

Capítulo 4

*Monitoramento
da Severidade da
Sigatoka Negra na
Cultura da Banana*

MONITORAMENTO DA SEVERIDADE DA SIGATOKA NEGRA NA CULTURA DA BANANA

Wilson da Silva Moraes
Silvia Helena Modenese Gorla da Silva
Eduardo Fukuda
Cristiane Mendes da Silva
José Carlos de Mendonça

Introdução

A Sigatoka Negra é a mais severa e destrutiva doença foliar da bananeira em todas as áreas produtoras no mundo. O fungo *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal da doença, inicia a infecção pelas folhas mais novas da planta, exibindo sintomas que evoluem de pequenos pontos a estrias marrons e destas às manchas negras e necróticas, que reduzem os tecidos fotossintetizantes e a produção de frutos (Fig. 1). Para o bananicultor conviver com esta doença, o grande desafio consiste em manter um número mínimo de 10 a 12 folhas sadias e funcionais até o momento da floração, quando a planta cessa a emissão de novas folhas.

Devido à agressividade do fungo, já constatada em várias regiões produtoras do mundo, inclusive na América Central, a doença suplantou a Sigatoka Amarela num período de quatro anos e quadruplicou o número de pulverizações de fungicidas (OROZCO-SANTOS, 1998; MARÍN; ROMERO, 1992).

No Brasil, o primeiro registro da doença deu-se em 1998, nos Municípios de Tabatinga e Benjamin Constant, Estado do Amazonas, na

fronteira com a Colômbia e o Peru, e depois foi disseminada para toda a região Amazônica (PEREIRA *et al.*, 2000). No Estado de São Paulo, a doença chegou em 2004, conforme diagnóstico realizado pelo Instituto Biológico, a partir de material vegetal proveniente do Município de Miracatu, no Vale do Ribeira (FERRARI *et al.*, 2005). Porém, imediatamente após esta constatação, foi confirmada a presença da doença em praticamente todas as áreas produtoras de banana do Estado. Isso foi possível graças aos levantamentos feitos pela Coordenadoria de Defesa Agropecuária e exames laboratoriais realizados pelo Instituto Biológico em 1.474 amostras, sendo 805 positivas e 669 negativas para Sigatoka Negra (NOGUEIRA; FERRARI, 2005).

Já em 2005, ocorreu o primeiro registro da presença exclusiva da Sigatoka Negra em alguns bananais comerciais do Vale do Ribeira, conforme levantamentos, diagnósticos e monitoramentos realizados por MORAES *et al.* (2005b). Um ano após a identificação dos focos iniciais, onde a Sigatoka Negra e a Sigatoka Amarela coexistiam na mesma planta ou plantação, observou-se suplantação e o domínio da

Negra sobre a Amarela, tanto em bananais tratados como não tratados com fungicidas (Fig. 1). Este registro serviu de alerta para que os bananicultores, agrônomos, autoridades do setor produtivo e os pesquisadores implantassem medidas urgentes para a redução do inóculo do fungo, sob pena de, num curto prazo de tempo, as aplicações mensais de fungicidas tornarem-se quinzenais ou, talvez, semanais, como ocorreu na Costa Rica, onde são necessárias 48 a 52 aplicações anuais de fungicidas para se conviver com a doença.

Este capítulo tem por objetivo apresentar a metodologia adotada mundialmente para se estimar a severidade da Sigatoka Negra na cultura da banana, bem como descreve um aplicativo computacional desenvolvido com base nessa metodologia para auxiliar engenheiros agrônomos, técnicos e bananicultores quanto ao monitoramento da severidade da doença e a indicação do momento correto e da frequência de aplicações de fungicidas de forma mais objetiva.

Ciclo da Sigatoka Negra ou ciclo de *Mycosphaerella fijiensis*

O monitoramento semanal da severidade da Sigatoka Negra requer o entendimento da biologia do fungo e da planta de banana como os estádios de desenvolvimento do fungo agente causal, assim como da evolução dos sintomas da doença resultantes da interação entre fungo/bananeira. A Sigatoka Negra

tem como agente causal o fungo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet que ataca, primeiramente, a folha mais nova da planta, conhecida como folha vela. Esta folha, uma vez infectada, vai amadurecendo na planta à medida que são emitidas novas folhas. Assim, uma infecção localizada na folha vela evolui para os sintomas típicos da doença como estrias-marrons na face inferior da folha e manchas negras e necróticas na face superior da folha, que passa a ser visualizada na quarta e, ou quinta folha a partir da folha vela, respectivamente.

O ciclo da Sigatoka Negra inclui duas fases reprodutivas do fungo, sendo uma assexuada, com abundante produção de conídios em conidióforos livres, denominada *Paracercospora fijiensis*, e outra sexuada com produção abundante de ascósporos em peritécios, denominada *M. fijiensis*. Cada fase apresenta importância particular no desenvolvimento do fungo e dos sintomas da doença na planta (Fig. 2).

De modo geral, as doenças infecciosas ou parasitárias envolvem uma sequência de processos ordenados que parte da sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e finalizam com a reprodução do fungo (Fig. 2). A infecção começa com a chegada dos esporos sexuais (ascósporos) na superfície inferior da folha vela de plantas sadias. Estes ascósporos são liberados e disseminados (disseminação) a partir das manchas necróticas em folhas velhas de plantas severamente atacadas (sobrevivência = inóculo primário) que, ao atingirem

a superfície inferior da folha vela, germinam e penetram através dos estômatos, onde iniciam uma relação parasitária (infecção) com as células em torno dos mesmos. Durante o desenvolvimento da folha vela ocorre o desenrolamento lento e gradual que expõe, primeiramente, a superfície inferior direita da folha aos ascósporos suspensos no ar. Esta é a fase de maior vulnerabilidade da planta ao ataque deste fungo, uma vez que os ascósporos interceptam os estômatos localizados na face abaxial da folha vela que, durante seu desenvolvimento, mantém-se na posição vertical.

