

**INSTRUCTIVO PARA LA EVALUACION DEL ESTADO DE EVOLUCIÓN DEL
SISTEMA DE PREAVISO BIOLÓGICO PARA SIGATOKA NEGRA
(*Mycosphaerella fijiensis* MORELET)**

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

El método de preaviso fue desarrollado inicialmente por Ganry y Meyer (1972) con la finalidad de tener información de la severidad y la velocidad de evolución de la enfermedad. El sistema posteriormente fue adaptado por Ternesien (1985) y Fouré (1987) basándose en la presencia del síntoma más avanzado de los seis estadios de desarrollo de la enfermedad (Fouré, 1985) en las hojas II, III y IV, incluyendo la intensidad de síntomas presentes en la hoja a partir de un número arbitrario de 50 lesiones (Romero *et al*, 2018).

Este procedimiento estima la variable conocida como “Estado de Evolución”, el cual es representativo de la velocidad de evolución de la enfermedad. El método consiste en el seguimiento semanal de 10 plantas jóvenes por parcela o sitio de muestreo.

No existe un número determinado de sitios de evaluación a definir, ya que eso dependerá de la homogeneidad de la finca. Sin embargo, a pesar de la homogeneidad no se recomienda tomar la decisión con base en sólo una muestra de 10 plantas. Como mínimo se sugiere una parcela por cada 50 ha.

El sistema fue originalmente concebido para trabajar con plantas jóvenes (plantillos), donde las plantas deben tener un crecimiento normal, y que sean representativas del comportamiento de la finca. Se recomienda iniciar con 5 a 6 hojas verdaderas. Se han desarrollado diferentes estrategias para evitar el uso de parcelas, desde el uso de hijos dentro de la plantación (Marín y Romero, datos sin publicar), así como la remoción de las puntas de hojas en plantas próximas a floración o recién paridas para determinar la presencia de los síntomas iniciales de la enfermedad.

Las primeras observaciones consideran la emisión foliar; por tanto, se deben marcar las hojas de abajo hacia arriba, indicando el número de hojas emitidas (**Figura 1**). Adicionalmente, se debe indicar el estado de la hoja candela, siguiendo los cinco estados de desarrollo descritos por Brun (1963, **Figura 2**).

Una vez anotado el número de hojas y el estado de candela, se debe evaluar el estadio de enfermedad (Fouré, 1985; **Cuadro 1**) más avanzado presente en las hojas II, III y IV. El conteo de estas hojas se realiza de forma inversa, de arriba hacia abajo (**Figura 4**), sin considerar la hoja candela.



Figura 1. Conteo de hojas para la determinación de la emisión foliar.

