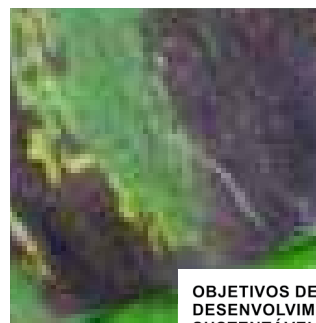
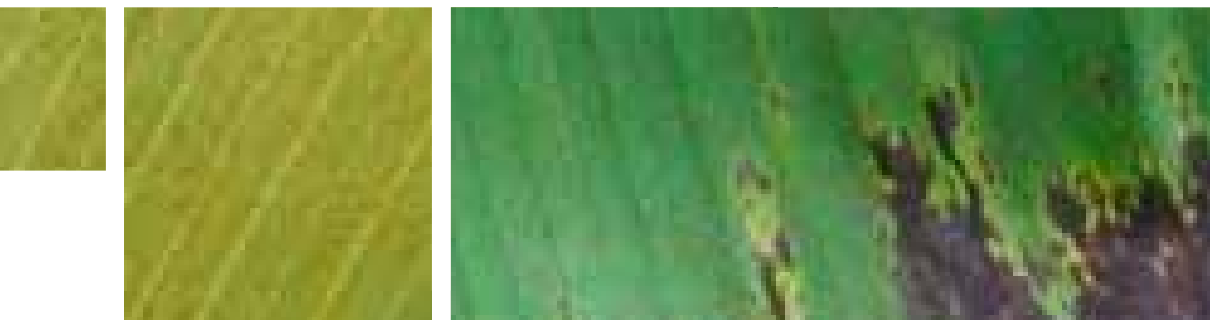


Sigatoka-negra da bananeira no estado da Bahia: zoneamento de risco climático e recomendações de manejo



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Mandioca e Fruticultura
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 251

Sigatoka-negra da bananeira no estado da Bahia: zoneamento de risco climático e recomendações de manejo

*Maurício Antonio Coelho Filho
Zilton José Maciel Cordeiro
Aristóteles Pires de Matos
Tibério Santos Martins da Silva*

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Cruz das Almas, BA
2021

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Presidente
Francisco Ferraz Laranjeira

Secretário-Executivo
Maria da Conceição Pereira da Silva

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Mandioca e Fruticultura
Rua Embrapa, s/nº, Caixa Postal 07
44380-000, Cruz das Almas, Bahia
Fone: 75 3312-8048
Fax: 75 3312-8097
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Membros
*Ana Lúcia Borges, Áurea Fabiana Apolinário de
Albuquerque Gerum, Cinara Fernanda Garcia
Morales, Harllen Sandro Alves Silva, Herminio
Souza Rocha, Jailson Lopes Cruz, José
Eduardo Borges de Carvalho, Paulo Ernesto
Meissner Filho, Tatiana Góes Junghans*

Supervisão editorial
Francisco Ferraz Laranjeira

Normalização bibliográfica
Sônia Maria Sobral Cordeiro

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Anapaula Rosário Lopes

Fotos da capa
Zilton Cordeiro

1ª edição
Publicação digital: PDF (2021)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Mandioca e Fruticultura

Sigatoka-negra da bananeira no Estado da Bahia: zoneamento de risco climático
e recomendações de manejo. / Maurício Antonio Coelho Filho... [et. al.]. Cruz das
Almas, BA : Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2021.

60 p.: il. (Documentos / Embrapa Mandioca e Fruticultura, ISSN 1809-
4996, 251)

1. Banana 2. Fruticultura I. Coelho Filho, Maurício Antonio.. II Cordeiro, Zilton
José Maciel. III. Matos, Aristóteles Pires de. IV. Silva, Tibério Santos Martins da.
V. Título. VI. Série.

CDD 634.4

Ficha catalográfica elaborada por Sônia Maria Sobral Cordeiro CRB511/49 – Embrapa Mandioca e Fruticultura © Embrapa, 2021

Autores

Maurício Antonio Coelho Filho

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Irrigação/Agrometeorologia), pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Zilton José Maciel Cordeiro

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia (Fitopatologia), pesquisador aposentado da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, alvador, BA

Aristóteles Pires de Matos

Engenheiro-agrônomo, doutor em Plant Pathology, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Tibério Santos Martins da Silva

Engenheiro-agrônomo, mestre em Ciências Agrárias, analista da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

Apresentação

O histórico dos trabalhos da Embrapa com a cultura da banana, investigando novas soluções tecnológicas para mitigação de problemas fitossanitários, é conhecido. Um grande exemplo liderado pela Embrapa Mandioca e Fruticultura foi o desenvolvimento de variedades resistentes à Sigatoka Negra, no início da década de 80, com o estabelecimento do programa de melhoramento de banana. Interessante pontuar que os estudos científicos foram desenvolvidos mesmo antes desse problema fitossanitário chegar ao território brasileiro, na época apontado como principal fator de risco para a bananicultura nacional, pela eventual introdução do patógeno no território brasileiro. A Embrapa, utilizando-se do melhoramento preventivo, avaliou e desenvolveu genótipos resistentes, disponibilizando-os à sociedade. Essas ações coordenadas resultaram em elevado impacto positivo à cadeia produtiva dessa fruteira, viabilizando, por exemplo, a bananicultura em regiões onde se aplica baixa tecnologia e com condições climáticas favoráveis à disseminação do patógeno, como é o caso da região Norte do Brasil, primeiro foco da doença, detectado no país no ano de 1998, afetando severamente as diferentes variedades cultivadas na região.

Algumas das variedades selecionadas e recomendadas para a região Norte, mesmo antes da introdução do patógeno no Brasil, são: BRS Pacovan Ken, BRS Preciosa, Maravilha (FHIA 01), BRS Garantida e BRS Caprichosa. Outras variedades tolerantes também apresentam inserções interessantes em importantes regiões produtoras, viabilizando sistemas de produção mais sustentável graças à redução expressiva da necessidade de pulverização para o controle da doença. Outro ponto relevante é o avanço da bananicultura orgânica, onde o controle químico não é permitido. Nessas condições,

dependendo dos riscos climáticos para ocorrência e disseminação da Sigatoka Negra, a atividade pode ser inviabilizada sem uso de manejo agrônomo e/ou pelo uso de variedades resistentes que mitiguem o problema. Nesse sentido, as interações variabilidade climática, planta e patógeno são relevantes e definem os riscos climáticos e, por consequência, os riscos econômicos que irão depender do manejo adotado pelo produtor.

A primeira constatação da Sigatoka Negra na Bahia data de outubro de 2015. O estado possui a maior extensão cultivada com a cultura da banana, presente em diferentes tipos climáticos, implicando em níveis de riscos variáveis para a Sigatoka Negra e, conseqüentemente, de diferentes estratégias para mitigação do problema.

O presente documento faz uma abordagem sobre os principais elementos climáticos que afetam as interações patógeno-hospedeiro; desenvolve um modelo de avaliação de risco climático para a atividade da bananicultura em relação à doença, associando diferentes estratégias de manejo para controle/convivência com a Sigatoka Negra; e georreferencia os riscos climáticos, com base em estudos de variabilidade dos elementos climáticos importantes para o patógeno-hospedeiro, apresentando soluções, em nível municipal, que podem ser utilizadas como ferramentas para políticas públicas voltadas ao desenvolvimento de uma bananicultura sustentável.

Alberto Duarte Vilarinhos

Chefe-geral da Embrapa Mandioca e Fruticultura

Sumário

Resumo	9
Introdução	9
Histórico e disseminação da sigatoka-negra	9
Danos e importância econômica	14
Interação patógeno hospedeiro.....	15
Influência de variáveis climáticas, planta e manejo agrônomo no desenvolvimento da doença.....	17
Temperatura	17
Umidade (chuva, umidade relativa, orvalho, molhamento foliar)	18
Luminosidade	21
Fatores relacionados à planta	21
Interação entre os fatores climáticos e o desenvolvimento da Sigatoka-negra	23
Conclusões quanto aos fatores climáticos e a favorabilidade para estabelecimento e dispersão do patógeno em pomares de bananeira	25
Formas de controle/convivência com a Sigatoka-negra	26
Modelo de avaliação de risco para a atividade da bananicultura em relação à Sigatoka-negra.....	29
Referências	57

Resumo

Esse documento tem como finalidade apresentar os principais fatores (elementos meteorológicos, genótipos e de manejo agrônomico) e inter-relações que afetam a ocorrência e severidade da Sigatoka-negra em nível de bananais; apresentar um modelo de avaliação de risco climático para a atividade da bananicultura em relação à doença; estabelecer o zoneamento para a cultura da bananeira quanto aos riscos da Sigatoka-negra em nível municipal do estado da Bahia. O documento aborda de forma simples e geral o tema, com o objetivo de facilitar o entendimento do leitor e associar os resultados gerados às melhores práticas de manejo a serem utilizadas no controle da doença em escala municipal no estado da Bahia. De acordo com os resultados, verificou-se elevada variabilidade espacial do risco climático na Bahia, riscos mais elevados nos Territórios Identidade localizados ao leste do estado, em zonas costeiras, variando em transição abrupta de 90% a 30% em direção ao interior. Essa região é uma importante área de produção do estado, predominantemente sem irrigação e com menor intensidade tecnológica. Os riscos ficam abaixo de 30% no centro do estado e aumentam no extremo oeste de 30% a 60%. Os resultados gerados, com base no modelo agrometeorológico desenvolvido, foram apresentados em mapa de variabilidade espacial dos riscos, e quantitativamente em nível de município pelo uso de tabelas. Apresentam simplicidade e eficiência para tomada de decisão, servindo de base para realização de políticas públicas no estado, desde que os riscos podem ser associados a medidas específicas para o manejo regional da doença. Também é ferramenta importante que pode ser replicada para outros problemas fitossanitários e culturas de importância regional.

Introdução

Bananas e “plátanos” (bananas de cocção) (*Musa spp.*) são o alimento básico para milhões de pessoas no mundo tropical. Importante cultura agrícola, e principalmente para alimentação de subsistência em regiões da África, Américas e Ásia, como fonte básica de carboidratos, fibras, vitaminas A, B6, C e de potássio (PLOETZ, 2001). Os estados de São Paulo, Bahia, Minas Gerais, Pará, Santa Catarina, Pernambuco, Espírito Santo e Ceará são os

mais importantes, tanto em área colhida quanto em produção, respondendo por 62% da área colhida e 74% da produção em 2018 (IBGE, 2018). Embora a banana tenha grande participação na área colhida de frutas e produção total, as contribuições nas exportações são baixas (REINHARDT et al., 2021), sendo de importância maior para o mercado interno, reforçando a relevância da cultura como alimento básico e, especialmente, para consumo local. Apesar dos números muito aquém do potencial, as exportações de banana têm experimentado crescimento contínuo nos últimos anos, atingindo a 3% o percentual exportado de frutas frescas ou secas pelo Brasil, representando 0,5% do mercado mundial (PNDF, 2018). O país participa com 5,8% da produção mundial, estando entre os quatro maiores produtores mundiais de banana (FAO, 2018).

Os números por si só mostram a importância da cultura. As vantagens quanto ao armazenamento, transporte e pela facilidade no consumo, explicam característica única de estar presente na mesa dos brasileiros de qualquer classe social, de garantir emprego e renda para milhares de brasileiros, exercendo ainda papel fundamental na fixação do homem no campo, pela exigência de atividades contínuas no sistema de produção desde que a fruta é produzida o ano inteiro e, portanto, garantindo alimento e renda para quem a ela se dedica. As perspectivas de crescimento da produção e exportação de banana são bastante positivas para o estado da Bahia, pelas vantagens comparativas oferecidas, principalmente no que diz respeito à disponibilidade de solos e água para irrigação em perímetros irrigados da cultura e elevada irradiância solar, que coincidem com o baixo risco de ocorrência severa da Sigatoka-negra.

O que explica a Bahia ser o segundo produtor nacional atrás de São Paulo, apesar da maior área de produção, é a baixa produtividade dos pomares (IBGE, 2018). Por meio da Tabela 1 é possível análise quantitativa da produção de banana no estado, levando em consideração a produtividade municipal e a área produzida por faixas de produção em toneladas. Chama a atenção o município de Bom Jesus da Lapa que sozinho responde por 19% da produção do estado, o município encontra-se realçado no mapa (Figura 1), na cor preta. A produção de Bom Jesus da Lapa foi de 227,4 mil toneladas, o município com maior produção no estado da Bahia. Os municípios de Valença com 74,9 mil toneladas e Wenceslau Guimarães com 71 mil toneladas, representam, respectivamente, o segundo e o terceiro municípios com maior

produção de banana. É interessante por se encontrarem espacialmente em locais que recebem massas de ar úmidas do oceano, certamente associado a uma maior susceptibilidade a ocorrência da Sigatoka-negra. Esses dois municípios são bons exemplos de como a cultura é cultivada no estado, parte com uso intensivo de tecnologia, principalmente com uso da irrigação, localizado principalmente no bioma semiárido; e outra região quando o cultivo é menos tecnológico, muitas vezes associadas aos sistemas agroflorestais e cultivo em condições de sequeiro.