Após o estabelecimento da infecção dá-se início ao processo de colonização. Este processo corresponde à distribuição do crescimento do fungo (hifas) no interior do tecido foliar, na busca de nutrientes necessários ao seu desenvolvimento. Nesta fase, ocorre a morte das células em torno dos estômatos e começa a exibição dos primeiros sintomas característicos da doença, como a despigmentação seguida de descoloração, as quais tomam a forma de pontos circulares de coloração marrom café, restritos a duas nervuras terciárias.

Dependendo da intensidade das infecções, estes pequenos pontos coalescem e tomam a forma de traços, também restritos às duas nervuras terciárias, e estes, por sua vez, se juntam formam estrias, ultrapassando desta vez os limites das nervuras terciárias. Estes estádios iniciais do desenvolvimento dos sintomas da

doença são assim caracterizados: 1. Pontos; 2. Traços; 3. Estrias, todos de coloração marrom-café, visualizados na superfície inferior das folhas mais novas da planta, sempre com auxílio de lentes de aumento de 10 a 20 vezes (estádios 1 e 2) ou a olho nu (estádio 3) (Fig. 3).

Concomitante ao processo de colonização dos tecidos foliares pelas hifas do fungo, caracterizada pelo crescimento vegetativo do fungo, ocorre também exibição dos sintomas precoces da doença. A partir das estruturas vegetativas do fungo (hifas ou micélio) são diferenciadas as estruturas reprodutivas assexuadas, denominadas conidióforos e conídios (inóculo secundário). Durante o desenvolvimento dos estádios iniciais da doença, essas estruturas reprodutivas são produzidas no interior das lesões, sendo os conidióforos de cor marrom-café com até 5 subdivisões ou septos, e os conídios hialinos ou transparentes com até 11 células e uma cicatriz na sua extremidade anterior.

Esse processo ocorre sempre na superfície inferior da folha, quando as condições climáticas e nutricionais são favoráveis ao desenvolvimento do fungo. Este processo tem importância fundamental no estabelecimento inicial da doença e continua até o completo amadurecimento das lesões. Os esporos assexuados (conídios) são produzidos, inicialmente, na extremidade direita inferior da folha e, depois, disseminados à curta distância pelos respingos de chuvas e, ou

ventos e atingem, gradativamente, novas partes da mesma folha, onde germinam e penetram novamente pelos estômatos e, assim, atingem a outra extremidade da folha, distribuindo as infecções secundárias em todo o limbo foliar.

Enquanto a fase assexuada continua na face inferior da folha, as lesões evoluem para a face superior, exibindo coloração negra. Essa mudança ocorre em função do esgotamento dos nutrientes na área lesionada, culminando com a morte das células e a necrose dos tecidos foliares. Assim, os sintomas evoluem para os estádios: 4. Mancha negra; e 5. Mancha negra com o centro necrosado. Este último é considerado o estágio final da doença, caracterizado pela presença de lesões maduras que, quando coalescidas, exibem uma grande área necrosada ou "queimada" da folha. Nestas lesões, ocorre a formação de corpos de frutificação do fungo, denominadas de peritécios ou pseudotécios, que abrigam os esporos sexuais (ascósporos) e são visualizados com lente de aumento como inúmeros pontos pretos (Fig. 3).

Os ascósporos são produzidos abundantemente nas lesões velhas (até 5.000/lesão), os quais são disseminados pelos ventos e chuvas para as folhas de plantas sadias da touceira ou touceiras circunvizinhas ou, ainda, para as plantações mais distantes, dando continuidade aos novos ciclos de infecção fungo (ciclos secundários), especialmente em alternância de condições de elevada umidade relativa, chuvas, temperaturas e ventos fortes (Fig. 2).

Monitoramento da severidade da Sigatoka Negra

A severidade da Sigatoka Negra na cultura da banana depende das diferentes condições climáticas predominantes nas áreas de cultivo. Em regiões com predomínio de temperaturas e precipitações mais elevadas a severidade tende a ser maior. De outro lado, nos meses mais frios e menos chuvosos a severidade tende a ser menor. Essas são fortes evidências da influência dos fatores climáticos sobre a severidade da doença (MORAES *et al.*, 2006; PÉREZ, 2000).

Assim sendo, o sistema de previsão bio-climático constitui uma ferramenta indispensável para se conhecer a severidade da doença em diferentes épocas do ano e áreas de produção de banana e pode indicar o momento correto da aplicação de fungicidas, o intervalo de aplicação além de permitir a escolha e o uso do grupo químico de fungicida mais apropriado para cada época do ano.

A estimativa biológica ou monitoramento da severidade da Sigatoka Negra na cultura tem sido realizado pelo método de Estado da Evolução (EE), com base no sistema de pré-aviso biológico desenvolvido para avaliar a severidade da Sigatoka Amarela. Em 1988, este método foi adaptado por Fouré para estimar a evolução semanal da Sigatoka Negra e indicar o melhor momento para a aplicação de fungicidas (BU-REAU, 2004; PÉREZ, 1996).