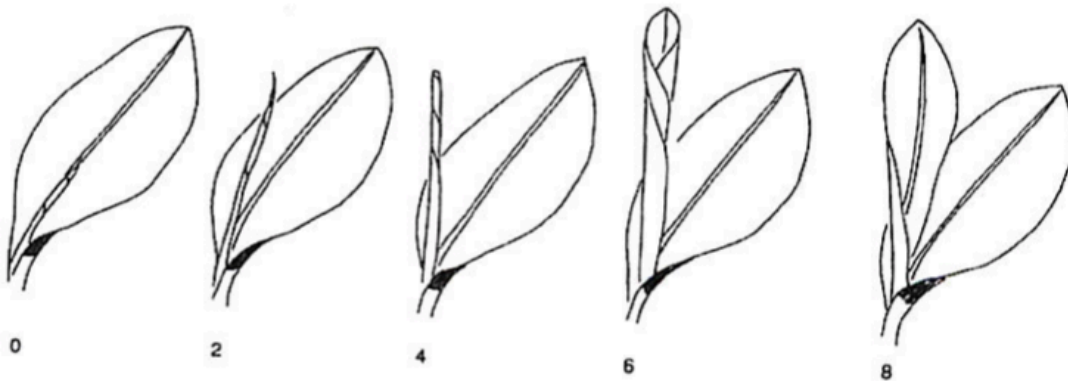


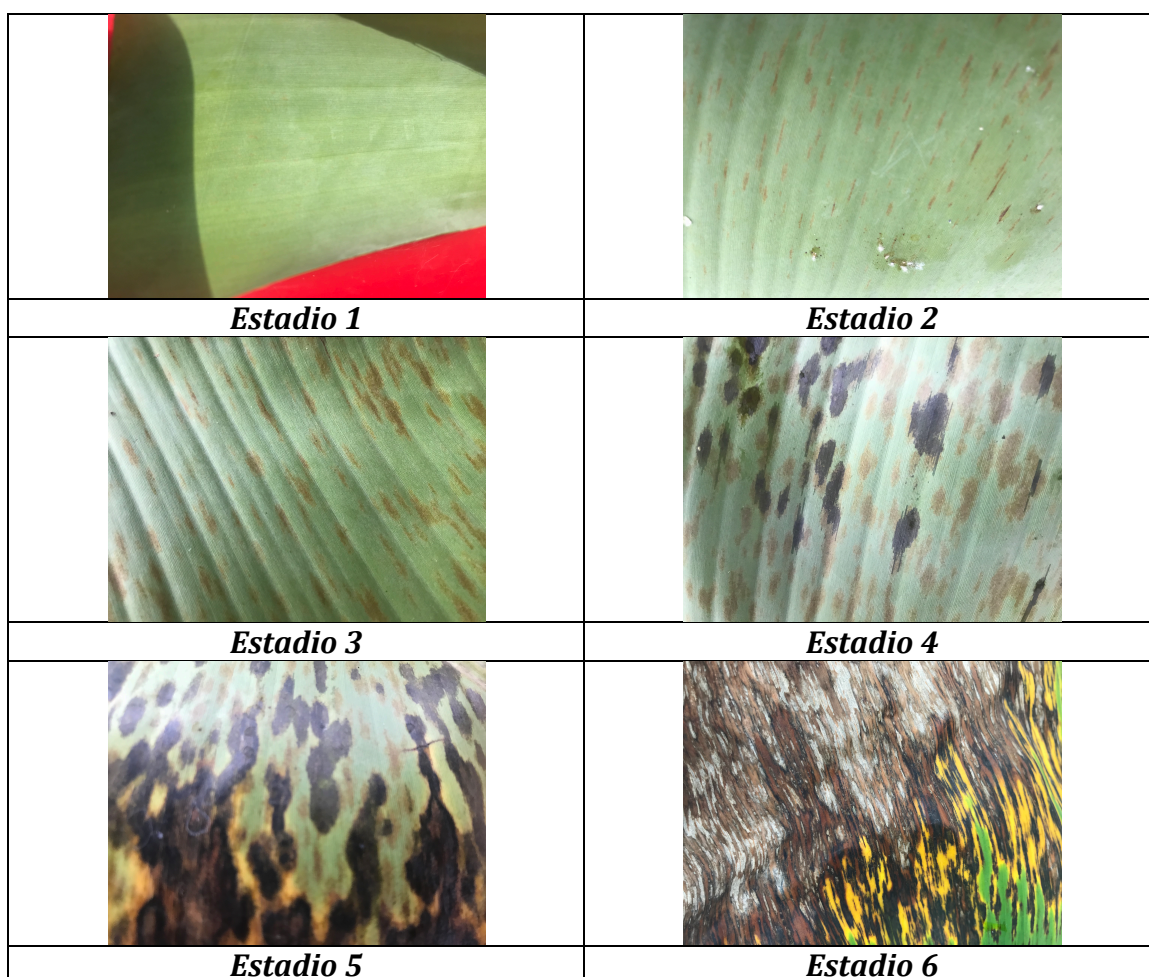
Figura 2. Estados de candela de acuerdo con la Escala de Brun (1963).

La densidad del ataque también debe anotarse, tomando como referencia la cantidad de síntomas observados, sin son mayores o menores a 50 lesiones, para lo cual se emplean los signos más (+) y menos(-), dependiendo si se supera es umbral o no.

Las evaluaciones deben realizarse a intervalos fijos de siete días, hasta donde sea posible, sobre si las mismas plantas.

Cuadro 1. Estadios de desarrollo de la Sigatoka negra (Meredith y Lawrence, 1969; Fouré, 1985).