Tabela 1. Estratificação da produção municipal de bananas no estado da Bahia.

Faixas de Produção (Toneladas)	1 a 200	201 a 4000	4001 a 75000	75001 a 227434	NA*
Total produzido na Bahia (%)	1	14	66	19	0
Número de Municípios	139	132	45	1	100

Fonte: IBGE (2018).

* NA = produção não associada ao município.

A Sigatoka-negra, causada pelo fungo *Pseudocercospora fijiensis* (M. Morelet) Deighton é considerada uma das mais importantes doenças que ameaçam a bananicultura mundial. Isso se deve não apenas pelas perdas causadas à produção de frutos, como também pela distribuição tropical, haja vista sua presença nos principais países produtores dos continentes africano, americano e asiático. Segundo Pennisi (2010), ela é uma das 10 doenças mais destrutivas da agricultura mundial. *P. fijiensis* é um patógeno foliar, à semelhança do causador da Sigatoka-amarela (*Pseudocercospora musicola* Leach), porém difere deste por ser muito mais agressivo e virulento sobre um número maior de cultivares tanto de banana quanto de plátanos (PLOETZ, 2001). Devido à sua alta agressividade, a *P. fijiensis* se desenvolve mais rapidamente, o que resulta em expansão e coalescência das lesões em menor espaço de tempo e causa maior destruição da folha, reduzindo sua área fotossintética, levando à redução do vigor da planta, resultando em perdas variáveis na produção, a depender da cultivar e das condições ambientais (CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO *apud* BORGES; SOUZA, 2004). Embora a Sigatoka-negra reduza significativamente a produção, as maiores

perdas são provavelmente devidas à maturação precoce dos frutos, que tanto ocorre no campo quanto no transporte e armazenamento (MARÍN et al., 2003). Tem sido sugerido que algum tipo de metabólito produzido por *P. fijiensis* e translocado na planta é o responsável pela maturação precoce dos frutos (STOVER, 1974).

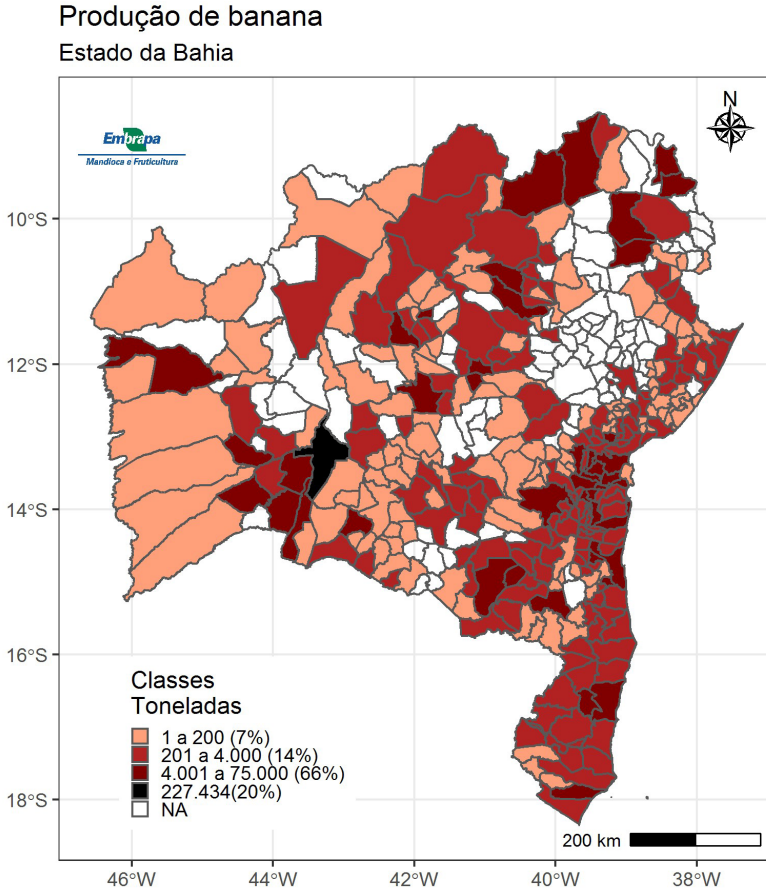


Figura 1. Produção de banana do estado da Bahia distribuída por classe de produção em toneladas. NA, produção não associada ao município.

Fonte: Adaptado de IBGE (2018).

Histórico e disseminação da sigatoka-negra

A primeira descrição da doença data de 1963, quando foi detectada em bananais situados a 100 km do Vale de Sigatoka, nas Ilhas Fiji. Entretanto, em observações em espécimes herborizadas constatou-se que *P. fijiensis* já causava infecção em folhas de bananeira antes dessa primeira descrição. Inicialmente denominada estria negra da folha da bananeira, essa doença, após sua constatação na América Central, passou a ser conhecida por Sigatoka-negra, devido à semelhança de sintomas com a Sigatoka-amarela e à coloração escura provocada nas áreas necrosadas da folha.

A partir das Ilhas Fiji o agente causal da Sigatoka-negra dispersou-se pelo continente asiático, atingindo Taiwan, Filipinas e Indonésia. No final da década de 1970, a doença chegou ao Havaí e à Malásia. Em 1980 essa doença estava na Ilha Hainan, China.

O primeiro relato da presença de Sigatoka-negra na África ocorreu em Zâmbia, em 1975 e, em seguida, no Gabão. A partir de 1980 foi progressivamente constatada em São Tomé e Príncipe, Camarões, Congo, Costa do Marfim, Gana, Nigéria, República Democrática do Congo, Burundi, Tanzânia, Zanzibar, Togo, Quênia, Malawi, Uganda e Comores.

No continente americano a doença foi identificada em 1972, em Honduras, de onde se dispersou para Belize, Guatemala e Costa Rica. No final dos anos 1970 foi relatada em São Salvador, no Panamá e Sudeste do México. Na América do Sul, foi primeiramente relatada na Colômbia em 1981; em seguida foi detectada no Equador, Peru, Bolívia e Venezuela. No Brasil, sua presença foi relatada em 1998, no estado do Amazonas, em plantios localizados nos Municípios de Benjamin Constant e Tabatinga. Disseminou-se rapidamente pela Região Norte, à exceção do estado do Tocantins, chegando ao Mato Grosso em 1999.

A rápida dispersão do fungo por seis estados foi seguida por um período em que não se constatou sua movimentação em direção a outros estados produtores, indicando uma paralisação na disseminação do patógeno. Em 2004 a doença foi constatada na Região Sudeste, estado de São Paulo, em plantios do Vale do Ribeira. Os estados de Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina também estão incluídos na área de abrangência

da Sigatoka-negra e levantamentos fitossanitários mostram que o patógeno continua se disseminando no território brasileiro.

Na Bahia, a primeira constatação da Sigatoka-negra data de outubro de 2015 em Cruz das Almas. Após procedimentos oficiais padrões de interdição e determinação da elaboração de um programa de sistema de mitigação de risco da área, procedeu-se à delimitação do foco inicial e do perifoco (área de 70 km do foco inicial), constatando-se focos secundários nos municípios de Cachoeira, Maragogipe e Santo Amaro, na região perifocal. Levantamentos realizados na sequência mostraram focos da doença nas regiões do Recôncavo Baiano, municípios de Conceição de Feira e Feira de Santana e no Extremo Sul da Bahia, municípios de Itabela, Itamaraju, Itanhém e Mucuri. Nenhum foco foi detectado no Litoral Norte da Bahia (CORDEIRO; OLIVEIRA, 2019).

Ainda segundo Cordeiro e Oliveira (2019), os levantamentos têm mostrado que a Sigatoka-negra já está presente em 25 municípios baianos. Continuam livres as regiões onde o clima não é favorável ao desenvolvimento da doença, fato normalmente esperado.

A aplicação de fungicidas é uma das ferramentas mais usadas para o controle da Sigatoka-negra. A grande importância econômica para os produtores se dá porque a depender da região produtora e das condições ambientais são realizados oito a dez eventos de pulverização de agroquímicos para o controle dessa doença no Brasil, considerando variedades susceptíveis enquanto em outros países produtores como a Costa Rica, Equador e México são necessárias 20 a 77 pulverizações (APTA, 2015).

Danos e importância econômica

A Sigatoka-negra é considerada a mais grave doença da bananeira, seu principal hospedeiro (PÉREZ-VINCENTE, 2012), e classificada entre as dez mais importantes doenças das plantas cultivadas no mundo (PENNISI, 2010). Sua similar, a Sigatoka-amarela, está presente no Brasil desde a década de 1940. Apesar de sua reconhecida severidade sobre a bananeira, há indicações de que esta tende a desaparecer em cerca de três anos, nas regiões onde a Sigatoka-negra se instala (CORDEIRO; MATOS; MEISSNER FILHO *apud*

BORGES; SOUZA, 2004). Isto se deve à maior virulência e à agressividade da *P. fijiensis* que causam extensa necrose do limbo, reduz drasticamente a área fotossintética causando a morte prematura da folha, o que resulta em perdas acentuadas na produção, representadas pela redução do número de pencas por cacho, maturação precoce dos frutos, assim como no peso dos frutos. Além disso, a incidência da Sigatoka-negra provoca alongamento do ciclo da planta, redução na capacidade de perfilhamento, entre outros danos. A depender da reação da cultivar e das condições ambientais as perdas em produção podem chegar a 100% caso não sejam adotadas medidas de controle da doença.

O efeito imediato provocado pela presença da doença é o aumento do custo de controle em função da necessidade de aumento do número de aplicações anuais de fungicidas, em relação aos gastos com Sigatoka-amarela. Em alguns países do continente americano esse número chegou a ultrapassar, em algumas épocas, 75 aplicações anuais, mais de sete vezes, comparada ao controle anteriormente dispensado à Sigatoka-amarela, com o custo de controle atingindo a casa dos mil dólares/hectare/ano. Nas regiões produtoras do Pacífico, o controle da Sigatoka-negra é o componente mais elevado dos custos de produção da bananicultura. Outro fator agravante é o aumento do espectro de variedades atingidas pela doença, haja vista que a banana-maçã, medianamente suscetível e os “plátanos” do subgrupo Terra, resistentes à Sigatoka-amarela, são severamente atacados pela Sigatoka-negra.

Interação patógeno hospedeiro

A Sigatoka-negra é causada pelo fungo *Pseudocercospora fijiensis* (M. Morelet) Deighton, patógeno eucariótico, heterotático, pertencente ao Reino Fungi; Filo Ascomycota; Subfilo Pezizomycotina; Classe Dothideomycetes; Subclasse Dothideomycetidae; Ordem Capnodiales; Família Mycosphaerellaceae.

Em relação ao ciclo da doença, a fase anamórfica do patógeno está presente na face abaxial (inferior) da folha nas estrias e em manchas em estádios iniciais. A fase teleomórfica é considerada mais importante no aumento da doença, uma vez que os ascósporos são produzidos em grande número nos pseudotécios (ascostromas). Ela ocorre em manchas necróticas, em períodos

de alta umidade, geralmente coincidindo com picos de desenvolvimento da epidemia (MARÍN et al., 2003).

A infecção das plantas ocorre pelas folhas mais novas como a vela (folha mais nova, ainda no formato de cartucho), a um (primeira folha completamente expandida), a dois (folha completamente expandida imediatamente abaixo da folha um) e a três (folha completamente expandida imediatamente abaixo da folha dois). Esporos, sejam conídios ou ascósporos de *P. fijiensis*, quando depositados na superfície inferior das folhas, germinam emitindo o tubo germinativo, penetram pelos estômatos abertos ou fechados, colonizam a câmara subestomática e desenvolvem-se no tecido paliçádico. Tendo completado o seu ciclo vegetativo, o patógeno emerge por meio dos estômatos infectados, emitindo conidióforos, isolados ou em pequenos grupos, no ápice dos quais são produzidos os conídios. Os primeiros sintomas da Sigatoka-negra aparecem na superfície inferior da folha, na forma de pontos amarelados que evoluem, rapidamente, para estrias marrons (Figura 2A), passando a estrias negras, que nesta fase tornam-se visíveis na face superior da folha (Figura 2B). Quando em baixa densidade, as lesões, totalmente negras, podem ser circundadas por um halo amarelo. Lesões em estágio final apresentam centro deprimido de coloração cinza. Geralmente, devido à alta frequência de infecções, o coalescimento das lesões ocorre ainda na fase de estrias, não possibilitando a formação do halo amarelo em volta da lesão, causando o impacto visual preto nas folhas afetadas e, conseqüentemente, a necrose precoce da área foliar (Figura 2C).



