables con ese fin. Aquí se presentan dos de ellas: el Promedio Ponderado de Infección (PPI, Marín y Romero, 1992) y el Índice de Infección (II, Romero, 1994).

El **Promedio Ponderado de Infección (PPI)** se calcula sumando el producto del porcentaje de cada grado de infección por el grado respectivo y dividiendo entre 100. Esta variable fluctúa entre 0 y 6, donde entre mayor es el valor, mayor es la severidad.

$$\text{PPI} = \sum (\% \text{ Hojas Infectadas por grado} \times \text{grado correspondiente}) / 100$$

$$\text{PPI} = (12 \times 1 + 12 \times 2 + 3 \times 3) / 100 = 0.45$$

El **Índice de infección (II)** es una expresión porcentual de la severidad de la enfermedad calculado mediante la sumatoria del producto de la cantidad de hojas en cada grado por el grado respectivo, dividido por el número de grados evaluados menos 1, y multiplicados por el número de hojas evaluadas, lo cual finalmente se multiplica por 100. Este índice fluctúa de 0 a 100, donde valores mayores indican mayor nivel de severidad.

$$II = \left[\frac{\sum (\text{No.Hojas Infectadas por grado} \times \text{grado correspondiente})}{(\text{Grados evaluados} - 1) \times \text{Hojas totales evaluadas}} \right] \times 100$$

$$II = \left[\frac{(7 \times 1 + 7 \times 2 + 2 \times 3)}{(7 - 1) \times 44} \right] \times 100$$

$$II = 10.2$$

El seguimiento periódico de las variables descritas en este instructivo y su correlación con variables climáticas son elementos fundamentales para una definición racional y objetiva de los programas de aplicación de fungicidas. Se recomienda la evaluación semanal o quincenal de diferentes áreas en la finca, con la finalidad de mejorar el conocimiento del comportamiento de la enfermedad en el tiempo.

Literatura Consultada

Fouré, E. 1985. Black leaf streak disease of bananas and plantains (*Mycosphaerella fijiensis* MORELET). Study of the symptoms and stages of disease in Gabon. IRFA, París.

Gauhl, F. 1989. Epidemiología y ecología de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), en plátano (*Musa* sp.) en Costa Rica. Tesis Ph.D. Univ. Gottingen (Alemania). Trad. Por Jaime Espinoza. Unión de Países Exportadores de Banano (UPEB). 126 p.

Marín, D.; Romero, R. 1992. El combate de la Sigatoka negra. Corporación Bananera Nacional, S.A., Departamento de Investigaciones, Boletín de No. 4.

Romero, R.A. 1994. Calculation of infection index. Technical Guidelines for IMTP Phase II: Sigatoka Sites. P.277. In D.R. Jones ed. The improvement and testing of *Musa*: a global Partnership. Proceeding of the First Global Conference of the International *Musa* Testing Program held at FHIA, Honduras, International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP). France.

Romero, R.A.; Pérez-Vicente, L.; Guzmán, M. 2018. Chemical Control. In Sigatoka Leaf Spots, Handbook of Diseases of Banana, Abacá and Enset, D.R. Jones, ed. (*in press*)

Stover, R.H. 1971. A proposed international scale for estimating intensity of banana leaf spot. Tropical Agriculture. 48:185-196.