Estadios	Descripción del Síntoma
1	Pequeña decoloración o depigmentación que sólo es observable en el envés de la hoja. Incluye una pequeña pizca de color café rojizo dentro del área decolorada. No es visible
2	Pequeña estría de color café rojizo visible en el haz y el envés
3	La estría aumenta su grosor y longitud, se mantiene de color café rojizo
4	El tamaño de la lesión continua en aumento, donde hay cambio de color café oscuro en el envés, y color negro en la haz
5	La mancha negra está rodeada por un halo amarillo (clorótico)
6	La mancha sufre nuevamente un cambio de color, empieza a deprimirse, y en la zonas más claras (gris-blanco) se observan las peritecios (puntos negros)



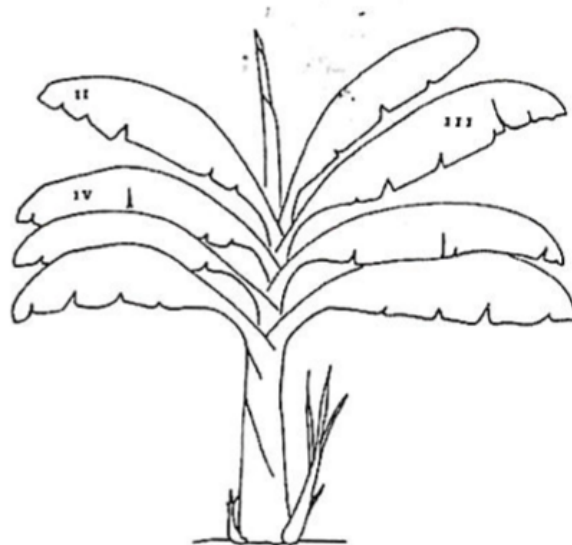


Figura 4. Ubicación de las hojas II, III y IV para la evaluación de preaviso biológico.

A continuación se presenta un ejemplo de una evaluación (**Cuadro 2**), así como los pasos requeridos para la determinación de la “Suma Bruta” y del “Estado de Evolución”.

Cuadro 2. Evaluación de Preaviso Biológico.

Planta	EFP	EFA	REF	CC	Estado de la Enfermedad		
					II	III	IV
1	13,6	14,8				1-	1+
2	12,6	13,6				1-	2-
3	14,6	15,8			1-	1-	1+
4	14,0	15,0				1-	2-
5	14,8	15,8				1-	2-
6	13,8	14,4			1-	1-	2-
7	13,6	14,8				1-	1+
8	12,4	13,2			1-	1-	2-
9	12,2	13,2				1-	2-
10	13,8	14,8				1-	2-

EFP: Emisión Foliar Pasada

EFA: Emisión Foliar Actual

REF: Ritmo de Emisión Foliar (EFA – EFP)

CC: Corrección de Candela (Estado de candela x número hojas con síntomas)

El primer paso es el cálculo del ritmo de emisión foliar (REF), el cual se determina por la sustracción entre la Emisión Foliar Actual (EFA) menos la Emisión Foliar Pasada (EFP). Adicionalmente se debe calcular el factor de corrección de candela (CC), el cual se determina multiplicando el estado de candela actual por el número de hojas enfermas (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Cálculo del Ritmo de Emisión Foliar (REF) y el factor de Corrección de Candela (CC).

Planta	EFP	EFA	REF	CC	Estado de la Enfermedad		
					II	III	IV
1	13,6	14,8	1,2	16		1-	1+
2	12,6	13,6	1,0	12		1-	2-
3	14,6	15,8	1,2	24	1-	1-	1+
4	14,0	15,0	1,0	0		1-	2-
5	14,8	15,8	1,0	16		1-	2-
6	13,8	14,4	0,6	12	1-	1-	2-
7	13,6	14,8	1,2	16		1-	1+
8	12,4	13,2	0,8	6	1-	2-	2-
9	12,2	13,2	1,0	4		1-	2-
10	13,8	14,8	1,0	16		1-	2-
Suma			10,0	122			
N (días entre evaluaciones)			7				
REFa (actual)			1,43				
REFp (pasado)			1,52				
REFx (promedio)			1,48				

Ejemplo:

1. REF = EFA - EFP

Planta 1: 14,8 - 13,6 = 1,2

2. CC = Estado de candela x número hojas enfermas

Planta 1: 8 x 2 = 16

3. REFx = (REFa + REFp) / 2

REFx = (1,43 + 1,52) / 2 = 1,48

El Ritmo de Emisión Foliar Actual (RFEFa) se calcula dividiendo la sumatoria de los Ritmos de Emisión Foliare individuales (REF) entre el número de días entre dos evaluaciones (N). Esta variable se interpreta como el número de hojas emitidas cada 10 días.