Este método considera o ritmo de emissão foliar semanal (*REF*) de 10 plantas jovens até a floração,

amostradas a cada 50 hectares, e os estádios precoces do desenvolvimento dos sintomas (1. Ponto; 2. Traço; e 3. Estria), observados na segunda (II), terceira (III) e quarta (IV) folhas, a partir da folha vela (Fig. 3). O estado da evolução da severidade é definido pela equação: $EE = SEV \times REFx$; onde *SEV* é severidade semanal da doença e *REFx*, o ritmo de emissão foliar ponderado, determinado pela média do ritmo de emissão foliar da semana passada (*REFp*) e da semana atual (*REFa*) (Fig. 5).

A partir desse método, MORAES *et al.* (2005a) desenvolveram um aplicativo computacional, em planilha eletrônica do MS-Excel (Fig. 5), que estima a severidade da doença com base na evolução dos estádios de desenvolvimento dos sintomas e do ritmo de emissão foliar semanal (Fig. 4). Para isso, os estádios definidos por Fouré, em 1988, foram redefinidos (Fig. 3), a fim de melhorar a operacionalização do método, sendo: 1. Ponto; 2. Traço; 3. Estria; 4. Mancha negra; 5. Mancha negra com halo amarelo; e 6. Mancha negra com centro necrosado. Os estádios 1, 2 e 3 são de coloração marrom-café e podem ser observados na superfície inferior da folha e os demais, na superfície superior. O estágio 1 foi redefinido com variações que vão desde um ponto minúsculo de pontos de despigmentação ou descoloração até a formação de pontos circulares de coloração marrom-café, sempre limitados entre duas nervuras terciárias da folha, e que pode ser visualizado apenas com lentes de aumento (10 a 20x).

O aplicativo realiza cálculos do estado da evolução da doença (EE) a partir da severidade semanal da doença (*SBC* = soma bruta corrigida), da emissão foliar atual (*EFA*) e passada (*EFP*), do ritmo de emissão foliar ponderado entre emissão passada e atual (*REFx*) e da correção da folha vela (*CV*). O EE é determinado semanalmente, durante um ano, em 52 planilhas vinculadas, sendo os resultados apresentados em gráfico (Fig. 5). De modo prático, o método consiste em selecionar ou amostrar 10 plantas em banais de até 50 hectares e, semanalmente, realizar a leitura ou observação dos estádios precoces de desenvolvimentos dos sintomas (1, 2 e 3), presentes na extremidade inferior direita das folhas II, III e IV, a partir da folha vela, além de coletar os dados da emissão foliar de cada planta.

Os estádios de desenvolvimento dos sintomas são apresentados na Figura 3 e variam desde pequenas descolorações ou pontos circulares de cor marrom-café até manchas negras com o centro necrosado. A emissão foliar é determinada pela contagem do número de folhas funcionais (totalmente verde e sadias ou com mais de 50% do limbo folicular verde sadio) na planta a partir da folha vela. Em bananeiras, a disposição das folhas apresenta duas espirais bem definidas: de um lado tem-se a espiral ímpar, que parte da folha I; e do outro lado, a espiral par, que parte da folha II. Os estádios de desenvolvimento da folha vela são

definidos conforme BRUM (1963), citado por OROZCO-SANTOS (1998), e variam de 0.0, 0.2, 0.4, 0.6 e 0.8, sendo 1.0, considerado uma folha inteira (Fig. 4).

Com o aplicativo computacional e os ajustes feitos na metodologia tem sido possível tornar mais simples a tarefa de monitorar a severidade da doença. Na Figura 5, observa-se a planilha eletrônica desenvolvida por MORAES *et al.* (2005a) para monitorar a severidade semanal da doença durante um ano. Para isso, basta preencher as colunas relativas a emissão foliar atual e a severidade da doença nas folhas II, III e IV (azul claro) que o estado da evolução (cor vermelha), será calculado automaticamente e a progressão ou regressão da severidade da doença aparecerá na planilha que contém o gráfico (Fig. 6).

Instruções para preenchimento da planilha

Primeiramente, 10 plantas jovens (6 a 8 folhas funcionais) devem ser selecionadas em até 50 hectares. A seleção deve ser criteriosa, de forma aleatória e representativa do bananal. As plantas devem ser saudáveis, bem distribuídas no bananal e localizadas, preferencialmente, na 3ª ou 4ª linha de plantio, a partir da estrada, ou canal de acesso a fim de evitar que a poeira dificulte a visualização das lesões precoces nas folhas. As plantas devem ser identificadas com fita plástica de cores vivas, devidamente numeradas de 1 a 10

e monitoradas até a emissão da inflorescência, quando devem ser substituídas por outras plantas jovens do próximo ciclo.

Como visto, o desafio do bananicultor é atingir pelo menos 10 folhas sadias ou funcionais no momento da floração, para garantir a produção de cada ano.

Na primeira leitura, de posse de uma planilha de campo, coletam-se apenas os dados relativos a emissão foliar atual (EFA) das 10 plantas. A partir da segunda leitura, passam a ser coletados os dados de emissão foliar atual e da severidade da doença nas folhas II, III e IV.

Passos a serem seguidos

Passo 1 - Identificar a data da leitura, área da propriedade e o número da semana do ano (de 1 a 52) do início da leitura ou monitoramento. Estes dados devem ser preenchidos apenas na primeira planilha, enquanto nas demais serão automaticamente preenchidas em intervalos pré-definidos de sete dias.