Figura 2. Sintomas de Sigatoka-negra da bananeira: estrias marrons na face inferior da folha (A); estrias negras surgindo na face superior da folha (B); e necrose negra da folha (C).

Fonte: Zilton Cordeiro. Maiores detalhes podem ser obtidos em Churchill (2011), Marín et al. (2003) e Meredith e Lawrence (1969).

Influência de variáveis climáticas, planta e manejo agrônômico no desenvolvimento da doença

Temperatura

A temperatura do ar exerce grande influência na taxa de germinação e desenvolvimento do fungo, altamente dependente dessa variável meteorológica que representa a quantidade de energia para realização dos processos metabólicos. O efeito da temperatura do ar na germinação e desenvolvimento do patógeno dependerá das condições de umidade do ar e/ou da superfície da folha, que devem ser favoráveis para germinação e desenvolvimento do patógeno. Importante salientar que as diferenças comportamentais das formas de propagação do fungo (ascósporos e conídios) em relação às condições climáticas afetam a disseminação da doença no campo (STOVER; SIMMONDS, 1987). Em condições favoráveis tem-se verificado que os conídios e ascósporos respondem semelhantemente ao efeito térmico, fortemente ligado a chuva e umidade relativa do ar, como principais fatores meteorológicos (MEREDITH; LAWRENCE; FIRMAN, 1973). O molhamento da superfície foliar é muito importante para germinação de ascósporos. A infecção via conídios não depende do molhamento, garantida quando a umidade do ar é elevada (JACOME; SCHUH, 1992). A duração do evento de molhamento da superfície foliar responde pelo número de infecções e severidade da doença. Para condição ótima de umidade e temperatura, a taxa de germinação e crescimento do tubo germinativo será maior ou menor dependendo do inóculo, isolado, idade da folha (JACOME; SCHUH, 1992) e do genótipo envolvido.

As taxas de germinação e o crescimento do tubo germinativo em relação ao máximo observado, em condições ótimas de temperatura, caem abaixo de 50% (STOVER, 1983) quando as temperaturas são inferiores a 20 °C; ficam ao redor de 30% a 18 °C; a 11% quando em 15 °C; e torna-se nulo a 11 °C de temperatura. Com relação aos valores de temperatura superiores ao ótimo, também há queda na taxa de crescimento, quando o valor ótimo é ultrapassado, tornando nula a temperatura de 36 °C (PORRAS; PÉREZ, 1997). Dessa forma,

os valores limites para o desenvolvimento do patógeno causador da Sigatoka-negra situam-se entre 12 °C e 35 °C (COELHO FILHO; CORDEIRO, 2011).

Comparando os dois patógenos *P. fijiensis* e *P. musicola*, causadores respectivamente da Sigatoka-negra e Sigatoka-amarela, com base nas máximas taxas de crescimento, é verificada uma maior sensibilidade do primeiro às temperaturas mais baixas. A sensibilidade é maior para o segundo às temperaturas mais elevadas. Por exemplo, após 24 horas com temperaturas a 30 °C e 32 °C o crescimento do tubo germinativo de *M. fijiensis* foi, respectivamente, 4% e 10% menor que aos 28 °C, comparado às reduções de 23% e 26% para *M. musicola* (STOVER, 1983). Os valores limites para o desenvolvimento da *M. musicola* são de 10 °C e 35 °C, apresentando, comparativamente à *P. fijiensis*, maior adaptabilidade a temperaturas abaixo de 15 °C e efeitos negativos fortes acima de 30 °C (COELHO FILHO; CORDEIRO, 2011).

De maneira geral, para a *P. fijiensis*, temperaturas entre 20 °C e 35 °C favorecem a germinação dos esporos, podendo ser esse efeito representado por uma função quadrática onde o ótimo estimado é 26,5 °C (JACOME; SHUH; STEVENSON, 1991), ou seja, entre 26 °C - 27 °C, faixa na qual o desenvolvimento da doença atinge limites máximos. Temperaturas abaixo de 20 °C inibem a produção de ascósporos e conídios, assim como o desenvolvimento do tubo germinativo e do patógeno no interior dos tecidos foliares. Embora a Sigatoka-negra tenha sua faixa ótima de desenvolvimento entre 26 °C e 28 °C (STOVER, 1983), o efeito da temperatura é diretamente dependente das condições ótimas de umidade, sem as quais o desenvolvimento é paralisado (COELHO FILHO; CORDEIRO, 2011).

Umidade (chuva, umidade relativa, orvalho, molhamento foliar)

A umidade é imprescindível para que ocorra a doença. Por isso, em qualquer faixa de temperatura, quando ocorre a redução da umidade relativa do ar, tanto a germinação dos esporos quanto o crescimento de tubos germinativos são reduzidos drasticamente até um limite mínimo de 98% de umidade relativa para ascósporos e de 92% para conídios. Como observado,

existem diferenças marcantes nas exigências à umidade para ocorrência de germinação e de crescimento, considerando os valores limítrofes para os dois tipos de esporos do patógeno (conídios e ascósporos).

Os ascósporos requerem umidade relativa elevada (próxima à saturação) para que ocorra germinação e crescimento. Por isso, em dias sem chuva a periodicidade de ascósporos é bem definida, com baixa quantidade no período de luz aumentando no início da noite e picos à madrugada em função da relação direta com a umidade relativa do ar e pela presença de orvalho depositado na superfície foliar. No período diurno a ocorrência fica dependente da frequência e intensidade de chuvas (MEREDITH; LAWRENCE; FIRMAN, 1973), com picos logo após o evento, bem como em função da umidade relativa do ar e nebulosidade.

A liberação ocorre quando a umidade fica entre 98% e 100%, havendo diferenças significativas quando se comparam a germinação e o desenvolvimento do fungo nesses dois níveis de umidade e quando há presença de água livre, sendo o máximo nesta condição. Por isso, flutuações sazonais da concentração de ascósporos estão estreitamente ligadas à presença de orvalho, chuva ou elevadas umidades relativas. Em locais úmidos, com chuvas bem distribuídas, a liberação de inóculo é verificada ao longo de todo o ano, não havendo restrição térmica (COELHO FILHO; CORDEIRO, 2011).

Considerando a variação sazonal da umidade relativa ao longo de um dia sem chuva, verifica-se que a germinação, o crescimento do fungo e esporulação são maiores no início da manhã, nos horários mais frios, quando a umidade relativa fica elevada ou há presença de orvalho pelo resfriamento noturno da superfície foliar. Essas taxas caem para zero no período diurno quando a umidade relativa fica inferior aos valores limítrofes para o patógeno. O mesmo fenômeno ocorre nos períodos secos do ano, quando há redução drástica na presença de esporos no ar, baixando muito os níveis de danos da doença. Nesses períodos, a ocorrência de temperaturas mínimas durante as madrugadas, nos horários de possível germinação de esporos, pode reduzir ainda mais a taxa de germinação e desenvolvimento de tubos germinativos, já que no período diurno a condição não é favorável (COELHO FILHO; CORDEIRO, 2011).

Em dias nublados ou com garoa a germinação e liberação de ascósporos ocorrem ao longo do dia, contrariando a tendência normal para um dia seco. Da mesma forma, sempre que há ocorrência de chuva, rapidamente (aproximadamente 30 minutos) ocorre liberação de esporos (MEREDITH; LAWRENCE; FIRMAN, 1973). É importante salientar que apesar da evidente relação entre concentração de ascósporos na atmosfera e chuva, o mesmo não se pode afirmar quanto ao efeito proporcional ao volume precipitado. O orvalho, por exemplo, que representa aproximadamente 1 mm, é eficaz para produção e liberação de ascósporos. Resultados experimentais indicam que chuvas inferiores a 1,5 mm são associadas à liberação de ascósporos (MEREDITH; LAWRENCE; FIRMAN, 1973). Nesse sentido, a frequência do período chuvoso pode ser mais importante que os totais de chuvas registrados como parâmetros para indicar a favorabilidade da região à ocorrência da doença. Locais que apresentam melhor distribuição de chuvas são mais propícios ao desenvolvimento da Sigatoka-negra (COELHO FILHO; CORDEIRO, 2011).

Embora *P. fijiensis* também seja dispersada por conídios, os ascósporos são os principais propágulos de dispersão desse patógeno. Os conídios são dispersos por lavagem ou por respingos de chuva, portanto importantes na disseminação local da Sigatoka-negra em período de elevada umidade e molhamento foliar intermitente (MARÍN et al., 2003). Os ascósporos são importantes para a dispersão do patógeno a longas distâncias. Conídios e ascósporos são infectivos, germinam em condições de alta umidade relativa, variando de 92% a 100%, e penetram pelos estômatos, geralmente na superfície abaxial das folhas (JACOME; SHUH; STEVENSON, 1991; JACOME; SCHUH, 1992). Como a forma de disseminação dos conídios é por gotas de chuva e escorrimento de orvalho, a pressão existe, porém não se espalha no pomar. Por outro lado, em função da germinação da forma sexuada ser superior quando em condições favoráveis e por ter uma disseminação mais eficiente (vento), os ascósporos são considerados os principais responsáveis pela disseminação do patógeno. Ocorrendo saturação de água no tecido foliar morto, os pseudotécios amadurecem e ocorre a liberação dos ascósporos que, além de serem importantes na dispersão do patógeno a longas distâncias, são também importantes para a disseminação em períodos de clima úmido (BENNETT; ARNESON, 2003).

Luminosidade

Quantidade de luz afeta o desenvolvimento do fungo e quanto maior a intensidade luminosa maior a densidade de infecções, implicando que sob condições de baixa luminosidade há redução dos sintomas. Folhas expostas diretamente ao ambiente se resfriam mais no período noturno, aumentando a condensação de água em sua superfície no período noturno, comparada às folhas no interior dossel vegetativo. Há menor resfriamento e redução na formação de orvalho devido à menor exposição das folhas internas e uma consequente redução na germinação do patógeno e, por conseguinte, na taxa de infecção (COELHO FILHO; CORDEIRO, 2011). Bananeiras e “plátanos” cultivados sob condições de sombreamento, seja pelo uso de maior densidade de plantios (NOMURA et al., 2013) ou principalmente quanto se cultiva em sistemas agroflorestais (CAVALCANTE et al., 2014), podem reduzir a incidência e redução das manchas foliares, portanto variando em função do sistema de produção adotado e clima da região, pois em parte a resposta é devida à redução da água livre sobre a folha, mas também em relação à redução ou não atuação da cercosporina, toxina produzida pelo patógeno, que é fotodependente, conforme Daub e Ehrenshalf (2000). A partir desse conhecimento, há propostas para utilização de plantios mais densos, como alternativas de manutenção de condições menos apropriadas ao desenvolvimento do patógeno, principalmente porque agrega maior produtividade ao sistema de produção (CAVALCANTE et al., 2014; ALMEIDA et al., 2019).

Fatores relacionados à planta

Primeiramente, o estado fitossanitário da planta é resultante de fatores ligados à capacidade genética do material em resistir à pressão da doença (Tabela 2). O uso de variedades resistentes pode ser considerada a forma mais econômica e ecologicamente correta de convivência com a doença, além de ser uma tecnologia compatível com a utilização de outras práticas de controle e muito adaptada com estratégia para locais em que prevalece o sistema de produção com baixo nível tecnológico. A utilização das novas variedades já disponíveis no mercado depende basicamente do comportamento do consumidor em relação a estas, ou seja, de informações claras das reais

vantagens do consumo dessas variedades quanto aos benefícios gerados em relação à preservação ambiental, e à própria segurança do alimento quanto aos riscos de contaminação por resíduos químicos.

Conforme verificado, diferentes são os fatores que afetam a infecção e disseminação da doença, portanto práticas filotécnicas, como ajustes na densidade de plantio, manejo de sombreamento via sistemas de consorciação ou agroflorestais podem ser alternativas viáveis em regiões com elevada favorabilidade. A utilização de variedades resistentes plantadas em arranjos associadas à variedade suscetível, pode permitir a proteção destas como alternativa viável para o manejo do patógeno e possível viabilização do plantio e produção de cultivar suscetível de maior interesse pelo mercado.