El Coeficiente de Evolución (CE) se requiere para calcular el Estado de Evolución, y se calcula de multiplicar la sumatoria de las correcciones de candela (CC) por 2.

$$CE = \sum CC \times 2 = 122 \times 2 = 244$$

Para el cálculo de la Suma Bruta (SB) y el Estado de Evolución (EE) se requiere calcular el valor acumulado de infección basado en el número de lesiones por cada hoja, multiplicado por un coeficiente arbitrario (**Cuadro 4**). En el **Cuadro 5**, se ilustra el cálculo correspondiente a la Suma Bruta.

Cuadro 4. Coeficientes arbitrarios de severidad.

Síntoma	Posición de la hoja		
	II	III	IV
1 -	60	40	20
1 +	80	60	40
2 -	100	80	60
2 +	120	100	80
3 -		120	100
3 +			120

Cuadro 5. Cálculo de la Suma Bruta.

Planta	EFP	EFA	REF	CC	Estado de la Enfermedad		
					II	III	IV
1	13,6	14,8	1,2	16		1-	1+
2	12,6	13,6	1,0	12		1-	2-
3	14,6	15,8	1,2	24	1-	1-	1+
4	14,0	15,0	1,0	0		1-	2-
5	14,8	15,8	1,0	16		1-	2-
6	13,8	14,4	0,6	12	1-	1-	2-
7	13,6	14,8	1,2	16		1-	1+
8	12,4	13,2	0,8	6	1-	2-	2-
9	12,2	13,2	1,0	4		1-	2-
10	13,8	14,8	1,0	16		1-	2-

Síntomas	Hojas Infechadas			Por Coeficiente		
	II	III	IV	II	III	IV
1 -	3	9		180	360	
1 +			3			120
2 -		1	7		80	420
2 +						
3 -						
3 +						
SUMA				180	440	540
SUMA BRUTA				1,160		

Para el cálculo final del Estado de Evolución, se toma la Suma Bruta y se corrige sustrayendo el Coeficiente de Evolución (CE) para obtener la Suma de Evolución (SEV). El producto de la Suma de Evolución por el Ritmo de Emisión Foliar Promedio producirá la variable Estado de Evolución (EE).

Ejemplo de Cálculo:

$$\text{SEV} = \text{SB} - \text{CE}$$

$$\text{SEV} = 1,160 - 244 = 916$$

$$\text{EE} = \text{SEV} \times \text{REFx}$$

$$\text{EE} = 916 \times 1,48 = 1,356$$

El seguimiento semanal de la fluctuación del “Estado de Evolución” permite determinar el efecto de las condiciones climáticas en el desarrollo de la enfermedad, y es una herramienta muy útil para definir la estrategia fungicida a seguir.

Literatura Consultada

Brun, J. 1963. La Cercosporiose du bananier. Thèse Doctorat d'Etat, Université de París.

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.

Fouré, E. 1988. Stratégies de lutte contre la Cercosporiose noire des bananiers et plantains provoquée par *Mycosphaerella fijiensis* MORELET. L'avertissement biologique au Cameroun. Evaluation des possibilités d'amélioration. Fruits 43(5):269-274.

Ganry, J; La Ville, E. 1983. Les Cercosporioses des bananiers et leurs traitements. Evolution des methodes de traitement. 1. Traitement fongicides. 2. Avertissement. Fruits 38 (1):3-20.

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.

Meredith, D.; Lawrence, J. 1969. Black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*): symptoms of the disease in Hawaii and notes on the conidial state of the causal fungus. Transaction British Mycological Soc. 52:459-476.

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.

Ternesien, E. 1985. La cercosporioses des bananiers et plantains. Méthodes de lutte-Avertissements. Perspectives au Cameroun. Mémoire de fin d'études. IRFA, París.