Para determinar o Estado da Evolução (em vermelho), basta preencher semanalmente a coluna de EFA e de Severidade da doença nas folhas II, III e IV (ambas em azul-claro).

Passo 2 - Na primeira leitura, colocar apenas a Emissão Foliar Atual (EFA) de cada planta, pois a Emissão Foliar Passada (EFP) será automaticamente vinculada à planilha anterior na semana seguinte. Lembre-se de usar apenas vírgula e não ponto para separar as casas decimais.

Monitoramento da severidade da Sigatoka Negra na cultura da bananal.

Planta Observada	Emissão Foliar				Severidade da Doença Folha				Estádios	Número de folhas infectadas	Pontuação obtida							
	EFA		CV		II		III				IV		II		III		IV	
	EFP	REF	REF	TDP	II	III	IV	1ª folha com estria			1ª folha com mancha	1ª folha morta	II	III	IV			
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		
Soma REF	0,0				Médias				0	0	Soma bruta = 0							
Soma CV	7 dias										CE = 2 x ΣCV = 0							
N Intervalo	0,000										Sbc = (SB-CE) = 0							
REFa											REFx = 0							
											Estádio de evolução = SEV x REFx							
											EE = 0,00							

Planta observada	Emissão foliar		
	EFP	EFA	REF
1		8,8	
2		7,8	
3		9,0	
4		7,2	
5		8,8	
6		9,8	
7		10,2	
8		7,2	
9		8,0	
10		9,4	

Passo 3 - O Ritmo de Emissão Foliar (REF) será calculado automaticamente, apenas na segunda semana e indicará o ritmo de emissão foliar semanal de cada planta, e do conjunto de dez plantas (4,0). Assim, o ritmo de emissão foliar atual (REFa) das dez plantas (0,571). Este último será definido pela equação $REFa = \frac{\text{Soma REF}}{np} \times \frac{10}{n}$, onde o np é o número de plantas (10) e o n no intervalo da leitura (7 dias), obtendo-se o valor igual a 0,571.

Planta observada	Emissão foliar			
	EFP	EFA	REF	CV
1	8,8	9,2	0,4	0
2	7,8	8,2	0,4	0
3	9,0	9,6	0,6	0
4	7,2	7,6	0,4	0
5	8,8	9,0	0,2	0
6	9,8	10,2	0,4	0
7	10,2	10,6	0,4	0
8	7,2	7,4	0,2	0
9	8,0	8,6	0,6	0
10	9,4	9,8	0,4	0
Soma REF	4,0			
Soma CV	0			
N (intervalo)	7 dias			
REFa	0,571			

$$REFa = \frac{\text{Soma REF}}{np} \times \frac{10}{n}$$

Passo 4 - Para preencher a EFA semanal de cada planta, basta acrescentar para quanto evoluiu o estágio atual da folha vela à frente da EFP de cada uma, sendo a EFA sempre crescente, independente do número de folhas funcionais de cada planta (Fig. 4). Ex 1: Planta 1: a EFP foi 8,8 e a EFA de 9,2, indicando que planta tinha 8 folhas funcionais e a folha vela estava no estágio 0,8. A emissão foliar passou de 8,8 para 9,0 e depois para 9,2, pois a folha vela evoluiu de 9,8 para 1,0 e desse para 0,2, emitindo 0,4 folhas na semana.

Passo 5 - A correção da vela (CV) é calculada ao final, com base no item 10, e tem por objetivo reduzir as variações da soma bruta devido à emissão de uma nova folha entre uma leitura e a outra. A diferença da soma bruta entre duas folhas corresponde a 20 pontos (Quadro 1, item 10). A variação entre cada estágio da folha "vela" e o próximo (0,0, 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8) é determinado pelo quociente de 20/5, portanto, é igual a 4 pontos (Fig. 4).

Para que todas as somas brutas atinjam o estágio da folha "vela" iguais a zero é necessário subtrair

da EFA de cada planta: 4 pontos para o estágio 0,2; 8 pontos para o estágio 0,4; 12 pontos para o estágio 0,6; 16 para 0,8. Na prática, para cada planta observada, multiplica-se o valor correspondente a parte decimal da folha "vela" da EFA de cada planta (0,2, 0,2, 0,6...) pelo número de folhas infectadas cujo valor seja diferente de zero (-2, -2, -2). Ex.: Planta 1: $3 \times 2 = 6$; Planta 2: $3 \times 2 = 6$; Planta 3: $3 \times 6 = 18$.

A soma de CV (126) é calculada automaticamente e será utilizada, ao final, na subtração da Soma Bruta para corrigir as diferenças entre os estádios das folhas "velas" das 10 plantas.

Passo 6 - A Severidade da Doença (SEV) é determinada pela constatação dos estádios precoces de desenvolvimento dos sintomas (1- Ponto, 2- Traço e 3- Estria) na segunda (II), terceira (III) e quarta (IV) folhas a partir da folha vela, ou seja, cada folha receberá uma nota em função do estágio de desenvolvimento dos sintomas presentes e da quantidade visualizada na folha. Colocar apenas um estágio

Planta Observada	Emissão Foliar				Severidade da Doença Folha		
	EFP	EFA	REF	CV	II	III	IV
1	8,8	9,2	0,4	6	-2	-2	-2
2	7,8	8,2	0,4	6	-2	-2	-2
3	9,0	9,6	0,6	18	2	2	-2
4	7,2	7,6	0,4	18	-2	2	-3
5	8,8	9,0	0,2	0	-2	2	-3
6	9,8	10,2	0,4	6	-2	2	-2
7	10,2	10,6	0,4	18	-1	-2	2
8	7,2	7,4	0,2	12	-1	3	3
9	8,0	8,6	0,6	18	-1	2	-2
10	9,4	9,8	0,4	24	-2	2	-2
Soma REF			4,0				
Soma CV				126			
N Intervalo			7 dias				
REFa			0,571				

$$REFa = \frac{\text{Soma REF} \times 10}{np \quad N}$$

e, preferencialmente, aquele mais evoluído que vale mais pontos em cada folha (Quadro 1, item 10).