Por exemplo, estudos quantificando a severidade da Sigatoka-amarela, em sistema de manejo associando-se em arranjos de plantio e duas variedades de bananeira: 'BRS Tropical' (resistente à Sigatoka-amarela) e 'Prata Anã' (suscetível à Sigatoka-amarela), indicaram que o sistema pode ser mais uma alternativa para o manejo da doença, especialmente em pequenas propriedades, sendo que o cultivo entre variedade resistente e suscetível pode ser, por exemplo, na proporção 1:1 (uma planta suscetível para cada planta resistente) (CORDEIRO et al., 2015). Certamente essas proporções dependem das variedades envolvidas, práticas culturais adotadas e riscos climáticos da região em relação à doença. Nesse sistema, o propósito é de viabilizar que plantas resistentes atuem como interceptadoras de esporos, diminuindo a infecção nas plantas suscetíveis.

Diferentes fatores podem propiciar o aumento da pressão da doença em plantios utilizando variedades suscetíveis à Sigatoka-negra. Podem estar ligados ao manejo da cultura, onde estresses de qualquer natureza afetam a severidade da doença na plantação. Por exemplo, plantas submetidas a estresses abióticos apresentam maior severidade da doença, seja pela ocorrência de períodos de déficit hídrico que podem ocasionar desbalanço nutricional e refletem em reduzida taxa de crescimento.

Tabela 2. Expectativa de comportamento de cultivares tradicionais e novos materiais gerados pela pesquisa nas diversas regiões fisiográficas do Brasil.

Genótipo	Grupo genômico	Característica do fruto – tipo	Locais plantados	Nível de susceptibilidade
Pacovan	AAB	Prata	NE	Alta
Prata Anã	AAB	Prata	NE, SE, S, CO	Alta
Belluna	AAB	Maçã	SC, MG e RS	Baixa
Caprichosa	AAAB	Prata	N	Baixa
Garantida	AAAB	Prata	N	Baixa
Pacoua	AAAB	Prata	N	Baixa
Platina	AAAB	Prata	SC	Baixa
Maçã	AAB	Maçã	N, NE, CO	Alta
Princesa	AAAB	Maçã	NE, SE, CO	Baixa
Tropical	AAAB	Maçã	N, NE, CO,	Média
D'Angola	AAB	Terra	N, NE	Alta
Terra Maranhão	AAB	Terra	N, NE	Alta

Fonte: Adaptada por Aristoteles Pires de Matos (BRS SCS Belluna Cultivar de bananeira para consumo in natura e processamento, indicada para Santa Catarina. Folder. Embrapa Mandioca e Fruticultura & Epagri.; BRS Pacoua, uma tecnologia da Embrapa na vida do produtor e nos lares das famílias paraenses. Folder. Embrapa Mandioca e Fruticultura & Embrapa Amazônia Oriental; BRS Platina uma nova banana-prata. Folder. Embrapa Mandioca e Fruticultura & Embrapa Produtos e Mercado; BRS Prata Caprichosa. & Folder. Embrapa Amazônia Ocidental & Embrapa Mandioca e Fruticultura; BRS Prata Garantida. & Folder. Embrapa Amazônia Ocidental & Embrapa Mandioca e Fruticultura; Cordeiro, Matos e Meissner Filho [apud BORGES; SOUZA, 2004]).

Interação entre os fatores climáticos e o desenvolvimento da Sigatoka-negra

Apesar de a temperatura ter efeito marcante na germinação de esporos e desenvolvimento do fungo, como descrito anteriormente, esse efeito só existe quando as condições de umidade são também favoráveis. É necessária a presença de água livre sobre a folha para que haja germinação do esporo, infecção e desenvolvimento do patógeno no interior do tecido e, posteriormente, produção e liberação dos esporos (conídios e/ou ascósporos). Assim, o efeito térmico pode ser mascarado em locais em que o período chuvoso coincide com os de temperaturas mais amenas ou frias do ano. Nesse caso, as temperaturas mínimas, que inibiriam a germinação e infecção da planta nos horários mais frios (madrugada) com possibilidade de orvalho

tornam-se menos importantes se houver molhamento foliar com ocorrência de chuva ou chuviscos ao longo do dia, quando as temperaturas são mais elevadas e geralmente atingem a faixa adequada ao desenvolvimento do fungo (20 °C a 35 °C).

Desprezando-se o período de infecção, que envolve alguns dias (6 a 9 dias) de crescimento epifítico em condições de favorabilidade ao desenvolvimento, o período de incubação da doença que representa o tempo entre a infecção e o aparecimento dos primeiros sintomas do patógeno pode variar de 13 a 35 dias, dependendo das condições ambientais de favorabilidade e da resistência genética do hospedeiro. A maior capacidade da *P. fijiensis* em colonizar epifiticamente tecidos adjacentes ao infectado comparado à *P. musicola*, favorece a um rápido aparecimento de sintomas e a maior severidade.

O período de latência, que representa o período necessário entre os primeiros sintomas e a formação de tecido com pseudotécio maduro e presença de ascósporos, também depende das condições ambientais, da variedade e da densidade de infecção. Essa densidade, quando elevada, favorece o rápido coalescimento de pontos infectados e o aparecimento de tecidos maduros com precocidade, nesse caso as folhas são rápida e severamente comprometidas quanto à capacidade fotossintética. Levando em consideração as possíveis variáveis que interferem no período de latência do fungo, poderá haver um mínimo de 25 dias, em condições favoráveis (estações úmidas), e de 70 dias, para condições não favoráveis (estações secas). Dessa forma, a soma entre os períodos de incubação e latente podem, pelo que foi apresentado, variar de um mínimo de 38 dias até um máximo de 105 dias.

A manutenção de folhas velhas infectadas no bananal é favorável para permanência da fonte de inóculo por um maior período, visto que os ascósporos são produzidos nos pseudotécios em lesões maduras. Por exemplo, estima-se que lesões maduras permaneçam produzindo ascósporos por 20 a 22 semanas. A remoção dessa folha reduz significativamente esse período em pelo menos a metade do tempo (3 a 6 semanas), sendo a esporulação muito significativa nos primeiros 15 dias após remoção. Esse tipo de controle cultural de remoção do material infectado para promover a decomposição e eliminação do inóculo do bananal deve ser realizado de forma ordenada, pois o espalhamento do material em toda área do bananal favorece a maior superfície de exposição e produção de inóculo, principalmente se esse

material for molhado por irrigação. Por isso é recomendado que todo material seja depositado em fileiras alternadas ou em montes espalhados pela área, favorecendo a decomposição e incorporação de matéria orgânica.

Com relação à pressão de inóculo no bananal, o manejo de irrigação pode ser mais um fator de promoção da aceleração de desenvolvimento do fungo e manutenção de inóculo, com o aumento da umidade interna do bananal ou molhamento de folhas ou resíduos foliares no solo. Em se tratando de semiárido, cuja distribuição de chuvas e umidade do ar é baixa, o manejo inadequado de irrigação ou a utilização de sistema de irrigação pode promover condições favoráveis mesmo com ambiente restritivo ao fungo. O uso de aspersão, que simula chuva, é altamente benéfico para o desenvolvimento da doença nos bananais. Sistemas de irrigação que molham o material removido também criam condições para germinação de ascósporos (lâmina de água na folha). O manejo de água sem o devido controle, sem uso de tecnologias para o seu monitoramento (solo e atmosfera) pode aumentar a pressão de saturação de vapor no interior do pomar em horários com temperaturas mais elevadas, podendo favorecer a disseminação da doença. Nesse caso, o uso de sistemas localizados por gotejamento é mais indicado para reduzir os riscos de disseminação da doença, por ter uma menor vazão e toda água ser aplicada diretamente ao solo favorecendo a infiltração e manutenção de pressão de vapor em níveis baixos no interior do pomar.

Conclusões quanto aos fatores climáticos e a favorabilidade para estabelecimento e dispersão do patógeno em pomares de bananeira

Dentre os fatores importantes para o estabelecimento e disseminação da Sigatoka-negra, destacam-se a temperatura do ar (média, máxima e mínima), a umidade relativa do ar e as chuvas. A umidade na forma de chuva, orvalho e o vento, são os principais responsáveis pela liberação dos esporos e disseminação do patógeno. Além desses fatores, a intensidade e a qualidade da luminosidade, são também componentes importantes na interação bananeira/Sigatoka-negra (DONZELLI; CHURCHILL, 2007). O efeito negativo do sombreamento no desenvolvimento da Sigatoka-negra tem sido observado por diversos pesquisadores.

A introdução do patógeno em áreas novas e a disseminação em pomares mais velhos ocorre em épocas úmidas do ano com a presença de molhamento foliar, como requisito para liberação de esporos e posterior disseminação pelo vento. A utilização do parâmetro número de meses com ocorrência de excesso hídrico, deficiência moderada ou com balanço nulo pode ser um bom indicativo das condições de favorabilidade do município, levando em consideração o tempo mínimo necessário para a incubação e período latente do patógeno (total de 38 dias).

A frequência de ocorrência de chuva é mais importante que os totais, dessa forma, o uso de número de dias com chuva pode ser um bom indicativo da favorabilidade à Sigatoka-negra de um determinado município. Esse critério poderá ser utilizado nas definições dos limites críticos no procedimento de zoneamento da bananeira quanto à susceptibilidade à Sigatoka-negra.

Considerando as condições climáticas reinantes na área de abrangência do estado da Bahia, pode-se dizer que as temperaturas são quase sempre favoráveis ao desenvolvimento da Sigatoka-negra. Portanto, a umidade será o fator climático determinante para a definição dos limites de favorabilidade de cada município, quanto à ocorrência e severidade da Sigatoka-negra. Os fatores genéticos e de manejo da cultura, enfatizados neste trabalho, embora sejam de suma importância para a convivência e controle da doença, não são considerados na definição do zoneamento de risco climático da Sigatoka-negra.

Formas de controle/convivência com a Sigatoka-negra

Para redução dos danos incitados por essa doença é necessária a implementação de práticas de controle integrado, com destaque para as medidas preventivas, práticas culturais, aplicações de fungicidas e cultivo de variedades resistentes. A utilização de medidas de controle via estratégias integradas dos órgãos de defesa fitossanitárias em nível nacional/regional são importantes para eliminação ou mitigação de fontes de inóculo (PÉREZ-VINCENTE, 2012). A Sigatoka-negra é uma doença quarentenária presente, portanto continua sob o controle da Secretaria de Defesa Sanitária Vegetal, vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Em nível estadual, as agências de defesa, apoiadas em

portarias com força de lei e abrangência nacional, atuam com a função de proteger os interesses do estado e da nação, ações essas fundamentadas basicamente no princípio de exclusão. As agências de defesa têm trabalhado em capacitações para emissão de certificado fitossanitário de origem; exigências de permissão de trânsito vegetal, para que o carregamento possa atravessar fronteiras; proibição de folhas de bananeira nas cargas; e higienização de caixas plásticas. Adicionalmente, orientam também a prática da mitigação de risco em área onde a doença está presente, de maneira a viabilizar a comercialização da produção, de acordo com a legislação vigente (CORDEIRO; MATOS; SILVA, 2011).

A instrução normativa da Secretaria de Defesa Sanitária Vegetal, atualmente em vigor, exige de cada estado da federação a execução de levantamento fitossanitário, periódico, para ser declarado livre da Sigatoka-negra. De maneira similar, regiões situadas em estados onde a doença já está presente, podem solicitar o reconhecimento de área livre da praga, mediante a realização, periódica, de levantamentos que comprovem tal situação (CORDEIRO; MATOS; SILVA, 2011).

Em adição às ações legislativas, o controle da Sigatoka-negra requer a implementação de diversas práticas culturais como aquelas direcionadas para a prevenção de criação de microclimas favoráveis ao desenvolvimento da doença, sendo muito importante, conforme Cordeiro, Matos e Silva (2011), que o planejamento do pomar leve em consideração:

- a) Necessidades de obras de drenagem dos solos. O excesso hídrico prolongado pode afetar o desenvolvimento das plantas pela hipóxia e por criar microclima favorável ao fungo. Geralmente, o excesso de água no solo prolongado pode ser responsável pela maior disseminação da doença duas semanas depois de chuvas mais torrenciais (PÉREZ-VINCENTE, 2012).
- b) Instalação de carregadores, sua localização e a largura de talhões para o facilitar o controle da Sigatoka-negra na propriedade.
- c) Utilização de sistema de irrigação que limite o molhamento foliar, como irrigação localizada (microaspersão e gotejamento), e de todo resíduo depositado no solo, reduzindo a aceleração de desenvolvimento do fungo e disseminação no pomar.