*Para os estádios com mais de 50 unidades (+), basta adicionar o número, sem o sinal positivo: Ex. (1+) = 1; (2+) = 2; (3+) = 3.

*Para os estádios com menos de 50 unidades (-), deve ser indicado com o sinal negativo: Ex. (-1) = -1; (-2) = -2; (-3) = -3.

Passo 7 - As colunas referente a "1ª folha com estria" e "1ª folha com mancha" observada na planilha abaixo cor amarelo), devem ser preenchidas, respectivamente, com o número da primeira folha que existem sintomas de estrias marrons (lesão tipo 3), observada na face inferior, e com mancha negra (lesão tipo 4), observada na face superior da folha. Esta informação tem importância fundamental para verificação do efetivo controle da doença, uma vez que estas lesões devem seguir nas folhas mais velhas e mais baixas da planta e não nas folhas mais novas e mais acima na planta.

A coluna da "1ª folha morta" deve ser preenchida com o número

da primeira folha que não funcional, sem atividade fisiológica, ou seja, quando mais de 50% da folha apresenta-se amarelada e, ou necrosada.

* Interpretação dos resultados: quanto menor o número médio da folha mais nova com estrias ou com manchas negras, maior será a severidade da doença e vice-versa.

A transição entre o número médio de folhas com estrias e de folhas com manchas negras é determinante para a eficiência do controle químico, uma vez que os fungicidas sistêmicos aplicados, por via aérea ou terrestre, exercem maior efeito sobre as estrias do que sobre manchas. Em casos severos indica-se a desfolha das folhas ou de partes das folhas com manchas negras ou com manchas necróticas, pois uma boa aplicação de fungicida sistêmico, frequentemente, atinge as folhas mais novas (Vela, I, II, III, IV e V) com sintomas precoces da doença (1- Ponto, 2- Traço e 3- Estrias).

Planta Observada	Emissão Foliar					Severidade da Doença Folha			1ª folha com estria	1ª folha com mancha	1ª folha morta	Saldo de folhas
	EPF	EFA	REF	CV	TDP	II	III	IV				
1	8,8	9,2	0,4	6	-2	-2	-2	8,8	5	6	10	9
2	7,8	8,2	0,4	6	-2	-2	-2	7,8	5	7	9	8
3	9,0	9,6	0,6	18	2	2	-2	9,0	5	9	10	9
4	7,2	7,6	0,4	18	-2	2	-3	7,2	4	6	8	7
5	8,8	9,0	0,2	0	-2	2	-3	8,8	4	7	9	8
6	9,8	10,2	0,4	6	-2	2	-2	9,8	5	7	11	10
7	10,2	10,6	0,4	0	-1	-2	2	10,2	5	8	10	9
8	7,2	7,4	0,2	12	-1	3	3	7,2	3	4	8	7
9	8,0	8,6	0,6	18	-1	2	-2	8,0	5	7	9	8
10	9,4	9,8	0,4	24	-2	2	-2	9,4	5	8	9	8
Soma REF			4,0			Médias			4,6	6,9	9,3	8,3
Soma CV				126								
N Intervalo			7	dias	REFa = $\frac{\text{Soma REF} \times 10}{np}$							
REFa			0,571									

Passo 8 - A coluna referente à "1ª folha morta" na planilha anterior deve ser preenchida com o número da primeira folha não funcional sem atividade fisiológica ou ainda com mais de 50% do limbo foliar comprometido pelas lesões (necrosado) ou senescente (amarelado).

No item 4, ao acrescentar apenas o estágio atual da folha vela para se obter a *EFA*, pode-se cometer uma distorção, aumentando-se irreal, gradual e semanalmente o número de folhas funcionais. Este erro pode ser corrigido com a adição da coluna contendo o número da "1ª folha morta". A partir desse número será automaticamente subtraída uma unidade e resultará no "saldo de folhas funcionais" de cada planta e no "número médio de folhas funcionais" das 10 plantas.

Para isso, deve-se anotar o número da primeira folha morta, a fim de obter o saldo atual de folhas funcionais na planta para futuras correlações com a produção. Um controle químico eficiente é obtido com uma sequência de aplicações de fungicidas que busca manter, pelo menos, 10 a 12 folhas funcionais no momento da emissão da inflorescência.

Passo 9 - O número de folhas infectadas com os estádios 1, 2 e 3 será determinado pela transferência automática do número de folhas II, das dez plantas observadas, que apresentam o estágio -1; do número de folhas III, das dez plantas observadas, que apresentam o estágio +1; e assim por diante.

Passo 10 - A pontuação é obtida pelo produto do número de folhas

infectadas com os respectivos estádios e os coeficientes de severidade ou pontuação adotada para cada folha infectada, conforme o Tabela 1, Figura 5.

Tabela 1 - Coeficiente de Severidade da Sigatoka-Negra (Pontuação)

Estádio	Número da Folha		
	II	III	IV
-1	60	40	20
+1	80	60	40
-2	100	80	60
+2	120	100	80
-3	140	120	100
+3	160	140	120

Passo 11 - A Correção da Evolução (CE) será determinada pelo produto da Soma das Correções da Folha "Vela" das plantas observadas no item 5 (126) por 2: (CE = 126 * 2 = 252).

Passo 12 - A Severidade da doença (SEV) ou Soma Bruta corrigida (SBc) será a diferença entre a Soma Bruta e a Correção da Evolução (CE) calculada no item 11.

$$SEV = SBc = (SB - CE) = (2.680 - 252) = 2.428$$

Passo 13 - O Ritmo de Emissão Foliar Ponderado (REFx) será definido pela média aritmética entre o ritmo de emissão foliar atual e passado: $REFx = (REFa + REFp) / 2$ ou seja, $REFx = (0,571 + 0,159) / 2 = 0,365$.

Passo 14 - O Estado da Evolução será definido pelo produto da severidade da doença (SEV) e do ritmo de emissão foliar ponderado (REFx).

$$EE = SEV * REFx = (2.428 * 0,365) = 886,22$$

Planta Observada	Emissão Foliar					Severidade da Doença Folha				1ª folha com estria	1ª folha com mancha	1ª folha morta	Saldo de folhas	Estádios	Número de folhas infectadas			
	EFP	EFA	REF	CV	TDP	II	III	IV	II						III	IV		
1	8,8	9,2	0,4	6	-2	-2	8,8	IV	5	6	10	9	-1	3	0	0		
2	7,8	8,2	0,4	6	-2	-2	7,8	IV	5	7	9	8	1	0	0	0		
3	9,0	9,6	0,6	18	2	2	9,0	IV	5	9	10	9	-2	5	3	5		
4	7,2	7,6	0,4	18	-2	2	7,2	IV	4	6	8	7	2	2	6	2		
5	8,8	9,0	0,2	0	-2	2	8,8	IV	4	7	9	8	-3	0	0	2		
6	9,8	10,2	0,4	6	-2	2	9,8	IV	5	7	11	10	3	0	1	1		
7	10,2	10,6	0,4	0	-1	2	10,2	IV	5	8	10	9						
8	7,2	7,4	0,2	12	-1	3	7,2	IV	3	4	8	7						
9	8,0	8,6	0,6	18	-1	2	8,0	IV	5	7	9	8						
10	9,4	9,8	0,4	24	-2	2	9,4	IV	5	8	9	8						
Soma REF			4,0				Médias		4,6	6,9	9,3	8,3						
Soma CV				126														
N Intervalo				7														
REFa				0,571														

$$REFa = \frac{\text{Soma REF} \times 10}{np}$$

Passo 15 - O Estado de Evolução (EE) será transferido automaticamente para a planilha contendo o gráfico, a partir da planilha semanal (2 a 52). O momento da aplicação e o grupo químico do fungicida devem ser decididos com bom senso, ao se verificar no gráfico a segunda progressão consecutiva da severidade da doença ou, ainda, uma progressão superior a 200 pontos, principalmente, quando houve incidência de chuvas superior a 100 mm, durante uma ou duas semanas de antecedência. Lembre-se: quanto menor o número médio da folha mais jovem com estrias e, ou manchas negras, maior será a severidade da doença.

Passo 16 - Quando houver a necessidade de substituição de uma planta observada, deve-se anotar a emissão foliar atual da nova planta escolhida na mesma semana e transferi-lá para a coluna referente a troca de planta (TDP). Na semana seguinte, esta emissão foliar atual será, automaticamente, considerada passada, que servirá para a determinação da emissão foliar atual da planta substituída.

Considerações Finais

A severidade da Sigatoka Negra na cultura da banana tem sido avaliada por pesquisadores da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - APTA, Polo Regional do Vale do Ribeira, desde a primeira constatação dessa doença nos bananais da região, em 2004. Estes estudos permitiram a realização de

ajustes nesta metodologia, a qual tem sido mundialmente utilizada para se estimar a severidade da doença e indicar o momento correto e o intervalo da aplicação de fungicidas.

Dentre os ajustes realizados na presente metodologia está a redefinição dos estádios precoces de desenvolvimento dos sintomas da Sigatoka Negra, anteriormente definidos, optando-se pela simplificação em 1. Ponto, 2. Traço e 3. Estria. Além disso, estabeleceu-se o critério de priorizar o estádio de desenvolvimento dos sintomas ou lesão presente na folha, independente desta estar viva ou morta. E, finalmente, acrescentou-se uma coluna referente à "1ª folha morta", como forma de contabilizar o saldo de folhas funcionais e de folhas perdidas, tanto pela senescência natural como pela ação do fungo *M. fijiensis*.

Contudo, convém ressaltar que o monitoramento da severidade e o controle químico, por si só, não são suficientes para a convivência com a Sigatoka-negra em bananeiras suscetíveis como as dos grupos Cavendish e Prata, requerendo-se a integração de outras medidas, como a erradicação dos bananeais abandonados, desfolha sanitária das folhas com manchas negras e necróticas, seguida de amontoa, além da nutrição adequada das plantas e drenagem dos solos.