- d) Estabelecimento de densidade populacional de bananeiras visando o controle integrado da Sigatoka-negra. Essa prática deve levar em consideração principalmente as respostas de cada cultivar ao arranjo de plantio, viabilizando alta produtividade em elevada densidade de plantio e redução da severidade da doença; desde que a modificação das condições ambientais no interior do plantio com o aumento da densidade de plantas reduza a condensação de água sobre as folhas, comparadas a plantas completamente expostas ao ambiente, fator indispensável à germinação dos propágulos do fungo. Outro ponto seria a redução da intensidade de luz, e conseqüente redução na toxicidade da cercosporina. Resultados semelhantes ao aumento de densidade de plantio podem ser observados com o estabelecimento de sistemas agroflorestais.
- e) Manutenção adequada da nutrição de plantas por meio de práticas culturais adequadas nas fases de crescimento, reprodutiva e produção (PÉREZ-VINCENTE, 2021). O rápido desenvolvimento da planta permite uma melhor relação com a doença e deixando-a menos vulneráveis aos efeitos ambientais. O maior ritmo de emissão foliar da bananeira permite o aparecimento das lesões de maneira perceptível em folhas mais velhas, devido ao menor intervalo entre o lançamento das folhas. Esse ritmo mais acelerado de emissão foliar compensa as perdas provocadas pela doença e propicia a manutenção de um maior número de folhas funcionais na planta. Ao contrário, em bananais malnutridos o ritmo de emissão foliar é lento, as lesões são visíveis nas folhas mais novas e o número de folhas fisiologicamente ativas é baixo.
- f) A desfolha sanitária, que consiste da eliminação racional das folhas atacadas ou de parte delas, é uma prática fundamental no manejo integrado da Sigatoka-negra, eliminando as folhas atacadas e conseqüentemente as fontes de inóculo no bananal. Ao mesmo tempo em que elimina o tecido infectado, a desfolha sanitária elimina também os propágulos do patógeno. As folhas infectadas deixadas na planta continuam produzindo e liberando ascósporos por longo período que podem sobreviver por mais de 20 semanas, enquanto removidas da planta e deixadas sobre o solo se decompõem em

aproximadamente 10 semanas, e a sobrevivência de *P. fijiensis* cai para três a seis semanas (CORDEIRO; MATOS; SILVA, 2011). Uma maneira de reduzir o inóculo com o procedimento de desfolha é por meio de manejo adequado do resíduo com práticas que reduzam a exposição das lesões ao ambiente, por meio de formação de montes concentrados de resíduos e uso de agroquímicos aplicados aos montes para acelerar a decomposição das folhas e reduzir a produção de inóculo. A aplicação semanal de ureia 10% tem possibilitado bons resultados, ao se utilizar para aumento da decomposição.

- g) Utilização de cultivares resistentes à doença em locais onde o controle químico e manejo cultural não sejam eficientes.

Modelo de avaliação de risco para a atividade da bananicultura em relação à Sigatoka-negra

Todo estudo para o desenvolvimento dos modelos agrometeorológicos que tratam do risco climático para o patógeno, adveio das informações contidas no item anterior. As principais variáveis meteorológicas a serem utilizadas no modelo foram definidas considerando a disponibilidade de dados meteorológicos nas bases disponíveis. Ao final desse item, com base no modelo apresentado, em uma tabela compilam-se informações de riscos climáticos para Sigatoka-negra em função da área territorial de cada município do estado da Bahia.

- a) Análise detalhada do grau de importância das variáveis identificadas, levantadas e sistematizadas na favorabilidade da bananeira à Sigatoka-negra.**

Em função de todo conhecimento que se tem quanto à influência do ambiente no estabelecimento e disseminação da Sigatoka-negra e também da disponibilidade de série histórica de variáveis meteorológicas na rede de 377 estações pluviométricas e 57 estações climatológicas do estado utilizadas no presente estudo (Figura 3), as seguintes variáveis foram identificadas como as mais importantes e adequadas no processo de análise do projeto: temperatura do ar, chuva e umidade relativa do ar.

As variáveis utilizadas no modelo foram interpoladas para toda região de estudo estimando-se pontos não existentes numa malha de $0,186^\circ$ de latitude por $0,200^\circ$ de longitude. A krigagem ordinária foi utilizada como interpolador geoespacial considerando cada um dos 36 decêndios do ano. A temperatura do ar foi estimada para cada decêndio do ano na malha de pontos por meio de modelos agrometeorológicos que envolveram a latitude e altitude, criados a partir da série histórica advinda das estações climatológicas do INMET. A estimativa da temperatura do ar em escala decencial para o estado da Bahia foi incrementada com o auxílio do mapa de relevo do estado (SRTM – Shuttle Radar Topography Mission). A umidade relativa do ar foi também estimada com base em interpolações utilizando o conhecimento da variabilidade espacial dos dados históricos de estações meteorológicas do INMET.

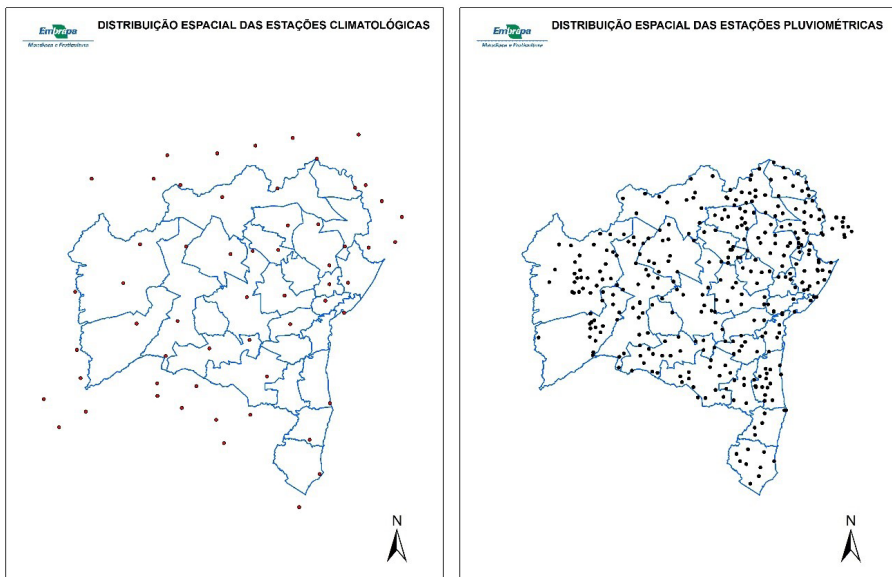


Figura 3. Distribuição espacial das estações climatológicas (A) e pluviométricas (B) que compõe a base de dados para o zoneamento de risco para Sigatoka-negra para o estado da Bahia.

Com base nos dados interpolados de temperatura do ar e precipitação pluviométrica, o modelo de balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1957) foi aplicado com o principal objetivo de obter os valores de excesso hídrico ao longo dos decêndios de todos os anos, e identificar as classes de favorabilidade de ocorrência da Sigatoka-negra e o respectivo risco de ocorrência dessas classes. A Figura 4 exemplifica o saldo do balanço hídrico anual em escala mensal para algumas localidades, demonstrando a grande variabilidade espacial dos componentes do balanço hídrico em função dos totais precipitados e evapotranspiração, refletindo as intensidades e sazonalidades dos valores de deficiência e excesso hídricos no ano.

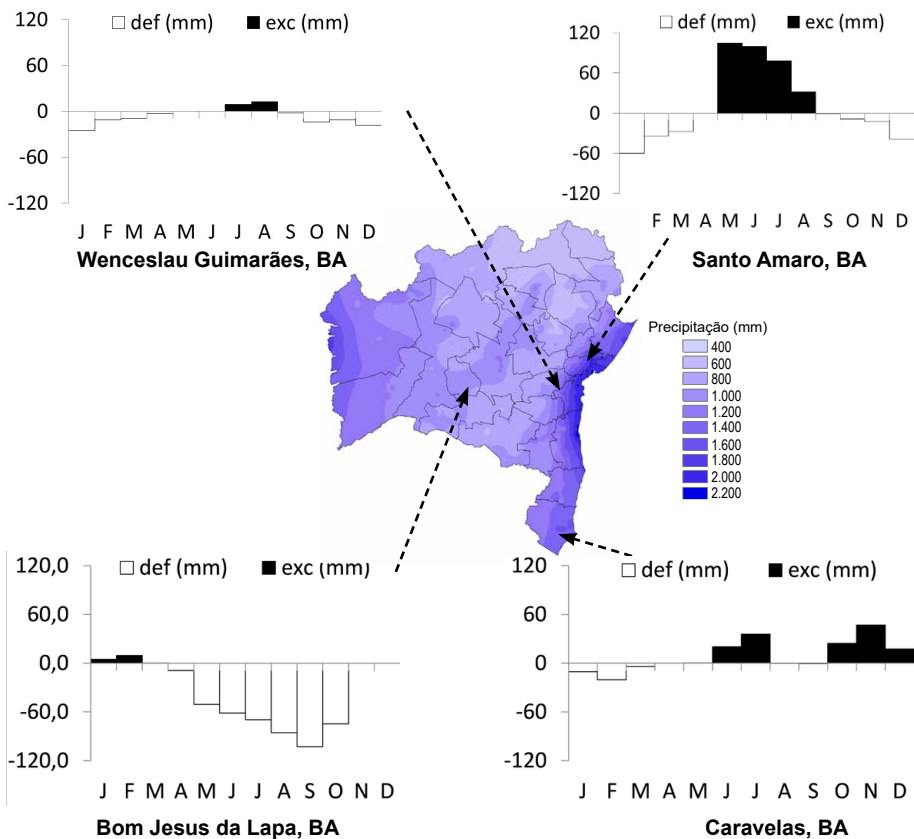


Figura 4. Variabilidade espacial dos totais de chuva no estado da Bahia e saldo do balanço hídrico climatológico anual em escala mensal para quatro municípios produtores do estado. Def = Déficit de água no solo (mm); Exc = excesso de água no solo (mm).

A umidade na forma de chuva e orvalho junto com o vento são os principais responsáveis pela liberação dos esporos e disseminação do patógeno. Conforme discutido anteriormente, a introdução do patógeno em áreas novas e a disseminação em pomares mais velhos ocorrem em épocas úmidas do ano com a presença de molhamento foliar, como requisito para liberação de esporos e posterior disseminação pelo vento. Também com relação à chuva foi concluído que a frequência de ocorrência de chuvas é mais importante para o estabelecimento e disseminação do que os totais ocorridos. Por isso a utilização da variável número de meses com ocorrência de excedente hídrico foi considerado um bom parâmetro indicativo dos níveis de favorabilidade à Sigatoka-negra para um determinado município. Essa variável, que reflete a umidade na forma de molhamento foliar (chuva), será considerada no processo de zoneamento como principal fator (peso) nas definições das classes de favorabilidade.

A umidade relativa média do ar é elemento que amplifica ou reduz a favorabilidade climática do município, servindo como parâmetro separador de classes, distinguindo locais que tenham o mesmo número de meses com excesso hídrico. Em princípio considerou-se que a umidade relativa, também citada como elemento responsável pela germinação e manutenção do inóculo no pomar, teria peso mais elevado que a temperatura e esses dois elementos seriam utilizados como base para classificação. Decisão que foi tomada com base nas condições climáticas reinantes na área de abrangência do estado da Bahia, onde as temperaturas são quase sempre favoráveis ao desenvolvimento da Sigatoka-negra. Salienta-se que para os locais cuja temperatura limita o desenvolvimento do patógeno, há minimização do efeito térmico em função da sazonalidade de chuvas na região de estudo. Geralmente o período frio coincide com o período seco do ano, sendo que o período úmido (mais quente) é favorável ao aparecimento e disseminação da doença (situação observada por exemplo no oeste da Bahia). Em função dessa característica observada na região de estudo, a temperatura do ar não foi utilizada como parâmetro para classificação.

b) Definições dos patamares de favorabilidade à Sigatoka-negra na área de estudo e suas definições.

A área de estudo foi separada inicialmente considerando três classes de favorabilidade: menor favorabilidade < medianamente favorável < muito favorável. A seguir são apresentados os patamares utilizados como

referência na classificação para cada uma das variáveis trabalhadas e classes de favorabilidade.

Excedente de água no solo (mm): variável que representa o número de meses em que os totais de chuva (mm) promoveram armazenamentos de água no solo iguais ou superiores à capacidade de armazenamento total de água do solo (CAD). A CAD foi considerada fixa e igual a 100 mm. Neste contexto, municípios apresentando valores inferiores a 2,5 meses de excesso hídrico, foram considerados de menor favorabilidade de ocorrência e disseminação da Sigatoka-negra da bananeira. Esse patamar foi estabelecido tomando como base o valor médio necessário para completar o período de latência e de incubação do patógeno de aproximadamente 2,5 meses.