Além disso, deve-se atentar para o uso correto da sequência de aplicações de fungicidas, optando-se pelo uso do grupo químico dos triazóis (T) e das estrobilurinas (E) no período chuvoso e dos benzimidazóis (B) e protetores (P) no período

menos chuvoso. E, principalmente, da alternância destes grupos químicos dentro de cada período, optando-se pelas seqüências: T E T E T E ou T T E E T T ou ainda T/E T E T/E T (período chuvoso) e B P B P (período menos chuvoso). Desta forma, reduzem-se as chances do aparecimento de populações resistentes aos fungicidas e mantém-se o número de aplicações de fungicidas abaixo de 10, como ocorre atualmente bananeais comerciais do Vale do Ribeira, SP.

Com o detalhamento desta metodologia, espera-se contribuir, não para erradicação da doença, tarefa praticamente impossível, mas para mantê-la sob o nível de dano econômico, e que permita aos bananicultores a convivência com esta doença, que gradativamente tem se tornado a mais severa e destrutiva doença dos bananeais da região. Espera-se também, que as tecnologias aqui geradas ou ajustadas e a transferência de conhecimentos aos produtores, técnicos e engenheiros agrônomos com atuação regional e nacional, possam auxiliar na redução do número de aplicações de fungicidas, dos custos de proteção dos bananeais e da contaminação ambiental.

Agradecimentos

Ao Diretor Técnico de Divisão da APTA, Polo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira - DDD/APTA, Engº. Agrº. MSc. Luiz Alberto Saes, pela oportunidade oferecida ao pesquisador para a

realização das pesquisas sobre a diagnose, epidemiologia e controle da Sigatoka Negra.

Ao Diretor Técnico de Pesquisa do Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira - DDD/APTA, Engº. Agrº. Dr. Mauro Sakai, pelo apoio incondicional as pesquisas.

Aos funcionários da APTA, Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios do Vale do Ribeira, em especial ao João Batista Sales, Alberto José dos Santos, Abigail Antiquera Martins, Roberto Hauck Reichert, Neurelene Aparecida David de Souza, Ana Rosa Maebara e Ana Rosa Dias, pelo auxílio, pelo auxílio, pela convivência e amizade.

Referências

BUREAU, E. Manual prático para o controle da Sigatoka-negra em banana e plátano. São Paulo: Total do Brasil, 2004. 24p.

FERRARI, J.T.; NOGUEIRA, E.M.C.; GASPAROTTO, L.; HANADA, R.E.; LOUZEIRO, L.M. Ocorrência da Sigatoka-negra em bananais no Estado de São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.72, n.1, p.133-134, 2005.

MARÍN, D.H.; ROMERO, R.A. El combate de la Sigatoka-negra. Costa Rica: Corporación Bananera Nacional, 1992. 20p. (CORBANA. Boletín, 4).

MORAES, W.S.; FUKUDA, E.; MODONESE-GORLA DA SILVA,

S.H.; MENDONÇA, J.C.; LIMA, J.D.; MENDES, C.S. Aplicativo para estimativa biológica da Sigatoka-negra (*Mycosphaerella figiensis* Morelet). *Fitopatologia Brasileira*, v.30, p.193, 2005a. Suplemento. Trabalho apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 38., 2005, Brasília, DF. Resumos.

MORAES, W.S.; MENDONÇA, J.C.; FUKUDA, E.; MENDES, C.S.; LIMA, J.D.; SANTOS, A.J. dos Dominância da Sigatoka-negra em bananais do Vale do Ribeira. *Fitopatologia Brasileira*, v.30, p.193. 2005b. Suplemento. Trabalho apresentado no CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 38., 2005, Brasília, DF. Resumos.

MORAES, W.S.; FUKUDA, E.; MENDONÇA, J.C. de.; SILVA, C.M. da.; MODENESE-GORLA DA SILVA, S.H. Behaviour of black Sigatoka in banana plantations of the Ribeira Valley, São Paulo, Brazil. In: REUNIÃO INTERNACIONAL DA ASSOCIAÇÃO PARA COOPERAÇÃO NAS PESQUISAS SOBRE BANANA NO CARIBE E NA AMÉRICA TROPICAL - ACORBAT, 17., 2006, Joinville, SC. *Anais*. Joinville: EPAGRI ACORBAT, 2006. v.2. p.656-661. Disponível em: <http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/Acorbat06_2.pdf>. Acesso em: 20 out. 2008.

NOGUEIRA, E.M.C.; FERRARI, J.T. Situação e dispersão da Sigatoka-negra da bananeira no estado de São Paulo.

Summa Phytopathologica, v.31, n.1, p.33, 2005. Trabalho apresentado no CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, 21., 2005, Botucatu. Resumos.

OROZCO-SANTOS, M. *Manejo integrado de la Sigatoka-negra del Plátano*. Mexico, DF: INIBAP, 1998. 95p. (INIBAP. Folheto Técnico, 1).

PEREIRA, J.C.R.; GASPAROTTO, L.; COELHO, A.F.S.; VÉRAS, S.M. *Doenças da bananeira no Estado do Amazonas*. 3.ed. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2000. 12p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Circular Técnica, 20).

PÉREZ, L.V. Epidemiología de la Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) em Cuba. I. Prognóstico Bio-Climático de los Plátanos de los Tratamientos de Fungicidas en Bananos (*Musa acuminata* AAA). *Revista Mexicana de Fitopatología*, v.18, n.1, p.15-26, 2000.

PÉREZ, L.V. *Manual para el manejo integrado de Sigatoka-negra (Mycosphaerella fijiensis Morelet) y Sigatoka-amarilla (Mycosphaerella misicola Leach ex Mulder) en Banano y Plátano*. Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal, 1996. 49p.