Locais com excedente hídrico entre 2,5 e 3 meses também são considerados de menor favorabilidade, com possibilidade de serem classificados como medianamente favoráveis quando a umidade relativa média do ar no município não limite o desenvolvimento do fungo. Locais apresentando de 3 a 3,5 meses de excedente hídrico podem ser classificados como de menor favorabilidade quando apresentarem limitações quanto a umidade relativa do ar para o desenvolvimento do fungo; podendo também serem classificados como favoráveis quando a umidade relativa ficar entre 70% e 75%; e muito favoráveis quando a umidade for superior a 75%. Acima de 3,5 meses de ocorrência de excedente hídrico há favorabilidade ao patógeno, sendo que o grau fica sendo mais elevado (muito favorável) quando a umidade relativa do ar ficar acima de 70%. Acima de quatro meses de excedente hídrico, independente da umidade relativa do ar, o município é classificado como muito favorável.

Umidade relativa média do ar (%): utilizaram-se valores de 70% e 75% como limiares para quantificar a potencialidade climática quanto à favorabilidade à Sigatoka-negra da bananeira. Umidade abaixo de 70% foi considerada como sendo limitante ao patógeno, por não propiciar condições favoráveis à condensação de água na folha no período seco do ano, reduzindo por consequência o inóculo e o desenvolvimento do patógeno. Acima de 70% até 75% foi considerado como medianamente limitante e acima de 75% como não limitante.

c) Modelo e critérios utilizados na subdivisão de áreas na Região do estado da Bahia.

Conforme apresentado anteriormente, as seguintes variáveis serão utilizadas no procedimento de zoneamento: temperatura do ar (média), umidade relativa do ar média, chuva mensal e número de meses com excesso hídrico. Os critérios utilizados na classificação da região utilizando esses elementos, tomando como base os patamares apresentados no item b, são apresentados na Tabela 3.

O número de meses com excedente hídrico (mm) foi determinado a partir do balanço hídrico climatológico (BH), utilizando as informações existentes de temperatura média do ar mensal e total médio de chuva mensal, além da informação sobre coordenadas geográficas (latitude e longitude). A partir do número de meses de excedente hídrico determinado para cada um dos pontos, foram estimados os pontos não existentes por meio dos conceitos e pressupostos geoestatísticos, interpolando-se via e interpolador (krigagem ordinária). O balanço hídrico climatológico utilizado foi o proposto por Thornthwaite e Mather (1957).

A Figura 5, obtida com base na metodologia apresentada na Tabela 3, apresenta o mapa do estado da Bahia e três classes de favorabilidade à Sigatoka-negra. A Classe “a” de baixa favorabilidade correspondeu a uma fração de aproximadamente 80% do território e, para fins de zoneamento, a mesma será classificada como zona de risco climático ao patógeno. No processo de zoneamento as classes “b” e “c”, respectivamente medianamente favorável e muito favorável, serão classificadas juntas como zona de risco elevado à ocorrência do patógeno. As áreas respectivas de cada uma em relação ao território avaliado foram de aproximadamente 5% e 15%.

Tabela 3. Critérios utilizados para o zoneamento de risco climático de bananeira, levando em consideração a favorabilidade à Sigatoka-negra.

Número de meses com excesso hídrico	Umidade Relativa (%)	Classe (Favorabilidade)	Risco*
< 2,5	*	Menor Favorabilidade	R
2,5 – 3	< 70%	Menor Favorabilidade	R
2,5 – 3	70 - 75%	Medianamente Favorável	RE

Tabela 3. Continuação.

Número de meses com excesso hídrico	Umidade Relativa (%)	Classe (Favorabilidade)	Risco*
2,5 – 3	> 75%	Medianamente Favorável	RE
3 - 3,5	< 70%	Menor Favorabilidade	R
3 - 3,5	70 - 75%	Medianamente Favorável	RE
3 - 3,5	> 75%	Muito Favorável	RE
3,5 – 4	< 70%	Medianamente Favorável	RE
3,5 – 4	70 - 75%	Medianamente Favorável	RE
3,5 – 4	> 75%	Muito Favorável	RE
> 4	*	Muito Favorável	RE

*R = Risco; RE = Risco elevado; *Para um determinado número de meses com excesso hídrico a umidade relativa do ar não interferiu nas classes de favorabilidade.

d) Os riscos climáticos para Sigatoka-negra no estado da Bahia.

Os critérios adotados para definição estabelecimento de riscos climáticos para Sigatoka-negra em escala municipal e sua espacialização no estado da Bahia foi realizado tomando como base a Tabela 3, que indica a favorabilidade para ocorrência da Sigatoka-negra. A última coluna da Tabela 3 foi utilizada para análise de risco, cujos critérios foram compilados resumidamente na Tabela 4.

Tabela 4. Critérios climáticos que potencialmente determinam o surgimento da Sigatoka-negra na bananicultura.

	Número de excessos	Umidade Relativa
Sem risco	≤ 2,5	
Sem risco	≤ 3,5	≤ 70%
Risco	> 2,5	> 70%

Como base para quantificação dos riscos climáticos da Sigatoka-negra levou-se em consideração a ocorrência do número de meses com excesso hídrico em cada ano da série histórica das estações comparado com a umidade relativa anual média segundo os critérios da Tabela 3. A série

histórica possibilitou o cálculo da probabilidade ou risco de ocorrência da doença por cada estação disponível. O resultado da análise de risco das 434 estações que compõem a base para o zoneamento foi especializado com suporte do software Arcgis. A krigagem ordinária foi utilizada como interpolador geoespacial e geração do mapa de risco.

A partir do conhecimento da Tabela 3 e Tabela 4, e do conhecimento quanto aos tipos de ações de manejo e controle da doença, foram estabelecidos os critérios para convivência da cultura com a doença em relação aos riscos climáticos, conforme segue:

- **Risco > 0,6:** substituição de variedades, manejo cultural e/ou controle químico intenso;
- **Risco 0,45 a 0,6:** manejo cultural e controle químico moderado;
- **Risco 0,15 a 0,45:** controle químico em épocas específicas;
- **Risco < 0,15:** necessidades esporádicas de controle químico.

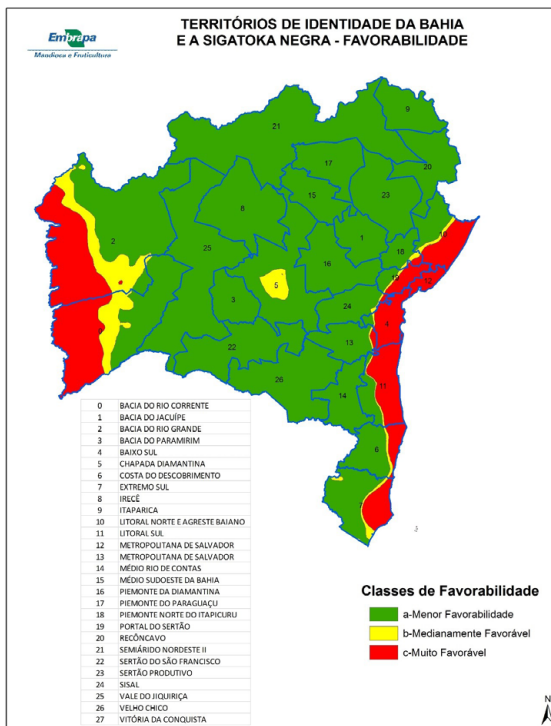


Figura 5. Zoneamento da bananeira em relação ao grau de favorabilidade (muito, medianamente e menor favorabilidade) para o desenvolvimento da Sigatoka-negra no estado da Bahia, em seus territórios identidades (A); (B) zoneamento dos riscos climáticos para ocorrência e disseminação da Sigatoka-negra no estado da Bahia em seus territórios de identidade.

e) Manejo regionalizado da Sigatoka-negra no estado da Bahia.

A variabilidade espacial da favorabilidade para ocorrência da Sigatoka (Figura 5) e dos riscos climáticos (Figura 6) indicaram que os extremos leste e oeste do estado apresentam maior propensão à ocorrência e disseminação dos esporos do fungo. A espacialização dos resultados e análise regionalizada é muito importante para municípios grandes, quando as classes de riscos variam no espaço e a tomada de decisão quanto ao manejo a ser recomendado, prevenção e ações relacionadas a políticas públicas poderão ser realizadas com maior precisão por meio do georreferenciamento. O mesmo vale para análise referente aos territórios de identidade. Como exemplo, há uma menor variabilidade dos riscos nos territórios do centro do estado, predominantemente com menor favorabilidade e riscos climáticos para Sigatoka-negra, independente da extensão territorial.

Os riscos são mais críticos especialmente para os territórios da zona metropolitana de Salvador, baixo sul, litoral sul e litoral norte e agreste. Nesses territórios, pelo menos 50% da área apresenta risco superior a 60%. Esses resultados corroboram o que foi apresentado na Figura 4, quando o balanço hídrico climatológico com base em dados de estações meteorológicas situadas geograficamente nessa região (Santo Amaro e Caravelas) indicou um grande número de meses com excesso de água ou pequeno déficit ao longo do ano (Wenceslau Guimarães), comparado ao município mais ao centro do estado (Bom Jesus da Lapa). Nesse caso há necessidade de maior atenção e controle da doença ao longo do ano, sendo imprescindível o uso de estratégias envolvendo manejo cultural, químico ou mesmo a substituição de variedades (Figura 6).

Interessante notar que nessa região, que engloba também pequena porção do litoral norte do território da Costa do Descobrimento, a variabilidade espacial se reduz abruptamente aproximadamente por volta de 80 km da costa, associada à isolinha de chuva próxima de 1.200 mm. A partir deste ponto os riscos se reduzem e ficam muito baixos principalmente na região que compreende o semiárido baiano, onde há necessidades esporádicas de controle químico. São moderados, ao se analisar a região compreendendo a transição climática do litoral

para o interior, e a região da Chapada Diamantina, especificamente nesta em função da maior disponibilidade de água e probabilidade de molhamento foliar.

Observar que no extremo oeste, nos territórios do Rio Corrente e do Rio Grande, há também regiões cujos riscos se elevam, chegando até mesmo à faixa de 0,45 a 0,60 quando há necessidades de cuidados com manejo cultural e controle químico moderado. São os casos dos municípios de Correntina (5% do município) e Jaborandi (7% do município), no território do Rio Corrente; e municípios de Luís Eduardo Magalhães (22% do município) e São Desiderio (8% do município), no território do Rio Grande.

Os resultados quantitativos advindos da Figura 6 estão detalhados e separados por município na Tabela 5. Pelos resultados, 70 municípios baianos têm ao menos 20% de sua extensão territorial inclusa na zona de risco acima de 60%. Ao se cruzar informações quanto ao risco de ocorrência da doença por município (Tabela 5) e produção municipal publicados pelo IBGE (2018) (Figura 1), conclui-se que os 70 municípios localizados na região com risco acima de 60% produzem aproximadamente 263 mil toneladas representando aproximadamente 22,5% da produção do estado, impactando não somente na economia geral daqueles 70 municípios como na economia das pessoas que dependem da agricultura familiar para se manterem.

Para os municípios que apresentaram majoritariamente riscos inferiores a 15%, as recomendações são quanto à necessidade de controle da doença esporadicamente, por meio de intervenção química. Nesse grupo, por exemplo, está o município de Bom Jesus da Lapa, situado no semiárido, onde está localizado o perímetro irrigado de Formoso, médio São Francisco, maior produtor nacional de banana (IBGE, 2018). Essa é uma informação interessante, pois os maiores custos relacionados à irrigação, imprescindíveis para produção, podem ser compensados pelo menor uso de defensivos no controle da Sigatoka comparados a outras regiões que têm riscos mais elevados. Questões relacionadas à segurança do alimento também devem ser pontuadas como uma vantagem desde que há menores riscos de resíduos de pesticidas nos frutos, muito importante ao se levar em consideração as exigências quanto à exportação.

Por outro lado, Wenceslau Guimarães, que também está entre os dez maiores produtores do Brasil e participa com segunda da produção do estado da Bahia, tem riscos de 15% a 45% em 60% do seu território, onde o controle químico deverá ser realizado em épocas específicas; entre 45% e 60% de riscos em 33% do território, onde deverão ser realizados periodicamente os controles culturais e químicos; e 8% do território apresentando riscos superiores a 60%, onde as intervenções devem ser mais intensas ou até mesmo a substituição de variedades. Importante esclarecer que a variabilidade dos riscos no território do município de Wenceslau Guimarães se deve pela grande extensão territorial na direção Leste-Oeste, próximo ao litoral. Naturalmente a bananicultura cultivada sem irrigação fica posicionada mais ao leste, onde há maior volume e melhor distribuição ao longo do ano, portanto coincidindo com os riscos mais elevados para Sigatoka-negra.

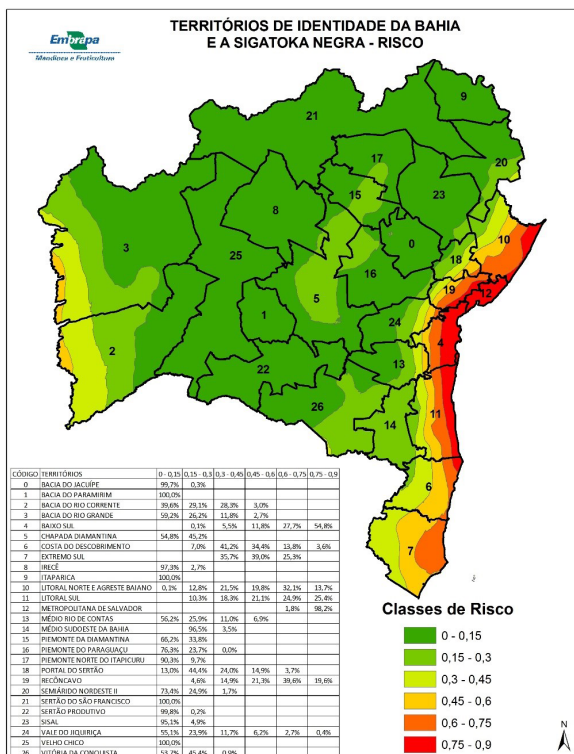


Figura 6. Distribuição espacial do risco à Sigatoka-negra e percentagem de risco nos territórios de identidade do estado da Bahia. Risco > 0,6: substituição de variedades, manejo cultural e/ou controle químico intenso; Risco 0,45 a 0,6: manejo cultural e controle químico moderado; Risco 0,15 a 0,45: controle químico em épocas específicas; e Risco < 0,15: necessidades esporádicas de controle químico.

Tabela 5. Extensão do território de municípios (%) do estado da Bahia associados aos riscos climáticos para Sigatoka-negra.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Bacia do Jacuípe						
Baixa Grande	100%					
Capela do Alto Alegre	100%					
Gavião	100%					
Ipirá	100%					
Mairi	96%	4				
Nova Fátima	100%					
Pé de Serra	100%					
Pintadas	100%					
Quixabeira	100%					
Riachão do Jacuípe	100%					
São José do Jacuípe	100%					
Serra Preta	100%					
Várzea da Roça	100%					
Várzea do Poço	100%					
Bacia do Paramirim						
Érico Cardoso	100%					
Boquira	100%					
Botuporã	100%					
Caturama	100%					
Ibipitanga	100%					
Macaúbas	100%					
Paramirim	100%					
Rio do Pires	100%					
Tanque Novo	100%					

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Bacia do Rio Corrente	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Brejoândia	100%					
Canápolis	100%					
Cocos	24%	37%	39%			
Coribe	100%					
Correntina	9%	52%	33%	6%		
Jaborandi	12%	30%	51%	7%		
Santa Maria da Vitória	88%	12%				
Santana	100%					
São Felix do Coribe	100%					
Serra Dourada	100%					
Tabocas do Brejo Velho	100%					
Bacia do Rio Grande	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Angical	100%					
Baianópolis	59%	41%				
Barreiras	46%	35%	18%	0%		
Buritirama	100%					
Catolândia	78%	22%				
Cotegipe	100%					
Cristópolis	100%	0%				
Formosa do Rio Preto	60%	35%	5%			
Luís Eduardo Magalhães		22%	56%	22%		
Mansidão	100%					
Riachão das Neves	78%	22%				
Santa Rita de Cássia	100%					

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
São Desidério	11%	52%	29%	8%		
Wanderley	100%					
Baixo sul	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Aratuípe					0%	100%
Cairu						100%
Camamu					24%	76%
Gandu				68%	32%	
Ibirapitanga				37%	63%	
Igrapiúna					21%	79%
Ituberá					9%	91%
Jaguaripe					7%	93%
Nilo Peçanha				0%	32%	67%
Piraí do Norte					100%	0%
Presidente Tancredo Neves				40%	60%	
Taperoá					32%	68%
Teolândia			13%	43%	44%	
Valença				5%	34%	61%
Wenceslau Guimarães		2%	58%	33%	8%	
Chapada Diamantina	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Abaíra	91%	9%				
Andaraí	34%	66%				
Barra da Estiva	100%					
Boninal	26%	74%				
Bonito		100%				
Ibicoara	76%	24%				
Ibitiara	100%					
Iramaia	100%	0%				

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Iraquara	11%		89%			
Itaeté	87%		13%			
Jussiape	100%					
Lençóis			100%			
Marcionílio Souza	100%					
Morro do Chapéu	35%		65%			
Mucugê	8%		92%			
Nova Redenção	72%		28%			
Novo Horizonte	100%					
Palmeiras			100%			
Piatã	81%		19%			
Rio de Contas	100%					
Seabra	54%		46%			
Souto Soares	90%		10%			
Utinga			100%			
Wagner			100%			
Costa do Descobrimento						
Belmonte			11%	34%	33%	22%
Eunápolis		1%	99%	0%		
Guaratinga		4%	94%	2%		
Itabela			22%	78%		
Itagimirim		53%	47%			
Itapebi		31%	69%			
Porto Seguro			4%	78%	18%	
Santa Cruz Cabrália			5%	58%	37%	

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Alcobaça						100%
Caravelas			18%	29%	53%	
Ibirapuã			52%	48%		
Itamaraju			1%	99%	0%	
Itanhém			100%			
Jucuruçu			93%	7%		
Lajedão			100%			
Medeiros Neto			94%	6%		
Mucuri			41%	59%		
Nova Viçosa			11%	83%	7%	
Prado				11%	89%	
Teixeira de Freitas			2%	69%	29%	
Vereda			36%	62%	2%	
Irecê	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
América Dourada	100%					
Barra do Mendes	100%					
Barro Alto	100%					
Cafarnaum	53%	47%				
Canarana	100%					
Central	100%					
Gentio do Ouro	100%					
Ibipeba	100%					
Ibitita	100%					
Ipupiara	100%					
Irecê	100%					
Itaguaçu da Bahia	100%					

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
João Dourado	100%					
Jussara	100%					
Lapão	100%					
Mulungu do Morro	40%	60%				
Presidente Dutra	100%					
São Gabriel	100%					
Uibaí	100%					
Xique-Xique	100%					
Itaparica	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Abaré	100%					
Chorrochó	100%					
Glória	100%					
Macururé	100%					
Paulo Afonso	100%					
Rodelas	100%					
Litoral Norte e Agreste Baiano	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Acajutiba				66%	34%	
Alagoinhas				70%	30%	
Aporá			38%	62%		
Araçás				14%	86%	
Aramari			14%	86%		
Cardeal da Silva					100%	
Catu				1%	99%	
Conde					9%	91%
Crisópolis			77%	23%		
Entre Rios				29%	62%	10%
Esplanada				12%	74%	13%

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Inhambupe		5%	80%	15%		
Itanagra					100%	
Itapicuru		35%	61%	4%		
Jandaíra					26%	74%
Mata de São João					50%	50%
Olindina		53%	47%			
Ouriçangas			91%	9%		
Pedrao			12%	88%		
Pojuca					100%	
Rio Real			1%	61%	38%	
Sátiro Dias	1%	93%	6%			
Litoral Sul	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Almadina		31%	69%			
Arataca			1%	47%	52%	
Aurelino Leal			26%	39%	35%	
Barro Preto				85%	15%	
Buerarema				3%	97%	
Camacã			40%	60%		
Canavieiras				20%	39%	40%
Coaraci		0%	99%	1%		
Floresta Azul		100%	0%			
Ibicaraí		3%	75%	22%		
Ilhéus			0%	16%	17%	67%
Itabuna				22%	78%	
Itacaré					20%	80%
Itaju do Colônia		72%	28%			
Itajuípe			18%	69%	13%	
Itapé		3%	34%	61%	2%	

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Itapitanga		0%	88%	12%		
Jussari			17%	83%		
Maraú				0%	23%	77%
Mascote			40%	60%		
Pau Brasil		32%	68%			
Santa Luzia				23%	67%	10%
São José da Vitória				67%	33%	
Ubaitaba				45%	55%	
Una					57%	43%
Uruçuca				0%	56%	44%
Médio Rio de Contas	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Aiquara		100%				
Apuarema		5%	95%			
Barra do Rocha			47%	53%		
Boa Nova	71%	29%				
Dário Meira	9%	91%				
Gongogi			45%	55%		
Ibirataia			95%	5%		
Ipiaú		31%	69%			
Itagi	92%	8%				
Itagiba		82%	18%			
Itamari			100%	0%		
Jequié	78%	21%	1%			
Jitaúna	3%	97%	0%			
Manoel Vitorino	100%					
Nova Ibiá			32%	68%		
Ubatã				100%		

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Médio Sudoeste da Bahia						
Caatiba		99%	1%			
Firmino Alves		100%				
Ibicuí		93%	7%			
Iguaí		100%				
Itambé		100%				
Itapetinga		100%				
Itarantim		100%				
Itororó		100%				
Macarani		100%				
Maiquinique		100%				
Nova Canaã		100%				
Potiraguá		67%	33%			
Santa Cruz da Vitória		100%				
Metropolitana de Salvador	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Camaçari					6%	94%
Candeias						100%
Dias D'Ávila					1%	99%
Itaparica						100%
Lauro de Freitas						100%
Madre de Deus						100%
Salinas da Margarida						100%
Salvador						100%
Simões Filho						100%
Vera Cruz						100%

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Piemonte da Diamantina						
Caem	56%	44%				
Capim Grosso	100%					
Jacobina	42%	58%				
Miguel Calmon	59%	41%				
Mirangaba	49%	51%				
Ourolândia	100%					
Saúde	13%	87%				
Serrolândia	100%					
Umburanas	100%					
Várzea Nova	73%	27%				
Piemonte do Paraguaçu						
Boa Vista do Tupim	100%					
Iaçu	100%					
Ibiquera	100%					
Itaberaba	100%					
Itatim	95%	5%				
Lajedinho	62%	38%				
Macajuba	100%					
Mundo Novo	29%	71%				
Piritiba	45%	55%				
Rafael Jambeiro	85%	15%				
Ruy Barbosa	56%	44%				
Santa Teresinha	35%	65%	1%			
Tapiramutá		100%				

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Piemonte						
Norte do Itapicuru						
Andorinha	100%					
Antônio Gonçalves	7%	93%				
Caldeirão Grande	82%	18%				
Campo Formoso	93%	7%				
Filadélfia	93%	7%				
Jaguarari	100%					
Pindobaçu	19%	81%				
Ponto Novo	100%					
Senhor do Bonfim	99%	1%				
Portal do Sertão						
Água Fria		72%	28%			
Amélia Rodrigues				61%	39%	
Anguera	45%	55%				
Antônio Cardoso		63%	37%			
Conceição da Feira			38%	62%		
Conceição do Jacuípe				100%		
Coração de Maria		0%	67%	33%		
Feira de Santana	17%	60%	21%	3%		
Ipecaetá	41%	59%				
Irá		3%	97%			
Santa Bárbara	22%	78%				

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Santanópolis	82%		18%			
Santo Estevão	84%		16%			
São Gonçalo dos Campos			57%	43%		
Tanquinho	99%	1%				
Teodoro Sampaio				96%	4%	
Terra Nova				28%	72%	
Recôncavo	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Cabaceiras do Paraguaçu		6%	94%			
Cachoeira				27%	70%	3%
Castro Alves		30%	56%	14%		
Conceição do Almeida			1%	71%	27%	
Cruz das Almas			9%	91%		
Dom Macedo Costa					100%	
Governador Mangabeira			31%	69%		
Maragogipe					69%	31%
Muniz Ferreira					15%	85%
Muritiba			31%	69%		
Nazaré					27%	73%
Santo Amaro				23%	66%	11%
Santo Antônio de Jesus				2%	91%	8%
São Félix				66%	34%	
São Felipe				16%	84%	0%
São Francisco do Conde					10%	90%

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
São Sebastião do Passé					72%	28%
Sapeaçu			26%	74%		
Saubara					18%	82%
Varzedo			18%	69%	13%	
Semiárido Nordeste II	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
A dustina		100%				
Antas	64%	36%				
Banzaê	100%					
Cícero Dantas	61%	39%				
Cipó	49%	51%				
Coronel João Sá	69%	31%				
Euclides da Cunha	100%					
Fátima		100%				
Heliópolis	0%	100%				
Jeremoabo	100%					
Nova Soure	10%	90%				
Novo Triunfo	100%					
Paripiranga		38%	62%			
Pedro Alexandre	96%	4%				
Ribeira do Amparo	6%	94%				
Ribeira do Pombal	82%	18%				
Santa Brígida	100%					
Sítio do Quinto	75%	25%				

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Sertão do São Francisco						
Campo Alegre de Lourdes	100%					
Canudos	100%					
Casa Nova	100%					
Curaçá	100%					
Juazeiro	100%					
Pilão Arcado	100%					
Remanso	100%					
Sento Sé	100%					
Sobradinho	100%					
Uauá	100%					
Sertão Produtivo	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Brumado	100%					
Caculé	100%					
Caetité	100%					
Candiba	100%					
Contendas do Sincorá	100%					
Dom Basílio	100%					
Guanambi	100%					
Ibiassucê	100%					
Ituaçu	100%					
Iuiú	100%					
Lagoa Real	100%					
Livramento de Nossa Senhora	100%					
Malhada de Pedras	100%					

Tabela 5. Continuação.