FIGURAS

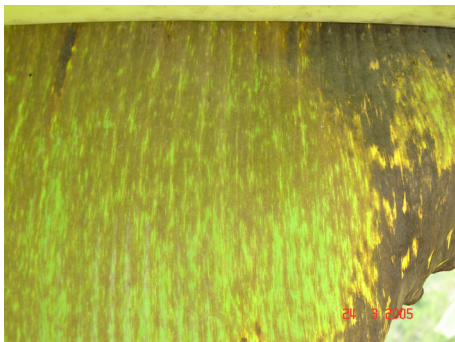


Fig. 1 - Sintomas típicos da Sigatoka Negra em folhas da bananeira 'Prata' (*Musa* AAB): estrias na face inferior (fase assexuada) e manchas negras e necróticas na face superior (fase sexuada do fungo *Mycosphaerella fijiensis*).

Monitoramento da severidade da Sigatoka Negra na cultura da bananal.



Fig. 2 - Ciclo da Sigatoka Negra, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis*, com produção de conídios em conidióforos (fase assexuada) e ascósporos em peritécios (fase sexuada).



Fig. 3 - Estádios de desenvolvimento dos sintomas da Sigatoka Negra: ponto, traço, estria, mancha negra, mancha com halo amarelo e mancha necrótica.



Fig. 4 - Estádios de desenvolvimento da folha "vela", conforme BRUM (1963), citado por OROZCO-SANTOS (1998) e BUREAU (2004).

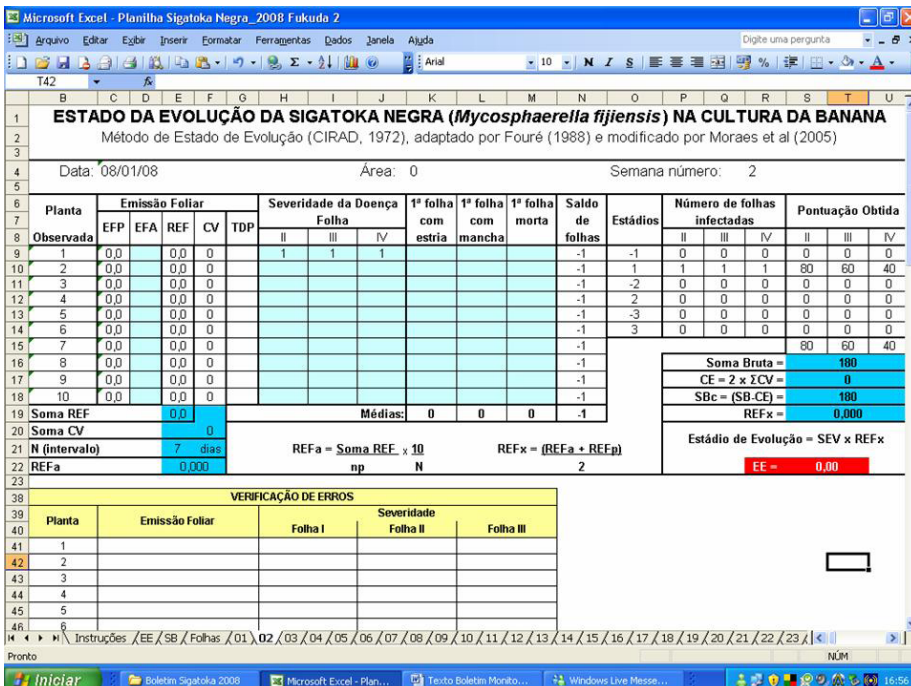


Fig. 5 - Planilha eletrônica em MS-Excel, desenvolvida por MORAES et al. (2005a) para o monitoramento da severidade da Sigatoka-Negra na cultura da banana.

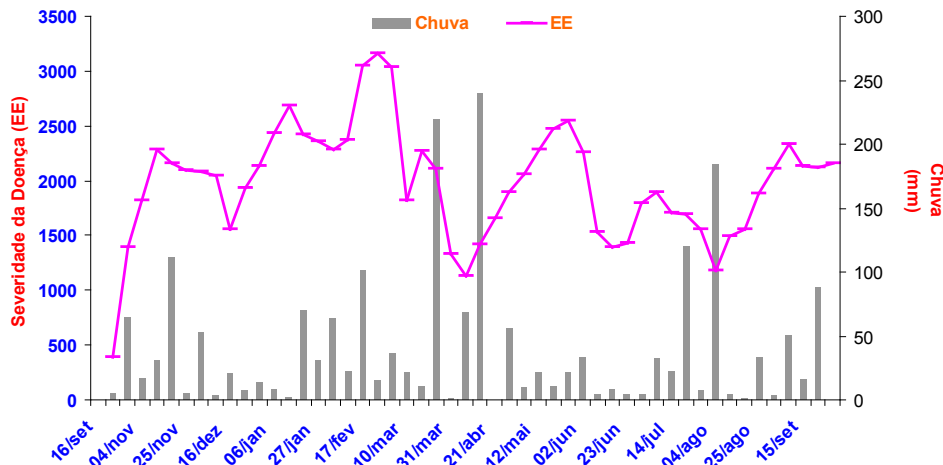


Fig. 6 - Estado da evolução da severidade da Sigatoka Negra (EE) em bananeiras 'Grand Naine', localizadas na Fazenda Experimental do Polo Regional do Vale do Ribeira, em Pariqueira, Açu, SP, durante o período de set/2008 a set/2009.