Território/ município		Risco Climático				
Palmas de Monte Alto	100%					
Pindaí	100%					
Rio do Antônio	100%					
Sebastião Laranjeiras	100%					
Tanhaçu	96%	4%				
Urandi	100%					
Sisal	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Araci	100%					
Barrocas	100%					
Biritinga	18%	82%				
Candeal	100%					
Cansanção	100%					
Conceição do Coité	100%					
Ichu	100%					
Itiúba	100%					
Lamarão	26%	74%				
Monte Santo	100%					
Nordestina	100%					
Queimadas	100%					
Quijingue	100%					
Retirolândia	100%					
Santaluz	100%					
São Domingos	100%					
Serrinha	33%	67%				
Teofilândia	96%	4%				
Tucano	100%	0%				
Valente	100%					

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Vale do Jiquiriçá						
Amargosa		54%	44%	2%		
Brejões	40%	60%				
Cravolândia		69%	31%			
Elísio Medrado		30%	70%			
Irajuba	86%	14%				
Itaquara		100%	0%			
Itiruçu	100%	0%				
Jaguaquara	19%	75%	6%			
Jiquiriçá			73%	27%		
Lafaiete Coutinho	100%					
Laje			2%	35%	53%	9%
Lajedo do Tabocal	100%					
Maracas	100%					
Milagres	47%	53%				
Mutuípe			3%	97%		
Nova Itarana	99%	1%				
Planaltino	100%					
Santa Inês	3%	97%	0%			
São Miguel das Matas			25%	67%	8%	
Ubaíra		29%	71%			
Velho Chico	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Barra	100%					
Bom Jesus da Lapa	100%					
Brotas de Macaúbas	100%					
Carinhanha	100%					

Tabela 5. Continuação.

Território/ município	Risco Climático					
	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Feira da Mata	100%					
Ibotirama	100%					
Igaporã	100%					
Malhada	100%					
Matina	100%					
Morpará	100%					
Muquém de São Francisco	100%					
Oliveira dos Brejinhos	100%					
Paratinga	100%					
Riacho de Santana	100%					
Serra do Ramalho	100%					
Sítio do Mato	100%					
Vitória da Conquista	0 - 0,15	0,15 - 0,3	0,3 - 0,45	0,45 - 0,6	0,6 - 0,75	0,75 - 0,9
Anagé	47%	53%				
Aracatu	94%	6%				
Barra do Choça		100%				
Belo Campo	39%	61%				
Bom Jesus da Serra	98%	2%				
Caetanos	50%	50%				
Cândido Sales	6%	90%	4%			
Caraíbas	96%	4%				
Condeúba	100%					
Cordeiros	100%					
Encruzilhada		92%	8%			

Tabela 5. Continuação.

Território/ município		Risco Climático	
Guajeru	100%		
Jacaraci	100%		
Licínio de Almeida	100%		
Maetinga	100%		
Mirante	100%		
Mortugaba	100%		
Piripá	100%		
Planalto	7%	93%	
Poções	11%	89%	
Presidente Jânio Quadros	100%		
Ribeirão do Largo		100%	
Tremedal	84%	16%	
Vitória da Conquista	2%	98%	

Referências

ALMEIDA, U. O. de; ANDRADE NETO, R. de C.; LUNZ, A. M. P.; CADES, M.; COSTA, D. A. da; ARAÚJO, J. M. de; TEIXEIRA JÚNIOR, D. L.; RODRIGUES, M. J. da S. Produção de bananeira, cultivar d'Angola, consorciada com açaizeiro solteiro em diferentes arranjos de plantio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 1, 2019.

APTA realiza treinamento para manejo da Sigatoka-negra na cultura da banana. 2015. Disponível em: <http://www.aptaregional.sp.gov.br/noticias/apta-realiza-treinamento-para-manejo-da-sigatoka-negra-na-cultura-da-banana.html>. Acesso em: 20 maio 2020.

BENNETT, R. S.; ARNESON, P. A. Black Sigatoka. **The Plant Health Instructor**. 2003. DOI:10.1094/PHI-I-2003-0905-01. Disponível em: <https://www.apsnet.org/edcenter/disandpath/fungalasco/pdlessons/Pages/BlackSigatoka.aspx>. Acesso em: 25 jan. 2021.

CARLIER, J.; FOURÉ, E.; GAUHL, F.; JONES, D. R.; LEPOIVRE, P.; MOURICHON, X.; PASBERG-GAUHL, C.; ROMERO, R. A. Black leaf streak. In: JONES, D. R. (Ed.). **Diseases of banana, abacá and enset**. Wallingford, UK: CAB Publishing, 1999. p. 37-79.

CAVALCANTE, M. de J.; ANDRADE NETO, R. de C.; LEDO, A. da S.; GONDIM, T. M. de S.; CORDEIRO, Z. J. M. Manejo fitotécnico da bananeira, cultivar d'Angola (AAB), visando ao controle da Sigatoka-negra. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p. 201-208, 2014.

CHURCHILL, A. C. L. *Mycosphaerella fijiensis*, the black leaf streak pathogen of banana: progress towards understanding pathogen biology and detection, disease development, and the challenges of control. **Molecular Plant Pathology**, v. 12, n. 4, p. 307-328, 2011.

COELHO FILHO, M. A., CORDEIRO, Z. J. M. Influências das variáveis climáticas no desenvolvimento da doença. *In*: CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; SILVA, O. S. **Recomendações técnicas sobre a Sigatoka-negra da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2011. p. 51-60.

CORDEIRO, Z.J.M.; MATOS, A.P.; FERREIRA, D.M.V.; ABREU, K.C.L.M. **Manual para identificação e controle da sigatoka-negra da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 36p. (Documentos, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 153).

_____; _____; MEISSNER FILHO, P. E. Doenças e métodos de controle. *In*: BORGES, A. L.; SOUZA, L. S. **O cultivo da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2004. p. 146-182.

_____; _____ SILVA, O. S. **Recomendações técnicas sobre a Sigatoka-negra da bananeira**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2011.

_____; OLIVEIRA, A. S. Sigatoka-negra da bananeira no Brasil; histórico, dispersão e estratégias de controle. **Todafruta**, Artigo Técnico 13, 2019.

CROUS, P. W. Taxonomy and phylogeny of the genus *Mycosphaerella* and its anamorphs. **Fungal Divers.**, v. 38, p. 1-24, 2009.

DONZELLI, B. G. G.; CHURCHILL, A. C. L. A quantitative assay using mycelial fragments to assess virulence of *Mycosphaerella fijiensis*. **Phytopathology**, v. 97, p. 916-929, 2007.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Arquivos de notícias**. 2018.

FULLERTON, R. A. Sigatoka leaf diseases. *In*: PLOETZ, R. C. *et al.* **Compendium of tropical fruit diseases**. **American Phytopathological Society**, St. Paul, MN, p. 12-14, 1994.

GAUHI, F. **Epidemiología y ecología de la Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*, Morelet) en plátano (*Musa sp.*)**. Costa Rica; Panamá: UPEB, 1990.

JACOME, L. H.; SHUH, W. Effects of leaf wetness duration and temperature on development of black sigatoka disease on banana infected by *Mycosphaerella fijiensis* var *difformis*. **The American Phytopathological Society**, v. 82, n. 5, p. 515-520, 1992.

_____; _____; STEVENSON, R. E. Effect of temperature and relative humidity on germination and germ tube development of *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. **Phytopatology**, v. 81, n. 12, p. 1480-1485, 1991.

JONES, D. R. The distribution and importance of the *Mycosphaerella* leaf spot diseases of banana. 2003. *In*: JACOME, L. *et al.* (Ed.). *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas: present status and outlook. Proceedings of the Workshop on *Mycosphaerella* Leaf Spot Diseases, San José, Costa Rica, 20-23 May 2002. p. 25-41.

MARÍN, D. H.; ROMERO, R. A.; GUZMÁN, M.; SUTTON, T. B. Black sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. **Plant Disease**, v. 87, n. 3, p. 208-222, 2003.

MAYORGA, M. H. La raya negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) del plátano y del banano. I. Ciclo de vida del patógeno bajo las condiciones del Urabá. **Revista ICA**, v. 25, p. 69-77 1990.

MEREDITH, D. S.; LAWRENCE, J. S. Black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*): symptoms of disease in Hawaii, and notes on the conidial state of the causal fungus. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 52, p. 459-476, 1969.

_____; _____; FIRMAN, I. D. Ascospore release and dispersal in black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*). **Trans. Br. Mycol. Soc.**, v. 60, n. 3, p. 547-555, 1973.

MORAES, W. S.; OROSCO-SANTOS, M.; OOSCO-ROMERO, J. Simpósio de manejo adequado da Sigatoka-negra na cultura da banana, **Anais**. 1. Pariquera: APTA, 2006.

MOURICHON, X.; CARLIER, J.; FOURÉ, E. **Sigatoka leaf spot disease**. Montpellier: INIBAP, 1997.

NOMURA, E. S. *et al.* Desenvolvimento e produção da bananeira 'grande naine' sob diferentes densidades de plantio em região com ocorrência natural de Sigatoka-negra. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 437-445, 2013.

PENNISI, E. Armed and dangerous. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 804-805, 12 Feb 2010.

PÉREZ-VINCENTE, L. **A holistic integrated management approach to control black sigatoka disease of banana caused by *Mycosphaerella fijiensis***. TCP/SLC/3402 Technical Manual. Food and Agriculture Organization of the United Nations, July 2012.

PLOETZ, R. C. Black sigatoka of banana. **The plant health instructor**. 2001. Disponível em: <https://www.apsnet.org/edcenter/apsnetfeatures/Pages/BlackSigatoka.aspx>. Acesso em: 22 jan. 2021.

PONS, N. Notes on *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*.

Transactions of the British Mycological Society., v. 89, n. 1, p. 120-124, 1987.

PORRAS, A.; PÉREZ, L. The role of temperature in the growth of germ tubes of ascospores of *Mycosphaerella* spp., responsible for leaf spot diseases of banana. **Infomusa**, v. 6, n. 2, p. 27-32, 1997.

REINHARDT, D. H. *et al.* Desenvolvimento e sustentabilidade na fruticultura de exportação. In: TELHADO, S. F. P.; CAPDEVILLE, G. (Ed.). **Tecnologias poupa-terra 2021**. Brasília, DF: Embrapa, 2021.

ROMERO, R. A. The spread, detection and impact of black leaf streak disease and other *Mycosphaerella* species in the 1990s. 2003. In: JACOME, L. *et al.* (Ed.). **Mycosphaerella leaf spot diseases of bananas: present status and outlook**. Proceedings of the Workshop on *Mycosphaerella* Leaf Spot Diseases, San José, Costa Rica, 20-23 May 2002. p. 21-24.

STOVER, R. H. **Banana, plantain and abaca diseases**. Kew, Surrey, UK: Commonwealth Mycological Institute, 1972.

_____. The effect of temperature on ascospore germinative tube growth of *Mycosphaerella musicola* and *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. **Fruits**, Paris, v. 38, n. 9, p. 625-628, 1983.

_____; DICKSON, J. D. Banana leaf spot caused by *Mycosphaerella musicola* and *M. fijiensis* var. *difformis*: a comparison of the first Central American epidemics. **FAO Plant Prot. Bull.**, v. 24, n. 2, p. 36-42, 1976.

_____; SIMMONDS, N. W. **Bananas**. 3. ed. New York: Longman Scientific & Technical, 1987.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. **Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance**. Centerton: Drexel Institute of Technology; Laboratory of Climatology, 1957.

_____, ; _____. **The water balance**. v. 8. New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955. (Publication in Climatology).



Mandioca e Fruticultura

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

CGPE 017281